

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.76 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.33 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.57 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.01 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.15 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.98 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.54 \text{ nC}$ e $a = 1.72 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.88 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.36 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.01 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 155 C 335 D 515 E 695 F 875

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.0183 C -0.0363 D -0.0543 E -0.0723 F -0.0903

6) Una carica elettrica $Q = 1.93 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.50 \text{ mm}$ 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 1.98×10^{-6} C 3.78×10^{-6} D 5.58×10^{-6} E 7.38×10^{-6} F 9.18×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.70 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.97 \text{ nC/m}$. 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 $h = 1.28 \text{ mm}$ (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 $m = 1.89 \text{ mg}$, 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 0.274 C 0.454 D 0.634 E 0.814 F 0.994

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 11.0 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.72 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.4 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.36 C 4.16 D 5.96 E 7.76 F 9.56

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.12 \text{ nC}$ 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 $d = 10.2 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.62 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.68 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.73 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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) Una carica elettrica positiva $Q = 1.78 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.43 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.06 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 2.28 C 4.08 D 5.88 E 7.68 F 9.48

3) 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 $Q = 1.35 \text{ nC}$ e $a = 1.44 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.21 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.33 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.98 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 242 C 422 D 602 E 782 F 962

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.93 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.21 \text{ mm}$ 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 1.52×10^{-6} C 3.32×10^{-6} D 5.12×10^{-6} E 6.92×10^{-6} F 8.72×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.35 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.14 \text{ nC/m}$. 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 2.75 C 4.55 D 6.35 E 8.15 F 9.95

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 109 \text{ mm}$ 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 $m = 1.17 \text{ mg}$, 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) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.8 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.74 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.7 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.16 \text{ nC}$ 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 $d = 11.8 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.54 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.84 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.72 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.23 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.46 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.40 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 2.49 C 4.29 D 6.09 E 7.89 F 9.69

3) 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 $Q = 1.96 \text{ nC}$ e $a = 1.24 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.83 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.02 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.59 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 273 C 453 D 633 E 813 F 993

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.0259 C -0.0439 D -0.0619 E -0.0799 F -0.0979

6) Una carica elettrica $Q = 1.28 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.23 \text{ mm}$ 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 1.19×10^{-6} C 2.99×10^{-6} D 4.79×10^{-6} E 6.59×10^{-6} F 8.39×10^{-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 $\lambda = 1.15 \text{ nC/m}$. 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 $a = 101 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.61 \text{ mm}$ (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 0.128 C 0.308 D 0.488 E 0.668 F 0.848

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.5 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.77 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.4 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.17 C 3.97 D 5.77 E 7.57 F 9.37

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.28 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.49 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.8 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

- A 0 B 0.188 C 0.368 D 0.548 E 0.728 F 0.908

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.65 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.30 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.92 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.62×10^{-6} C 3.42×10^{-6} D 5.22×10^{-6} E 7.02×10^{-6} F 8.82×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.25 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.84 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.75 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.98 \text{ nC}$ e $a = 1.07 \text{ mm}$.

- A 0 B 2.35×10^{-5} C 4.15×10^{-5} D 5.95×10^{-5} E 7.75×10^{-5} F 9.55×10^{-5}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.21 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.38 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.03 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 265 C 445 D 625 E 805 F 985

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.45 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.21 \text{ mm}$ 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 $a = 1.05 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.49 \text{ nC/m}$. 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 2.52 C 4.32 D 6.12 E 7.92 F 9.72

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 103 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.96 \text{ mm}$ (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 0.160 C 0.340 D 0.520 E 0.700 F 0.880

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.1 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.74 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.5 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.36 \text{ nC}$ 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 $d = 10.5 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.09 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.75 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.69 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.09 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.40 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 3.00 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.00 \text{ nC}$ e $a = 1.65 \text{ mm}$.

- A 0 B 2.09×10^{-6} C 3.89×10^{-6} D 5.69×10^{-6} E 7.49×10^{-6} F 9.29×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.84 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.76 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.63 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 204 C 384 D 564 E 744 F 924

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.0265 C -0.0445 D -0.0625 E -0.0805 F -0.0985

6) Una carica elettrica $Q = 1.91 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.97 \text{ mm}$ 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 2.36×10^{-6} C 4.16×10^{-6} D 5.96×10^{-6} E 7.76×10^{-6} F 9.56×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.00 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.42 \text{ nC/m}$. 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 2.34 C 4.14 D 5.94 E 7.74 F 9.54

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 102 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.98 \text{ mm}$ (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 0.161 C 0.341 D 0.521 E 0.701 F 0.881

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.3 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.74 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.4 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.68 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.50 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.86 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.62 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.47 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.50×10^{-6} C 3.30×10^{-6} D 5.10×10^{-6} E 6.90×10^{-6} F 8.70×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.67 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.71 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.22 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.36 \text{ nC}$ e $a = 1.80 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.62 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.36 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.80 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 276 C 456 D 636 E 816 F 996

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.28 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.20 \text{ mm}$ 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 1.27×10^{-6} C 3.07×10^{-6} D 4.87×10^{-6} E 6.67×10^{-6} F 8.47×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.56 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.10 \text{ nC/m}$. 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 $a = 105 \text{ mm}$ 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 $m = 1.03 \text{ mg}$, 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) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.9 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.1 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.70 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.4 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.83 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.27 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.95 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.31 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.08 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.23×10^{-6} C 3.03×10^{-6} D 4.83×10^{-6} E 6.63×10^{-6} F 8.43×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.15 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.17 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.70 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 2.73 C 4.53 D 6.33 E 8.13 F 9.93

3) 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 $Q = 1.62 \text{ nC}$ e $a = 1.84 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.96×10^{-6} C 3.76×10^{-6} D 5.56×10^{-6} E 7.36×10^{-6} F 9.16×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.42 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.84 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.20 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 106 C 286 D 466 E 646 F 826

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

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 $a = 1.56 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.74 \text{ nC/m}$. 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 1.31 C 3.11 D 4.91 E 6.71 F 8.51

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 108 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.58 \text{ mm}$ (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 $m = 1.64 \text{ mg}$, 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 0.125 C 0.305 D 0.485 E 0.665 F 0.845

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.9 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.1 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.76 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.9 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.06 \text{ nC}$ 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 $d = 11.8 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

- A 0 B 0.239 C 0.419 D 0.599 E 0.779 F 0.959

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.50 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.18 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.28 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.78 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.12 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.59 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.86 \text{ nC}$ e $a = 1.28 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.74×10^{-5} C 3.54×10^{-5} D 5.34×10^{-5} E 7.14×10^{-5} F 8.94×10^{-5}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.77 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.56 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.89 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 166 C 346 D 526 E 706 F 886

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.61 \text{ nC}$ 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 1.14×10^{-6} C 2.94×10^{-6} D 4.74×10^{-6} E 6.54×10^{-6} F 8.34×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.73 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.20 \text{ nC/m}$. 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 1.36 C 3.16 D 4.96 E 6.76 F 8.56

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 102 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.38 \text{ mm}$ (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 0.105 C 0.285 D 0.465 E 0.645 F 0.825

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.9 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.1 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.78 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.6 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.99 \text{ nC}$ 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 $d = 10.2 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.98 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.80 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.79 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.67×10^{-6} C 3.47×10^{-6} D 5.27×10^{-6} E 7.07×10^{-6} F 8.87×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.45 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.30 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.97 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.72 \text{ nC}$ e $a = 1.08 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.76×10^{-5} C 3.56×10^{-5} D 5.36×10^{-5} E 7.16×10^{-5} F 8.96×10^{-5}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.09 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.32 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.94 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 151 C 331 D 511 E 691 F 871

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.37 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.08 \text{ mm}$ 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 $a = 1.50 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.69 \text{ nC/m}$. 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 1.20 C 3.00 D 4.80 E 6.60 F 8.40

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 105 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.99 \text{ mm}$ (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 0.162 C 0.342 D 0.522 E 0.702 F 0.882

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.2 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.79 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.9 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.12 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.01 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

- A 0 B 0.0175 C 0.0355 D 0.0535 E 0.0715 F 0.0895

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.00 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.61 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.82 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.89 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.59 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.62 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.68 \text{ nC}$ e $a = 1.03 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.76×10^{-5} C 3.56×10^{-5} D 5.36×10^{-5} E 7.16×10^{-5} F 8.96×10^{-5}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.92 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.65 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.76 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 132 C 312 D 492 E 672 F 852

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 2.00 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.74 \text{ mm}$ 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 1.57×10^{-6} C 3.37×10^{-6} D 5.17×10^{-6} E 6.97×10^{-6} F 8.77×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.07 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.11 \text{ nC/m}$. 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 $a = 102 \text{ mm}$ 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 $m = 1.37 \text{ mg}$, 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 0.111 C 0.291 D 0.471 E 0.651 F 0.831

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.9 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.74 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.3 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.60 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.55 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.4 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.67 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.23 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.19 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 2.67×10^{-6} C 4.47×10^{-6} D 6.27×10^{-6} E 8.07×10^{-6} F 9.87×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.36 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.23 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.80 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.18 \text{ nC}$ e $a = 1.12 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.38 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.79 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.80 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 234 C 414 D 594 E 774 F 954

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.164 C -0.344 D -0.524 E -0.704 F -0.884

6) Una carica elettrica $Q = 1.42 \text{ nC}$ 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 2.65×10^{-6} C 4.45×10^{-6} D 6.25×10^{-6} E 8.05×10^{-6} F 9.85×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.45 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.71 \text{ nC/m}$. 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 $a = 102 \text{ mm}$ 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 $m = 1.65 \text{ mg}$, 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) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.4 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.71 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.7 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.25 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.01 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.60 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.59 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.82 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.36×10^{-6} C 3.16×10^{-6} D 4.96×10^{-6} E 6.76×10^{-6} F 8.56×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.10 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.26 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.05 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 2.73 C 4.53 D 6.33 E 8.13 F 9.93

3) 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 $Q = 1.28 \text{ nC}$ e $a = 1.63 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.05×10^{-6} C 2.85×10^{-6} D 4.65×10^{-6} E 6.45×10^{-6} F 8.25×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.28 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.08 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.80 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 270 C 450 D 630 E 810 F 990

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.40 \text{ nC}$ 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 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 $a = 1.60 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.88 \text{ nC/m}$. 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 1.32 C 3.12 D 4.92 E 6.72 F 8.52

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 103 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.65 \text{ mm}$ (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 0.132 C 0.312 D 0.492 E 0.672 F 0.852

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.8 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.73 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.7 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.14 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.72 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.97 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.76 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.85 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.56 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.36 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.44 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.38 \text{ nC}$ e $a = 1.46 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.17×10^{-6} C 2.97×10^{-6} D 4.77×10^{-6} E 6.57×10^{-6} F 8.37×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.70 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.42 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.74 \text{ nC m}$. 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

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.32 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.70 \text{ mm}$ 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 2.30×10^{-6} C 4.10×10^{-6} D 5.90×10^{-6} E 7.70×10^{-6} F 9.50×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.82 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.10 \text{ nC/m}$. 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 1.56 C 3.36 D 5.16 E 6.96 F 8.76

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 103 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.73 \text{ mm}$ (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 $m = 1.30 \text{ mg}$, 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 0.139 C 0.319 D 0.499 E 0.679 F 0.859

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.0 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.79 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.2 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.05 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.78 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.92 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.26 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.46 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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) Una carica elettrica positiva $Q = 1.73 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.22 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.22 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 2.67 C 4.47 D 6.27 E 8.07 F 9.87

3) 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 $Q = 1.58 \text{ nC}$ e $a = 1.78 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.80×10^{-6} C 3.60×10^{-6} D 5.40×10^{-6} E 7.20×10^{-6} F 9.00×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.58 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.02 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.16 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 267 C 447 D 627 E 807 F 987

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.0162 C -0.0342 D -0.0522 E -0.0702 F -0.0882

6) Una carica elettrica $Q = 1.03 \text{ nC}$ 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 1.39×10^{-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 $a = 1.58 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.04 \text{ nC/m}$. 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 1.21 C 3.01 D 4.81 E 6.61 F 8.41

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 103 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.59 \text{ mm}$ (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 $m = 1.17 \text{ mg}$, 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 0.126 C 0.306 D 0.486 E 0.666 F 0.846

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.9 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.79 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.7 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.15 C 3.95 D 5.75 E 7.55 F 9.35

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.04 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.93 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.98 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.40 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.80 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 2.69×10^{-6} C 4.49×10^{-6} D 6.29×10^{-6} E 8.09×10^{-6} F 9.89×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.69 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.32 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.06 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.16 \text{ nC}$ e $a = 1.05 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.03×10^{-6} C 2.83×10^{-6} D 4.63×10^{-6} E 6.43×10^{-6} F 8.23×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.28 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.37 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.63 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 158 C 338 D 518 E 698 F 878

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.07 \text{ nC}$ 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 1.32×10^{-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 $a = 1.64 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.98 \text{ nC/m}$. 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 1.36 C 3.16 D 4.96 E 6.76 F 8.56

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 104 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.81 \text{ mm}$ (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 $m = 1.76 \text{ mg}$, 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 0.146 C 0.326 D 0.506 E 0.686 F 0.866

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.1 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.74 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.6 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.71 C 4.51 D 6.31 E 8.11 F 9.91

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.48 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.23 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 10.9 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.27 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.39 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.78 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.54 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.37 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.18 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.34 \text{ nC}$ e $a = 1.06 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.50 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.40 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.22 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 138 C 318 D 498 E 678 F 858

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.55 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.69 \text{ mm}$ 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 $a = 1.59 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.75 \text{ nC/m}$. 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 1.31 C 3.11 D 4.91 E 6.71 F 8.51

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 105 \text{ mm}$ 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 $m = 1.98 \text{ mg}$, 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 0.147 C 0.327 D 0.507 E 0.687 F 0.867

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.2 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.78 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.3 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.22 C 4.02 D 5.82 E 7.62 F 9.42

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.57 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.89 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.37 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.87 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.60 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.27×10^{-6} C 3.07×10^{-6} D 4.87×10^{-6} E 6.67×10^{-6} F 8.47×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.53 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.14 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.99 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.31 \text{ nC}$ e $a = 1.68 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.16×10^{-6} C 2.96×10^{-6} D 4.76×10^{-6} E 6.56×10^{-6} F 8.36×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.36 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.49 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.02 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 210 C 390 D 570 E 750 F 930

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.0248 C -0.0428 D -0.0608 E -0.0788 F -0.0968

6) Una carica elettrica $Q = 1.42 \text{ nC}$ 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 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 $a = 1.43 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.53 \text{ nC/m}$. 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 1.08 C 2.88 D 4.68 E 6.48 F 8.28

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 101 \text{ mm}$ 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 $m = 1.71 \text{ mg}$, 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) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.9 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.8 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.75 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.8 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.71 C 4.51 D 6.31 E 8.11 F 9.91

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.29 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.70 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.27 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.53 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.21 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.46×10^{-6} C 3.26×10^{-6} D 5.06×10^{-6} E 6.86×10^{-6} F 8.66×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.41 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.90 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.08 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.01 \text{ nC}$ e $a = 1.43 \text{ mm}$.

- A 0 B 2.78×10^{-6} C 4.58×10^{-6} D 6.38×10^{-6} E 8.18×10^{-6} F 9.98×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.22 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 3.00 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.74 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 181 C 361 D 541 E 721 F 901

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.90 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.35 \text{ mm}$ 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 2.41×10^{-6} C 4.21×10^{-6} D 6.01×10^{-6} E 7.81×10^{-6} F 9.61×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.23 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.77 \text{ nC/m}$. 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 2.62 C 4.42 D 6.22 E 8.02 F 9.82

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 102 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.35 \text{ mm}$ (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 0.102 C 0.282 D 0.462 E 0.642 F 0.822

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.5 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.76 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.5 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.46 C 4.26 D 6.06 E 7.86 F 9.66

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.33 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.39 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 12.0 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.67 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.68 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.82 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.24 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.95 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.36 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.45 \text{ nC}$ e $a = 1.37 \text{ mm}$.

- A 0 B 2.65×10^{-6} C 4.45×10^{-6} D 6.25×10^{-6} E 8.05×10^{-6} F 9.85×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.26 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.53 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.37 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 14.7 C 32.7 D 50.7 E 68.7 F 86.7

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.164 C -0.344 D -0.524 E -0.704 F -0.884

6) Una carica elettrica $Q = 1.70 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.74 \text{ mm}$ 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 1.93×10^{-6} C 3.73×10^{-6} D 5.53×10^{-6} E 7.33×10^{-6} F 9.13×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.37 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.64 \text{ nC/m}$. 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 1.04 C 2.84 D 4.64 E 6.44 F 8.24

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 107 \text{ mm}$ 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 $m = 1.56 \text{ mg}$, 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 0.133 C 0.313 D 0.493 E 0.673 F 0.853

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.9 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.79 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.9 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.62 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.37 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.0 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.70 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.90 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.05 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.40×10^{-7} C 3.20×10^{-7} D 5.00×10^{-7} E 6.80×10^{-7} F 8.60×10^{-7}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.88 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.58 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.73 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.71 \text{ nC}$ e $a = 1.82 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.68 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.06 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.27 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 170 C 350 D 530 E 710 F 890

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.05 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.33 \text{ mm}$ 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 1.86×10^{-6} C 3.66×10^{-6} D 5.46×10^{-6} E 7.26×10^{-6} F 9.06×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.80 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.02 \text{ nC/m}$. 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 1.49 C 3.29 D 5.09 E 6.89 F 8.69

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 105 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.79 \text{ mm}$ (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 $m = 1.46 \text{ mg}$, 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 0.145 C 0.325 D 0.505 E 0.685 F 0.865

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.5 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.71 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.7 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.76 C 4.56 D 6.36 E 8.16 F 9.96

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.00 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.99 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.61 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.01 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.40 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.28×10^{-6} C 3.08×10^{-6} D 4.88×10^{-6} E 6.68×10^{-6} F 8.48×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.68 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.71 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.31 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 2.28 C 4.08 D 5.88 E 7.68 F 9.48

3) 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 $Q = 1.73 \text{ nC}$ e $a = 1.59 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.21×10^{-5} C 3.01×10^{-5} D 4.81×10^{-5} E 6.61×10^{-5} F 8.41×10^{-5}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.88 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.45 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.30 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 217 C 397 D 577 E 757 F 937

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.70 \text{ nC}$ 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 2.10×10^{-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 $a = 1.36 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.18 \text{ nC/m}$. 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 2.75 C 4.55 D 6.35 E 8.15 F 9.95

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 107 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.77 \text{ mm}$ (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 0.143 C 0.323 D 0.503 E 0.683 F 0.863

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.3 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.74 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.2 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.45 C 4.25 D 6.05 E 7.85 F 9.65

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.48 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.91 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

- A 0 B 0.164 C 0.344 D 0.524 E 0.704 F 0.884

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.91 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.28 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.86 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.80 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.89 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.86 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.21 \text{ nC}$ e $a = 1.57 \text{ mm}$.

- A 0 B 2.39×10^{-6} C 4.19×10^{-6} D 5.99×10^{-6} E 7.79×10^{-6} F 9.59×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.58 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.51 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.30 \text{ nC m}$. 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

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.0247 C -0.0427 D -0.0607 E -0.0787 F -0.0967

6) Una carica elettrica $Q = 1.17 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.40 \text{ mm}$ 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 2.20×10^{-6} C 4.00×10^{-6} D 5.80×10^{-6} E 7.60×10^{-6} F 9.40×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.75 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.10 \text{ nC/m}$. 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 1.42 C 3.22 D 5.02 E 6.82 F 8.62

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 109 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.83 \text{ mm}$ (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 $m = 1.07 \text{ mg}$, 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 0.148 C 0.328 D 0.508 E 0.688 F 0.868

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.5 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.78 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.7 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.24 \text{ nC}$ 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 $d = 10.2 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.64 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.99 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.70 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.85 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.90 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.98 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 1.77 C 3.57 D 5.37 E 7.17 F 8.97

3) 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 $Q = 1.71 \text{ nC}$ e $a = 1.70 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.88 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.57 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.91 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 126 C 306 D 486 E 666 F 846

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.0146 C -0.0326 D -0.0506 E -0.0686 F -0.0866

6) Una carica elettrica $Q = 1.45 \text{ nC}$ 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 2.31×10^{-6} C 4.11×10^{-6} D 5.91×10^{-6} E 7.71×10^{-6} F 9.51×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.42 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 107 \text{ mm}$ (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 1.06 C 2.86 D 4.66 E 6.46 F 8.26

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 108 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.49 \text{ mm}$ (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 0.116 C 0.296 D 0.476 E 0.656 F 0.836

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.9 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.4 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.76 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 11.0 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, 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 $r_0 = 1.15 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.7 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.38 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.99 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.20 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 2.30×10^{-7} C 4.10×10^{-7} D 5.90×10^{-7} E 7.70×10^{-7} F 9.50×10^{-7}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.79 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.63 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.19 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.49 \text{ nC}$ e $a = 1.48 \text{ mm}$.

- A 0 B 2.43×10^{-6} C 4.23×10^{-6} D 6.03×10^{-6} E 7.83×10^{-6} F 9.63×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.09 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.47 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.19 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 124 C 304 D 484 E 664 F 844

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.79 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.35 \text{ mm}$ 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 1.73×10^{-6} C 3.53×10^{-6} D 5.33×10^{-6} E 7.13×10^{-6} F 8.93×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.76 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 107 \text{ mm}$ (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 1.40 C 3.20 D 5.00 E 6.80 F 8.60

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 109 \text{ mm}$ 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 $m = 1.54 \text{ mg}$, 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) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.9 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.70 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.0 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.18 C 3.98 D 5.78 E 7.58 F 9.38

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.85 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.41 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.86 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.79 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.68 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.08×10^{-6} C 2.88×10^{-6} D 4.68×10^{-6} E 6.48×10^{-6} F 8.28×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.99 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.17 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.67 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 11.0 C 29.0 D 47.0 E 65.0 F 83.0

3) 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 $Q = 1.19 \text{ nC}$ e $a = 1.96 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.04×10^{-6} C 2.84×10^{-6} D 4.64×10^{-6} E 6.44×10^{-6} F 8.24×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.29 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.38 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.45 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 159 C 339 D 519 E 699 F 879

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.77 \text{ nC}$ 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 1.19×10^{-6} C 2.99×10^{-6} D 4.79×10^{-6} E 6.59×10^{-6} F 8.39×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.92 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.26 \text{ nC/m}$. 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 $a = 103 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.72 \text{ mm}$ (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 $m = 1.95 \text{ mg}$, 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 0.138 C 0.318 D 0.498 E 0.678 F 0.858

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.6 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.71 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.6 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.60 C 4.40 D 6.20 E 8.00 F 9.80

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.86 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.01 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

- A 0 B 0.0183 C 0.0363 D 0.0543 E 0.0723 F 0.0903

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.86 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.04 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.52 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.58×10^{-6} C 3.38×10^{-6} D 5.18×10^{-6} E 6.98×10^{-6} F 8.78×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.70 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.90 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.30 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.38 \text{ nC}$ e $a = 1.89 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.47 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.05 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.08 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 212 C 392 D 572 E 752 F 932

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.44 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.34 \text{ mm}$ 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 $a = 1.45 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.11 \text{ nC/m}$. 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 1.06 C 2.86 D 4.66 E 6.46 F 8.26

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 109 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.81 \text{ mm}$ (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 $m = 1.07 \text{ mg}$, 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 0.146 C 0.326 D 0.506 E 0.686 F 0.866

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.1 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.78 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.1 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.15 \text{ nC}$ 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 $d = 10.4 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.28 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.21 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.39 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.16 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.07 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.43 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.68 \text{ nC}$ e $a = 1.77 \text{ mm}$.

- 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}

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

- A 0 B 252 C 432 D 612 E 792 F 972

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

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) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.7 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.76 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.7 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.84 \text{ nC}$ 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 $d = 11.0 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.83 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.94 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.17 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.02×10^{-7} C 2.82×10^{-7} D 4.62×10^{-7} E 6.42×10^{-7} F 8.22×10^{-7}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.58 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.22 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.38 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.96 \text{ nC}$ e $a = 1.38 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.79×10^{-5} C 3.59×10^{-5} D 5.39×10^{-5} E 7.19×10^{-5} F 8.99×10^{-5}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.44 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.39 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.06 \text{ nC m}$. 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

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.0127 C -0.0307 D -0.0487 E -0.0667 F -0.0847

6) Una carica elettrica $Q = 1.22 \text{ nC}$ 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 1.93×10^{-6} C 3.73×10^{-6} D 5.53×10^{-6} E 7.33×10^{-6} F 9.13×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.04 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.95 \text{ nC/m}$. 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 2.45 C 4.25 D 6.05 E 7.85 F 9.65

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 105 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.58 \text{ mm}$ (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 $m = 1.25 \text{ mg}$, 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 0.125 C 0.305 D 0.485 E 0.665 F 0.845

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.1 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.80 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.2 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

- A 0 B 0.240 C 0.420 D 0.600 E 0.780 F 0.960

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.51 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.45 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.01 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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) Una carica elettrica positiva $Q = 1.49 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.28 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.95 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.66 \text{ nC}$ e $a = 1.86 \text{ mm}$.

- A 0 B 2.31×10^{-6} C 4.11×10^{-6} D 5.91×10^{-6} E 7.71×10^{-6} F 9.51×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.17 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.03 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.82 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 199 C 379 D 559 E 739 F 919

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.55 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.48 \text{ mm}$ 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 $a = 1.22 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.69 \text{ nC/m}$. 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 2.65 C 4.45 D 6.25 E 8.05 F 9.85

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 109 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.65 \text{ mm}$ (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 0.132 C 0.312 D 0.492 E 0.672 F 0.852

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.9 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.2 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.76 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.1 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.56 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.76 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.54 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.81 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.52 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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) Una carica elettrica positiva $Q = 1.04 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.32 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.97 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.05 \text{ nC}$ e $a = 1.81 \text{ mm}$.

- A 0 B 2.11×10^{-6} C 3.91×10^{-6} D 5.71×10^{-6} E 7.51×10^{-6} F 9.31×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.25 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 3.00 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.46 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 129 C 309 D 489 E 669 F 849

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.11 \text{ nC}$ 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 2.37×10^{-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 $a = 1.50 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.71 \text{ nC/m}$. 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 1.11 C 2.91 D 4.71 E 6.51 F 8.31

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 110 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.15 \text{ mm}$ (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 $m = 1.32 \text{ mg}$, 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 0.260 C 0.440 D 0.620 E 0.800 F 0.980

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.1 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.80 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.7 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.99 \text{ nC}$ 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 $d = 10.7 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.68 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.13 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.27 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 2.04×10^{-6} C 3.84×10^{-6} D 5.64×10^{-6} E 7.44×10^{-6} F 9.24×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.42 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.66 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.08 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.93 \text{ nC}$ e $a = 1.70 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.40 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.90 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.75 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 185 C 365 D 545 E 725 F 905

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.152 C -0.332 D -0.512 E -0.692 F -0.872

6) Una carica elettrica $Q = 1.21 \text{ nC}$ 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 1.06×10^{-6} C 2.86×10^{-6} D 4.66×10^{-6} E 6.46×10^{-6} F 8.26×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.75 \text{ mm}$, sono posti alla distanza $d = 107 \text{ mm}$ (si noti che $d \gg a$). Sui fili si trova una densità lineare di carica elettrica pari rispettivamente a $+\lambda$ e $-\lambda$, con $\lambda = 1.26 \text{ nC/m}$. 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 $a = 109 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.17 \text{ mm}$ (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 0.262 C 0.442 D 0.622 E 0.802 F 0.982

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.1 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.73 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.9 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.81 \text{ nC}$ 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 $d = 11.8 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.42 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.03 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.92 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 2.09×10^{-6} C 3.89×10^{-6} D 5.69×10^{-6} E 7.49×10^{-6} F 9.29×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.55 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.71 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.05 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.82 \text{ nC}$ e $a = 1.12 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.90×10^{-5} C 3.70×10^{-5} D 5.50×10^{-5} E 7.30×10^{-5} F 9.10×10^{-5}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.71 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.90 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.05 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 203 C 383 D 563 E 743 F 923

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.41 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.30 \text{ mm}$ 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 1.64×10^{-6} C 3.44×10^{-6} D 5.24×10^{-6} E 7.04×10^{-6} F 8.84×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.96 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.51 \text{ nC/m}$. 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 1.67 C 3.47 D 5.27 E 7.07 F 8.87

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 101 \text{ mm}$ 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 $m = 1.19 \text{ mg}$, 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 0.155 C 0.335 D 0.515 E 0.695 F 0.875

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.8 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.74 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.6 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.44 C 4.24 D 6.04 E 7.84 F 9.64

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.44 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.51 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.8 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.32 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.33 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.29 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.87 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.75 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.32 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.78 \text{ nC}$ e $a = 1.29 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.03 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.83 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.11 \text{ nC m}$. 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

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.15 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.54 \text{ mm}$ 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 1.93×10^{-6} C 3.73×10^{-6} D 5.53×10^{-6} E 7.33×10^{-6} F 9.13×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.01 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.95 \text{ nC/m}$. 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 2.44 C 4.24 D 6.04 E 7.84 F 9.64

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 103 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.16 \text{ mm}$ (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 $m = 1.11 \text{ mg}$, 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 0.261 C 0.441 D 0.621 E 0.801 F 0.981

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.3 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.70 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.0 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.64 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.83 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
 INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
 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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.28 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.87 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.10 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 2.51×10^{-7} C 4.31×10^{-7} D 6.11×10^{-7} E 7.91×10^{-7} F 9.71×10^{-7}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.66 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.19 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.42 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 2.15 C 3.95 D 5.75 E 7.55 F 9.35

3) 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 $Q = 1.95 \text{ nC}$ e $a = 1.06 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.17 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.27 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.84 \text{ nC m}$. 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

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.47 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.30 \text{ mm}$ 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 1.93×10^{-6} C 3.73×10^{-6} D 5.53×10^{-6} E 7.33×10^{-6} F 9.13×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.66 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.44 \text{ nC/m}$. 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 1.32 C 3.12 D 4.92 E 6.72 F 8.52

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 102 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.59 \text{ mm}$ (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 $m = 1.65 \text{ mg}$, 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 0.126 C 0.306 D 0.486 E 0.666 F 0.846

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.9 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.78 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.3 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 1.84 C 3.64 D 5.44 E 7.24 F 9.04

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.71 \text{ nC}$ 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 $d = 10.5 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.71 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.10 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.08 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.90 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.37 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.95 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 2.00 \text{ nC}$ e $a = 1.03 \text{ mm}$.

- A 0 B 2.49×10^{-5} C 4.29×10^{-5} D 6.09×10^{-5} E 7.89×10^{-5} F 9.69×10^{-5}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.14 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.42 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.98 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 113 C 293 D 473 E 653 F 833

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.19 \text{ nC}$ 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 1.99×10^{-6} C 3.79×10^{-6} D 5.59×10^{-6} E 7.39×10^{-6} F 9.19×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.25 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.06 \text{ nC/m}$. 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 2.77 C 4.57 D 6.37 E 8.17 F 9.97

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 105 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.69 \text{ mm}$ (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 $m = 1.64 \text{ mg}$, 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 0.135 C 0.315 D 0.495 E 0.675 F 0.855

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 11.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.9 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.72 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.6 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.04 \text{ nC}$ 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 $d = 10.9 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.83 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.51 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.56 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.54 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.22 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.66 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.62 \text{ nC}$ e $a = 1.12 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.50×10^{-5} C 3.30×10^{-5} D 5.10×10^{-5} E 6.90×10^{-5} F 8.70×10^{-5}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.03 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.57 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.12 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 124 C 304 D 484 E 664 F 844

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.07 \text{ nC}$ 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 1.50×10^{-6} C 3.30×10^{-6} D 5.10×10^{-6} E 6.90×10^{-6} F 8.70×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.54 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.90 \text{ nC/m}$. 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 1.29 C 3.09 D 4.89 E 6.69 F 8.49

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 101 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.30 \text{ mm}$ (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 $m = 1.93 \text{ mg}$, 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 0.277 C 0.457 D 0.637 E 0.817 F 0.997

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.9 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.76 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.8 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.34 C 4.14 D 5.94 E 7.74 F 9.54

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.84 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.52 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.56 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.18 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.93 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.94×10^{-6} C 3.74×10^{-6} D 5.54×10^{-6} E 7.34×10^{-6} F 9.14×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.85 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.01 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.44 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 11.6 C 29.6 D 47.6 E 65.6 F 83.6

3) 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 $Q = 1.41 \text{ nC}$ e $a = 1.55 \text{ mm}$.

- A 0 B 1.03×10^{-6} C 2.83×10^{-6} D 4.63×10^{-6} E 6.43×10^{-6} F 8.23×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.66 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.07 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.18 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 274 C 454 D 634 E 814 F 994

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.78 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.10 \text{ mm}$ 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 $a = 1.74 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.17 \text{ nC/m}$. 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 1.35 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 $h = 1.45 \text{ mm}$ (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 $m = 1.21 \text{ mg}$, 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 0.112 C 0.292 D 0.472 E 0.652 F 0.832

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.6 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.75 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.3 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.23 C 4.03 D 5.83 E 7.63 F 9.43

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.79 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.37 \text{ mm}$ collegata a terra (di conseguenza, a potenziale nullo). La distanza tra il centro della sfera e la carica q è $d = 11.8 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.21 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.42 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.70 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 2.20×10^{-6} C 4.00×10^{-6} D 5.80×10^{-6} E 7.60×10^{-6} F 9.40×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.70 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.97 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.88 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

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

3) 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 $Q = 1.62 \text{ nC}$ e $a = 1.82 \text{ mm}$.

- A 0 B 2.06×10^{-6} C 3.86×10^{-6} D 5.66×10^{-6} E 7.46×10^{-6} F 9.26×10^{-6}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.90 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.06 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.23 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 270 C 450 D 630 E 810 F 990

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

- A 0 B -0.0248 C -0.0428 D -0.0608 E -0.0788 F -0.0968

6) Una carica elettrica $Q = 1.45 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.72 \text{ mm}$ 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 2.75×10^{-6} C 4.55×10^{-6} D 6.35×10^{-6} E 8.15×10^{-6} F 9.95×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.30 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.51 \text{ nC/m}$. 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 2.74 C 4.54 D 6.34 E 8.14 F 9.94

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 104 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.37 \text{ mm}$ (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 $m = 1.41 \text{ mg}$, 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 0.104 C 0.284 D 0.464 E 0.644 F 0.824

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.8 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.79 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.8 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.33 C 4.13 D 5.93 E 7.73 F 9.53

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.17 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.45 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.24 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.66 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.35 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- 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}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.88 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.87 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.77 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 2.17 C 3.97 D 5.77 E 7.57 F 9.37

3) 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 $Q = 1.58 \text{ nC}$ e $a = 1.57 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.74 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.46 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.19 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

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

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.56 \text{ nC}$ è distribuita uniformemente su un guscio sferico di raggio $a = 1.36 \text{ mm}$ 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 2.22×10^{-6} C 4.02×10^{-6} D 5.82×10^{-6} E 7.62×10^{-6} F 9.42×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.26 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.81 \text{ nC/m}$. 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 2.67 C 4.47 D 6.27 E 8.07 F 9.87

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 110 \text{ mm}$ 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 $m = 1.43 \text{ mg}$, 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) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.5 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.78 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 10.9 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

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

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.05 \text{ nC}$ 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 $d = 11.5 \text{ mm}$. 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA AEROSPAZIALE: CORSO DI FISICA GENERALE II E ELETTRONICA
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) Una carica elettrica puntiforme $q = 1.79 \text{ nC}$ si trova al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno $r_i = 1.22 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.12 \text{ mm}$. Il guscio sferico è provvisto di un forellino di dimensioni trascurabili che non modifica il campo elettrico ma consente il passaggio della carica q . Calcolare il lavoro, in joule, che si deve fare per trasportare lentamente la carica q dal centro del guscio sferico all'infinito attraverso il forellino.

- A 0 B 1.41×10^{-6} C 3.21×10^{-6} D 5.01×10^{-6} E 6.81×10^{-6} F 8.61×10^{-6}

2) Una carica elettrica positiva $Q = 1.24 \text{ pC}$ è distribuita su un anello piatto isolante avente raggio interno $r_i = 1.46 \text{ mm}$ e raggio esterno $r_e = 2.78 \text{ mm}$. La densità di carica superficiale è data dalla legge $\sigma(r) = \frac{a}{r^3}$, dove r è la distanza dal centro dell'anello. Si determini l'espressione del potenziale, in volt, al centro dell'anello.

- A 0 B 2.22 C 4.02 D 5.82 E 7.62 F 9.42

3) 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 $Q = 1.60 \text{ nC}$ e $a = 1.34 \text{ mm}$.

- 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}

4) Al centro di una corona sferica conduttrice (scarica ed isolata) di raggio interno $a = 1.65 \text{ mm}$ e raggio esterno $b = 2.37 \text{ mm}$ è presente un dipolo elettrico puntiforme di momento $\vec{p} = p_0 \vec{k}$, con $p_0 = 1.92 \text{ nC m}$. Sapendo che il potenziale elettrico all'infinito è nullo, determinare il potenziale, in microvolt, del conduttore.

- A 0 B 27.8 C 45.8 D 63.8 E 81.8 F 99.8

5) Nel precedente esercizio 4), sapendo che la densità di carica elettrica indotta sulla superficie interna della corona sferica conduttrice è $\sigma = \sigma_0 \cos(\theta)$ (l'asse polare è parallelo a \vec{p}) determinare σ_0 , in C/m^2 .

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

6) Una carica elettrica $Q = 1.22 \text{ nC}$ 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 1.21×10^{-6} C 3.01×10^{-6} D 4.81×10^{-6} E 6.61×10^{-6} F 8.41×10^{-6}

7) Due fili metallici infiniti e paralleli, a sezione circolare di raggio $a = 1.38 \text{ mm}$, 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 $\lambda = 1.67 \text{ nC/m}$. 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 1.06 C 2.86 D 4.66 E 6.46 F 8.26

8) Due armature metalliche piane e circolari di raggio $a = 107 \text{ mm}$ sono poste a distanza $h = 1.67 \text{ mm}$ (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 0.134 C 0.314 D 0.494 E 0.674 F 0.854

9) Si consideri un condensatore a facce piane e parallele le cui armature aventi superficie $S = 10.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ possono scorrere senza attrito lungo una guida in direzione ortogonale alle facce stesse e sono collegate da una molla di costante elastica $k = 10.7 \text{ N/m}$. Quando il condensatore è scarico la molla assume la lunghezza di riposo $l_0 = 1.76 \times 10^{-3} \text{ m}$. Gli effetti di bordo sono trascurabili. Si deposita la carica elettrica $\pm Q$ sulle due facce, con $Q = 11.0 \text{ nC}$. Determinare la capacità, in picofarad, del sistema.

- A 0 B 2.67 C 4.47 D 6.27 E 8.07 F 9.87

10) Sono date una carica elettrica puntiforme $q = 1.14 \text{ nC}$ ed una sfera conduttrice di raggio $r_0 = 1.05 \text{ mm}$ 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 la distanza, in mm, alla quale la carica *immagine* q' deve essere collocata dal centro della sfera conduttrice.

- A 0 B 0.0230 C 0.0410 D 0.0590 E 0.0770 F 0.0950