

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.200$  m e raggio esterno  $b = 0.720$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.87$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.91$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  B  C  D  E  F

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

A  B  C  D  E  F

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  B  C  D  E  F

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.103$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0461$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  B  C  D  E  F

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.22$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0471$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.40$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0175$  m da una delle due.

A  0    B  246    C  426    D  606    E  786    F  966

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0314$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.66$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

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

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.24$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.117$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.87$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.80$  ohm e massa  $m = 3.00 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

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

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0771$  m poste alla distanza  $h = 1.11 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.42$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.34$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.23$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

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

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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

Testo n. 0

UNIVERSITÀ DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
 Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.275$  m e raggio esterno  $b = 0.656$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.92$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.49$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.113    C  0.293    D  0.473    E  0.653    F  0.833

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

- A  0    B  0.109    C  0.289    D  0.469    E  0.649    F  0.829

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.104$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0517$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

- A  0    B  14.1    C  32.1    D  50.1    E  68.1    F  86.1

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.18$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0566$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.05$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0160$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0226$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.27$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.71$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.109$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.45$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.96$  ohm e massa  $m = 2.01 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0711$  m poste alla distanza  $h = 1.08 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.06$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.22$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.62$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.264$  m e raggio esterno  $b = 0.614$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.11$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.20$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  0    B  0.0217    C  0.0397    D  0.0577    E  0.0757    F  0.0937

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  0    B  0.0100    C  0.0280    D  0.0460    E  0.0640    F  0.0820

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.105$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0488$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  16.7    C  34.7    D  52.7    E  70.7    F  88.7

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.08 \text{ nC}$  è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0406$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.39 \text{ nC}$  è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0151$  m da una delle due.

A  0    B  253    C  433    D  613    E  793    F  973

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0376$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.48$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

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

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0 \mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.00$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.113$  m si muove con velocità costante  $v_0 \mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.84$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.72$  ohm e massa  $m = 2.83 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0 \mathbf{i}$ .

A  0    B   $1.42 \times 10^{-3}$     C   $3.22 \times 10^{-3}$     D   $5.02 \times 10^{-3}$     E   $6.82 \times 10^{-3}$     F   $8.62 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0600$  m poste alla distanza  $h = 1.06 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.41$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.52$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.83$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  0    B  11.3    C  29.3    D  47.3    E  65.3    F  83.3

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  0    B  0.264    C  0.444    D  0.624    E  0.804    F  0.984

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.308$  m e raggio esterno  $b = 0.614$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.20$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.19$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  B  C  D  E  F

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

A  B  C  D  E  F

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  B  C  D  E  F

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.112$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0528$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  B  C  D  E  F

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.76$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0487$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.80$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0155$  m da una delle due.

- A  0    B   $1.02 \times 10^3$     C   $2.82 \times 10^3$     D   $4.62 \times 10^3$     E   $6.42 \times 10^3$     F   $8.22 \times 10^3$

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0290$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.56$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

- A  0    B  0.0145    C  0.0325    D  0.0505    E  0.0685    F  0.0865

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0 \mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.53$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.110$  m si muove con velocità costante  $v_0 \mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.78$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.92$  ohm e massa  $m = 3.52 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0 \mathbf{i}$ .

- A  0    B   $2.53 \times 10^{-3}$     C   $4.33 \times 10^{-3}$     D   $6.13 \times 10^{-3}$     E   $7.93 \times 10^{-3}$     F   $9.73 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0684$  m poste alla distanza  $h = 1.08 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1 (\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.88$  (ohm·m)<sup>-1</sup> e  $\sigma_1 = 1.72$  (ohm·m)<sup>-1</sup> ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.52$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

- A  0    B  26.6    C  44.6    D  62.6    E  80.6    F  98.6

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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



UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.388$  m e raggio esterno  $b = 0.726$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.88$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.00$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.119$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0595$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  18.6    C  36.6    D  54.6    E  72.6    F  90.6

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.61$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0581$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.74$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0141$  m da una delle due.

- A  0    B   $1.17 \times 10^3$     C   $2.97 \times 10^3$     D   $4.77 \times 10^3$     E   $6.57 \times 10^3$     F   $8.37 \times 10^3$

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0379$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.11$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

- A  0    B  0.0190    C  0.0370    D  0.0550    E  0.0730    F  0.0910

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0 \mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.64$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.119$  m si muove con velocità costante  $v_0 \mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.76$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.79$  ohm e massa  $m = 2.13 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0 \mathbf{i}$ .

- A  0    B   $2.32 \times 10^{-3}$     C   $4.12 \times 10^{-3}$     D   $5.92 \times 10^{-3}$     E   $7.72 \times 10^{-3}$     F   $9.52 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0691$  m poste alla distanza  $h = 1.01 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1 \left(\frac{r}{a}\right)$ , con  $\sigma_0 = 1.67$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.32$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.33$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

- A  0    B  14.4    C  32.4    D  50.4    E  68.4    F  86.4

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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

UNIVERSITÀ DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
 Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.209$  m e raggio esterno  $b = 0.612$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.56$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.87$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.107$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0493$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

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

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.73$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0523$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.33$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0148$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0220$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.48$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.33$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.120$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.97$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.79$  ohm e massa  $m = 2.21 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0726$  m poste alla distanza  $h = 1.02 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.25$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.46$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.38$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.337$  m e raggio esterno  $b = 0.726$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.83$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.04$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

- A  0    B  0.0120    C  0.0300    D  0.0480    E  0.0660    F  0.0840

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.109$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0475$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

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

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.18 \text{ nC}$  è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0572$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.50 \text{ nC}$  è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0105$  m da una delle due.

- A  0    B   $1.11 \times 10^3$     C   $2.91 \times 10^3$     D   $4.71 \times 10^3$     E   $6.51 \times 10^3$     F   $8.31 \times 10^3$

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0346$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.44$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

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

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0 \mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.15$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.107$  m si muove con velocità costante  $v_0 \mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.48$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.70$  ohm e massa  $m = 3.97 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0 \mathbf{i}$ .

- A  0    B   $1.52 \times 10^{-3}$     C   $3.32 \times 10^{-3}$     D   $5.12 \times 10^{-3}$     E   $6.92 \times 10^{-3}$     F   $8.72 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0645$  m poste alla distanza  $h = 1.10 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1 \left(\frac{r}{a}\right)$ , con  $\sigma_0 = 1.68 \text{ (ohm}\cdot\text{m)}^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.99 \text{ (ohm}\cdot\text{m)}^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.17$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

- A  0    B  23.8    C  41.8    D  59.8    E  77.8    F  95.8

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

- A  0    B  0.145    C  0.325    D  0.505    E  0.685    F  0.865

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.287$  m e raggio esterno  $b = 0.770$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.07$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.29$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  B  C  D  E  F

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $\text{A} \cdot \text{m}^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

A  B  C  D  E  F

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  B  C  D  E  F

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.100$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0428$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  B  C  D  E  F

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.51$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0577$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.21$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0156$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0230$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.09$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.34$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.115$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.34$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.54$  ohm e massa  $m = 3.12 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0661$  m poste alla distanza  $h = 1.05 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.00$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.89$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.55$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F



UNIVERSITÀ DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
 Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.218$  m e raggio esterno  $b = 0.799$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.93$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.54$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.0205    C  0.0385    D  0.0565    E  0.0745    F  0.0925

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.116$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0441$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

- A  0    B  10.9    C  28.9    D  46.9    E  64.9    F  82.9

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.79$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0483$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.33$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0189$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0287$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.89$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.76$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.111$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.62$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.16$  ohm e massa  $m = 3.29 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0750$  m poste alla distanza  $h = 1.18 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.31$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.60$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.23$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
 Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.353$  m e raggio esterno  $b = 0.708$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.48$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.94$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.184    C  0.364    D  0.544    E  0.724    F  0.904

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

- A  0    B  0.153    C  0.333    D  0.513    E  0.693    F  0.873

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.111$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0588$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

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

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.49$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0423$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.65$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0110$  m da una delle due.

- A  0    B   $1.26 \times 10^3$     C   $3.06 \times 10^3$     D   $4.86 \times 10^3$     E   $6.66 \times 10^3$     F   $8.46 \times 10^3$

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0296$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.96$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

- A  0    B  0.0148    C  0.0328    D  0.0508    E  0.0688    F  0.0868

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0 \mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.02$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.106$  m si muove con velocità costante  $v_0 \mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.69$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.00$  ohm e massa  $m = 2.98 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0 \mathbf{i}$ .

- A  0    B   $2.77 \times 10^{-3}$     C   $4.57 \times 10^{-3}$     D   $6.37 \times 10^{-3}$     E   $8.17 \times 10^{-3}$     F   $9.97 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0687$  m poste alla distanza  $h = 1.18 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1 (\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.43$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.33$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.12$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

- A  0    B  14.6    C  32.6    D  50.6    E  68.6    F  86.6

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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

UNIVERSITÀ DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
 Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.270$  m e raggio esterno  $b = 0.655$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.43$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.24$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.0255    C  0.0435    D  0.0615    E  0.0795    F  0.0975

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

- A  0    B  0.0184    C  0.0364    D  0.0544    E  0.0724    F  0.0904

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.104$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0455$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

- A  0    B  18.5    C  36.5    D  54.5    E  72.5    F  90.5

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.11$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0541$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.15$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0175$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0223$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.79$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.38$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.109$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.98$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.82$  ohm e massa  $m = 3.85 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0702$  m poste alla distanza  $h = 1.01 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.13$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.85$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.81$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
 Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.379$  m e raggio esterno  $b = 0.708$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.53$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.48$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.235    C  0.415    D  0.595    E  0.775    F  0.955

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.118$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0410$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

- A  0    B  16.2    C  34.2    D  52.2    E  70.2    F  88.2

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.98$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0483$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.07$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0110$  m da una delle due.

- A  0    B   $1.17 \times 10^3$     C   $2.97 \times 10^3$     D   $4.77 \times 10^3$     E   $6.57 \times 10^3$     F   $8.37 \times 10^3$

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0368$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.73$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

- A  0    B  0.0184    C  0.0364    D  0.0544    E  0.0724    F  0.0904

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0 \mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.43$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.107$  m si muove con velocità costante  $v_0 \mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.51$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.54$  ohm e massa  $m = 3.57 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0 \mathbf{i}$ .

- A  0    B   $2.11 \times 10^{-3}$     C   $3.91 \times 10^{-3}$     D   $5.71 \times 10^{-3}$     E   $7.51 \times 10^{-3}$     F   $9.31 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0769$  m poste alla distanza  $h = 1.14 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1 \left(\frac{r}{a}\right)$ , con  $\sigma_0 = 1.99$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.49$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.07$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

- A  0    B  16.0    C  34.0    D  52.0    E  70.0    F  88.0

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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



UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.361$  m e raggio esterno  $b = 0.776$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.74$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.70$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  0    B  0.231    C  0.411    D  0.591    E  0.771    F  0.951

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.120$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0432$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  15.2    C  33.2    D  51.2    E  69.2    F  87.2

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.69$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0436$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.27$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0188$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0366$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.53$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.23$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.100$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.79$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.32$  ohm e massa  $m = 3.06 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0651$  m poste alla distanza  $h = 1.06 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.14$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.09$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.99$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.229$  m e raggio esterno  $b = 0.639$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.71$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.63$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  B  C  D  E  F

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

A  B  C  D  E  F

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  B  C  D  E  F

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.119$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0502$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  B  C  D  E  F

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.66$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0509$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.93$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0128$  m da una delle due.

- A  0    B   $1.44 \times 10^3$     C   $3.24 \times 10^3$     D   $5.04 \times 10^3$     E   $6.84 \times 10^3$     F   $8.64 \times 10^3$

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0271$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.45$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

- A  0    B  0.0136    C  0.0316    D  0.0496    E  0.0676    F  0.0856

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.26$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.104$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.57$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.58$  ohm e massa  $m = 2.63 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

- A  0    B   $1.10 \times 10^{-3}$     C   $2.90 \times 10^{-3}$     D   $4.70 \times 10^{-3}$     E   $6.50 \times 10^{-3}$     F   $8.30 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0662$  m poste alla distanza  $h = 1.05 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.40$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.20$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.38$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

- A  0    B  21.8    C  39.8    D  57.8    E  75.8    F  93.8

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

- A  0    B  0.132    C  0.312    D  0.492    E  0.672    F  0.852

UNIVERSITÀ DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
 Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.336$  m e raggio esterno  $b = 0.607$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.65$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.40$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.177    C  0.357    D  0.537    E  0.717    F  0.897

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

- A  0    B  0.0225    C  0.0405    D  0.0585    E  0.0765    F  0.0945

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.110$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0453$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

- A  0    B  23.0    C  41.0    D  59.0    E  77.0    F  95.0

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.59$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0406$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.88$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0195$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0374$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.49$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.27$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.116$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.06$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.08$  ohm e massa  $m = 2.04 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0734$  m poste alla distanza  $h = 1.10 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.28$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.51$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.82$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.346$  m e raggio esterno  $b = 0.619$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.62$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.60$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.116$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0410$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  14.4    C  32.4    D  50.4    E  68.4    F  86.4

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.00$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0537$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.04$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0119$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0314$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.06$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.05$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.118$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.01$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.87$  ohm e massa  $m = 2.27 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0672$  m poste alla distanza  $h = 1.14 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.11$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.40$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.41$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F



UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.321$  m e raggio esterno  $b = 0.645$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.50$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.69$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.108$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0433$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  23.4    C  41.4    D  59.4    E  77.4    F  95.4

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.13$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0406$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.05$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0166$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0287$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.37$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.62$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.118$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.19$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.68$  ohm e massa  $m = 2.77 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0736$  m poste alla distanza  $h = 1.01 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.59$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.70$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.45$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.369$  m e raggio esterno  $b = 0.694$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.57$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.47$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  0    B  0.223    C  0.403    D  0.583    E  0.763    F  0.943

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  0    B  0.114    C  0.294    D  0.474    E  0.654    F  0.834

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.113$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0488$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  22.2    C  40.2    D  58.2    E  76.2    F  94.2

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.06$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0444$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.03$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0168$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0200$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.47$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.02$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.117$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.20$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.27$  ohm e massa  $m = 3.82 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0776$  m poste alla distanza  $h = 1.09 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.70$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.91$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.55$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.284$  m e raggio esterno  $b = 0.677$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.26$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.96$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  B  C  D  E  F

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

A  B  C  D  E  F

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  B  C  D  E  F

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.116$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0516$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  B  C  D  E  F

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.15$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0547$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.79$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0111$  m da una delle due.

- A  0    B   $1.18 \times 10^3$     C   $2.98 \times 10^3$     D   $4.78 \times 10^3$     E   $6.58 \times 10^3$     F   $8.38 \times 10^3$

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0314$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.28$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

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

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0 \mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.16$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.109$  m si muove con velocità costante  $v_0 \mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.08$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.52$  ohm e massa  $m = 3.65 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0 \mathbf{i}$ .

- A  0    B   $2.38 \times 10^{-3}$     C   $4.18 \times 10^{-3}$     D   $5.98 \times 10^{-3}$     E   $7.78 \times 10^{-3}$     F   $9.58 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0625$  m poste alla distanza  $h = 1.10 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1 \left(\frac{r}{a}\right)$ , con  $\sigma_0 = 1.14$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.84$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.79$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

- A  0    B  11.3    C  29.3    D  47.3    E  65.3    F  83.3

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.268$  m e raggio esterno  $b = 0.794$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.62$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.04$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  B  C  D  E  F

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

A  B  C  D  E  F

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  B  C  D  E  F

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.115$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0544$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  B  C  D  E  F

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.56$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0537$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.74$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0154$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0243$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.13$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.61$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.115$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.76$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.54$  ohm e massa  $m = 2.41 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0637$  m poste alla distanza  $h = 1.01 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.26$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.91$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.35$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F



UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.391$  m e raggio esterno  $b = 0.605$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.41$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.53$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  0    B  0.238    C  0.418    D  0.598    E  0.778    F  0.958

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  0    B  0.103    C  0.283    D  0.463    E  0.643    F  0.823

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.119$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0520$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  23.8    C  41.8    D  59.8    E  77.8    F  95.8

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.04$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0580$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 2.00$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0117$  m da una delle due.

- A  0    B   $1.13 \times 10^3$     C   $2.93 \times 10^3$     D   $4.73 \times 10^3$     E   $6.53 \times 10^3$     F   $8.33 \times 10^3$

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0289$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.98$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

- A  0    B  0.0144    C  0.0324    D  0.0504    E  0.0684    F  0.0864

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0 \mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.37$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.118$  m si muove con velocità costante  $v_0 \mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.24$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.03$  ohm e massa  $m = 2.28 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0 \mathbf{i}$ .

- A  0    B   $2.50 \times 10^{-3}$     C   $4.30 \times 10^{-3}$     D   $6.10 \times 10^{-3}$     E   $7.90 \times 10^{-3}$     F   $9.70 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0750$  m poste alla distanza  $h = 1.18 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1 \left(\frac{r}{a}\right)$ , con  $\sigma_0 = 1.10$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.25$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.67$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

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

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.230$  m e raggio esterno  $b = 0.686$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.13$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.16$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

- A  B  C  D  E  F

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

- A  B  C  D  E  F

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  B  C  D  E  F

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.105$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0574$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

- A  B  C  D  E  F

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.94$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0452$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.62$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0171$  m da una delle due.

A  0    B  247    C  427    D  607    E  787    F  967

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0335$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.53$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

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

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.53$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.119$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.32$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.30$  ohm e massa  $m = 3.32 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  0    B   $1.64 \times 10^{-3}$     C   $3.44 \times 10^{-3}$     D   $5.24 \times 10^{-3}$     E   $7.04 \times 10^{-3}$     F   $8.84 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0764$  m poste alla distanza  $h = 1.14 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.04$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.29$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.92$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  0    B  22.7    C  40.7    D  58.7    E  76.7    F  94.7

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  0    B  0.234    C  0.414    D  0.594    E  0.774    F  0.954

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.372$  m e raggio esterno  $b = 0.682$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.68$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.77$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  0    B  0.244    C  0.424    D  0.604    E  0.784    F  0.964

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.118$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0474$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  27.1    C  45.1    D  63.1    E  81.1    F  99.1

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.50$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0433$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.58$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0166$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0200$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.04$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.59$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.112$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.90$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.44$  ohm e massa  $m = 2.89 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0647$  m poste alla distanza  $h = 1.19 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.94$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.48$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.42$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.319$  m e raggio esterno  $b = 0.747$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.29$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.48$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  0    B  0.118    C  0.298    D  0.478    E  0.658    F  0.838

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.117$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0471$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  26.7    C  44.7    D  62.7    E  80.7    F  98.7

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.74$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0587$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.46$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0199$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0377$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.13$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.12$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.119$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.04$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.63$  ohm e massa  $m = 3.37 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0651$  m poste alla distanza  $h = 1.03 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.47$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.92$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.53$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F



UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.300$  m e raggio esterno  $b = 0.701$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.79$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.02$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  0    B  0.0256    C  0.0436    D  0.0616    E  0.0796    F  0.0976

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.107$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0462$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  20.1    C  38.1    D  56.1    E  74.1    F  92.1

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.10$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0460$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.81$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0175$  m da una delle due.

A  0    B  125    C  305    D  485    E  665    F  845

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0285$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.77$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  0    B  0.0143    C  0.0323    D  0.0503    E  0.0683    F  0.0863

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.47$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.114$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.83$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.91$  ohm e massa  $m = 2.10 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

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

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0664$  m poste alla distanza  $h = 1.04 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.02$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.78$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.17$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  0    B  16.4    C  34.4    D  52.4    E  70.4    F  88.4

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.372$  m e raggio esterno  $b = 0.735$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.19$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.81$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.104$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0438$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  19.9    C  37.9    D  55.9    E  73.9    F  91.9

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.89$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0503$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.59$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0169$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0245$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.80$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.43$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.103$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.30$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.02$  ohm e massa  $m = 2.05 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0709$  m poste alla distanza  $h = 1.05 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.86$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.06$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.98$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.253$  m e raggio esterno  $b = 0.699$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.99$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.03$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  B  C  D  E  F

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

A  B  C  D  E  F

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  B  C  D  E  F

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.117$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0457$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  B  C  D  E  F

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.54$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0472$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.54$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0178$  m da una delle due.

A  0    B  213    C  393    D  573    E  753    F  933

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0239$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.74$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  0    B  0.0120    C  0.0300    D  0.0480    E  0.0660    F  0.0840

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.95$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.118$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.68$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.01$  ohm e massa  $m = 4.00 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  0    B  0.0166    C  0.0346    D  0.0526    E  0.0706    F  0.0886

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0653$  m poste alla distanza  $h = 1.02 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.57$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.46$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.57$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  0    B  16.4    C  34.4    D  52.4    E  70.4    F  88.4

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  0    B  0.109    C  0.289    D  0.469    E  0.649    F  0.829

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.334$  m e raggio esterno  $b = 0.722$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.64$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.57$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.101$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0425$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  18.9    C  36.9    D  54.9    E  72.9    F  90.9

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.03 \text{ nC}$  è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0520$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.02 \text{ nC}$  è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0114$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0370$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.64$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0 \mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.14$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.110$  m si muove con velocità costante  $v_0 \mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.41$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.88$  ohm e massa  $m = 3.33 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0 \mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0683$  m poste alla distanza  $h = 1.18 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1 \left(\frac{r}{a}\right)$ , con  $\sigma_0 = 1.06 \text{ (ohm}\cdot\text{m)}^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.98 \text{ (ohm}\cdot\text{m)}^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 2.00$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F



UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.254$  m e raggio esterno  $b = 0.764$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.41$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.11$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  B  C  D  E  F

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

A  B  C  D  E  F

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  B  C  D  E  F

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.112$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0495$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  B  C  D  E  F

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.34$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0560$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.14$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0151$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0320$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.67$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.34$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.112$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.52$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.55$  ohm e massa  $m = 3.60 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0760$  m poste alla distanza  $h = 1.12 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.33$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.41$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.29$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
 Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.318$  m e raggio esterno  $b = 0.694$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.73$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.99$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.157    C  0.337    D  0.517    E  0.697    F  0.877

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.119$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0489$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

- A  0    B  26.5    C  44.5    D  62.5    E  80.5    F  98.5

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.68$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0502$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.11$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0158$  m da una delle due.

A  0    B  231    C  411    D  591    E  771    F  951

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0335$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.92$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

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

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.17$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.105$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.12$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.14$  ohm e massa  $m = 2.42 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  0    B   $2.54 \times 10^{-3}$     C   $4.34 \times 10^{-3}$     D   $6.14 \times 10^{-3}$     E   $7.94 \times 10^{-3}$     F   $9.74 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0743$  m poste alla distanza  $h = 1.12 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.49$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.32$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.11$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  0    B  22.7    C  40.7    D  58.7    E  76.7    F  94.7

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.275$  m e raggio esterno  $b = 0.774$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.83$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.53$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  0    B  0.107    C  0.287    D  0.467    E  0.647    F  0.827

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  0    B  0.132    C  0.312    D  0.492    E  0.672    F  0.852

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.111$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0462$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  23.0    C  41.0    D  59.0    E  77.0    F  95.0

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.48$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0478$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.36$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0162$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0249$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.60$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.19$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.101$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.14$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.92$  ohm e massa  $m = 3.43 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0724$  m poste alla distanza  $h = 1.04 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.58$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.47$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.73$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.239$  m e raggio esterno  $b = 0.756$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.16$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.27$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  B  C  D  E  F

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

A  B  C  D  E  F

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  B  C  D  E  F

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.101$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0556$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  B  C  D  E  F

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.35$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0529$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.48$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0192$  m da una delle due.

A  0    B  104    C  284    D  464    E  644    F  824

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0270$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.75$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

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

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.33$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.120$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.08$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.04$  ohm e massa  $m = 3.63 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

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

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0782$  m poste alla distanza  $h = 1.16 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.14$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.96$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.45$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  0    B  22.8    C  40.8    D  58.8    E  76.8    F  94.8

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  0    B  0.191    C  0.371    D  0.551    E  0.731    F  0.911



UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.273$  m e raggio esterno  $b = 0.797$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.79$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.75$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

A  0    B  0.103    C  0.283    D  0.463    E  0.643    F  0.823

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

A  0    B  0.155    C  0.335    D  0.515    E  0.695    F  0.875

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.104$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0503$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

A  0    B  15.0    C  33.0    D  51.0    E  69.0    F  87.0

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.73$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0590$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.59$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0189$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0242$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.90$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.51$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.105$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.57$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.83$  ohm e massa  $m = 3.63 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0739$  m poste alla distanza  $h = 1.19 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.02$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.16$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.37$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
 Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.247$  m e raggio esterno  $b = 0.608$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.26$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.86$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.0176    C  0.0356    D  0.0536    E  0.0716    F  0.0896

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.106$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0542$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

- A  0    B  13.9    C  31.9    D  49.9    E  67.9    F  85.9

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.21$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0418$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.07$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0188$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0229$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.13$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.90$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.106$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.83$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.15$  ohm e massa  $m = 3.29 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0630$  m poste alla distanza  $h = 1.11 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.56$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.95$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.85$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
 Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.382$  m e raggio esterno  $b = 0.664$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.53$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.89$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.241    C  0.421    D  0.601    E  0.781    F  0.961

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.111$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0465$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

- A  0    B  22.7    C  40.7    D  58.7    E  76.7    F  94.7

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.96$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0544$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.26$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0165$  m da una delle due.

A  0    B  230    C  410    D  590    E  770    F  950

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0246$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.97$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  0    B  0.0123    C  0.0303    D  0.0483    E  0.0663    F  0.0843

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.45$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.119$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.09$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.09$  ohm e massa  $m = 3.96 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  0    B   $1.39 \times 10^{-3}$     C   $3.19 \times 10^{-3}$     D   $4.99 \times 10^{-3}$     E   $6.79 \times 10^{-3}$     F   $8.59 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0650$  m poste alla distanza  $h = 1.19 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.10$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.57$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.71$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  0    B  22.9    C  40.9    D  58.9    E  76.9    F  94.9

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.234$  m e raggio esterno  $b = 0.725$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.87$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.48$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.0137    C  0.0317    D  0.0497    E  0.0677    F  0.0857

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.114$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0431$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

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

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.97$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0519$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.78$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0135$  m da una delle due.

- A  0    B   $1.47 \times 10^3$     C   $3.27 \times 10^3$     D   $5.07 \times 10^3$     E   $6.87 \times 10^3$     F   $8.67 \times 10^3$

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0201$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.71$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

- A  0    B  0.0100    C  0.0280    D  0.0460    E  0.0640    F  0.0820

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0 \mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.41$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.111$  m si muove con velocità costante  $v_0 \mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.92$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.25$  ohm e massa  $m = 2.18 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0 \mathbf{i}$ .

- A  0    B   $1.33 \times 10^{-3}$     C   $3.13 \times 10^{-3}$     D   $4.93 \times 10^{-3}$     E   $6.73 \times 10^{-3}$     F   $8.53 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0616$  m poste alla distanza  $h = 1.15 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1 \left(\frac{r}{a}\right)$ , con  $\sigma_0 = 1.29$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.22$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.68$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

- A  0    B  18.6    C  36.6    D  54.6    E  72.6    F  90.6

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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



UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.280$  m e raggio esterno  $b = 0.728$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.06$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.04$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.0117    C  0.0297    D  0.0477    E  0.0657    F  0.0837

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.110$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0592$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

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

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.54$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0497$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.16$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0197$  m da una delle due.

A  0    B  190    C  370    D  550    E  730    F  910

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0328$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.77$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  0    B  0.0164    C  0.0344    D  0.0524    E  0.0704    F  0.0884

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.51$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.103$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.40$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.12$  ohm e massa  $m = 2.70 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  0    B   $1.74 \times 10^{-3}$     C   $3.54 \times 10^{-3}$     D   $5.34 \times 10^{-3}$     E   $7.14 \times 10^{-3}$     F   $8.94 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0665$  m poste alla distanza  $h = 1.12 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.36$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.16$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.77$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

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

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  0    B  0.217    C  0.397    D  0.577    E  0.757    F  0.937

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.305$  m e raggio esterno  $b = 0.608$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.49$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.80$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

- A  0    B  0.122    C  0.302    D  0.482    E  0.662    F  0.842

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.112$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0418$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

- A  0    B  10.1    C  28.1    D  46.1    E  64.1    F  82.1

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.82$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0515$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.89$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0197$  m da una delle due.

A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0375$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.26$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.70$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.118$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.90$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.25$  ohm e massa  $m = 2.96 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0680$  m poste alla distanza  $h = 1.10 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.51$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.50$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 2.00$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
 Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.310$  m e raggio esterno  $b = 0.780$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.47$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.32$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

- A  0    B  0.124    C  0.304    D  0.484    E  0.664    F  0.844

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

- A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.110$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0505$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

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

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.91$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0404$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.65$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0142$  m da una delle due.

- A  B  C  D  E  F

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0279$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.32$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

- A  B  C  D  E  F

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0\mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.79$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.112$  m si muove con velocità costante  $v_0\mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 3.73$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.23$  ohm e massa  $m = 2.75 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0\mathbf{i}$ .

- A  B  C  D  E  F

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0633$  m poste alla distanza  $h = 1.12 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1(\frac{r}{a})$ , con  $\sigma_0 = 1.16$  (ohm·m)<sup>-1</sup> e  $\sigma_1 = 1.35$  (ohm·m)<sup>-1</sup> ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.71$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

- A  B  C  D  E  F

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

- A  B  C  D  E  F

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA GESTIONALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTROTECNICA  
Prova n. 6 - 20/7/2021

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

1) Si consideri un guscio sferico conduttore carico di raggio interno  $a = 0.206$  m e raggio esterno  $b = 0.692$  m. Nella regione interna al guscio conduttore (per  $r < a$ ), si trova una distribuzione di carica elettrica distribuita in modo non uniforme, con densità che varia con la distanza  $r$  dal centro con la legge  $\rho(r) = \alpha r^2$ , con  $\alpha = 1.22$  nC/m<sup>5</sup>. La costante dielettrica relativa dell'isolante è  $\epsilon_r = 1$ . Inoltre, il potenziale del guscio conduttore cavo rispetto all'infinito è  $V_0 = 1.55$  V. Determinare il campo elettrico, in V/m, nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dal centro.

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente Esercizio 1), determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente sulla superficie esterna del guscio conduttore.

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

3) Il campo magnetico della Terra decade con la distanza secondo la legge cubica inversa, per distanze superiori a parecchi raggi terrestri. Pertanto il campo può essere descritto in termini di un dipolo magnetico posto al centro della Terra. Se il modulo del campo, nel piano equatoriale a distanza di 15 raggi terrestri dall'origine, è di  $10^{-4}$  gauss, calcolare il momento di dipolo magnetico della Terra, in  $A \cdot m^2 \times 10^{22}$ , (si consideri il raggio della Terra pari a 6400 km).

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

4) Un elettrone si muove nello spazio intergalattico dove esiste un campo magnetico di intensità  $B = 10^{-5}$  gauss. Se la componente della velocità dell'elettrone lungo la direzione del campo è  $0.1c$  ( $c$  è la velocità della luce nel vuoto, 299.792.458 m/s) calcolare quanti giri deve compiere l'elettrone per viaggiare tra due punti posti alla distanza di un anno luce lungo una linea di forza del campo (si trascurino gli effetti relativistici). Si ricorda  $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg e  $e = -1.602 \times 10^{-19}$  C.

A  0    B   $1.63 \times 10^9$     C   $3.43 \times 10^9$     D   $5.23 \times 10^9$     E   $7.03 \times 10^9$     F   $8.83 \times 10^9$

5) Sette cariche elettriche  $q = 0.106$  nC ciascuna occupano sette degli otto vertici di un cubo di spigolo  $a = 0.0446$  m. Determinare l'energia elettrostatica, in nJ, del sistema di sette cariche.

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

6) Una carica elettrica  $q_a = 1.21$  nC è posta ad una distanza  $2d$  m, con  $d = 0.0583$  m, da una carica identica  $q_b$ . Una terza carica elettrica  $q_p = 1.94$  nC è posta nel punto medio  $P_m$  della congiungente le due cariche  $q_a$  e  $q_b$ . Calcolare il lavoro, in nJ, che deve compiere una forza esterna per portare la carica  $q_p$  dal punto  $P_m$  ad un punto  $P_f$ , sulla congiungente, posto alla distanza  $p = 0.0131$  m da una delle due.

- A  0    B   $1.09 \times 10^3$     C   $2.89 \times 10^3$     D   $4.69 \times 10^3$     E   $6.49 \times 10^3$     F   $8.29 \times 10^3$

7) Si vuole realizzare un condensatore sferico. Fissata il raggio  $b = 0.0293$  m della armatura esterna, e la differenza di potenziale  $V = 1.91$  volt che si può mantenere tra le armature, determinare il valore del raggio, in m, della armatura interna per avere su di essa il campo elettrico  $E$  minimo.

- A  0    B  0.0147    C  0.0327    D  0.0507    E  0.0687    F  0.0867

8) In un sistema di riferimento cartesiano, nel semispazio  $x > 0$  è presente un campo magnetico  $B_0 \mathbf{k}$  uniforme, con  $B_0 = 1.52$  tesla. Una spira quadrata di lato  $L = 0.120$  m si muove con velocità costante  $v_0 \mathbf{i}$  sul piano  $z = 0$ , con  $v_0 = 2.74$  m/s. All'istante  $t = 0$  la spira inizia ad entrare nel semispazio con campo magnetico. La spira ha resistenza  $R = 1.79$  ohm e massa  $m = 3.28 \times 10^{-3}$  kg. Determinare il lavoro, in joule, che deve essere fatto dall'esterno sulla spira affinché questa si muova costantemente di moto rettilineo uniforme con velocità  $v_0 \mathbf{i}$ .

- A  0    B   $2.51 \times 10^{-3}$     C   $4.31 \times 10^{-3}$     D   $6.11 \times 10^{-3}$     E   $7.91 \times 10^{-3}$     F   $9.71 \times 10^{-3}$

9) Siano date due armature metalliche circolari piane parallele di raggio  $a = 0.0780$  m poste alla distanza  $h = 1.17 \times 10^{-3}$  m. Lo spazio compreso tra le due armature è riempito di un materiale disomogeneo, con conducibilità elettrica che dipende dalla distanza  $r$  dall'asse del sistema secondo la legge  $\sigma(r) = \sigma_0 + \sigma_1 \left(\frac{r}{a}\right)$ , con  $\sigma_0 = 1.01$  (ohm·m) $^{-1}$  e  $\sigma_1 = 1.05$  (ohm·m) $^{-1}$  ed  $r$  coordinata radiale nel piano delle armature circolari. Tra le due armature si mantiene la differenza di potenziale costante  $V = 1.87$  volt. Si trascurino gli effetti di bordo. In condizioni stazionare, calcolare la corrente totale, in ampere, attraverso il conduttore.

- A  0    B  16.2    C  34.2    D  52.2    E  70.2    F  88.2

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 9, determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, interno al conduttore nei punti che si trovano alla distanza  $r = \frac{a}{2}$  dall'asse del sistema.

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