

Práctico 2

Ley de Gauss y Líneas de Campo

2.1 Sea un campo eléctrico  $\vec{E} = 3,5 \times 10^3 \hat{i} \text{ N/C}$ . Calcular el flujo eléctrico a través de un rectángulo de  $0,35 \text{ m}$  por  $0,70 \text{ m}$ , si éste es:

Paralelo al plano  $yz$ .

Paralelo al plano  $xy$ .

Contiene al eje-  $y$  y su normal forma un ángulo de  $40^\circ$  con el eje-  $x$ .

2.2 En días de tormenta, puede medirse campos eléctricos de magnitud  $2,0 \times 10^4 \text{ N/C}$  y dirección perpendicular a la superficie de la Tierra. Un auto, que se puede considerar como un rectángulo de  $4,0 \text{ m}$  de largo por  $2,0 \text{ m}$  de ancho, es remolcado por un guinche con una inclinación de  $10^\circ$  respecto de la superficie del camino. Calcule el flujo eléctrico total a través de la superficie inferior del auto.

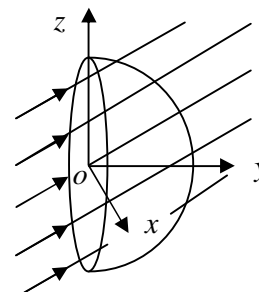
2.3 Una esfera maciza no conductora de radio  $R$  tiene una distribución uniforme de carga  $\rho$ .

a) Hallar la carga total contenida en una región esférica de radio  $r$  concéntrica con la esfera no conductora para:  $r < R$  y  $r > R$ .

b) Calcular el campo eléctrico para  $r < R$  y  $r > R$ .

c) Graficar el campo eléctrico en función de  $r$ .

2.4 Un hemisferio de radio  $R$  es colocado en una región donde existe un campo eléctrico uniforme de módulo  $E_0$ . La cara plana del hemisferio se apoya sobre el plano  $xz$ , y las líneas del campo eléctrico forman un ángulo de  $30^\circ$  con el eje  $Oy$ .



a) Usa la ley de Gauss para demostrar que la densidad de carga debe ser cero en una región de campo eléctrico uniforme. (Elije una superficie Gaussiana idónea encerrando una pequeña región del espacio y argumenta que esta región debe contener carga cero.)

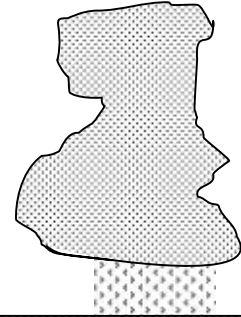
b) ¿Cuál es el flujo eléctrico a través de la superficie plana del hemisferio?

c) ¿Cuál es el flujo a través de la superficie curva del hemisferio?

## Acercándonos al “mundo real”...

- 2.5 Dibujar las líneas de campo eléctrico en la atmósfera baja cuando hay una tormenta en una zona, rodeada de zonas vecinas con “buen tiempo”, usando los siguientes datos:

En una tormenta eléctrica la Tierra debajo las nubes esta cargada positivamente, la superficie inferior de las nubes esta cargada negativamente, una porción más arriba de las nubes esta cargada positivamente, y finalmente los topos de las nubes están cargados negativamente. Fuera de la zona de la tormenta la Tierra esta cargada negativamente (pero con mucho menos densidad de carga que debajo de las nubes de tormenta). La Tierra tiene una carga neta negativa.



El dibujo se debe hacer en una nueva hoja (no esta) y debe mostrar claramente la distribución de cargas descrita anteriormente y las líneas de campo que produce.

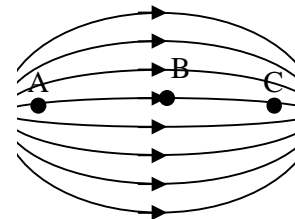
(Hay más de un dibujo consistente con los datos proporcionados).

- 2.6 Se desea estimar el espesor de la zona luminosa que se genera alrededor de un rayo. El rayo tiene una densidad lineal de carga eléctrica de aproximadamente  $\lambda = 10^{-3} \text{ C/m}$ . El campo eléctrico producido por dicha densidad rompe una cantidad de moléculas neutras del aire en fragmentos eléctricamente cargados, siempre que su valor supere  $3 \times 10^6 \text{ N/C}$ . Cuando los fragmentos cargados se unen de nuevo, se emite luz. ¿Cuál es el radio de la zona luminosa? Modelaremos el rayo como una línea recta larga de carga. (Nota que el plasma es neutro, aunque muchas de las partículas que lo conforman son cargadas porque hay la misma densidad de carga positiva que de carga negativa.)

- a) Calcula el campo eléctrico producido por la densidad de carga  $\lambda$  a una distancia  $r$  de la línea de carga.
- b) ¿Hasta cual distancia  $r$  desde la línea de carga el campo eléctrico excede a  $3 \times 10^6 \text{ N/C}$ ? Entonces ¿cual es el radio del cilindro de plasma luminosa alrededor de la línea de carga?

## EJERCICIOS PARA ENTREGAR:

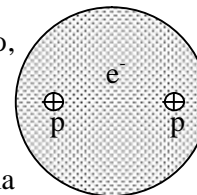
- 1 Indicar el movimiento inicial que tendrá a) una carga puntual (puede ser un ion de sodio  $\text{Na}^+$ ) y b) un dipolo eléctrico (puede ser una molécula de sal  $\text{NaCl}$ ) cuando son liberados en cada uno de los puntos A, B, y C en el campo eléctrico indicado por las líneas de campo dibujadas. En el caso del dipolo indicar el movimiento de su centro de masa y su movimiento angular, es decir, toma en cuenta la fuerza neta y el torque sobre el dipolo debido a las fuerzas eléctricos sobre las cargas que lo componen.



2. Una molécula de hidrógeno ionizado,  $H_2^+$ , consiste en dos protones y un electrón. En un modelo muy simplificado los protones se tratan como cargas puntuales, mientras que al electrón se modela como una densidad uniforme de carga negativa de valor total  $-e$  que ocupa una región esférica de radio 1 Ångstrom =  $10^{-10}$  m. (Esto se debe a un efecto cuántico: El liviano electrón no puede ser apretado en una región mas chica sin darle tanta energía cinética que se escapa de los protones.)

Cada protón se ubica de forma de estar en equilibrio bajo las fuerzas eléctricas producidas por el electrón y el otro protón

- Asumiendo que cada protón se encuentra a distancia  $r$  del centro, calcule la fuerza eléctrica del electrón distribuido sobre uno de los protones.
- ¿Cuál es la separación entre los protones? Se puede suponer que los protones se ubican en opuestos lados del centro  $C$  de la distribución esférica de carga negativa, ambas a la misma distancia,  $R$ , de este.
- Explica porque el equilibrio mecánico requiere que  $C$  se encuentre sobre la línea entre los dos protones. Explica porque la distancia de los dos protones de  $C$  debe ser igual.



### Ejercicios de examen

**Primer Parcial 2006.** Sea  $E_1(r)$  el campo eléctrico producido por una esfera maciza no conductora de centro en el origen y radio  $R$ , con distribución de carga uniforme y carga total  $Q$ .

Sea  $E_2(r)$  el campo eléctrico producido por una esfera maciza conductora de centro en el origen y radio  $R$ , aislada, en equilibrio, y con carga total  $Q$ .

Sea  $E_3(r)$  el campo eléctrico producido por una carga puntual  $Q$  en el origen.

Entonces:

- $E_1(r) \neq E_2(r) = E_3(r)$  para  $r < R$  y  $E_1(r) = E_2(r) \neq E_3(r)$  para  $r > R$
- $E_3(r) = E_1(r) \neq E_2(r)$  para  $r < R$  y  $E_3(r) = E_1(r) \neq E_2(r)$  para  $r > R$
- $E_3(r) = E_1(r) \neq E_2(r)$  para  $r < R$  y  $E_1(r) = E_2(r) = E_3(r)$  para  $r > R$
- $E_1(r) \neq E_2(r) \neq E_3(r)$  para  $r < R$  y  $E_1(r) = E_2(r) = E_3(r)$  para  $r > R$
- $E_1(r) = E_2(r) = E_3(r)$  para  $r < R$  y  $E_1(r) \neq E_2(r) \neq E_3(r)$  para  $r > R$

**Primer parcial 2006** Una línea infinita uniformemente cargada, con densidad lineal de carga de  $6 \mu\text{C}/\text{m}$  está situada en el eje de un cilindro conductor hueco de radio interior  $R=1\text{cm}$ . Cuando el sistema está en equilibrio electrostático, cuál es el valor absoluto de la densidad de carga superficial sobre la pared interna del cilindro?

- a)  $0,06 \mu\text{C}/\text{m}^2$  b)  $0,38 \mu\text{C}/\text{m}^2$  c)  $95 \mu\text{C}/\text{m}^2$  d)  $4,77 \times 10^{-3} \text{ C}/\text{m}^2$  e)  $1,07 \times 10^7 \text{ C}/\text{m}^2$