

Fuentes del campo magnético

1. El momento magnético de la Tierra tiene un valor en torno a $9 \times 10^{22} \text{ Am}^2$.
 (a) Si la magnetización del núcleo terrestre es de $1,5 \times 10^9 \text{ A/m}$, ¿cuál es el volumen del núcleo? (b) ¿Cuál es el radio del núcleo si fuese esférico y centrado en el centro de la Tierra?

(a) La magnetización M de la Tierra se relaciona con el momento magnético del núcleo μ a través de su volumen V mediante:

$$M = \frac{\mu}{V}$$

Despejando se tiene:

$$V = \frac{\mu}{M} = \frac{9 \times 10^{22} \text{ Am}^2}{1,5 \times 10^9 \text{ A/m}} = \boxed{6,00 \times 10^{13} \text{ m}^3}$$

(b) Si se supone que el núcleo es esférico de radio R , se tiene:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3(6,00 \times 10^{13} \text{ m}^3)}{4\pi}} = \boxed{2,43 \times 10^4 \text{ m}}$$

2. Estímese el campo magnético transitorio a una distancia de 100 metros de un relámpago, si la carga que se transmite de la nube a la tierra es de 30 C y viaja a una velocidad media de 10^6 m/s .

El módulo del campo magnético producido por una corriente recta infinita a una determinada distancia D de la corriente toma el valor:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi D}$$

La intensidad se define como la carga por unidad de tiempo, de forma que se puede aproximar:

$$I = \frac{Q}{t}$$

La carga que se transfiere es de 30 C, a una velocidad de 10^6 m/s . Si la nube de la tormenta se encuentra a 1 km de altitud, el tiempo que se tarda en transmitir la carga es 10^{-3} s , por lo que la intensidad de corriente es de:

$$I = \frac{30 \text{ C}}{10^{-3} \text{ s}} = 3 \times 10^4 \text{ A}$$

Con lo que el campo magnético queda:

$$B = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2) (3 \times 10^4 \text{ A})}{2\pi \times 10^2} = \boxed{6 \times 10^{-5} \text{ T}}$$



3. Un disco con una densidad superficial de carga σ rotando con una velocidad angular ω puede usarse como modelo para el campo magnético debido a una mancha solar. Si el radio de la mancha solar es aproximadamente 10^7 m, rotando a una velocidad angular de 10^{-2} rad/s, calcule la carga total Q en la mancha solar para crear un campo magnético del orden 0,1 T en el centro ésta. ¿Cuál es la magnitud del campo eléctrico justo encima de esta macha debido a su carga?

El campo magnético creado por un disco de este tipo en el centro del disco es vertical al disco y con un módulo que viene dado por la expresión:

$$B = \frac{\mu_0 \sigma \omega R}{2}$$

Si se distribuye uniformemente, la densidad es igual a la carga partido por la superficie, lo que implica que:

$$B = \frac{\mu_0 \frac{Q}{\pi R^2} \omega R}{2} = \frac{\mu_0 Q \omega}{2\pi R} \Rightarrow Q = \frac{B 2\pi R}{\mu_0 \omega} = \frac{(0,1 \text{ T}) 2\pi (10^7 \text{ m})}{(4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2) (10^{-2} \text{ rad/s})} = \boxed{5,00 \times 10^{14} \text{ C}}$$

El módulo del campo eléctrico justo por encima del disco es:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{Q}{2\pi R^2 \epsilon_0} = \frac{5,00 \times 10^{14} \text{ C}}{2\pi (8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2) (10^7 \text{ m})} = \boxed{90,0 \times 10^{12} \text{ N/C}}$$