

**Problemas del Tema 11: Campo eléctrico**

1º - Estimar el número de electrones que hay en un bloque macizo de 0,5kg asumiendo que el material tiene aproximadamente el mismo número de protones que de neutrones. Si se carga el bloque con 10 nC ¿qué fracción de sus electrones se han extraído?

(Sol:  $n=1.5 \times 10^{26}$ ;  $f=4 \times 10^{-16}$ )

2º - Cuál es la carga total, en culombios, de todos los electrones en 3,00 mol de átomos de hidrógeno. (Sol:  $2.9 \times 10^5$ )

3º - Tres cargas puntuales están alineadas sobre el eje y. Una carga  $Q_1 = -9 \mu\text{C}$  está en  $y = 6.0 \text{ m}$  y una carga  $Q_2 = -8 \mu\text{C}$  está en  $y = -4.0 \text{ m}$ . ¿Dónde debe ser colocada la tercera carga  $Q_3$  para que la fuerza neta sobre esta sea cero? [Sol: P ( 0, 0.853 )]

4º - Dos esferas iguales, de radio 1cm y masa 9,81gramos, están suspendidas del mismo punto por medio de sendos hilos de seda de longitud 19 cm. Ambas esferas están cargadas negativamente con la misma carga eléctrica en magnitud.

a) ¿Cuánto vale esa carga si en el equilibrio el ángulo que forman los dos hilos es de  $90^\circ$ ? (Sol:  $9,25 \times 10^{-7} \text{ C}$ ).

b) ¿A cuántos electrones equivale la carga contenida en cada esfera? (Sol:  $5,8 \times 10^{12}$ )

c) ¿Cuál es la fuerza de gravitación que existe entre las esferas en el equilibrio? (Sol:  $8 \times 10^{-14} \text{ N}$ )

Carga del electrón:  $e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ;  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$

5º - Una carga puntual positiva de  $10^{-2} \mu\text{C}$  está situada en el origen de un sistema de coordenadas. Se coloca otra carga puntual negativa de  $-2 \times 10^{-2} \mu\text{C}$  sobre el eje y a 1 metro del origen. Determine el campo eléctrico creado por esta distribución en los puntos: A (2,0) m, B (1,3) m, C (0.5, 0.5) m.

[Sol:  $E_A = (-9.7, 16.1) \text{ N/C}$ ,  $E_B = (-13.2, -23.6) \text{ N/C}$ ,  $E_C = (-127, 382) \text{ N/C}$ ]

6º - Un electrón con energía cinética  $2 \times 10^{-16} \text{ J}$  se mueve en el sentido positivo del eje x. En la región comprendida entre  $x = 0$  y  $x = 4 \text{ cm}$ . hay un campo eléctrico de  $2 \times 10^4 \text{ N/C}$  dirigido según el sentido positivo del eje y.

a) Calcular la ecuación de la trayectoria del electrón en la región del campo eléctrico.

b) ¿A qué distancia del eje x se encuentra el electrón cuando sale de la región de campo eléctrico? (Sol.:  $y = -6.4 \text{ mm}$ )

c) ¿Bajo qué ángulo con respecto al eje x se mueve el electrón? (Sol.:  $-17.7^\circ$ )

d) ¿A qué distancia del eje x se encuentra el electrón cuando  $x = 16 \text{ cm}$ ? (Sol.:  $-4.48 \text{ cm}$ .)

7º - Se tienen tres bolitas esféricas conductoras idénticas A, B y C de radio muy pequeño. Las A y B están fijas separadas una distancia  $l = 50$  cm. Y tienen cargas eléctricas negativas, siendo la carga de A ocho veces mayor que la B. La C está primitivamente en estado neutro y puede moverse libremente por la recta horizontal AB.

a) Se coge la bolita C con unas pinzas aislantes y se pone en contacto con A dejándola después libre. Determinen en que posición quedará en equilibrio.

b) Se vuelve a coger C con las pinzas y se pone en contacto con B dejándola nuevamente en libertad. Determinen su nueva posición de equilibrio. [Sol: a)  $x = 1/3$  m ; b)  $x = 0.28$  m]

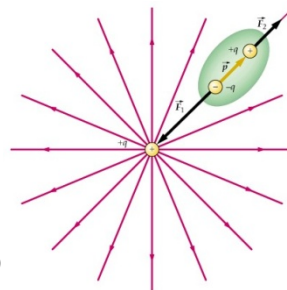
8º - Una carga positiva Q está en el origen, y un dipolo de momento dipolar p está a una distancia r y está orientado según la dirección radial, como se indica en la figura:

Demostrar que la fuerza de la carga Q sobre el dipolo es atractiva y vale aproximadamente:

$$F \approx Qp/2\pi\epsilon_0 r^3$$

Considerar ahora que es el dipolo el que está en el origen, y la carga Q a una distancia r del mismo sobre la línea del dipolo. Utilizando el resultado de a) y la tercera ley de Newton, demostrar que el campo eléctrico del dipolo a lo largo de la línea del dipolo, a una distancia r del mismo, es:

$$E \approx p/2\pi\epsilon_0 r^3$$



9º - Una pequeña masa m de carga q está restringida a moverse verticalmente dentro de un cilindro estrecho y sin rozamiento. En el fondo del cilindro hay una masa puntual de carga Q del mismo signo que q.

Demostrar que la masa m estará en equilibrio a una altura

$$y_0 = (qQ/4\pi\epsilon_0 mg)^{1/2}$$

Demostrar que si la masa m se desplaza ligeramente de su posición de equilibrio y se deja en libertad, ejecutará un MAS de frecuencia angular:

$$\omega = (2g/y_0)^{1/2}$$



10º - Un hilo delgado que posee una densidad de carga uniforme  $\lambda = 1\mu\text{C}/\text{cm}$  está curvado en forma de semicircunferencia de radio  $R = 10\text{cm}$ , siendo el centro de esta semicircunferencia el (0,0). El hilo ocupa la parte negativa del eje x. Calcule el módulo, dirección y sentido del campo eléctrico en el centro de la circunferencia. (Sol:  $E = (1.8 \times 10^7)$  N/C).

11º - En el centro geométrico de un cubo de 2 m de arista tenemos una carga de  $50 \mu\text{C}$ . Calcule el módulo de la intensidad del campo en el centro de una de las caras y el flujo que atravesará cada una de ellas. (Sol:  $E = 4.5 \times 10^5$  N/C;  $\phi = 9.4 \times 10^5$  N m<sup>2</sup>/C).

12º - Calcule la densidad de carga de un hilo infinito uniformemente cargado, si sabemos que el campo eléctrico a la distancia de 1 m es  $E = 10 \text{ N/C}$ .

13º - Una moneda está en el seno de un campo eléctrico externo de valor  $1.6 \text{ kN/C}$ , perpendicular a las caras.

a) Hallar las densidades de carga en cada cara de la moneda suponiendo que son planas.

b) Si el radio de la moneda es de 1 cm, ¿cuál es la carga total de una cara?

14º - Sean dos cortezas cilíndricas concéntricas infinitamente largas, de radios  $R_1$  y  $R_2$ , y densidades superficiales de carga  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$ , respectivamente.

a) Utilizar la ley de Gauss para calcular el campo eléctrico en las regiones  $r < R_1$ ,

$R_1 < r < R_2$  y  $r > R_2$ .

b) ¿Cuál debe ser el cociente  $\sigma_1/\sigma_2$  y el signo relativo de ambas densidades de carga para que el campo se anule cuando  $r > R_2$ ? ¿Cuál será entonces el campo en  $R_1 < r < R_2$ ?

c) ¿qué velocidad debe tener un protón que describa una órbita circular alrededor del eje de los cilindros y de radio  $R_p$  tal que  $R_1 < R_p < R_2$ ?

15º - Una corteza esférica conductora pequeña con radio interior  $a$  y radio exterior  $b$  es concéntrica respecto a otra corteza conductora esférica más grande cuyo radio interior es  $c$  y radio exterior  $d$  (ver la figura). La corteza interior tiene una carga total  $+2q$  y la exterior tiene carga  $-2q$ . Calcule, mediante la ley de Gauss:

a) el campo eléctrico (magnitud y dirección) en términos de  $q$  y la distancia  $r$  a partir del centro común de las dos cortezas para los siguientes casos: i)  $r < a$ ; ii)  $a < r < b$ ; iii)  $b < r < c$ ; iv)  $c < r < d$ ; v)  $r > d$ .

Muestre los resultados en una gráfica de la componente radial de  $\vec{E}$  en función de  $r$ .

b) la carga total en: i) la superficie interior de la corteza pequeña; ii) la superficie exterior de la corteza pequeña; iii) la superficie interior de la corteza grande; iv) la superficie exterior de la corteza grande.

