

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

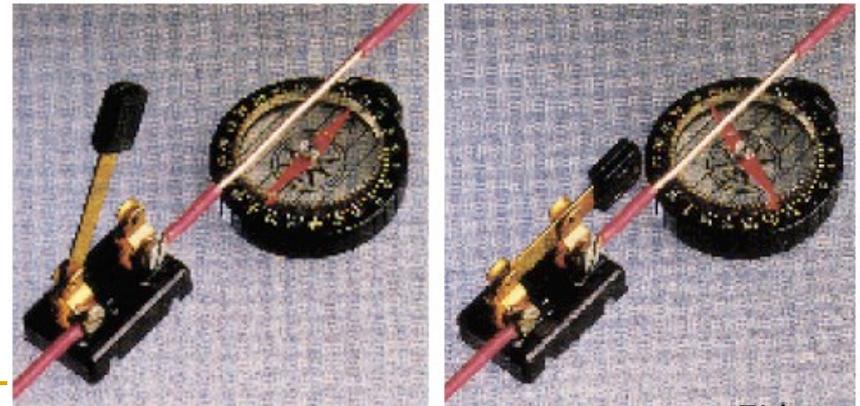
2.6.1 Campo magnético

- Agujas imantadas (brújulas) **se orientan** en la Tierra (China, antes de Jesucristo; Europa, s. XII)
- Agujas imantadas (brújulas) **se orientan** en presencia de la magnetita (óxido de hierro)
- Agujas imantadas (brújulas) **se orientan** en presencia de una corriente eléctrica (en 1820 H.C. Oersted)



*Figuras pag. 795, 816
Tipler 5ª Ed.*

***En definitiva, las agujas imantadas
SE ORIENTAN con la Tierra, la
magnetita y las corrientes eléctricas***



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

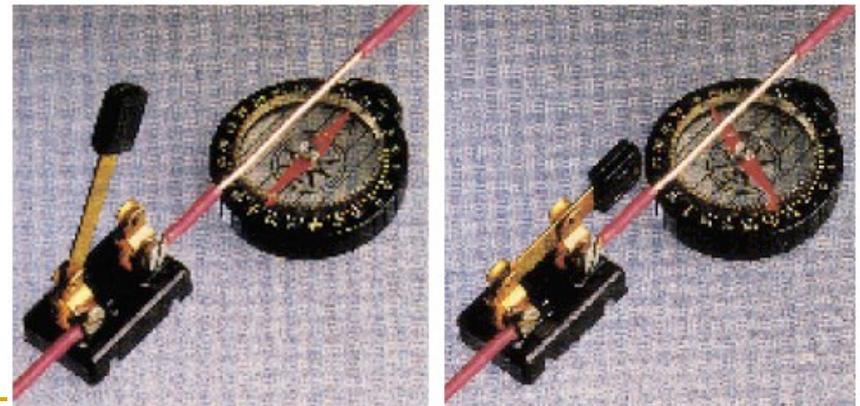
2.6.1 Campo magnético

- Agujas imantadas (brújulas) **se orientan** en la Tierra (China, antes de Jesucristo; Europa, s. XII)
- Agujas imantadas (brújulas) **se orientan** en presencia de la magnetita (óxido de hierro)
- Agujas imantadas (brújulas) **se orientan** en presencia de una corriente eléctrica (en 1820 H.C. Oersted)



*Figuras pag. 795, 816
Tipler 5ª Ed.*

**En definitiva, las agujas imantadas
SE ORIENTAN con
el CAMPO MAGNÉTICO**



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.1 Campo magnético

Relación entre corrientes e imanes:

- Espira circular: campo magnético en eje
- Barra magnetita: campo magnético en eje
 - ¿Qué relación existe entre ambos campos magnéticos?
- La magnetita: átomos están alineados
 - corrientes microscópicas en la misma dirección
 - se compensan parcialmente en el centro
 - es equivalente a una corriente por el contorno

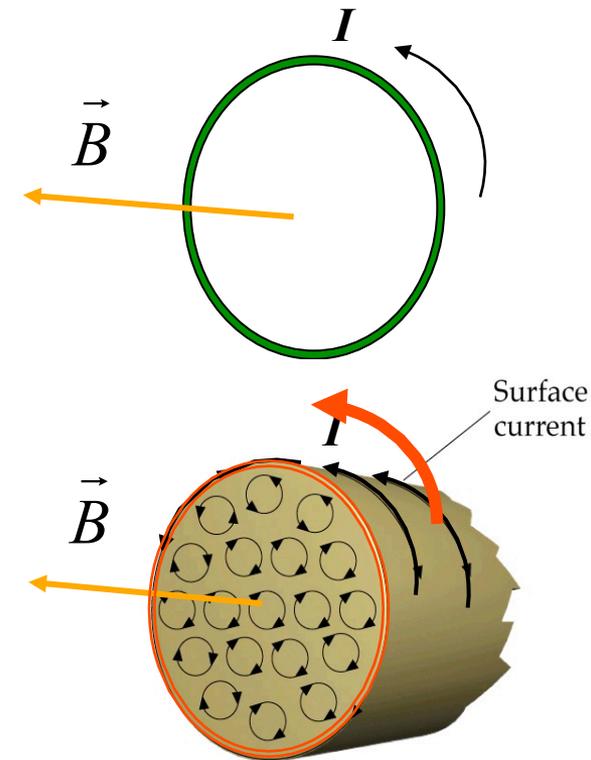


Figura 27.32 Tipler 5ª Ed.

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.1 Campo magnético

- Fuentes del campo magnético: **CORRIENTES ELECTRICAS** (microscópicas o macroscópicas)
 - Campo eléctrico: fuentes \rightarrow cargas eléctricas
 - Unidad: tesla (T) \rightarrow mT y μ T.

Fuente	Campo Magnético
Impulso axón	$\sim 10^{-10}$ T
Campo de la Tierra	$\sim 10^{-4}$ T
Línea tranvía (500 A)	$\sim 10^{-4}$ T (a 2 m)
Campo RMN	$\sim 10^{-1}$ T

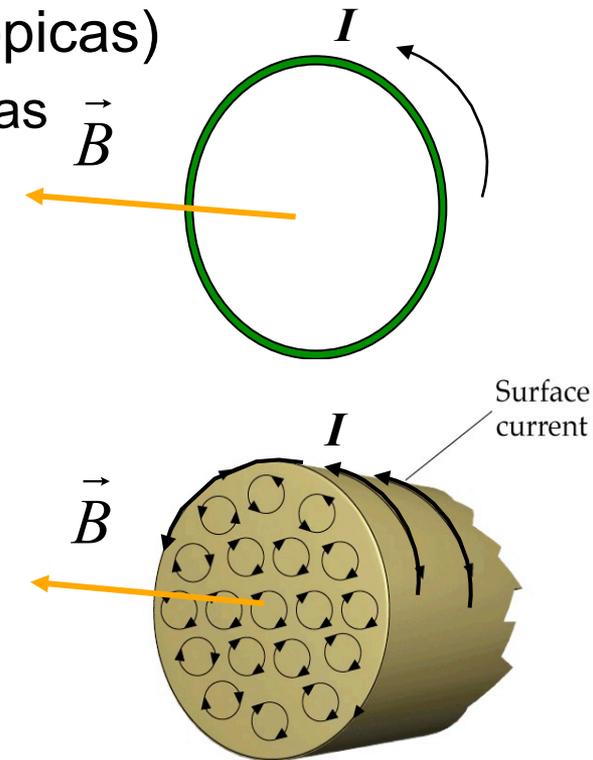


Figura 27.32 Tipler 5ª Ed.

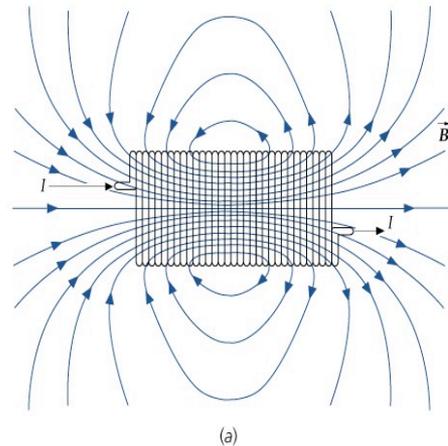
TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.1 Campo magnético

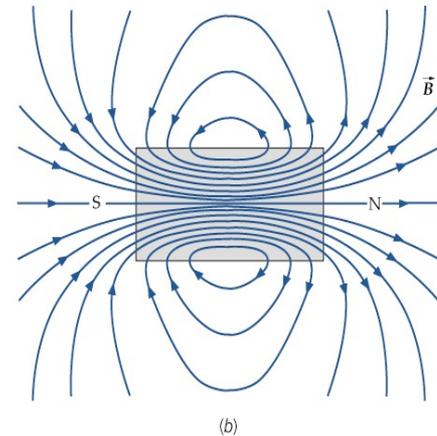
Representación del campo magnético:

- Líneas de campo: líneas tangentes a \vec{B}

bobina



imán



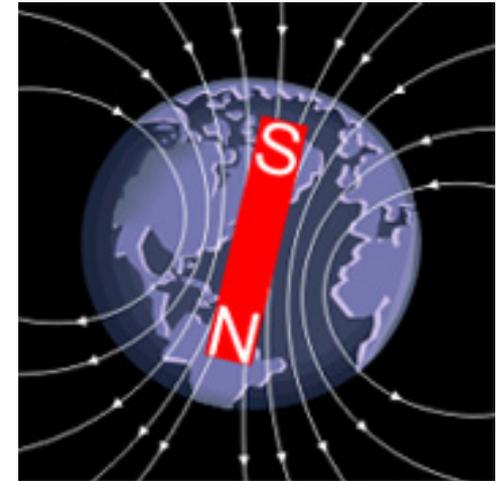
- Por convenio, se denomina POLO NORTE al extremo por el que salen las líneas de campo magnético.

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

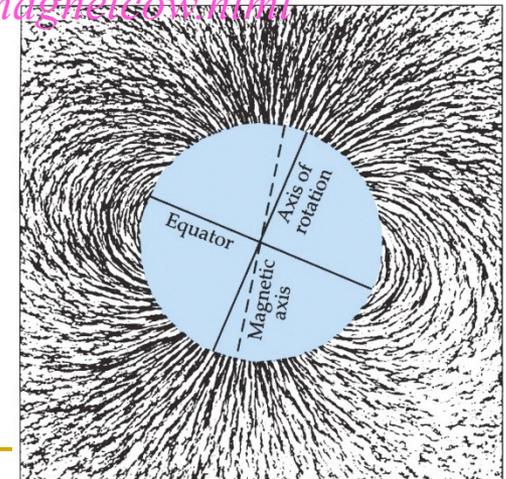
2.6.1 Campo magnético

Campo magnético de la Tierra:

- Tierra es un gran imán:
 - NORTE geográfico → SUR magnético
- Eje de rotación (Norte y Sur geográficos) no coincide exactamente con el polo magnético: **declinación magnética**
- Las líneas del campo magnético cambian su inclinación respecto de la superficie en función de la latitud.



<http://www.unav.es/aciacierta/otros/magnetsow.html>



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

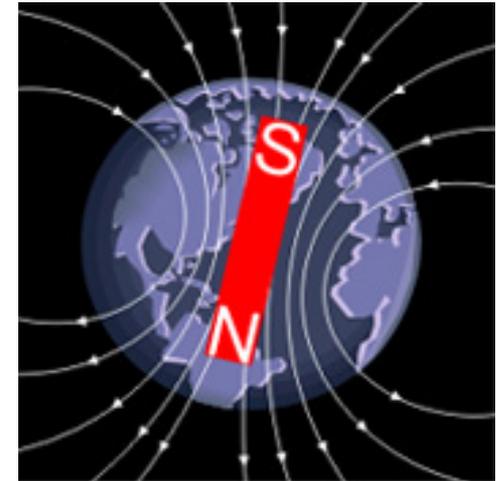
2.6.1 Campo magnético

Campo magnético de la Tierra:

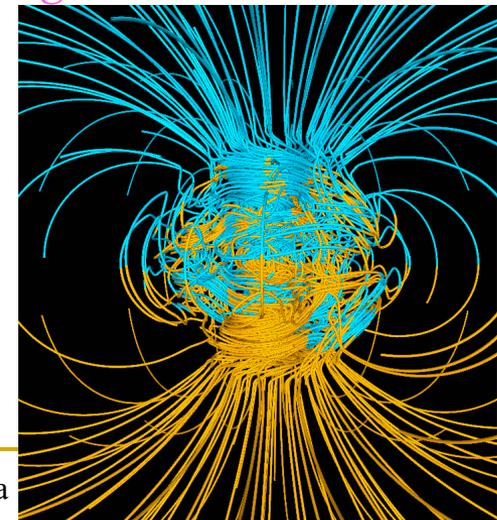
¿Dónde están las corrientes “microscópicas” que crean el magnetismo de la Tierra?

- Campo magnético Tierra: creado por corrientes dentro del núcleo de la Tierra
- Corrientes complejas: modelo geodinamo de Glatzmaier-Roberts

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



<http://www.unav.es/aciacierta/otros/magnetcow.html>



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.2 Fuerza sobre una carga en movimiento

- La fuerza que hace un campo magnético sobre una carga en movimiento es

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B} \quad (\text{fuerza de Lorentz})$$

- q : carga que se mueve
 - \vec{v} : su velocidad
 - \vec{B} : campo magnético aplicado
-
- Fuerza debida a campo eléctrico: $\vec{F} = q\vec{E}$
 - Fuerza debida a campo magnético: producto vectorial $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.2 Fuerza sobre una carga en movimiento

- Fuerza resultante: producto vectorial $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$

- módulo: $|\vec{F}| = q v B \text{ sen}\theta$
 θ : ángulo entre \vec{v} y \vec{B}

- dirección y sentido: “regla del tornillo”
 - perpendicular al plano definido por \vec{v} y \vec{B}
 - sentido de avance del tornillo
- dirección y sentido: “regla de la mano derecha”

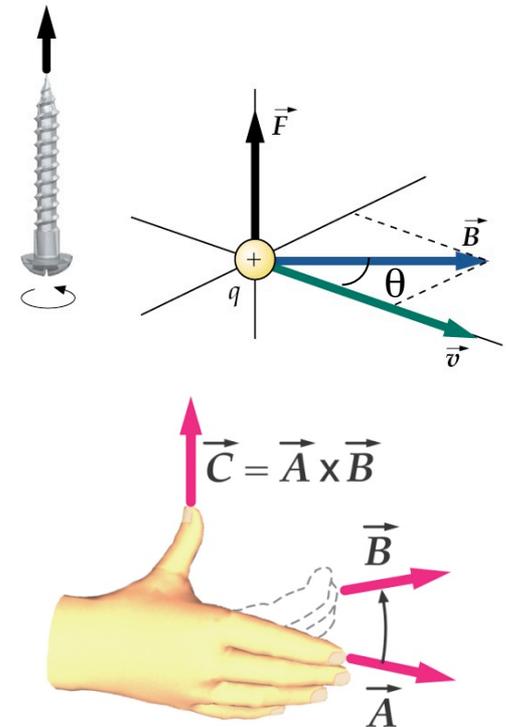


Figura 26.2 Tipler 5ª Ed.

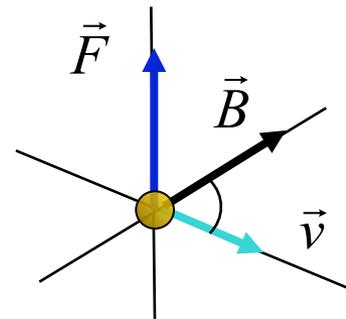
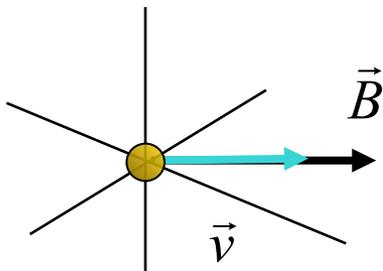
TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.2 Fuerza sobre una carga en movimiento

■ Casos especiales:

□ Si $\vec{v} \parallel \vec{B}$, $\theta = 0^\circ$ (ó 180°) $\rightarrow |\vec{F}| = q v B \text{ sen } 0 = 0$

□ Si $\vec{v} \perp \vec{B}$, $\theta = 90^\circ$ $\rightarrow |\vec{F}| = q v B \text{ sen } 90 = q v B$



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.2 Fuerza sobre una carga en movimiento

- Carga con \vec{v} en zona con \vec{B} uniforme, tal que $\vec{v} \perp \vec{B}$
- La fuerza es siempre perpendicular al vector velocidad
 - Modifica su dirección, pero no su valor.
 - El resultado es una trayectoria circular.

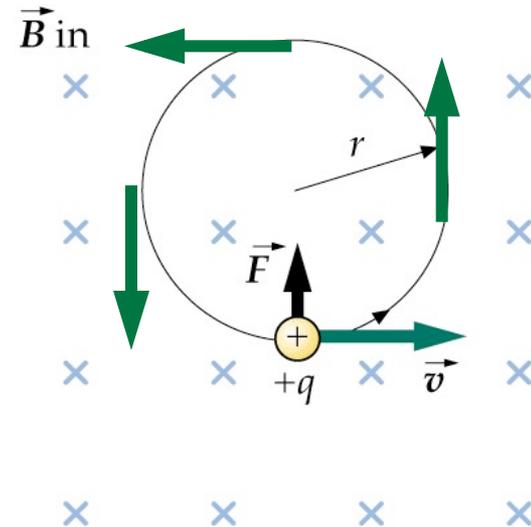
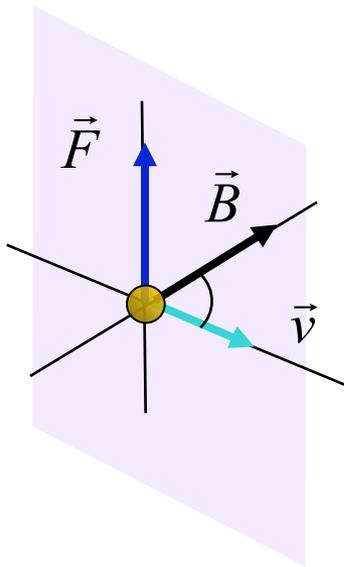


Figura 26.12 Tipler 5ª Ed.

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.3 Espectrómetro de masas

- La relación q/m es característica para cada partícula
 - Se usa para identificación
- Partes y principio de funcionamiento:
 - Fuente ionizadora
 - Ioniza positivamente la sustancia

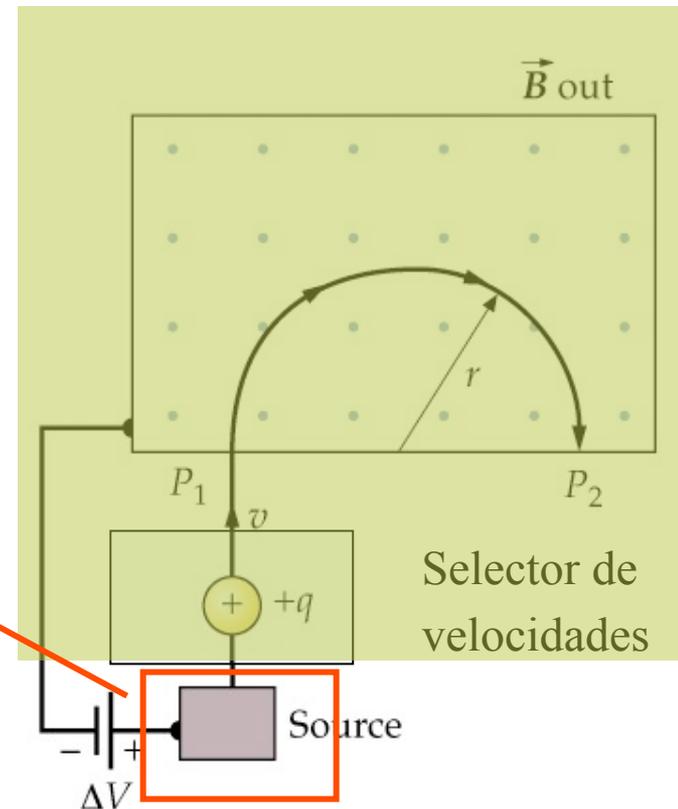


Figura 26.19 Tipler 5ª Ed.

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.3 Espectrómetro de masas

- La relación q/m es característica para cada partícula
 - Se usa para identificación
- Partes y principio de funcionamiento:
 - Fuente ionizadora
 - Ioniza positivamente la sustancia
 - Selector de velocidades
 - Deja pasar SÓLO los iones que llevan una cierta velocidad

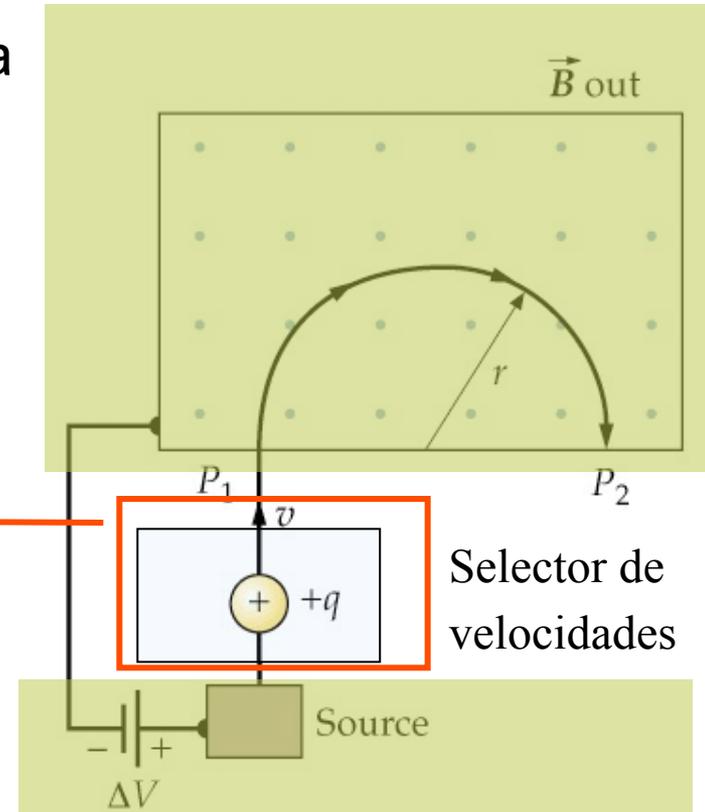


Figura 26.19 Tipler 5ª Ed.

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.3 Espectrómetro de masas

- La relación q/m es característica para cada partícula
 - Se usa para identificación
- Partes y principio de funcionamiento:
 - Fuente ionizadora
 - Ioniza positivamente la sustancia
 - Selector de velocidades
 - Deja pasar SÓLO los iones que llevan una cierta velocidad
 - Cámara
 - Los iones se desvían
 - Midiendo P_1 y $P_2 \rightarrow q/m$

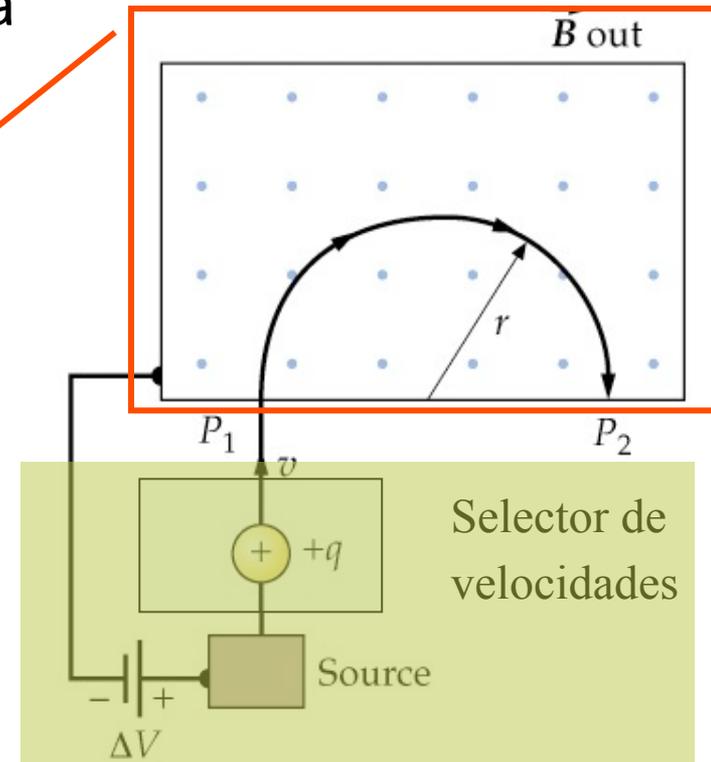
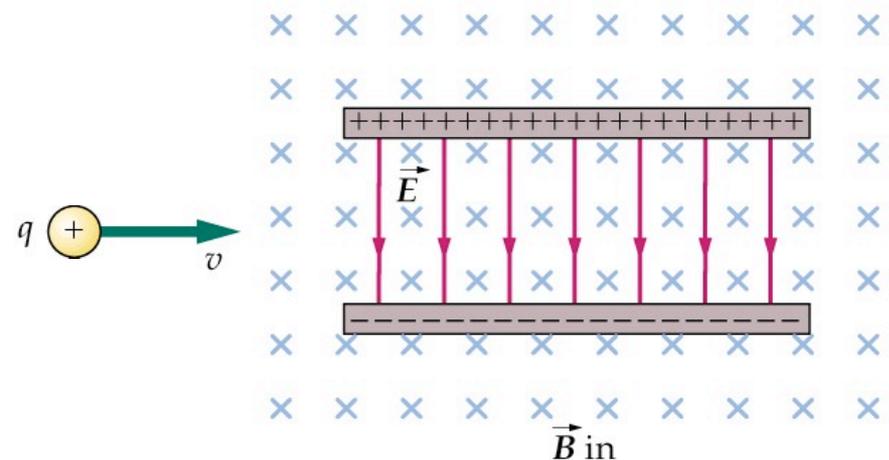


Figura 26.19 Tipler 5ª Ed.

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.3 Espectrómetro de masas

- Selector de velocidades:
 - Zona con un \vec{E} y un \vec{B}
 - Perpendiculares entre sí y respecto de \vec{v}



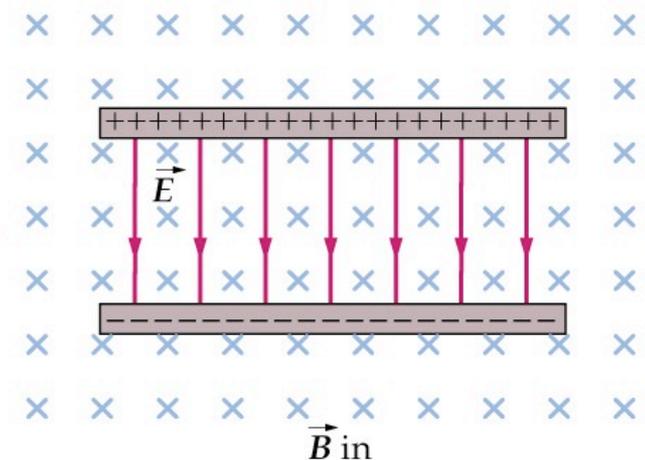
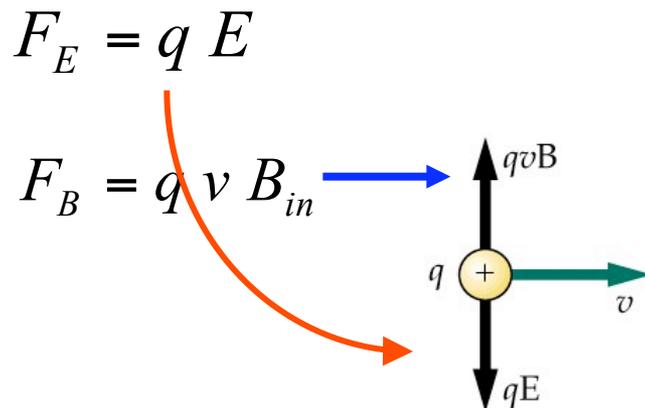
TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.3 Espectrómetro de masas

- Selector de velocidades:
 - Zona con un \vec{E} y un \vec{B}
 - Perpendiculares entre sí y respecto de \vec{v}
 - Fuerzas:

$$F_E = q E$$

$$F_B = q v B_{in}$$



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.3 Espectrómetro de masas

■ Selector de velocidades:

- Zona con un \vec{E} y un \vec{B}
- Perpendiculares entre sí y respecto de \vec{v}
- Fuerzas:

$$F_E = q E$$

$$F_B = q v B_{in}$$

- sólo pasan: $F_E = F_B$

- por tanto: $v = \frac{E}{B_{in}}$

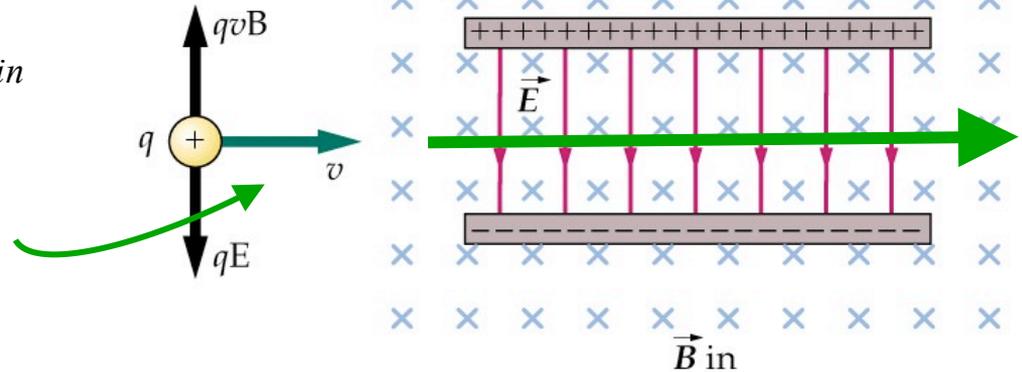


Figura 26.16 Tipler 5ª Ed.

TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.3 Espectrómetro de masas

■ Selector de velocidades:

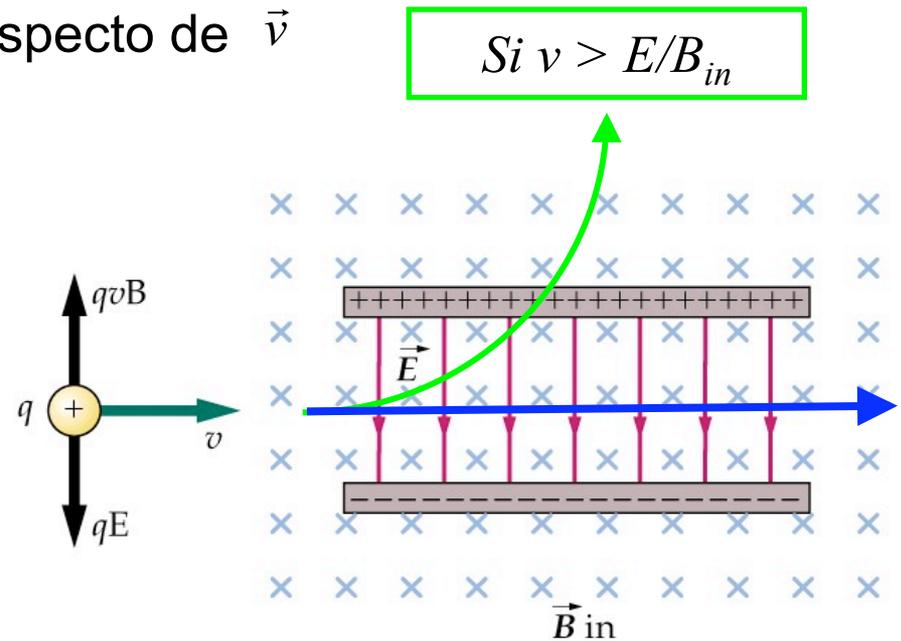
- Zona con un \vec{E} y un \vec{B}
- Perpendiculares entre sí y respecto de \vec{v}
- Fuerzas:

$$F_E = q E$$

$$F_B = q v B_{in}$$

- sólo pasan: $F_E = F_B$

- por tanto: $v = \frac{E}{B_{in}}$



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.3 Espectrómetro de masas

■ Selector de velocidades:

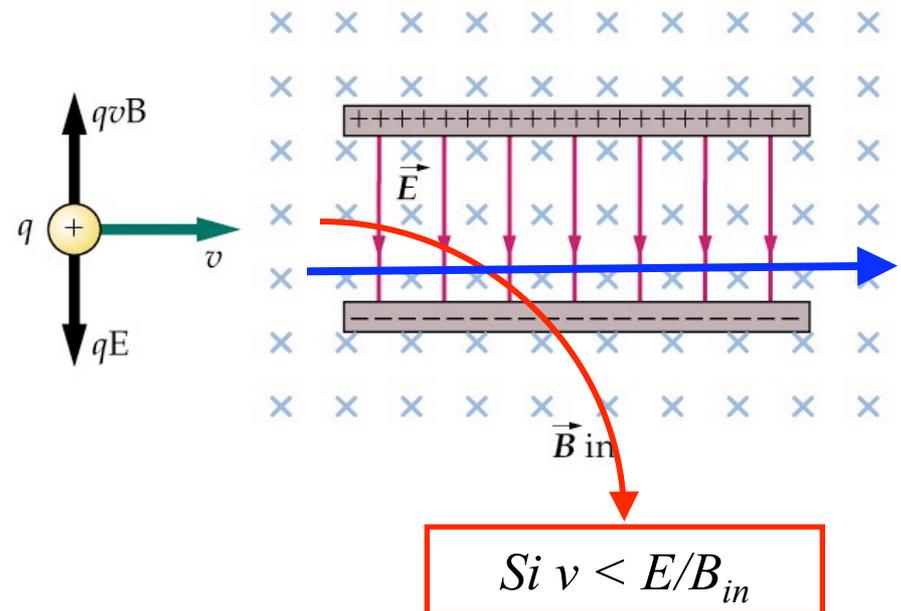
- Zona con un \vec{E} y un \vec{B}
- Perpendiculares entre sí y respecto de \vec{v}
- Fuerzas:

$$F_E = q E$$

$$F_B = q v B_{in}$$

- sólo pasan: $F_E = F_B$

- por tanto: $v = \frac{E}{B_{in}}$



TEMA 2: BIOELECTROMAGNETISMO

2.6.3 Espectrómetro de masas

■ Cámara:

- Debido a $\vec{B}_{out} \rightarrow$ trayectoria circular
- Radio de curvatura

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{v^2}{R} \\ a &= \frac{F_B}{m} \end{aligned} \right\} \frac{v^2}{R} = \frac{F_B}{m} = \frac{q v B_{out}}{m}$$

- Se calcula q/m :

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{R B_{out}}$$

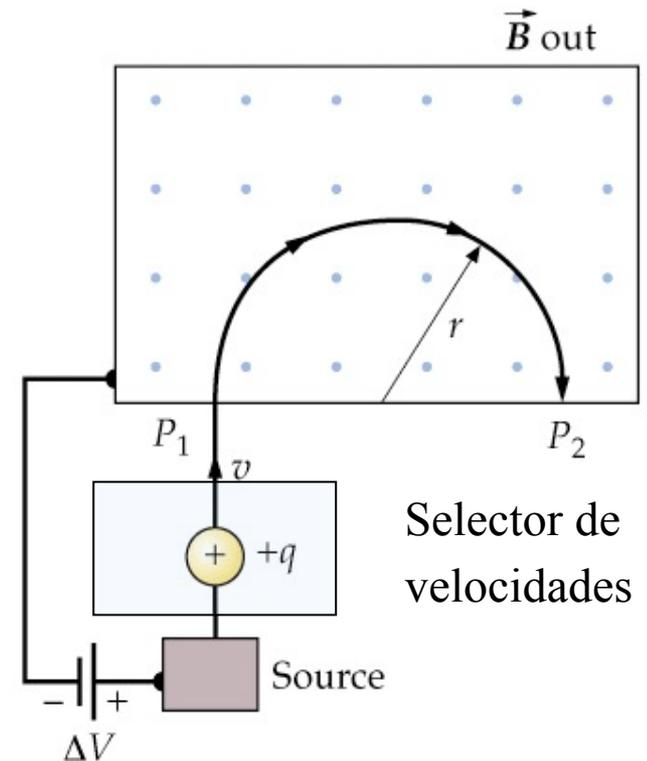


Figura 26.19 Tipler 5ª Ed.