

# TEMA 1: DINÁMICA Y ENERGÍA

## Esquema

1. Leyes de Newton.
2. Tipos de fuerzas.
3. Plano horizontal y plano inclinado.
4. Trabajo y energía.
5. Fuerzas conservativas y fuerzas no conservativas.
6. Conservación de la energía y conservación de la energía mecánica.
7. Formulario.
8. Cuestiones tipo.
9. Problemas tipo.

## 1. Leyes de Newton

- Todo cuerpo en reposo o en movimiento sigue las tres leyes de Newton:

a) Primera ley de Newton o ley de la inercia: todo cuerpo permanece en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme (MRU) mientras no actúe sobre él una fuerza resultante distinta de cero.

- La inercia es la tendencia que tienen los cuerpos a seguir en el estado de reposo o de movimiento en el que se encontraban.

- Esto significa que:

Si el cuerpo está en reposo o con MRU:  $\sum \vec{F} = 0$

Si el cuerpo tiene una aceleración:  $\sum \vec{F} \neq 0$

- Los movimientos acelerados son:

\* MRUA (movimiento rectilíneo uniformemente acelerado).

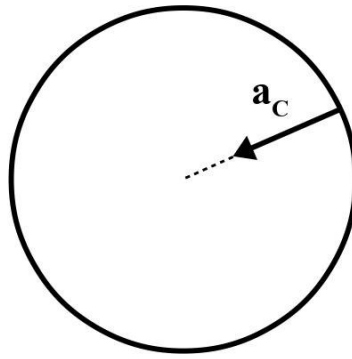
\* Movimiento desacelerado o de frenado.

\* MCU (movimiento circular uniforme).

\* MCUA (movimiento circular uniformemente acelerado).

\* Movimiento circular desacelerado.

- En los movimientos circulares, hay una aceleración hacia el centro de la trayectoria: la aceleración normal o aceleración centrípeta.



Aceleración centrípeta

b) Segunda ley de Newton o principio fundamental de la Dinámica: cuando a un cuerpo se le aplica una fuerza resultante distinta de cero, se le comunica una aceleración que es directamente proporcional a la resultante e inversamente proporcional a la masa.

$$a = \frac{F}{m} \rightarrow F = m \cdot a$$

- Esta ecuación se puede aplicar a cualquier fuerza pero, normalmente, se aplica a la fuerza resultante:

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

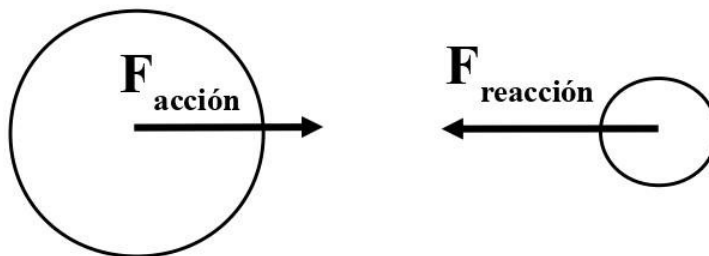
Segunda ley de Newton. Forma vectorial

$$F = m \cdot a$$

Segunda ley de Newton. Forma escalar

- La aceleración tiene la misma dirección y el mismo sentido que la fuerza resultante.

c) Tercera ley de Newton o principio de acción y reacción: cuando un cuerpo ejerce una fuerza (acción) sobre otro cuerpo, el otro cuerpo ejerce sobre el primero otra fuerza (reacción), que es de igual módulo y de sentido contrario.



**La Tierra**

**La Luna**

Tercera ley de Newton

- Esto significa, que todas las fuerzas en el universo actúan por pares.
- Las fuerzas de acción y reacción nunca se anulan, ya que actúan sobre cuerpos distintos.

## 2. Tipos de fuerzas

- Algunas de las fuerzas más características son:

a) La fuerza de la gravedad,  $F_G$ : es la fuerza con la que se atraen todos los cuerpos por tener masa.

$$F_G = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

Ley de Newton de la gravitación universal

siendo:  $G$ : constante de gravitación universal =  $6'67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$

$M$ : masa mayor (kg)

$m$ : masa menor (kg)

$r$ : distancia entre los centros de gravedad (m)

b) El peso,  $P$ : es la fuerza con la que un planeta atrae a cuerpos cercanos a su superficie.

- Es la misma que la fuerza de la gravedad, sólo que se utiliza más cuando el cuerpo está cerca de la superficie del planeta.

$$P = m \cdot g$$

Peso

siendo:  $m$ : masa (kg).

$g$ : aceleración de la gravedad  $\left( \frac{m}{s^2} \right)$

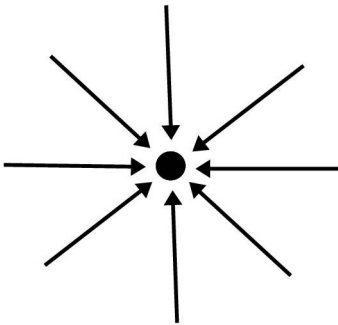
# TEMA 2: GRAVITACIÓN

## Esquema

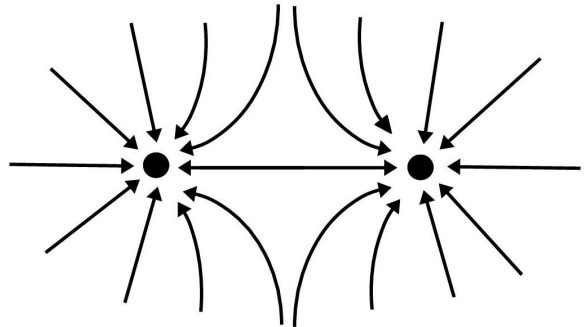
1. Concepto de campo gravitatorio.
2. Leyes de Kepler.
3. Magnitudes del campo gravitatorio.
4. Principio de superposición.
5. Trabajando con magnitudes vectoriales.
6. Satélites.
7. Gráficas.
8. Formulario.
9. Cuestiones tipo.
10. Problemas tipo.

### 1. Concepto de campo gravitatorio

- Un campo gravitatorio es una perturbación del espacio provocada por la presencia de una masa.
- Es decir, una masa altera el espacio que le rodea y esa alteración se llama campo gravitatorio.
- El campo gravitatorio se representa mediante líneas de campo, que indican hacia dónde se dirige la fuerza de la gravedad en cada punto del espacio si se colocase otra masa.



Líneas de campo para una masa

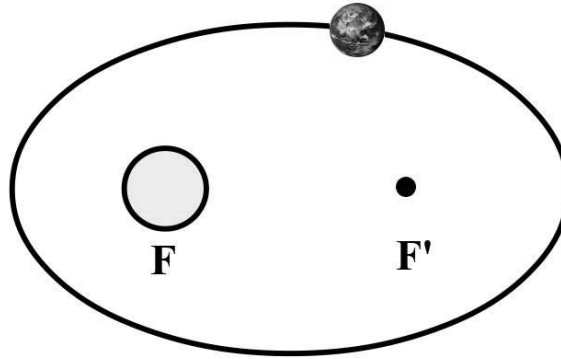


Líneas de campo para dos masas

### 2. Leyes de Kepler

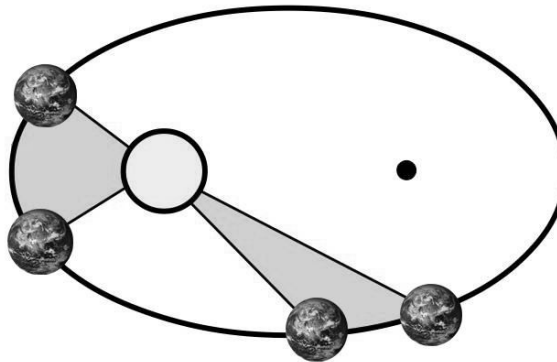
- Son tres leyes que regulan el movimiento de satélites alrededor de planetas o de planetas alrededor de estrellas.

- a) Primera ley de Kepler: los planetas giran alrededor del Sol en trayectorias elípticas, ocupando el Sol uno de los focos.
- Los focos de una elipse son dos puntos que cumplen la condición de que cualquier punto de la elipse tiene constante la suma a los dos focos.



Primera ley de Kepler

- b) Segunda ley de Kepler: el vector de posición del planeta barre áreas iguales en tiempos iguales.
- Como consecuencia de esta ley, el satélite se mueve más rápido cuando está más cerca del cuerpo celeste con respecto al que gira y se mueve más lentamente cuando está más lejos.



Segunda ley de Kepler

- c) Tercera ley de Kepler: el cociente entre el cuadrado del período de revolución y el cubo del radio medio de la órbita es una constante para todos los satélites que giran con respecto a ese cuerpo celeste:

$$\frac{T^2}{r^3} = \text{constante}$$

### 3. Magnitudes del campo gravitatorio

- Algunas magnitudes son escalares y otras son vectoriales.
- Son escalares: el potencial, la energía potencial y el trabajo.
- Son vectoriales: la fuerza de la gravedad o peso, el campo gravitatorio y la velocidad de escape.
- A pesar de que son vectoriales, del peso y de la velocidad de escape suelen calcularse sólo sus módulos.

a) Fuerza de la gravedad,  $F_G$ : es la fuerza con la que se atraen dos cuerpos por tener masas. Viene dada por la ley de gravitación universal de Newton:

$$F_G = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \quad (\text{N, newtons})$$

Fuerza de la gravedad

b) Peso,  $P$ : es la misma fuerza que la fuerza de la gravedad, sólo que normalmente se refiere a la fuerza de la gravedad cerca de la superficie del planeta, aunque no tiene por qué.

$$P = m \cdot g \quad (\text{N})$$

Peso

c) Campo gravitatorio o aceleración de la gravedad,  $g$ : es la fuerza por unidad de masa ejercida en cada punto del espacio:

$$g = \frac{F_G}{m} = \frac{\frac{G \cdot M \cdot m}{r^2}}{m} = \frac{G \cdot M}{r^2} \quad \left( \frac{m}{s^2} \right)$$

Campo gravitatorio

d) Energía potencial gravitatoria,  $E_p$ : es la energía necesaria para llevar a un cuerpo desde la posición que se encuentra hasta el infinito.

$$E_p = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r} \quad (\text{J, julios})$$

Energía potencial

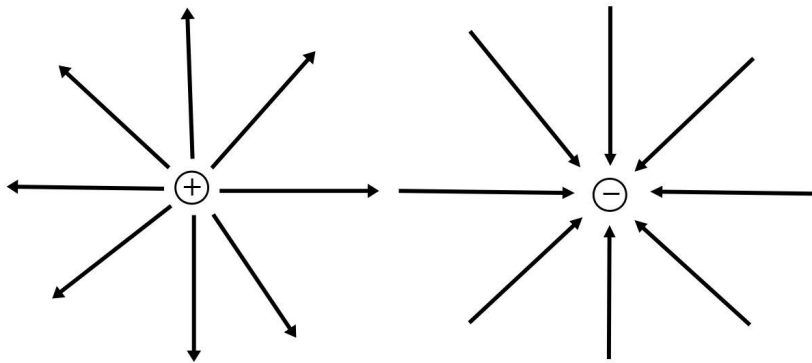
# TEMA 3: CAMPO ELÉCTRICO

## Esquema

1. Concepto de campo eléctrico.
2. Magnitudes del campo eléctrico.
3. Principio de superposición.
4. Superficies equipotenciales.
5. Campo eléctrico uniforme.
6. Gráficas.
7. Formulario.
8. Cuestiones tipo.
9. Problemas tipo.

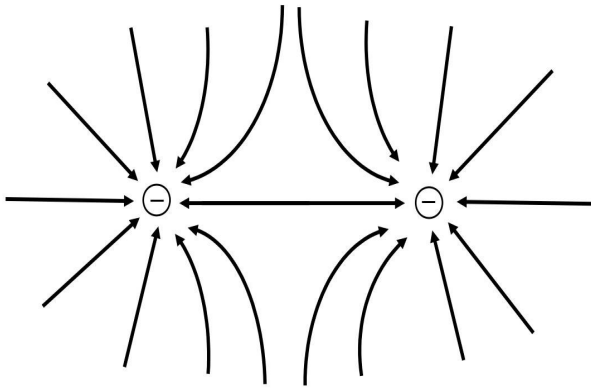
### 1. Concepto de campo eléctrico

- Un campo eléctrico es la perturbación del espacio provocada por la presencia de una carga.
- Es decir, una carga altera el espacio que le rodea y ese espacio alterado por la carga se llama campo eléctrico o campo electrostático.
- El campo eléctrico se representa mediante líneas de campo, que indican hacia dónde se dirige la fuerza eléctrica en cada punto del espacio.

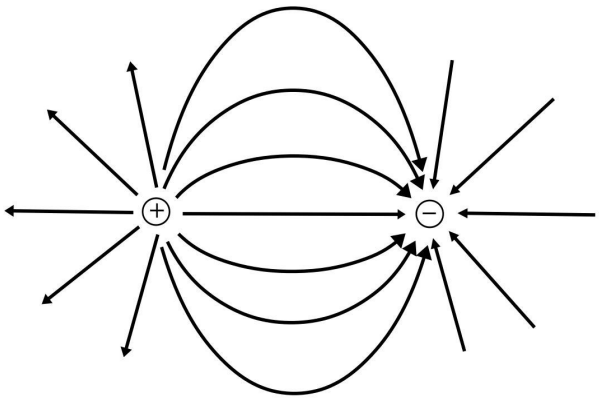


Líneas de campo de carga positiva

Líneas de campo de carga negativa



Líneas de campo. Cargas de igual signo



Líneas de campo. Cargas de signos opuestos

## 2. Magnitudes del campo eléctrico

- Algunas magnitudes son escalares y otras son vectoriales.
- Son escalares: la energía potencial, el potencial y el trabajo.
- Son vectoriales: la fuerza eléctrica y el campo eléctrico.

a) Fuerza electrostática o fuerza de Coulomb,  $F_E$ : es la fuerza con la que se atraen dos cuerpos cargados. Viene dada por la ley de Coulomb:

$$F_E = K \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad (\text{newtons, N})$$

Fuerza eléctrica

b) Campo eléctrico,  $E$ : es la fuerza por unidad de masa ejercida en cada punto del espacio.

$$E = \frac{F_E}{Q_2} = \frac{\frac{K \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2}}{Q_2} = \frac{K \cdot Q_1}{r^2} \quad \left( \frac{N}{C} \text{ o } \frac{V}{m} \right)$$

Campo eléctrico

c) Energía potencial eléctrica: es la energía necesaria para separar dos cargas desde la distancia  $r$  hasta el infinito:

$$E_{pE} = K \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r} \quad (\text{julios, J})$$

Energía potencial

d) Potencial eléctrico, V: es la energía potencial eléctrica por unidad de carga que hay en cada punto del espacio:

$$V = \frac{E_{pE}}{Q_2} = \frac{\frac{K \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r}}{Q_2} = \frac{K \cdot Q_1}{r} \quad \left( V \text{ o } \frac{J}{C} \right)$$

Potencial eléctrico

e) Trabajo para mover una carga desde un punto A a otro B:

$$W_{AB} = -\Delta E_p = E_{pA} - E_{pB}$$

Trabajo para mover una carga

### **3. Principio de superposición**

- Dice así: “El efecto conjunto de varias cargas es la suma de los efectos individuales de cada una”.

- Para la fuerza:  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots \quad (N)$

- Para el campo:  $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots \quad \left( \frac{N}{C} \right)$

- Para la energía potencial:  $E_p = E_{p1} + E_{p2} + E_{p3} + \dots \quad (J)$

- Para el potencial:  $V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots \quad \left( V \text{ o } \frac{J}{C} \right)$

### **4. Superficies equipotenciales**

- Una superficie equipotencial es un plano cuyos puntos tienen todos el mismo valor del potencial.

- Para una carga puntual, las superficies equipotenciales son esferas concéntricas, con centro en la carga que produce el campo.

- Se cumple que el trabajo necesario para mover una carga de un punto a otro de una superficie equipotencial vale cero.

# TEMA 4: CAMPO MAGNÉTICO

## Esquema

1. Introducción.
2. Producto escalar y producto vectorial.
3. Campo magnético creado por un hilo conductor.
4. Campo magnético creado por dos hilos conductores paralelos.
5. Campo magnético creado por una espira.
6. Carga eléctrica moviéndose dentro de un campo magnético.
7. Carga eléctrica moviéndose dentro de un campo magnético superpuesto a un campo eléctrico.
8. Fuerza magnética sobre un hilo conductor.
9. Fuerza entre hilos conductores paralelos.
10. Inducción electromagnética.
11. Formulario.
12. Cuestiones tipo.
13. Problemas tipo.

## 1. Introducción

- El campo magnético es una perturbación del espacio provocada por una carga en movimiento.
- El campo magnético afecta a la trayectoria de las cargas en movimiento pero no a las cargas en reposo.
- Un campo magnético puede estar provocado por: un imán, un electroimán, un hilo con corriente, una espira (hilo cerrado) con corriente, una bobina, etc.
- El campo magnético se representa por  $\vec{B}$ . Es un vector. Se mide en teslas.
- El campo magnético no es conservativo, es decir, su trabajo depende de la trayectoria seguida.

## 2. Producto escalar y producto vectorial

a) Producto escalar de dos vectores,  $\vec{A} \cdot \vec{B}$  :

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x \cdot B_x + A_y \cdot B_y + A_z \cdot B_z = A \cdot B \cdot \cos \alpha$$

Ejemplo: calcula el producto escalar de estos vectores:

$$\vec{A} = -3 \cdot \vec{i} + 6 \cdot \vec{j} \quad \text{y} \quad \vec{B} = 4 \cdot \vec{i} + 7 \cdot \vec{j}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x \cdot B_x + A_y \cdot B_y = (-3) \cdot 4 + 6 \cdot 7 = -12 + 42 = 30$$

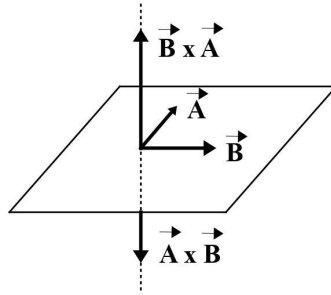
$$A = \sqrt{(-3)^2 + 6^2} = 6.71 \quad ; \quad B = \sqrt{4^2 + 7^2} = 8.06$$

b) Producto vectorial de dos vectores: dos vectores se pueden multiplicar escalarmente o vectorialmente. El producto escalar de dos vectores es un escalar y el producto vectorial es un vector.

- Propiedades del producto vectorial:

- \* Es otro vector.
- \* Su origen es el de los dos vectores que se multiplican.
- \* Su dirección es perpendicular al plano formado por los vectores  $\vec{A}$  y  $\vec{B}$ .
- \* Su módulo es:  $|\vec{A} \times \vec{B}| = A \cdot B \cdot \sin \alpha$
- \* Su sentido viene dado por la regla del tornillo.
- \* Propiedad anticonmutativa:  $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$

- El producto vectorial de dos vectores es un vector perpendicular a los otros dos, con el sentido dado por la regla del tornillo:

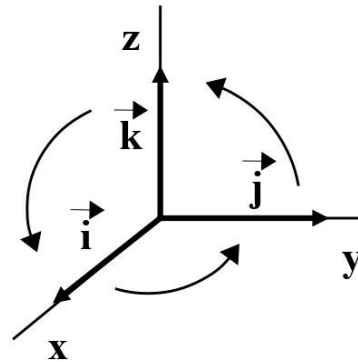


Producto vectorial de dos vectores

- Se calcula así:

$$\begin{aligned} \vec{A} \times \vec{B} &= \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = \\ &= \vec{i} \cdot \begin{vmatrix} A_y & A_z \\ B_y & B_z \end{vmatrix} + \vec{j} \cdot \begin{vmatrix} A_z & A_x \\ B_z & B_x \end{vmatrix} + \vec{k} \cdot \begin{vmatrix} A_x & A_y \\ B_x & B_y \end{vmatrix} = \\ &= (A_y \cdot B_z - A_z \cdot B_y) \cdot \vec{i} + (A_z \cdot B_x - A_x \cdot B_z) \cdot \vec{j} + (A_x \cdot B_y - A_y \cdot B_x) \cdot \vec{k} \end{aligned}$$

- Se cumple que:



Vectores unitarios

$$\vec{i} \times \vec{i} = 0$$

$$\vec{j} \times \vec{j} = 0$$

$$\vec{k} \times \vec{k} = 0$$

$$\vec{i} \times \vec{j} = \vec{k}$$

$$\vec{j} \times \vec{k} = \vec{i}$$

$$\vec{k} \times \vec{i} = \vec{j}$$

$$\vec{j} \times \vec{i} = -\vec{k}$$

$$\vec{k} \times \vec{j} = -\vec{i}$$

$$\vec{i} \times \vec{k} = -\vec{j}$$

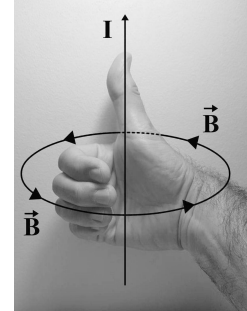
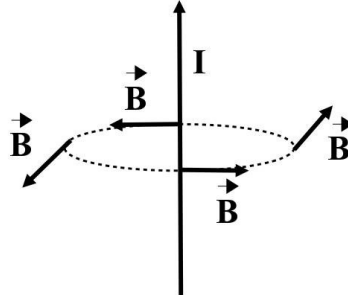
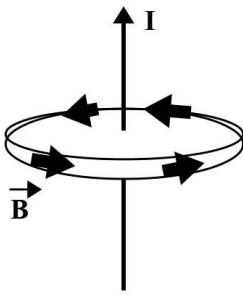
Ejemplo: calcula el producto vectorial de:

$$\vec{A} = -3 \cdot \vec{i} + 6 \cdot \vec{j} + 4 \cdot \vec{k} \quad \text{y} \quad \vec{B} = 4 \cdot \vec{i} + 3 \cdot \vec{j} - 7 \cdot \vec{k}$$

$$\begin{aligned} \vec{A} \times \vec{B} &= \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -3 & 6 & 4 \\ 4 & 3 & -7 \end{vmatrix} = (-42 - 12) \cdot \vec{i} + (16 - 21) \cdot \vec{j} + (-9 - 24) \cdot \vec{k} = \\ &= -54 \cdot \vec{i} - 5 \cdot \vec{j} - 33 \cdot \vec{k} \end{aligned}$$

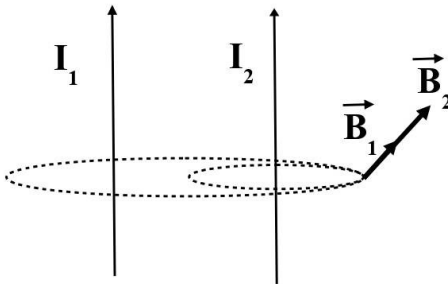
### 3. Campo magnético creado por un hilo conductor

- Un hilo conductor por el que circula una corriente,  $I$ , crea a su alrededor un campo magnético dado por la ley de Biot y Savart:  $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$
- El sentido del campo magnético viene dado por la regla de la mano derecha: el pulgar apunta al sentido de la corriente en el cable y los demás dedos apuntan al campo,  $\vec{B}$ .

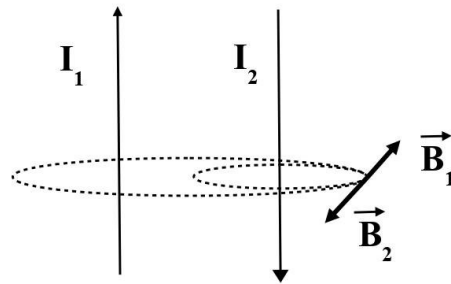


### 4. Campo magnético creado por dos hilos conductores paralelos

- Aquí se aplica también el principio de superposición:  $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots$
- Nos pueden pedir calcular el campo magnético total en algún punto o determinar el punto en el que se anula el campo magnético.
- Hay seis posibilidades:



Corrientes de igual sentido.  
Campo magnético a la derecha



Corrientes de sentido contrario.  
Campo magnético a la derecha