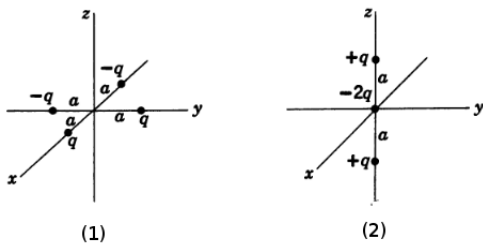


**Teoría Electromagnética. Curso 2012.**  
**Profesor:** Ariel Moreno **Asistente:** Rodrigo Eyheralde

**Práctico 4. Multipolos, Coeficientes de Potencial, Electroestática en medios materiales.**

1.

- (a) Calcule los momentos dipolares y cuadrupolares cartesianos para las distribuciones de cargas que se muestran en la figura (1) y (2).  
 (b) Calcule los momentos multipolares en coordenadas esféricas  $q_{lm}$  para las mismas distribuciones.  
 (c) Para la distribución de (2) escriba la expresión multipolar del potencial. Manteniendo sólo los primeros órdenes, grafique el potencial en el plano  $x - y$  como función de la distancia.  
 (d) Determine el potencial exacto en el plano  $x - y$  mediante la ley de Coulomb y compare con el resultado de (c).



2. En el eje  $z$ , a gran distancia  $L$  entre sí ( $L \gg a$  donde  $a$  es el radio de Bohr) hay dos átomos excitados de hidrógeno. Las densidades medias de carga  $\rho_1, \rho_2$  de las nubes electrónicas de estos átomos, en coordenadas esféricas son respectivamente:

$$\rho_1(\theta, r) = -\frac{1}{3^8} \frac{e r^4}{\pi a^7} e^{-\frac{2r}{3a}} \text{sen}^2(\theta) \cos^2(\theta)$$

$$\rho_2(\theta, r) = -\frac{1}{4 \cdot 3^8} \frac{e r^4}{\pi a^7} e^{-\frac{2r}{3a}} \text{sen}^4(\theta)$$

donde  $e$  es la carga del protón y las coordenadas son esféricas respecto del centro de cada átomo. Determine la energía cuadrupolo-cuadrupolar de interacción. (Es decir, la contribución a la energía de los términos cuadrupolares del potencial de ambos átomos).

3.

- (a) Utilice el método de los coeficientes de potencial para determinar el potencial de una esfera conductora descargada frente a una carga puntual de carga  $q$ . Considere a la carga puntual como un esfera conductora, de radio despreciable.  
 (b) En base al resultado de (a) explique porqué solemos identificar 'conexión a tierra' con 'potencial cero'.

4. Utilice el método de los coeficientes de potencial para hallar:

- (b) la carga en cada uno de dos planos conductores paralelos a potencial cero separados una distancia  $d$  si en un punto arbitrario entre ellos se coloca una carga  $q$ .  
 (c) la carga en cada una de dos cáscaras esféricas concéntricas conductoras si se coloca una carga  $q$  en un punto cualquiera entre ellas. Sus radios son  $a$  y  $b$  ( $a < b$ ) y ambas se encuentran a potencial cero.

5. Un material dieléctrico de permitividad  $\epsilon$  está sometido a un campo eléctrico uniforme  $E_0$ . Determine el campo eléctrico dentro de una cavidad esférica de radio  $a$  que posee dicho material.

6. Se coloca una capa cilíndrica circular recta de gran longitud, de constante dieléctrica  $\varepsilon$  y de radio exterior  $a$  e interior  $b$  en un campo  $E_0$  inicialmente uniforme, siendo el eje del cilindro perpendicular al campo. Dentro y fuera del cilindro hay vacío.

- (a) Determine el potencial y el campo eléctrico en las tres regiones, despreciando el efecto debido a los extremos.
- (b) Represente las líneas de fuerza para  $b \simeq 2a$ .
- (c) Discuta las formas límite de la solución obtenida que corresponda a un cilindro dieléctrico en un campo uniforme, y una cavidad cilíndrica en un dieléctrico uniforme.

7. Una carga puntual  $q$  es colocada en el vacío a una distancia  $d$  del centro de una esfera dieléctrica de permitividad  $\varepsilon$  y radio  $a$  ( $a < d$ ).

- (a) Determine el potencial en todo el espacio como una expansión en armónicos esféricos.
- (b) Determine el campo  $E_0$  cerca del centro de la esfera.
- (c) Verifique que en el límite  $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \rightarrow \infty$  se obtiene el mismo resultado que para una esfera conductora.

8. Considerando el problema del ejercicio 7 calcule la fuerza de sobre la esfera de las siguientes 2 formas:

- (a) Por integración directa de (7.a)
- (b) Calculando primero la energía y luego la fuerza a partir de la energía.

En ambos casos estudie el caso límite de esfera conductora.