

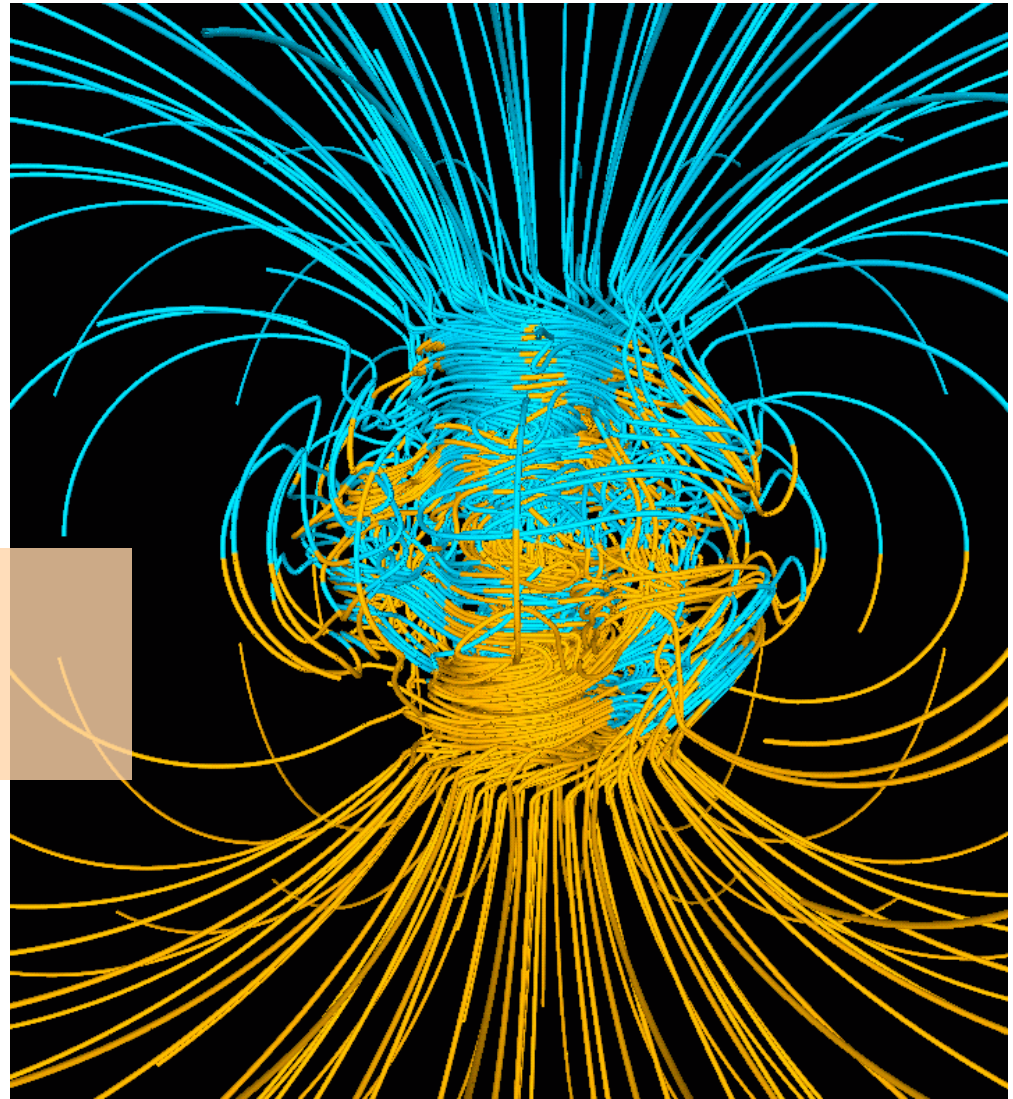
TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

¿Cómo detectan los tiburones a sus presas enterradas?



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

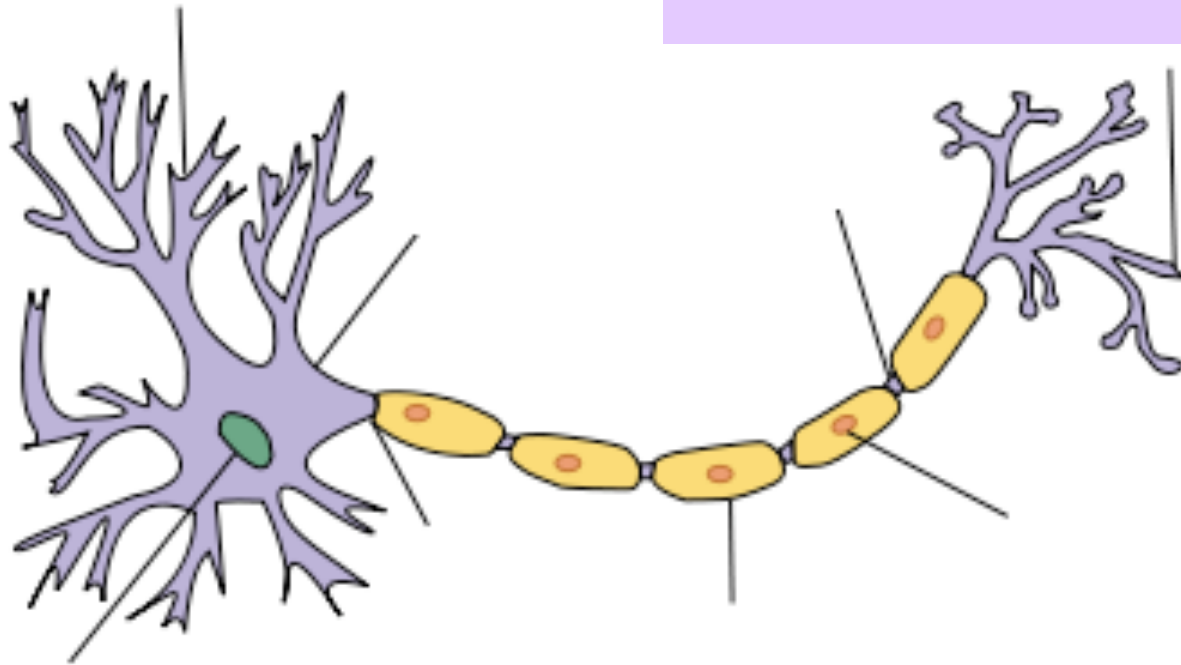
¿Cómo es el campo magnético de la Tierra?



http://stargazers.gsfc.nasa.gov/resources/magnet_in_space_sp.htm

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

¿Cómo conducen el impulso nervioso las neuronas?



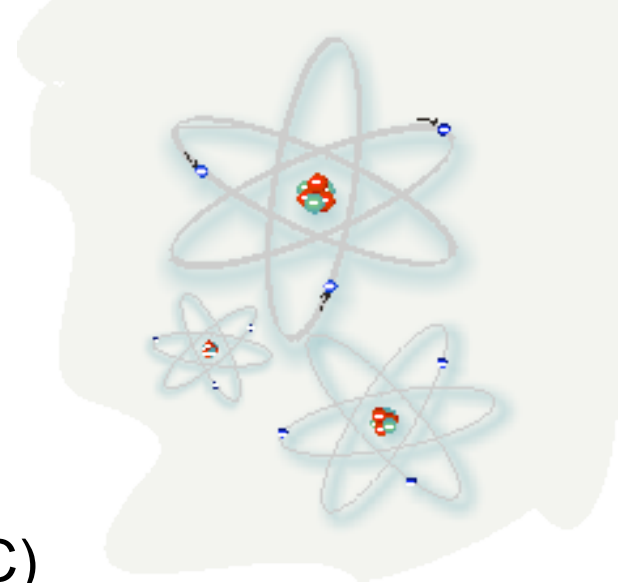
TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico

- Carga q en un átomo:
 - cargas positivas: protones
 - cargas negativas: electrones
- Unidad de carga en el SI: culombio (C)
- Unidad fundamental de q = mínima carga conocida =
= carga del electrón:

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

- El culombio es una unidad grande:
 - $\mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$
 - $\text{nC} = 10^{-9} \text{ C}$



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

■ Fuerza entre cargas: Ley de Coulomb

- Charles Coulomb obtuvo la Ley que lleva su nombre y que, en resumen, dice:

- *“La fuerza ejercida por una carga puntual sobre otra está dirigida a lo largo de la línea que las une. La fuerza varía inversamente con el cuadrado de la distancia que separa las cargas y es proporcional al producto de las cargas. Es repulsiva si las cargas tienen el mismo signo y atractiva si tienen signos opuestos”.*

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

■ Fuerza entre cargas: Ley de Coulomb

- La fuerza de q_1 sobre q_2 se puede expresar como :

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_r$$

- q_1 y q_2 son los valores de las cargas (con signo)
- r la distancia entre ellas
- k una constante que en el vacío: $k = k_0 = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$
- \vec{u}_r un vector unitario:
 - aplicado sobre q_2
 - en la dirección de la recta que une las cargas
 - con sentido “hacia afuera” (sentido de q_1 hacia q_2)

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

■ Fuerza entre cargas: Ley de Coulomb

- La fuerza de q_1 sobre q_2 :



$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_r$$

q_1, q_2 **mismo signo**
(Fuerza repulsiva)

vector u_r

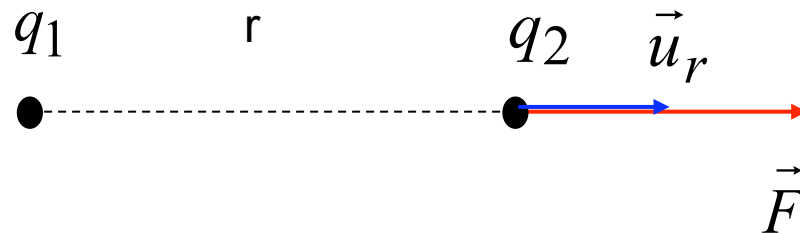
- aplicado sobre q_2
- en la dirección de la recta que une las cargas
- con sentido “hacia afuera” (sentido de q_1 hacia q_2)

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

■ Fuerza entre cargas: Ley de Coulomb

- La fuerza de q_1 sobre q_2 :



$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_r$$

q_1 , **mismo signo**
(Fuerza repulsiva)

Fuerza: mismo sentido que vector u_r

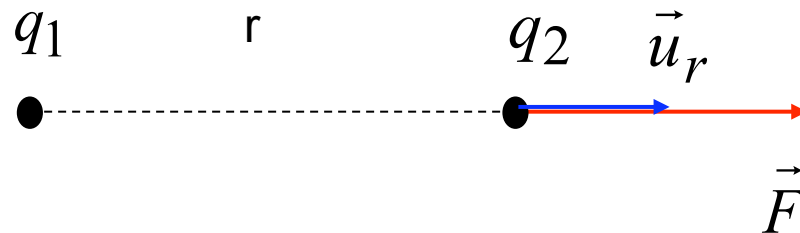
TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

■ Fuerza entre cargas: Ley de Coulomb

- La fuerza de q_1 sobre q_2 :

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_r$$



q_1, q_2 mismo signo
(Fuerza repulsiva)



q_1, q_2 **signo opuesto**
(Fuerza atractiva)

mismo vector \vec{u}_r \vec{F}

- aplicado sobre q_2
- en la dirección de la recta que une las cargas
- con sentido “hacia afuera” (sentido de q_1 hacia q_2)

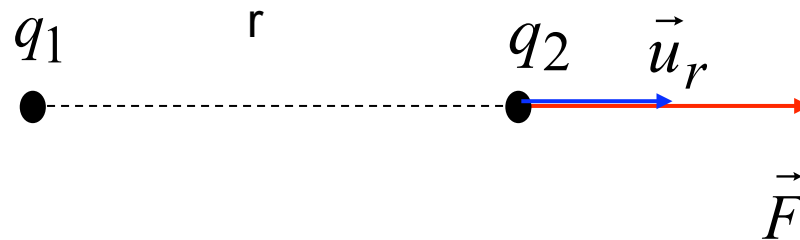
TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

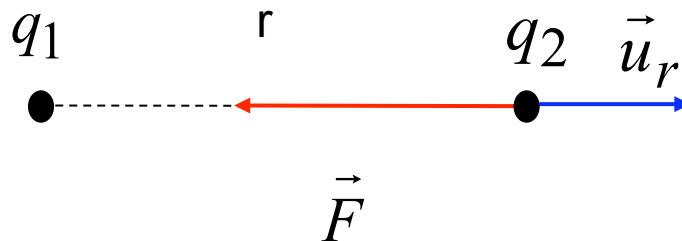
■ Fuerza entre cargas: Ley de Coulomb

- La fuerza de q_1 sobre q_2 :

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_r$$



q_1, q_2 mismo signo
(Fuerza repulsiva)



q_1, q_2 **signo opuesto**
(Fuerza atractiva)

Fuerza: sentido opuesto que vector u_r
¡Según el signo relativo de q_1, q_2 ,

F tiene el mismo signo que u_r o diferente!

TEMA 2:

BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

■ Campo eléctrico

- Consideremos dos cargas Q y q (pequeña)
- Paso intermedio para cálculo de F :
 - La carga Q crea un “fuerza por unidad de carga q ” (F/q) a su alrededor
 - que se denomina “*campo eléctrico E* ”
 - Ese campo eléctrico E es el que hace una fuerza sobre q
- Comparando con la fuerza de Coulomb:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = k \frac{Qq}{r^2} \vec{u}_r$$



$$\vec{E} = k \frac{Q}{r^2} \vec{u}_r$$

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

■ Campo eléctrico

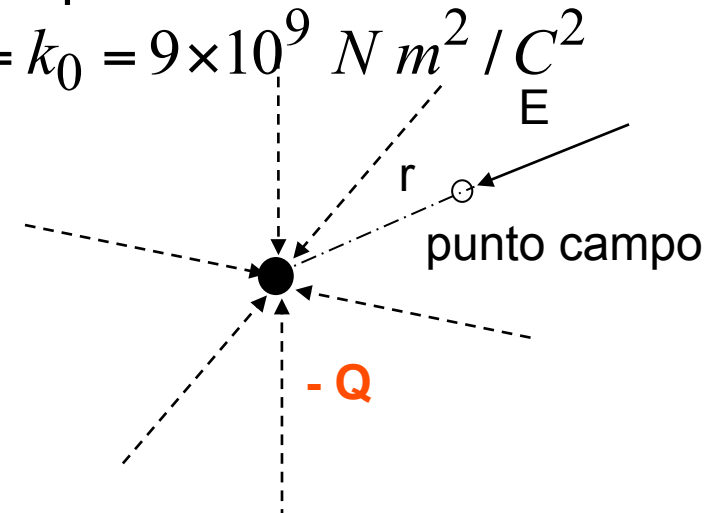
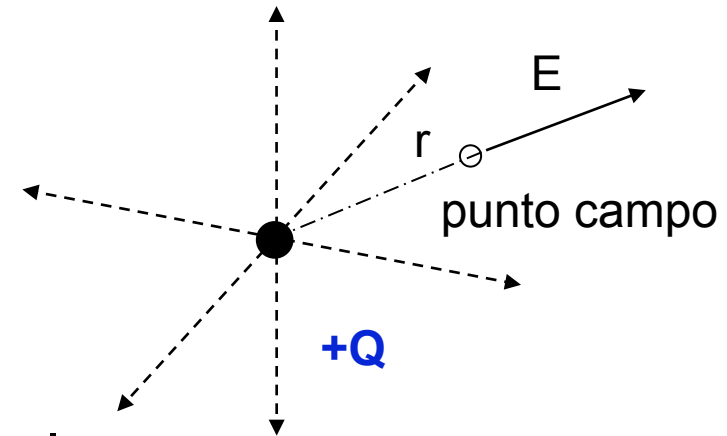
$$\vec{E} = k \frac{Q}{r^2} \vec{u}_r$$

- Q es el valor de la carga que crea el campo
- r la distancia entre Q y el punto campo
- k constante que en el vacío $k = k_0 = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$
- \vec{u}_r vector

- aplicado en el punto campo
- en dirección radial (recta Q-pc)
- con sentido “hacia afuera”

carga Q positiva: hacia afuera

carga Q negativa: hacia adentro



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

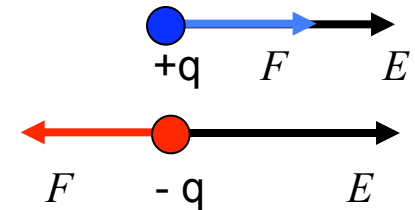
■ Campo eléctrico

□ Concepto de campo: añade un paso (Q crea E , E ejerce F)

□ Obsérvese que: $\vec{F} = q\vec{E}$

■ si q positiva, F en dirección de E

■ si q negativa, F en dirección opuesta a E



□ Unidad de E : N/C, V/m

□ Suma vectorial:

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

Fuente	Campo Eléctrico
Cable doméstico	$\sim 10^{-2}$ N/C
Ondas de radio	$\sim 10^{-1}$ N/C
Nube tormentosa	$\sim 10^3$ N/C
Tubo de rayos X	$\sim 10^6$ N/C

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

- Líneas de campo eléctrico
 - Líneas tangentes en todo punto al vector \vec{E}
 - Permiten visualizar la dirección y sentido de \vec{E}

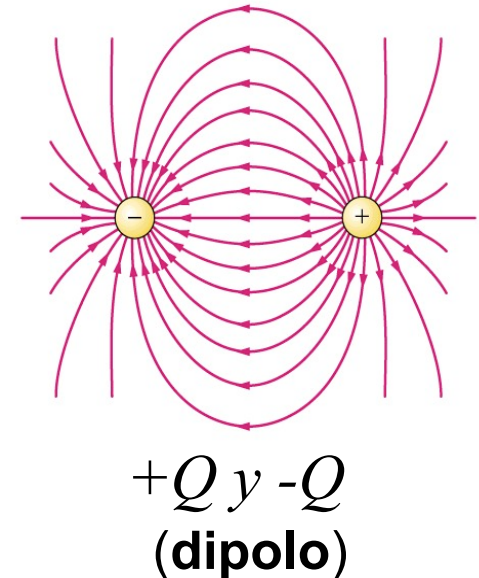
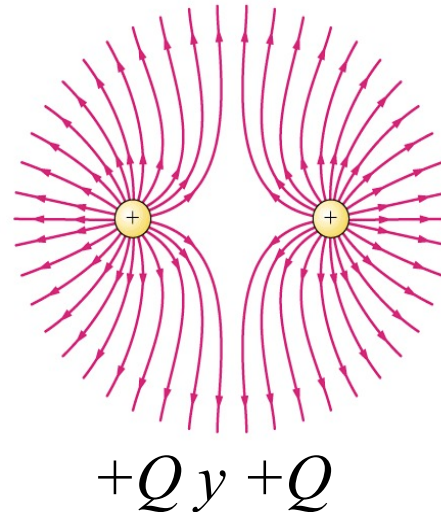
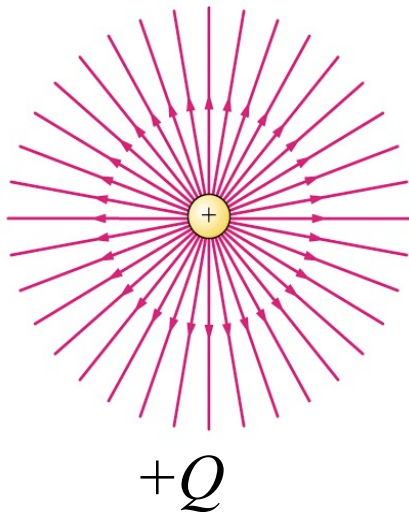


Figura 21.19 Tipler, 5ªEd.

Figura 21.20 Tipler, 5ªEd.

Figura 21.21 Tipler, 5ªEd.

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

CURIOSIDAD

- Peces que "Ven" por Medio de un Campo Eléctrico
- Emiten un campo eléctrico mediante un órgano especial.
- Detectan las ondas reflejadas mediante órganos sensoriales: determinan el tamaño, características y movimiento de lo que les rodea.



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

CURIOSIDADES

- Peces eléctricos
- Su campo eléctrico



¡ATENCIÓN!

**¡Imágenes de página
creacionista!**

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.1 Fuerza y campo eléctrico (cont)

CURIOSIDAD

- Applets sobre campo eléctrico y magnético:

<http://www.falstad.com/emstatic/>