

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.76$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.33$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.57$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.01$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 2.70×10^{-6} C 4.50×10^{-6} D 6.30×10^{-6} E 8.10×10^{-6} F 9.90×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.15$ nC e $a = 1.98$ mm.

- A 0 B 2.49×10^{-6} C 4.29×10^{-6} D 6.09×10^{-6} E 7.89×10^{-6} F 9.69×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.54$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.72$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.88$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.36$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0279 C 0.0459 D 0.0639 E 0.0819 F 0.0999

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.01$ mm e raggio esterno $b = 2.93$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.50$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 258 C 438 D 618 E 798 F 978

6) Una carica elettrica $Q = 1.70 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.02 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.77×10^{-6} C 4.57×10^{-6} D 6.37×10^{-6} E 8.17×10^{-6} F 9.97×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.97 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 101 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.28 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

- A 0 B 1.70 C 3.50 D 5.30 E 7.10 F 8.90

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 109 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.41 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.97 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.21 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.44 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.12 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

- A 0 B 1.61 C 3.41 D 5.21 E 7.01 F 8.81

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.92 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.12 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.4 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.68$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.73$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.78$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.43$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.25×10^{-5} C 3.05×10^{-5} D 4.85×10^{-5} E 6.65×10^{-5} F 8.45×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.06$ nC e $a = 1.35$ mm.

- A 0 B 1.74×10^{-6} C 3.54×10^{-6} D 5.34×10^{-6} E 7.14×10^{-6} F 8.94×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.44$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.21$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.33$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.98$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 1.30×10^{-3} C 3.10×10^{-3} D 4.90×10^{-3} E 6.70×10^{-3} F 8.50×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.93$ mm e raggio esterno $b = 2.21$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.35$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 119 C 299 D 479 E 659 F 839

6) Una carica elettrica $Q = 1.94 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.14 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.02×10^{-6} C 3.82×10^{-6} D 5.62×10^{-6} E 7.42×10^{-6} F 9.22×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.85 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 106 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.17 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 108 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.75 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.45 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.71 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.16 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.42 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.92 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.60 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.1 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.72$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.23$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.46$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.40$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.19×10^{-6} C 2.99×10^{-6} D 4.79×10^{-6} E 6.59×10^{-6} F 8.39×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.96$ nC e $a = 1.24$ mm.

- A 0 B 1.99×10^{-5} C 3.79×10^{-5} D 5.59×10^{-5} E 7.39×10^{-5} F 9.19×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.83$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.02$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.59$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.28$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.23$ mm e raggio esterno $b = 2.92$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.26$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 196 C 376 D 556 E 736 F 916

6) Una carica elettrica $Q = 1.15 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.13 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.63×10^{-6} C 4.43×10^{-6} D 6.23×10^{-6} E 8.03×10^{-6} F 9.83×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.61 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 101 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.28 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 105 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.74 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.44 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.28 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.49 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.89 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.99 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.65 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.6 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.25$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.84$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.75$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.98$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 2.42×10^{-5} C 4.22×10^{-5} D 6.02×10^{-5} E 7.82×10^{-5} F 9.62×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.07$ nC e $a = 1.21$ mm.

- A 0 B 2.47×10^{-6} C 4.27×10^{-6} D 6.07×10^{-6} E 7.87×10^{-6} F 9.67×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.38$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.03$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.45$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.21$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0264 C 0.0444 D 0.0624 E 0.0804 F 0.0984

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.05$ mm e raggio esterno $b = 2.04$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.49$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.27 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.96 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.85×10^{-6} C 3.65×10^{-6} D 5.45×10^{-6} E 7.25×10^{-6} F 9.05×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.75 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 104 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.09 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 104 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.52 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.36 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.81 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.26 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.81 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.09 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.75 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.4 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.167 C -0.347 D -0.527 E -0.707 F -0.887

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.40$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 2.00$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.00$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.65$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.58×10^{-5} C 3.38×10^{-5} D 5.18×10^{-5} E 6.98×10^{-5} F 8.78×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.84$ nC e $a = 1.76$ mm.

- A 0 B 1.23×10^{-5} C 3.03×10^{-5} D 4.83×10^{-5} E 6.63×10^{-5} F 8.43×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.63$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.91$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.97$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.00$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.93$ mm e raggio esterno $b = 2.42$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.22$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 174 C 354 D 534 E 714 F 894

6) Una carica elettrica $Q = 1.98 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.45 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.47×10^{-6} C 4.27×10^{-6} D 6.07×10^{-6} E 7.87×10^{-6} F 9.67×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.70 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 103 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.41 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 104 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.68 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.50 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.81 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.20 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.86 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.62 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.47 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.3 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.211 C -0.391 D -0.571 E -0.751 F -0.931

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.22$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.36$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.80$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.62$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.65×10^{-5} C 3.45×10^{-5} D 5.25×10^{-5} E 7.05×10^{-5} F 8.85×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.36$ nC e $a = 1.80$ mm.

- A 0 B 1.20×10^{-6} C 3.00×10^{-6} D 4.80×10^{-6} E 6.60×10^{-6} F 8.40×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.28$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.20$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.210 C 0.390 D 0.570 E 0.750 F 0.930

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.56$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.90$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 1.43×10^{-3} C 3.23×10^{-3} D 5.03×10^{-3} E 6.83×10^{-3} F 8.63×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.10$ mm e raggio esterno $b = 2.53$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.91$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 162 C 342 D 522 E 702 F 882

6) Una carica elettrica $Q = 1.03 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.95 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.22×10^{-6} C 3.02×10^{-6} D 4.82×10^{-6} E 6.62×10^{-6} F 8.42×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.12 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 100 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.40 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

- A 0 B 2.61 C 4.41 D 6.21 E 8.01 F 9.81

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 108 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.27 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.81 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

- A 0 B 0.273 C 0.453 D 0.633 E 0.813 F 0.993

9) Una carica elettrica $Q = 1.28 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.95 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.31 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.08 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.15 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.3 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.62$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.84$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.42$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.84$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.38×10^{-5} C 3.18×10^{-5} D 4.98×10^{-5} E 6.78×10^{-5} F 8.58×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.20$ nC e $a = 1.22$ mm.

- A 0 B 2.18×10^{-6} C 3.98×10^{-6} D 5.78×10^{-6} E 7.58×10^{-6} F 9.38×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.46$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.56$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.210 C 0.390 D 0.570 E 0.750 F 0.930

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.02$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.74$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 1.26×10^{-3} C 3.06×10^{-3} D 4.86×10^{-3} E 6.66×10^{-3} F 8.46×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.76$ mm e raggio esterno $b = 2.58$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.64$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 140 C 320 D 500 E 680 F 860

6) Una carica elettrica $Q = 1.86 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.11 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.60×10^{-6} C 3.40×10^{-6} D 5.20×10^{-6} E 7.00×10^{-6} F 8.80×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.55 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 109 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.06 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 107 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.91 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.47 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.50 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.18 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.28 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.78 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.12 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.2 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.178 C -0.358 D -0.538 E -0.718 F -0.898

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.28$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.77$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.56$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.89$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 2.04×10^{-5} C 3.84×10^{-5} D 5.64×10^{-5} E 7.44×10^{-5} F 9.24×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.61$ nC e $a = 1.98$ mm.

- A 0 B 1.20×10^{-6} C 3.00×10^{-6} D 4.80×10^{-6} E 6.60×10^{-6} F 8.40×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.73$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.81$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.20$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.19$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.38$ mm e raggio esterno $b = 2.22$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.93$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 26.1 C 44.1 D 62.1 E 80.1 F 98.1

6) Una carica elettrica $Q = 1.13 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.80 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.59×10^{-6} C 3.39×10^{-6} D 5.19×10^{-6} E 6.99×10^{-6} F 8.79×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.57 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 110 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.92 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

- A 0 B 1.17 C 2.97 D 4.77 E 6.57 F 8.37

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 101 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.89 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.98 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.80 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.79 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.45 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

- A 0 B 1.91 C 3.71 D 5.51 E 7.31 F 9.11

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.30 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.97 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.4 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.225 C -0.405 D -0.585 E -0.765 F -0.945

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.09$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.32$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.94$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.37$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.91×10^{-5} C 3.71×10^{-5} D 5.51×10^{-5} E 7.31×10^{-5} F 9.11×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.08$ nC e $a = 1.50$ mm.

- A 0 B 1.39×10^{-6} C 3.19×10^{-6} D 4.99×10^{-6} E 6.79×10^{-6} F 8.59×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.26$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.69$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.48$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.99$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 1.97×10^{-3} C 3.77×10^{-3} D 5.57×10^{-3} E 7.37×10^{-3} F 9.17×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.50$ mm e raggio esterno $b = 2.68$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.19$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 197 C 377 D 557 E 737 F 917

6) Una carica elettrica $Q = 1.88 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.89 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.40×10^{-6} C 4.20×10^{-6} D 6.00×10^{-6} E 7.80×10^{-6} F 9.60×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.12 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 100 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.69 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

- A 0 B 2.61 C 4.41 D 6.21 E 8.01 F 9.81

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 107 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.00 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.61 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.82 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.89 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.59 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.62 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.68 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.1 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.269 C -0.449 D -0.629 E -0.809 F -0.989

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.65$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.76$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 2.00$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.74$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.54×10^{-5} C 3.34×10^{-5} D 5.14×10^{-5} E 6.94×10^{-5} F 8.74×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.07$ nC e $a = 1.94$ mm.

- A 0 B 1.99×10^{-6} C 3.79×10^{-6} D 5.59×10^{-6} E 7.39×10^{-6} F 9.19×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.11$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.15$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.165 C 0.345 D 0.525 E 0.705 F 0.885

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.44$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.37$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0159 C 0.0339 D 0.0519 E 0.0699 F 0.0879

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.84$ mm e raggio esterno $b = 2.92$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.37$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 254 C 434 D 614 E 794 F 974

6) Una carica elettrica $Q = 1.34 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.60 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.52×10^{-6} C 4.32×10^{-6} D 6.12×10^{-6} E 7.92×10^{-6} F 9.72×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.55 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 102 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.49 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 107 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.23 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.19 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

- A 0 B 0.269 C 0.449 D 0.629 E 0.809 F 0.989

9) Una carica elettrica $Q = 1.36 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.23 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.80 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.18 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.12 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.8 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.80$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.42$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.71$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.45$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.01×10^{-6} C 2.81×10^{-6} D 4.61×10^{-6} E 6.41×10^{-6} F 8.21×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.18$ nC e $a = 1.71$ mm.

- A 0 B 1.63×10^{-6} C 3.43×10^{-6} D 5.23×10^{-6} E 7.03×10^{-6} F 8.83×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.19$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.25$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.174 C 0.354 D 0.534 E 0.714 F 0.894

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.65$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.30$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0257 C 0.0437 D 0.0617 E 0.0797 F 0.0977

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.41$ mm e raggio esterno $b = 2.09$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.67$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 264 C 444 D 624 E 804 F 984

6) Una carica elettrica $Q = 1.25 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.01 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.68×10^{-6} C 3.48×10^{-6} D 5.28×10^{-6} E 7.08×10^{-6} F 8.88×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.04 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 106 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.60 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 106 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.82 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.10 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.26 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.05 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.28 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.63 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.28 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.2 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.40$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.46$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.60$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.20$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.23×10^{-5} C 3.03×10^{-5} D 4.83×10^{-5} E 6.63×10^{-5} F 8.43×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.88$ nC e $a = 1.31$ mm.

- A 0 B 1.73×10^{-5} C 3.53×10^{-5} D 5.33×10^{-5} E 7.13×10^{-5} F 8.93×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.65$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.06$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.02$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.84$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 2.45×10^{-3} C 4.25×10^{-3} D 6.05×10^{-3} E 7.85×10^{-3} F 9.65×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.31$ mm e raggio esterno $b = 2.66$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.14$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 145 C 325 D 505 E 685 F 865

6) Una carica elettrica $Q = 1.72 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.75 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.00×10^{-6} C 3.80×10^{-6} D 5.60×10^{-6} E 7.40×10^{-6} F 9.20×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.81 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 110 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.76 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 108 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.56 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.36 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.44 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.38 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.46 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.70 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.42 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.5 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.210 C -0.390 D -0.570 E -0.750 F -0.930

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.70$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.82$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.13$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.10$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.66×10^{-6} C 3.46×10^{-6} D 5.26×10^{-6} E 7.06×10^{-6} F 8.86×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.28$ nC e $a = 1.73$ mm.

- A 0 B 2.48×10^{-6} C 4.28×10^{-6} D 6.08×10^{-6} E 7.88×10^{-6} F 9.68×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.30$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.17$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.222 C 0.402 D 0.582 E 0.762 F 0.942

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.03$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.94$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 2.02×10^{-3} C 3.82×10^{-3} D 5.62×10^{-3} E 7.42×10^{-3} F 9.22×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.23$ mm e raggio esterno $b = 2.05$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.78$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 175 C 355 D 535 E 715 F 895

6) Una carica elettrica $Q = 1.54 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.71 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.32×10^{-6} C 3.12×10^{-6} D 4.92×10^{-6} E 6.72×10^{-6} F 8.52×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.92 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 103 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.46 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

- A 0 B 1.62 C 3.42 D 5.22 E 7.02 F 8.82

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 107 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.22 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.22 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.58 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.78 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.58 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

- A 0 B 1.54 C 3.34 D 5.14 E 6.94 F 8.74

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.02 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.16 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.1 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.58$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.78$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.04$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.28$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.01×10^{-5} C 2.81×10^{-5} D 4.61×10^{-5} E 6.41×10^{-5} F 8.21×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.59$ nC e $a = 1.17$ mm.

- A 0 B 1.39×10^{-5} C 3.19×10^{-5} D 4.99×10^{-5} E 6.79×10^{-5} F 8.59×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.38$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.88$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.156 C 0.336 D 0.516 E 0.696 F 0.876

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.89$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.68$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.04$ mm e raggio esterno $b = 2.93$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.62$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 102 C 282 D 462 E 642 F 822

6) Una carica elettrica $Q = 1.27 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.98 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.83×10^{-6} C 3.63×10^{-6} D 5.43×10^{-6} E 7.23×10^{-6} F 9.03×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.40 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 108 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.69 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 103 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.06 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.16 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.05 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.28 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.37 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.63 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.07 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.9 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.23$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.98$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.36$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.81$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 2.30×10^{-5} C 4.10×10^{-5} D 5.90×10^{-5} E 7.70×10^{-5} F 9.50×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.76$ nC e $a = 1.40$ mm.

- A 0 B 1.42×10^{-5} C 3.22×10^{-5} D 5.02×10^{-5} E 6.82×10^{-5} F 8.62×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.10$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.35$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.138 C 0.318 D 0.498 E 0.678 F 0.858

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.57$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.48$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.23$ mm e raggio esterno $b = 2.46$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.16$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 176 C 356 D 536 E 716 F 896

6) Una carica elettrica $Q = 1.27 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.39 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.61×10^{-6} C 4.41×10^{-6} D 6.21×10^{-6} E 8.01×10^{-6} F 9.81×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.78 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 105 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.37 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 102 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.34 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.06 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.50 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.40 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.22 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

- A 0 B 1.87 C 3.67 D 5.47 E 7.27 F 9.07

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.55 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.69 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.2 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.75$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.54$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.82$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.98$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.15×10^{-5} C 2.95×10^{-5} D 4.75×10^{-5} E 6.55×10^{-5} F 8.35×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.52$ nC e $a = 1.18$ mm.

- A 0 B 1.26×10^{-5} C 3.06×10^{-5} D 4.86×10^{-5} E 6.66×10^{-5} F 8.46×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.79$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.28$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.57$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.89$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 1.61×10^{-3} C 3.41×10^{-3} D 5.21×10^{-3} E 7.01×10^{-3} F 8.81×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.64$ mm e raggio esterno $b = 2.14$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.37$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 173 C 353 D 533 E 713 F 893

6) Una carica elettrica $Q = 1.87 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.60 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.31×10^{-6} C 3.11×10^{-6} D 4.91×10^{-6} E 6.71×10^{-6} F 8.51×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.53 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 101 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.99 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 103 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.68 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.36 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.49 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.02 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.42 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

- A 0 B 1.60 C 3.40 D 5.20 E 7.00 F 8.80

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.98 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.43 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.3 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.11$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.22$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.71$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.87$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.63×10^{-5} C 3.43×10^{-5} D 5.23×10^{-5} E 7.03×10^{-5} F 8.83×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.76$ nC e $a = 1.53$ mm.

- A 0 B 1.30×10^{-5} C 3.10×10^{-5} D 4.90×10^{-5} E 6.70×10^{-5} F 8.50×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.85$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.29$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.228 C 0.408 D 0.588 E 0.768 F 0.948

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.70$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.64$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0108 C 0.0288 D 0.0468 E 0.0648 F 0.0828

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.57$ mm e raggio esterno $b = 2.27$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.53$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 211 C 391 D 571 E 751 F 931

6) Una carica elettrica $Q = 1.21 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.41 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.33×10^{-6} C 4.13×10^{-6} D 5.93×10^{-6} E 7.73×10^{-6} F 9.53×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.90 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 101 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.01 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 104 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.22 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 2.00 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.74 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.90 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.35 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

- A 0 B 1.95 C 3.75 D 5.55 E 7.35 F 9.15

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.23 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.92 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.5 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.35$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.40$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.74$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.46$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.39×10^{-5} C 3.19×10^{-5} D 4.99×10^{-5} E 6.79×10^{-5} F 8.59×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.63$ nC e $a = 1.45$ mm.

- A 0 B 1.18×10^{-5} C 2.98×10^{-5} D 4.78×10^{-5} E 6.58×10^{-5} F 8.38×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.33$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.39$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.98$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.18$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0185 C 0.0365 D 0.0545 E 0.0725 F 0.0905

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.67$ mm e raggio esterno $b = 2.68$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.82$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 122 C 302 D 482 E 662 F 842

6) Una carica elettrica $Q = 1.24 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.95 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.77×10^{-6} C 3.57×10^{-6} D 5.37×10^{-6} E 7.17×10^{-6} F 8.97×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.36 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 105 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.37 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 103 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.53 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.37 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.70 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.74 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.37 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.44 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.64 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.4 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.207 C -0.387 D -0.567 E -0.747 F -0.927

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.56$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.49$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.87$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.91$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.35×10^{-5} C 3.15×10^{-5} D 4.95×10^{-5} E 6.75×10^{-5} F 8.55×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.89$ nC e $a = 1.62$ mm.

- A 0 B 1.42×10^{-5} C 3.22×10^{-5} D 5.02×10^{-5} E 6.82×10^{-5} F 8.62×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.37$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.51$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.07$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.70$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 1.90×10^{-3} C 3.70×10^{-3} D 5.50×10^{-3} E 7.30×10^{-3} F 9.10×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.90$ mm e raggio esterno $b = 2.05$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.88$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 278 C 458 D 638 E 818 F 998

6) Una carica elettrica $Q = 1.58 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.73 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.44×10^{-6} C 3.24×10^{-6} D 5.04×10^{-6} E 6.84×10^{-6} F 8.64×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.71 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 108 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.68 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 101 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.27 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.05 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

- A 0 B 0.273 C 0.453 D 0.633 E 0.813 F 0.993

9) Una carica elettrica $Q = 1.33 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.80 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.42 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.02 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.54 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.6 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.135 C -0.315 D -0.495 E -0.675 F -0.855

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.18$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.51$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.12$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.73$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.47×10^{-5} C 3.27×10^{-5} D 5.07×10^{-5} E 6.87×10^{-5} F 8.67×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.00$ nC e $a = 1.99$ mm.

- A 0 B 1.43×10^{-6} C 3.23×10^{-6} D 5.03×10^{-6} E 6.83×10^{-6} F 8.63×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.64$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.89$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.61$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.01$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0132 C 0.0312 D 0.0492 E 0.0672 F 0.0852

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.40$ mm e raggio esterno $b = 2.68$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.71$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 173 C 353 D 533 E 713 F 893

6) Una carica elettrica $Q = 1.31 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.73 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.23×10^{-6} C 4.03×10^{-6} D 5.83×10^{-6} E 7.63×10^{-6} F 9.43×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.59 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 109 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.45 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 103 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.70 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.14 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.36 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.97 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.18 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.69 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.77 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.2 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.31$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.40$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.17$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.48$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.12×10^{-5} C 2.92×10^{-5} D 4.72×10^{-5} E 6.52×10^{-5} F 8.32×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.91$ nC e $a = 1.29$ mm.

- A 0 B 1.82×10^{-5} C 3.62×10^{-5} D 5.42×10^{-5} E 7.22×10^{-5} F 9.02×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.22$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.91$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.28$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.86$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 1.89×10^{-3} C 3.69×10^{-3} D 5.49×10^{-3} E 7.29×10^{-3} F 9.09×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.80$ mm e raggio esterno $b = 2.89$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.86$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 165 C 345 D 525 E 705 F 885

6) Una carica elettrica $Q = 1.21 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.57 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.10×10^{-6} C 3.90×10^{-6} D 5.70×10^{-6} E 7.50×10^{-6} F 9.30×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.58 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 105 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.30 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

- A 0 B 1.25 C 3.05 D 4.85 E 6.65 F 8.45

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 102 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.40 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.75 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.47 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.10 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.89 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.83 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.07 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.1 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.84$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.68$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.24$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.15$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.70×10^{-6} C 3.50×10^{-6} D 5.30×10^{-6} E 7.10×10^{-6} F 8.90×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.08$ nC e $a = 1.41$ mm.

- A 0 B 1.71×10^{-6} C 3.51×10^{-6} D 5.31×10^{-6} E 7.11×10^{-6} F 8.91×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.64$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.99$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.70$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.85$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.90$ mm e raggio esterno $b = 2.98$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.71$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 262 C 442 D 622 E 802 F 982

6) Una carica elettrica $Q = 1.70 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.88 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.65×10^{-6} C 3.45×10^{-6} D 5.25×10^{-6} E 7.05×10^{-6} F 8.85×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.57 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 109 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.45 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 101 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.42 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.74 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.32 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.82 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.49 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.79 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.92 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.8 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.138 C -0.318 D -0.498 E -0.678 F -0.858

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.99$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.45$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.15$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.83$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 2.30×10^{-6} C 4.10×10^{-6} D 5.90×10^{-6} E 7.70×10^{-6} F 9.50×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.13$ nC e $a = 1.38$ mm.

- A 0 B 2.34×10^{-6} C 4.14×10^{-6} D 5.94×10^{-6} E 7.74×10^{-6} F 9.54×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.99$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.20$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.79$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.63$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.19$ mm e raggio esterno $b = 2.49$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.48$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.09 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.47 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.82×10^{-6} C 3.62×10^{-6} D 5.42×10^{-6} E 7.22×10^{-6} F 9.02×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.19 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 108 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.35 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

- A 0 B 2.59 C 4.39 D 6.19 E 7.99 F 9.79

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 108 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.70 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.79 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.91 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.12 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.54 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

- A 0 B 1.87 C 3.67 D 5.47 E 7.27 F 9.07

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.23 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.94 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.1 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.236 C -0.416 D -0.596 E -0.776 F -0.956

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.85$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.41$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.64$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.84$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.12×10^{-6} C 2.92×10^{-6} D 4.72×10^{-6} E 6.52×10^{-6} F 8.32×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.86$ nC e $a = 1.79$ mm.

- A 0 B 1.24×10^{-5} C 3.04×10^{-5} D 4.84×10^{-5} E 6.64×10^{-5} F 8.44×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.68$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.99$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.17$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.67$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 1.15×10^{-3} C 2.95×10^{-3} D 4.75×10^{-3} E 6.55×10^{-3} F 8.35×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.19$ mm e raggio esterno $b = 2.96$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.29$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 141 C 321 D 501 E 681 F 861

6) Una carica elettrica $Q = 1.38 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.45 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.15×10^{-6} C 2.95×10^{-6} D 4.75×10^{-6} E 6.55×10^{-6} F 8.35×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.77 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 105 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.92 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 110 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.26 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.27 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

- A 0 B 0.272 C 0.452 D 0.632 E 0.812 F 0.992

9) Una carica elettrica $Q = 1.72 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.95 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.07 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

- A 0 B 2.25 C 4.05 D 5.85 E 7.65 F 9.45

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.63 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.07 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.2 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.156 C -0.336 D -0.516 E -0.696 F -0.876

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.01$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.63$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.88$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.86$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.09×10^{-5} C 2.89×10^{-5} D 4.69×10^{-5} E 6.49×10^{-5} F 8.29×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.04$ nC e $a = 1.52$ mm.

- A 0 B 2.77×10^{-6} C 4.57×10^{-6} D 6.37×10^{-6} E 8.17×10^{-6} F 9.97×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.70$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.90$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.30$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.38$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0126 C 0.0306 D 0.0486 E 0.0666 F 0.0846

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.89$ mm e raggio esterno $b = 2.47$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.05$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 241 C 421 D 601 E 781 F 961

6) Una carica elettrica $Q = 1.08 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.44 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.82×10^{-6} C 3.62×10^{-6} D 5.42×10^{-6} E 7.22×10^{-6} F 9.02×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.34 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 105 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.89 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 101 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.92 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.81 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

- A 0 B 0.156 C 0.336 D 0.516 E 0.696 F 0.876

9) Una carica elettrica $Q = 1.07 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.17 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.08 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.79 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.13 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.3 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.20$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.75$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.28$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.21$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.77×10^{-5} C 3.57×10^{-5} D 5.37×10^{-5} E 7.17×10^{-5} F 8.97×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.39$ nC e $a = 1.16$ mm.

- A 0 B 1.07×10^{-5} C 2.87×10^{-5} D 4.67×10^{-5} E 6.47×10^{-5} F 8.27×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.07$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.43$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.68$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.77$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 2.35×10^{-3} C 4.15×10^{-3} D 5.95×10^{-3} E 7.75×10^{-3} F 9.55×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.33$ mm e raggio esterno $b = 2.99$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.16$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 154 C 334 D 514 E 694 F 874

6) Una carica elettrica $Q = 1.22 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.46 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.29×10^{-6} C 4.09×10^{-6} D 5.89×10^{-6} E 7.69×10^{-6} F 9.49×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.20 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 103 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.90 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 105 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.75 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.78 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.66 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.67 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.59 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

- A 0 B 1.61 C 3.41 D 5.21 E 7.01 F 8.81

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.72 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.84 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.4 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.97$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.83$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.94$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.17$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.82×10^{-6} C 3.62×10^{-6} D 5.42×10^{-6} E 7.22×10^{-6} F 9.02×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.58$ nC e $a = 1.22$ mm.

- A 0 B 1.31×10^{-5} C 3.11×10^{-5} D 4.91×10^{-5} E 6.71×10^{-5} F 8.51×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.38$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.96$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.38$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.44$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0119 C 0.0299 D 0.0479 E 0.0659 F 0.0839

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.39$ mm e raggio esterno $b = 2.06$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.22$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 140 C 320 D 500 E 680 F 860

6) Una carica elettrica $Q = 1.73 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.04 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.07×10^{-6} C 2.87×10^{-6} D 4.67×10^{-6} E 6.47×10^{-6} F 8.27×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.37 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 109 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.50 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 106 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.25 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.40 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.12 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 4.00 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.18 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.78 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.67 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.6 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.51$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.45$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.01$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.49$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.30×10^{-6} C 3.10×10^{-6} D 4.90×10^{-6} E 6.70×10^{-6} F 8.50×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.28$ nC e $a = 1.95$ mm.

- A 0 B 1.79×10^{-6} C 3.59×10^{-6} D 5.39×10^{-6} E 7.19×10^{-6} F 8.99×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.66$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.86$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.228 C 0.408 D 0.588 E 0.768 F 0.948

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.17$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.03$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.82$ mm e raggio esterno $b = 2.55$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.48$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 175 C 355 D 535 E 715 F 895

6) Una carica elettrica $Q = 1.22 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.61 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.08×10^{-6} C 3.88×10^{-6} D 5.68×10^{-6} E 7.48×10^{-6} F 9.28×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.69 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 109 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.65 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 101 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.89 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.15 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.64 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.14 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.56 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.76 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.14 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.5 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.174 C -0.354 D -0.534 E -0.714 F -0.894

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.81$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.52$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.04$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.32$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 2.58×10^{-6} C 4.38×10^{-6} D 6.18×10^{-6} E 7.98×10^{-6} F 9.78×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.97$ nC e $a = 1.05$ mm.

- A 0 B 2.37×10^{-5} C 4.17×10^{-5} D 5.97×10^{-5} E 7.77×10^{-5} F 9.57×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.81$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.25$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 2.00$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.46$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.11$ mm e raggio esterno $b = 2.17$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.50$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 130 C 310 D 490 E 670 F 850

6) Una carica elettrica $Q = 1.93 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.71 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.29×10^{-6} C 3.09×10^{-6} D 4.89×10^{-6} E 6.69×10^{-6} F 8.49×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.97 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 101 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.32 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

- A 0 B 1.70 C 3.50 D 5.30 E 7.10 F 8.90

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 107 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.09 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.97 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.73 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.99 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.12 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.37 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.13 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.4 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.27$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.42$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.66$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.08$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.40×10^{-5} C 3.20×10^{-5} D 5.00×10^{-5} E 6.80×10^{-5} F 8.60×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.93$ nC e $a = 1.70$ mm.

- A 0 B 1.41×10^{-5} C 3.21×10^{-5} D 5.01×10^{-5} E 6.81×10^{-5} F 8.61×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.40$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.90$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.159 C 0.339 D 0.519 E 0.699 F 0.879

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.75$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.21$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.15$ mm e raggio esterno $b = 2.75$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.68$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 196 C 376 D 556 E 736 F 916

6) Una carica elettrica $Q = 1.26 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.91 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.87×10^{-6} C 3.67×10^{-6} D 5.47×10^{-6} E 7.27×10^{-6} F 9.07×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.17 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 102 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.62 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 101 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.34 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.94 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.81 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.43 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.91 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.55 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.42 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.1 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.55$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.71$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.05$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.82$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.12×10^{-5} C 2.92×10^{-5} D 4.72×10^{-5} E 6.52×10^{-5} F 8.32×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.12$ nC e $a = 1.71$ mm.

- A 0 B 1.11×10^{-6} C 2.91×10^{-6} D 4.71×10^{-6} E 6.51×10^{-6} F 8.31×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.90$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.05$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.41$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.30$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.96$ mm e raggio esterno $b = 2.16$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.51$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 146 C 326 D 506 E 686 F 866

6) Una carica elettrica $Q = 1.11 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.91 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.45×10^{-6} C 3.25×10^{-6} D 5.05×10^{-6} E 6.85×10^{-6} F 8.65×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.19 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 104 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.82 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 104 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.56 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.44 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.51 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.90 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.38 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.32 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.33 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.6 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.75$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.32$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.78$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.29$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 2.34×10^{-6} C 4.14×10^{-6} D 5.94×10^{-6} E 7.74×10^{-6} F 9.54×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.03$ nC e $a = 1.83$ mm.

- A 0 B 1.92×10^{-6} C 3.72×10^{-6} D 5.52×10^{-6} E 7.32×10^{-6} F 9.12×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.11$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.15$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.165 C 0.345 D 0.525 E 0.705 F 0.885

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.54$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.01$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.20$ mm e raggio esterno $b = 2.95$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.31$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.16 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.11 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.72×10^{-6} C 4.52×10^{-6} D 6.32×10^{-6} E 8.12×10^{-6} F 9.92×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.82 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 103 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.01 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 100 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.64 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.83 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

- A 0 B 0.131 C 0.311 D 0.491 E 0.671 F 0.851

9) Una carica elettrica $Q = 1.36 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.20 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.28 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.87 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.10 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.3 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.42$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.95$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.06$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.17$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.39×10^{-5} C 3.19×10^{-5} D 4.99×10^{-5} E 6.79×10^{-5} F 8.59×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.27$ nC e $a = 1.84$ mm.

- A 0 B 2.03×10^{-6} C 3.83×10^{-6} D 5.63×10^{-6} E 7.43×10^{-6} F 9.23×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.47$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.30$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.66$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.58$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0119 C 0.0299 D 0.0479 E 0.0659 F 0.0839

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.44$ mm e raggio esterno $b = 2.20$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.59$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 228 C 408 D 588 E 768 F 948

6) Una carica elettrica $Q = 1.65 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.15 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.72×10^{-6} C 3.52×10^{-6} D 5.32×10^{-6} E 7.12×10^{-6} F 8.92×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.89 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 108 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.25 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 107 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.07 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.27 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.71 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.71 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.10 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

- A 0 B 2.25 C 4.05 D 5.85 E 7.65 F 9.45

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.08 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.90 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.7 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 2.00$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.03$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.14$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.42$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.38×10^{-6} C 3.18×10^{-6} D 4.98×10^{-6} E 6.78×10^{-6} F 8.58×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.98$ nC e $a = 1.19$ mm.

- A 0 B 2.11×10^{-5} C 3.91×10^{-5} D 5.71×10^{-5} E 7.51×10^{-5} F 9.31×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.60$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.25$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.135 C 0.315 D 0.495 E 0.675 F 0.855

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.03$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.06$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.55$ mm e raggio esterno $b = 2.69$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.64$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 261 C 441 D 621 E 801 F 981

6) Una carica elettrica $Q = 1.99 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.89 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.11×10^{-6} C 2.91×10^{-6} D 4.71×10^{-6} E 6.51×10^{-6} F 8.31×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.22 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 106 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.04 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 101 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.44 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.29 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.83 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.51 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.56 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

- A 0 B 1.80 C 3.60 D 5.40 E 7.20 F 9.00

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.54 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.22 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.3 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.12$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.03$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.57$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.12$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.10×10^{-5} C 2.90×10^{-5} D 4.70×10^{-5} E 6.50×10^{-5} F 8.30×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.07$ nC e $a = 1.71$ mm.

- A 0 B 2.50×10^{-6} C 4.30×10^{-6} D 6.10×10^{-6} E 7.90×10^{-6} F 9.70×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.54$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.05$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.167 C 0.347 D 0.527 E 0.707 F 0.887

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.90$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.14$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0216 C 0.0396 D 0.0576 E 0.0756 F 0.0936

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.30$ mm e raggio esterno $b = 2.93$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.20$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 195 C 375 D 555 E 735 F 915

6) Una carica elettrica $Q = 1.85 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.62 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.15×10^{-6} C 2.95×10^{-6} D 4.75×10^{-6} E 6.55×10^{-6} F 8.35×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.84 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 108 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.52 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 101 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.48 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.56 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.18 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.93 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.85 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.01 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.44 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.8 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.135 C -0.315 D -0.495 E -0.675 F -0.855

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.66$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.07$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.18$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.78$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.97×10^{-6} C 3.77×10^{-6} D 5.57×10^{-6} E 7.37×10^{-6} F 9.17×10^{-6}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.10$ nC e $a = 1.74$ mm.

- A 0 B 2.66×10^{-6} C 4.46×10^{-6} D 6.26×10^{-6} E 8.06×10^{-6} F 9.86×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.91$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.17$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.45$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.45$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0128 C 0.0308 D 0.0488 E 0.0668 F 0.0848

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.21$ mm e raggio esterno $b = 2.35$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.59$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 176 C 356 D 536 E 716 F 896

6) Una carica elettrica $Q = 1.52 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.28 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.26×10^{-6} C 4.06×10^{-6} D 5.86×10^{-6} E 7.66×10^{-6} F 9.46×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.79 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 104 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.90 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

- A 0 B 1.48 C 3.28 D 5.08 E 6.88 F 8.68

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 106 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.21 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.42 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.70 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.70 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.97 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.88 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.62 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.6 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.06$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.23$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.45$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.72$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.54×10^{-5} C 3.34×10^{-5} D 5.14×10^{-5} E 6.94×10^{-5} F 8.74×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.30$ nC e $a = 1.63$ mm.

- A 0 B 1.26×10^{-6} C 3.06×10^{-6} D 4.86×10^{-6} E 6.66×10^{-6} F 8.46×10^{-6}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.51$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.40$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.37$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.41$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0128 C 0.0308 D 0.0488 E 0.0668 F 0.0848

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.56$ mm e raggio esterno $b = 2.82$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.86$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 102 C 282 D 462 E 642 F 822

6) Una carica elettrica $Q = 1.78 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.17 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.48×10^{-6} C 4.28×10^{-6} D 6.08×10^{-6} E 7.88×10^{-6} F 9.68×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.45 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 103 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.45 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 102 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.66 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.35 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

- A 0 B 0.133 C 0.313 D 0.493 E 0.673 F 0.853

9) Una carica elettrica $Q = 1.88 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.87 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.77 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.58 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.57 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.5 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.19$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.56$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.36$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.26$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.60×10^{-5} C 3.40×10^{-5} D 5.20×10^{-5} E 7.00×10^{-5} F 8.80×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.79$ nC e $a = 1.81$ mm.

- A 0 B 1.14×10^{-5} C 2.94×10^{-5} D 4.74×10^{-5} E 6.54×10^{-5} F 8.34×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.98$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.09$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

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

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.43$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.49$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 0.0112 C 0.0292 D 0.0472 E 0.0652 F 0.0832

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.49$ mm e raggio esterno $b = 2.80$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.90$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 200 C 380 D 560 E 740 F 920

6) Una carica elettrica $Q = 1.05 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.62 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.53×10^{-6} C 3.33×10^{-6} D 5.13×10^{-6} E 6.93×10^{-6} F 8.73×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.77 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 108 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.79 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 102 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.12 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.24 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.46 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.78 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.60 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.34 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.65 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.7 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

- A 0 B -0.207 C -0.387 D -0.567 E -0.747 F -0.927

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.22$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.11$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.38$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.41$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.02×10^{-5} C 2.82×10^{-5} D 4.62×10^{-5} E 6.42×10^{-5} F 8.22×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.67$ nC e $a = 1.74$ mm.

- A 0 B 1.03×10^{-5} C 2.83×10^{-5} D 4.63×10^{-5} E 6.43×10^{-5} F 8.23×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.67$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.47$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.112 C 0.292 D 0.472 E 0.652 F 0.832

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.55$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.65$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

- A 0 B 1.54×10^{-3} C 3.34×10^{-3} D 5.14×10^{-3} E 6.94×10^{-3} F 8.74×10^{-3}

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.56$ mm e raggio esterno $b = 2.98$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.14$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 115 C 295 D 475 E 655 F 835

6) Una carica elettrica $Q = 1.05 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.78 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 1.39×10^{-6} C 3.19×10^{-6} D 4.99×10^{-6} E 6.79×10^{-6} F 8.59×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.05 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 101 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.41 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 108 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.92 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.20 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

- A 0 B 0.156 C 0.336 D 0.516 E 0.696 F 0.876

9) Una carica elettrica $Q = 1.03 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.03 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.45 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.49 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.81 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.1 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
 Prova n. 2 - 18/11/2017

Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli r, θ, ϕ , dove r è la distanza dall'origine O , θ è l'angolo polare (colatitudine) e ϕ è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli ρ, ϕ, z , dove ρ è la distanza dall'asse polare, ϕ 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) È dato un guscio sferico di raggio $r_1 = 1.46$ mm ed estremamente sottile. Sul guscio sferico è distribuita uniformemente la carica elettrica $Q = 1.41$ nC ed al centro del guscio sferico è presente la carica elettrica puntiforme $q_0 = 1.76$ nC. Si determini il lavoro, in joule, compiuto dalle forze elettriche nell'espansione del guscio dal raggio r_1 al raggio $r_2 = 3.68$ mm. Si precisa che in ogni istante la carica q_0 rimane fissa al centro del guscio sferico.

- A 0 B 1.29×10^{-5} C 3.09×10^{-5} D 4.89×10^{-5} E 6.69×10^{-5} F 8.49×10^{-5}

2) Calcolare l'energia elettrostatica, in joule, di una distribuzione sferica di carica elettrica la cui densità volumetrica dipende da r secondo la legge: $\rho(r) = k(1 - \frac{r^2}{a^2})$ per $r \leq a$ e zero altrove, con carica elettrica complessiva $Q = 1.52$ nC e $a = 1.14$ mm.

- A 0 B 1.30×10^{-5} C 3.10×10^{-5} D 4.90×10^{-5} E 6.70×10^{-5} F 8.50×10^{-5}

3) Sette cariche elettriche identiche $q = 1.10$ nC occupano sette degli otto vertici di un cubo il cui spigolo misura $a = 1.19$ micrometri. Determinare l'energia elettrostatica, in joule, del sistema costituito dalle sette cariche.

- A 0 B 0.156 C 0.336 D 0.516 E 0.696 F 0.876

4) In un sistema di riferimento cartesiano due dipoli elettrici identici $p = 1.88$ pC m sono disposti, il primo nell'origine del sistema di riferimento, il secondo nel punto P di coordinate $(a, 0, 0)$, con $a = 1.77$ mm. Il verso dei due dipoli elettrici coincide con il verso positivo dell'asse y . Determinare il modulo della forza, in newton, esercitata tra i due dipoli.

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

5) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.66$ mm e raggio esterno $b = 2.42$ mm è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.42$ nC m. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 228 C 408 D 588 E 768 F 948

6) Una carica elettrica $Q = 1.22 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.41 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Sotto l'azione delle forze elettrostatiche il guscio si espande. Determinare il lavoro, in joule, fatto da queste forze quando il guscio ha raddoppiato il proprio raggio.

- A 0 B 2.37×10^{-6} C 4.17×10^{-6} D 5.97×10^{-6} E 7.77×10^{-6} F 9.57×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.57 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 103 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.19 \text{ nC/m}$. Si trascurino gli effetti di induzione elettrostatica, ovvero si assuma che la carica elettrica sia uniformemente distribuita sui fili. Calcolare la capacità del sistema per unità di lunghezza, in picofarad/m.

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

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 106 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.36 \text{ mm}$ (si noti che $h \ll a$) in una guida cilindrica isolante posta verticalmente nel campo gravitazionale \mathbf{g} , con $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. L'armatura superiore è fissata, mentre l'armatura inferiore, avente massa $m = 1.60 \text{ mg}$, può scorrere senza attrito lungo la guida. Le armature sono isolate e possiedono rispettivamente le cariche elettriche $\pm Q$. Si determini il modulo della velocità, in m/s, con la quale l'armatura inferiore, lasciata libera di muoversi, giunge a contatto con la armatura superiore, se la carica elettrica Q è pari a due volte la carica elettrica Q_{eq} per la quale l'armatura inferiore rimane in equilibrio.

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

9) Una carica elettrica $Q = 1.43 \text{ pC}$ è distribuita uniformemente in un guscio sferico di raggio $r_0 = 3.28 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Una sfera conduttrice, posta a terra (ovvero mantenuta a potenziale zero), di raggio $a = 1.80 \text{ mm}$ è concentrica al guscio. Determinare il potenziale elettrostatico, in volt, alla distanza $r = (a + r_0)/2$ dal centro del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.45 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.31 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.5 \text{ mm}$. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova la carica q , il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale della carica q e di una carica *immagine* q' collocata in un punto interno al volume occupato dalla sfera conduttrice sul segmento che congiunge il centro della sfera con il punto nel quale si trova la carica q . Determinare il valore, in nC, della carica *immagine* q' .

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