

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II
Prova n. 1 - 26/10/2019

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) Due piani fra loro ortogonali sono carichi con densità di carica elettrica uniforme uguale rispettivamente a σ e -2σ con $\sigma = 2.52 \text{ nC/m}^2$. Una particella di massa $m = 10^{-13} \text{ kg}$ e carica elettrica $q = 10^{-17} \text{ C}$ viene lasciata libera (da ferma) in prossimità del primo piano, a una distanza $d = 0.0133 \text{ m}$ dalla linea di intersezione tra i piani. Supponendo che il campo elettrico generato da ognuno dei due piani sia uniforme, determinare a quale distanza, in m, dal primo piano la particella urta il secondo piano (si trascuri la forza gravitazionale).

A B C D E F

2) Nel modello atomico di Thomson, l'atomo di elio consiste di una sfera di raggio $a = 128 \text{ pm}$ nel cui interno è uniformemente distribuita la carica elettrica positiva $+2e$ mentre i due elettroni vengono assimilati a due particelle puntiformi mobili all'interno della sfera e ciascuna avente carica elettrica negativa $-e$. Determinare a quale distanza, in pm, dal centro della sfera devono essere collocati, in posizione diametralmente opposta, i due elettroni perché si trovino in posizione di equilibrio stabile (si ricordi $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$).

A B C D E F

3) All'interno del volume di una sfera di raggio $R = 0.0101 \text{ m}$ è presente una densità volumetrica di carica elettrica $\rho(\vec{r}) = \vec{a} \cdot \vec{r}$, con $\vec{a} = (1.15, 0., 0.) \text{ nC/m}^4$ e \vec{r} è il vettore posizione di un generico punto P interno alla sfera rispetto al centro della sfera. Determinare l'intensità del campo elettrico, in N/C , al centro della sfera.

A B C D E F

4) Su di una spira circolare piana di raggio $r = 1.98 \times 10^{-2} \text{ m}$ è distribuita uniformemente una carica elettrica $Q = 1.54 \text{ nC}$. Al centro della spira è presente una particella di massa $m = 1.72 \times 10^{-3} \text{ kg}$ e elettrica $q = -Q$. Si sposta la particella di un tratto molto piccolo rispetto ad r lungo l'asse della spira e la si lascia libera di muoversi. Determinare il periodo di oscillazione, in s, della particella lungo all'asse della spira.

A B C D E F

5) In un sistema di coordinate polari sferiche, si consideri il volume identificato dalla relazione $r \leq r_0$, $\theta \leq \theta_0$, con $r_0 = 0.0375 \text{ m}$ e $\theta_0 = 1.36 \text{ rad}$. All'interno di questo volume è presente una densità volumetrica di carica elettrica $\rho(r, \theta, \phi) = \rho_0 r \cos(\theta)$, con $\rho_0 = 1.01 \text{ nC/m}^4$. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m , nell'origine del sistema di riferimento.

A B C D E F

6) Sulla superficie di un cilindro indefinito di raggio $r_0 = 1.93$ m, è presente una densità superficiale di carica elettrica $\sigma = \sigma_0 \cos(\phi)$ con $\sigma_0 = 1.50$ nC/m² e ϕ angolo azimutale nel sistema di coordinate cilindriche nel quale l'asse z coincide con l'asse del cilindro. Determinare l'intensità del campo elettrico, in N/C, nei punti che appartengono all'asse del cilindro.

A B C D E F

7) In un sistema di coordinate polari sferiche, il consideri il volume identificato dalla relazione $r_1 \leq r \leq r_2$, $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$, $\phi_1 \leq \phi \leq \phi_2$, con $r_1 = 0.0481$ m, $r_2 = 2r_1$ m, $\theta_1 = 0.512$ rad, $\theta_2 = 2\theta_1$, $\phi_1 = 0.985$ rad, $\phi_2 = 2\phi_1$. All'interno di questo volume è presente una densità volumetrica di carica elettrica $\rho(r, \theta, \phi) = \rho_0 r \cos(\theta)$, con $\rho_0 = 1.11$ nC/m⁴. Determinare la carica elettrica complessiva, in nC, presente all'interno del volume.

A B C D E F

8) In un sistema di coordinate cartesiano è dato il campo elettrico $\vec{E} = \frac{a}{x^2+y^2}(x\vec{i} + y\vec{j})$, con $a = 1.28$ N·m/C. Determinare il flusso del campo elettrico, in V·m, attraverso la superficie della sfera che ha centro nell'origine del sistema di riferimento e raggio $r_0 = 0.0379$ m.

A B C D E F

9) In un sistema di coordinate sferiche, è data una sfera di raggio $r_0 = 0.0281$ m e centro nell'origine del sistema di riferimento nella quale è presente una densità volumetrica di carica elettrica dotata di simmetria sferica. Nello spazio esterno alla sfera è presente una densità di carica elettrica $\rho(r) = \frac{a}{r}$, con $a = 1.97$ nC/m². Determinare il valore della carica elettrica complessiva che deve essere presente nella sfera, in nC, per rendere l'intensità del campo elettrico esterno alla sfera indipendente da r .

A B C D E F

10) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 9) determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, all'esterno della sfera per il valore della carica elettrica complessiva presente nella sfera trovato.

A B C D E F