

TEMAS DE FÍSICA PARA MATEMÁTICOS

1er. cuatrimestre 2013

4 - Campo eléctrico y campo magnético

Problema 1:

Calcular el cociente carga/masa para dos partículas iguales cuya fuerza electrostática es igual a la atracción gravitatoria entre ellas. Comparar el resultado obtenido con el cociente entre la carga y la masa del electrón: q_e/m_e , donde $q_e = 1.6 \times 10^{-19} C$ y $m_e = 9.1 \times 10^{-31} kg$. Sugerencia: trabajar en el sistema de unidades en el que la ley de Coulomb se escribe $F = kq_1q_2/r^2$, con $k = 9 \times 10^9 Nm^2/C^2$, y recordar el valor de la constante de Newton: $G = 6.7 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$.

Problema 2:

En los vértices de un cuadrado de lado L se han colocado (en ese orden) cargas puntuales de valores $q, 2q, 4q$ y $2q$. Calcular la fuerza neta sobre una carga q' ubicada en el centro del cuadrado.

Problema 3:

En dos vértices contiguos de un cuadrado de lado L se colocan dos cargas q , y en los otros dos vértices se colocan dos cargas $-q$. Calcular el campo eléctrico sobre los ejes perpendiculares a los lados del cuadrado.

Problema 4:

Calcular el campo eléctrico sobre el eje de simetría de una corona circular de radios interior a y exterior b , con densidad de carga superficial σ uniforme. Repetir el cálculo para una densidad σ de 0 a π y $-\sigma$ de π a 2π .

Problema 5:

Del primer resultado del problema anterior, deducir el campo de un disco de radio b y el de un plano infinito, ambos con densidad uniforme σ .

Problema 6:

Calcular el flujo del campo eléctrico a través de las caras de un cubo imaginario en uno de cuyos vértices se coloca una carga puntual q .

Problema 7:

Calcular el campo eléctrico, en todo el espacio, para cada una de las siguientes distribuciones de carga:

- a) Un hilo muy largo, de longitud L y carga Q distribuida uniformemente.
- b) Un plano infinito con densidad uniforme σ .
- c) Un cilindro de radio R con densidad $\rho = \rho_0 r/R$.
- d) Una esfera de radio a con densidad uniforme ρ .

Problema 8:

En la nube electrónica del átomo de hidrógeno la densidad de carga media es

$$\rho = -\frac{e}{\pi a^3} \exp(-2r/a),$$

donde a es el radio de Bohr y r la distancia al protón de carga e . Determinar el campo eléctrico, y analizar los casos $r \ll a$ y $r \gg a$.

Problema 9:

Una esfera de radio R y densidad ρ tiene en su interior un hueco esférico de radio a , ubicado a una distancia $d < R - a$ del centro. Calcular el campo eléctrico sobre todo punto del eje de simetría de la configuración.

Problema 10:

Calcular el potencial sobre el eje z para las siguientes configuraciones:

- a) Un cuadrado de lado L en el plano x, y , centrado en el eje z y de densidad uniforme λ .
- b) Una circunferencia de radio R en el plano x, y , centrada en el eje z y de densidad uniforme λ .
- c) Una circunferencia de radio R en el plano x, y , centrada en el eje z y de densidad λ de 0 a π y $-\lambda$ de π a 2π .

Problema 11:

Para las configuraciones a) y d) del problema 7, calcular el potencial en todo el espacio.

Problema 12:

Para las dos primeras configuraciones del problema 10, calcular la fuerza que ejercen sobre un hilo semi-infinito de densidad λ' que comienza en sus centros.

Problema 13:

Calcular el potencial y el campo a gran distancia sobre el eje de simetría de las siguientes configuraciones:

- a) Tres cargas de valores q , q y $-3q$ ubicadas en los vértices de un triángulo equilátero de lado L .
- b) Un hilo finito de longitud L y densidad $\lambda = 2\lambda_0 z/L$ centrado en $z = 0$.
- c) Dos discos paralelos y coaxiales de radio R , separados una distancia d y de densidades σ y $-\sigma$.

Problema 14:

Considérense dos partículas cargadas que se mueven con velocidades perpendiculares entre sí. Analizar cualitativamente las fuerza sobre cada una y discutir la validez del principio de acción y reacción.

Problema 15:

Una partícula de carga q y masa m ingresa con velocidad \mathbf{v}_0 en una región donde existen un campo magnético \mathbf{B} y un campo eléctrico \mathbf{E} uniformes y perpendiculares entre sí.

- a) Encontrar la trayectoria de la partícula.
- b) Mostrar que existe una única velocidad inicial para la cual la trayectoria es una recta (*filtro de velocidades*).

Problema 16:

Para una partícula de masa $m = 10^{-13} g$ y carga $q = 10^{-18} C$ sobre la que sólo actúa el campo magnético de la galaxia $B = 10^{-10} T$, estimar el tiempo que tarda en volver a su punto de partida luego de dar una vuelta completa.

Problema 17: Utilizando la ley de Biot–Savart, calcular el campo magnético para las siguientes distribuciones de corriente:

- a) Una espira circular de radio a y corriente I , sobre su eje de simetría.
- b) Una espira cuadrada de lado L y corriente I , sobre un eje perpendicular al cuadrado y que pasa por su centro.
- c) Un disco de radio R con carga total Q , que gira en torno de su eje de simetría con velocidad angular Ω (calcular sobre el eje).
- d) Un solenoide finito, de longitud L , N vueltas, y corriente I (sobre su eje).

Problema 18:

Usando la ley de Ampère, calcular el campo magnético en todo el espacio para las siguientes distribuciones de corriente:

- a) Un cilindro infinito de radio a por el que circula una corriente I distribuida de manera uniforme.
- b) Un plano infinito con densidad de corriente uniforme.
- c) Un toroide de radios a y b , con N vueltas, por las cuales circula una corriente I .
- d) Un solenoide infinito de radio a , con n vueltas por unidad de longitud, por las que circula una corriente I .

Problema 19:

Para las configuraciones a) y d) del problema 17, obtener el comportamiento del campo a gran distancia y calcular el momento magnético.

Problema 20:

Para la configuración a) del problema 17, calcular la fuerza sobre una pequeña aguja de momento magnético \mathbf{m} ubicada sobre el eje y paralela al mismo.

Problema 21:

A partir de que una aguja de momento magnético \mathbf{m} en un campo magnético \mathbf{B} experimenta un torque $\mathbf{m} \times \mathbf{B}$, proponer una forma de medir el campo magnético terrestre usando una brújula, un solenoide, una fuente y un amperímetro.

Problema 22:

Calcular el potencial vector \mathbf{A} y a partir del mismo el campo \mathbf{B} para un alambre recto muy largo por el que circula una corriente I .

Problema 23:

Un cable coaxil está formado por dos conductores cilíndricos coaxiales, el interior de radio a y el exterior de radios b y c (con $a < b < c$), separados por un medio de permeabilidad μ . Por ambos conductores circulan corrientes I iguales y opuestas. Suponiendo densidad de corriente uniforme, encontrar los campos \mathbf{H} y \mathbf{B} en todo el espacio.

Problema 24:

Se enrollan uniformemente 100 vueltas de cable alrededor de un toroide de hierro de permeabilidad relativa $\mu_r = 1000$, circunferencia media de 50 cm y 2 cm^2 de sección. Por el cable circula una corriente de 10 A . Calcular \mathbf{H} y \mathbf{B} en el núcleo de hierro.