

Prof: D. Cabra — JTP: W. Baron

## Práctica 1 — Electrostática

**Problema 1. Distribuciones de carga** Expresar, utilizando funciones delta de Dirac en las coordenadas apropiadas, las densidades volumétricas para las siguientes distribuciones de carga:

1. Una carga  $Q$  distribuída uniformemente sobre una superficie esférica de radio  $R$ .
2. Una carga  $\lambda$  por unidad de longitud, distribuída uniformemente sobre una superficie cilíndrica de radio  $R$ .
3. Una carga  $\sigma$  por unidad de superficie, distribuída uniformemente sobre un disco plano, de espesor despreciable y radio  $R$ .

**Problema 2.** Calcule el campo eléctrico y el potencial generado por una esfera de radio  $a$  y carga total  $Q$  en función de la posición para los siguientes casos:

1. La esfera es conductora
2. La esfera tiene una densidad volumétrica de carga constante
3. La esfera tiene una densidad volumétrica esféricamente simétrica, y que varía radialmente como  $r^n$  con  $n = 2, -2$ .

Graficar el potencial y el módulo del campo eléctrico en función de  $r$  en cada caso, y analizar la continuidad de estas funciones para  $r = a$ .

**Problema 3.** Calcule el campo eléctrico y el potencial electrostático en función de la posición, y las correspondientes líneas equipotenciales para las siguientes distribuciones de carga:

1. un alambre recto infinito con densidad de carga  $\lambda$ .
2. dos alambres rectos, infinitos, paralelos entre sí y separados por una distancia  $d$ , uniformemente cargados con cargas  $\lambda$  y  $-\lambda$  respectivamente.
3. un plano infinito uniformemente cargado con densidad de carga  $\sigma$ .
4. dos planos paralelos infinitos, separados por una distancia  $d$ , uniformemente cargado con densidad de carga  $\sigma$  y  $-\sigma$ .
5. Un cilindro infinito de radio  $a$  cargado uniformemente en volumen con densidad de carga  $\rho$ .
6. Un cilindro infinito de radio  $a$  cargado uniformemente en su superficie con densidad de carga  $\sigma$ .

**Problema 4.** Considere un cascarón esférico conductor de radio interior  $a$  y radio exterior  $b$ , rodea a una carga puntual de valor  $q$ , ubicada en un punto a una distancia  $a/2$  del centro del cascarón. Determine el campo eléctrico y el potencial en todo el espacio en las siguientes situaciones:

1. La esfera se encuentra aislada, y posee una carga total  $Q$ .
2. La esfera se encuentra conectada a "tierra".

Qué podemos decir de la distribución de carga sobre la esfera en estos casos?

**Problema 5.** El potencial medio temporal de un átomo de hidrógeno neutro viene dado por

$$\Phi(r) = kqe^{-2r/a}(1/r + 1/a)$$

donde  $a \approx 1 \times 10^{-10}\text{m}$  es el “radio de Bohr” y  $q \approx 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$  es la carga del electrón. Encuentre la distribución de carga estática que daría lugar a este potencial e interprete este resultado físicamente.

**Problema 6.** Cuatro cargas idénticas de valor  $q$  se encuentran ubicadas sobre los vértices de un cuadrado de lado  $d$ . Calcule el trabajo mínimo necesario para lograr esta configuración.

**Problema 7. Energía de configuración** . Una esfera de radio  $a$  posee una carga total  $Q$ . Determine la energía electrostática asociada a las siguientes configuraciones:

1. Toda la carga distribuida uniformemente en el volumen de la esfera.
2. La carga distribuída volumétricamente en la esfera, con densidad de carga proporcional a la distancia a su centro.
3. La carga distribuida uniformemente sobre la superficie de la esfera.

**Problema 8. Dipolos eléctricos** . La molécula de agua tiene un momento dipolar permanente de magnitud  $|\mathbf{p}| = 6.1 \times 10^{-30}\text{Cm}$ , orientado en la dirección que une al átomo de oxígeno con el punto medio de la línea que une a los átomos de Hidrógeno. Calcule:

1. La fuerza que le ejerce un electrón (de carga  $q \approx -1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ ) que se encuentra a una distancia grande respecto del tamaño de la molécula.
2. El torque que sufre la molécula en presencia de un campo externo constante de  $1\text{V/m}$ , y el trabajo necesario para rotar a la molécula desde la orientación paralela a la antiparalela al campo.
3. La fuerza que le ejerce otra molécula de agua, que se encuentra a una distancia grande respecto del tamaño de las moléculas.
4. El torque que siente una molécula de agua debido a la presencia de la otra, como función de la distancia y la orientación relativa.

**Problema 9. Capacitores** Calcular la capacidad de los siguientes capacitores y la energía total almacenada en función de la carga:

1. Dos placas conductoras paralelas, de gran área  $A$ , separadas por una distancia  $d$ . Determine la fuerza que una de las láminas ejerce sobre la otra.
2. Dos esferas concéntricas conductoras de radios  $a$  y  $b$ . ¿Qué ocurre en el límite  $b \gg a$ ? ¿ y si  $|a - b| \ll a, b$ ?
3. dos cilindros concéntricos, conductores de radios  $a$  y  $b$ , de longitud  $L \gg a, b$ .

**Problema 10.** Desde un punto de vista eléctrico, podemos modelar a una célula eucariota y al medio intercelular como dos conductores, y a la membrana plasmática, de espesor  $d \approx 5\text{nm}$  como un aislante. Si la diferencia de potencial entre ambos lados de la membrana es de  $-50\text{mV}$ , estime

1. el campo eléctrico dentro de la membrana.
2. la densidad de carga dentro de la membrana.
3. Si la célula tiene un radio de aproximadamente  $50\mu\text{m}$ , estime su carga total.
4. A partir de los resultados previos, determine la “capacitancia” efectiva de la célula.
5. Determine la energía electrostática almacenada por el sistema.