

(Desarrolle sus respuestas y **cuide la presentación**. Sin calculadora.)

Relaciones útiles:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\epsilon_0, \quad \vec{E} = -\vec{\nabla}\phi, \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho_L, \quad \vec{D} = \epsilon\epsilon_0\vec{E}, \quad \vec{P} = (\epsilon - 1)\epsilon_0\vec{E}, \quad \vec{P}/n = \vec{p} = \alpha\epsilon_0\vec{E}.$$

I Polarizabilidad del átomo de hidrógeno.

En este problema estimaremos la permitividad relativa ϵ del átomo de hidrógeno.

- (3pt) En ausencia de un campo externo, la nube electrónica tiene densidad de carga

$$\rho_e(r) = \frac{q}{\pi a^3} \exp(-2r/a), \text{ donde } a \text{ es el radio de Bohr, y } q = -e.$$

Determine el campo eléctrico E_e debido a la nube electrónica.

- (2pt) Aplicamos ahora un campo externo E_o . En primera aproximación supondremos que la forma de la nube electrónica no cambia, y que el desplazamiento \vec{d} de su baricentro relativo al núcleo tiene norma $d \ll a$. Calcule d .
- (1pt) Calcule el dipolo eléctrico atómico \vec{p} , la polarizabilidad atómica α , y la permitividad relativa ϵ .

II Aplicaciones del teorema de unicidad.

1. (4.0pt) **Método de imágenes.** Considere una carga q a una distancia a de una placa conductora, de dimensiones muchos mas grande que a (es decir una placa infinita), con potencial $\phi = 0$ y conectada a *tierra*, es decir pueden ir y venir cargas desde ∞ . Ponemos un eje \hat{z} normal a la placa y pasando por la carga.
 - a) Calcule el potencial y el campo eléctrico en $z > 0$.
 - b) ¿Cuál es la fuerza aplicada a la carga q ?
 - c) Calcule la densidad de carga superficial en la placa conductora, y la carga total generada en la placa.

2. (2.0pt) Considere una esfera conductora llena, sin carga neta, salvo por una cavidad de forma arbitraria en la cual se encuentra una carga q . Demuestre que el campo al exterior de la esfera corresponde a una carga puntual centrada en el origen de la esfera.

III Experimento en colisiones.

Considere una esfera maciza de radio a y distribución de carga dada por $\rho(r) = \alpha r^2$, donde α es a priori una constante desconocida.

- (3.0pt) Suponiendo que conoce el valor de α , determine el campo eléctrico y el potencial eléctrico en todo los puntos del espacio.
- (3.0pt) Para determinar el valor de α se realiza el siguiente experimento: se toma una carga de masa m y carga $q > 0$ y se dispara radialmente desde una distancia d con una velocidad inicial v_0 , contra la esfera. Se comprueba experimentalmente que la partícula se devuelve cuando esta a una distancia $r = 2a$ del centro de la esfera. Determine el valor de α .

