

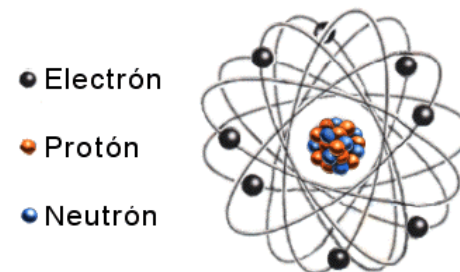
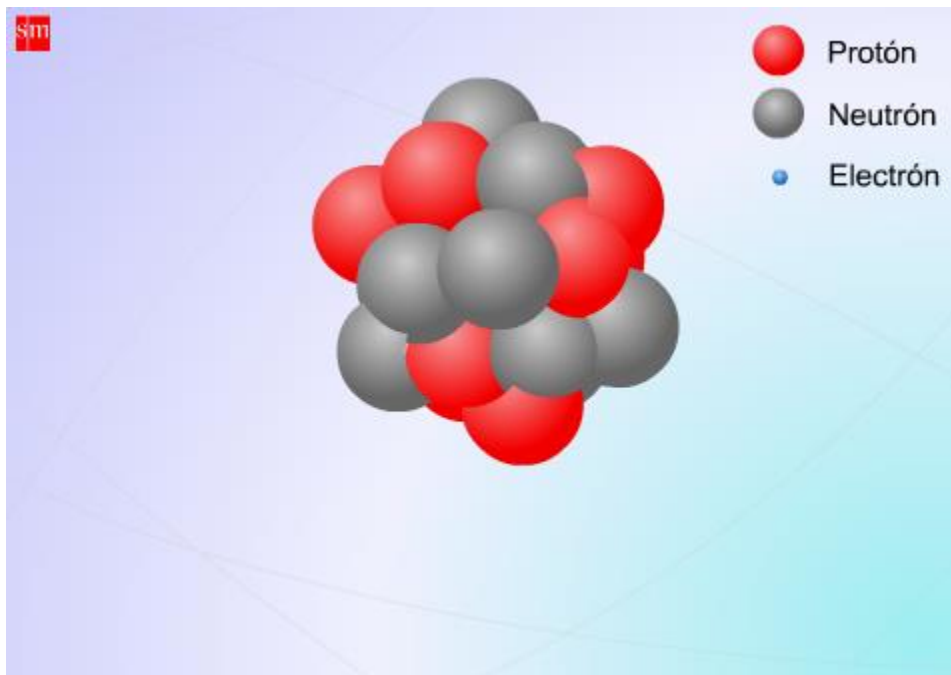
# Tema 5: Electricidad

Fundamentos de Física

María Arroyo-Hernández

# Cargas y átomos

La materia está formada por átomos, que a su vez están formados por protones (+), neutrones y electrones (-)



Las cargas en movimiento general corrientes y campos electromagnéticos.

# Modelos biológicos

- La célula:

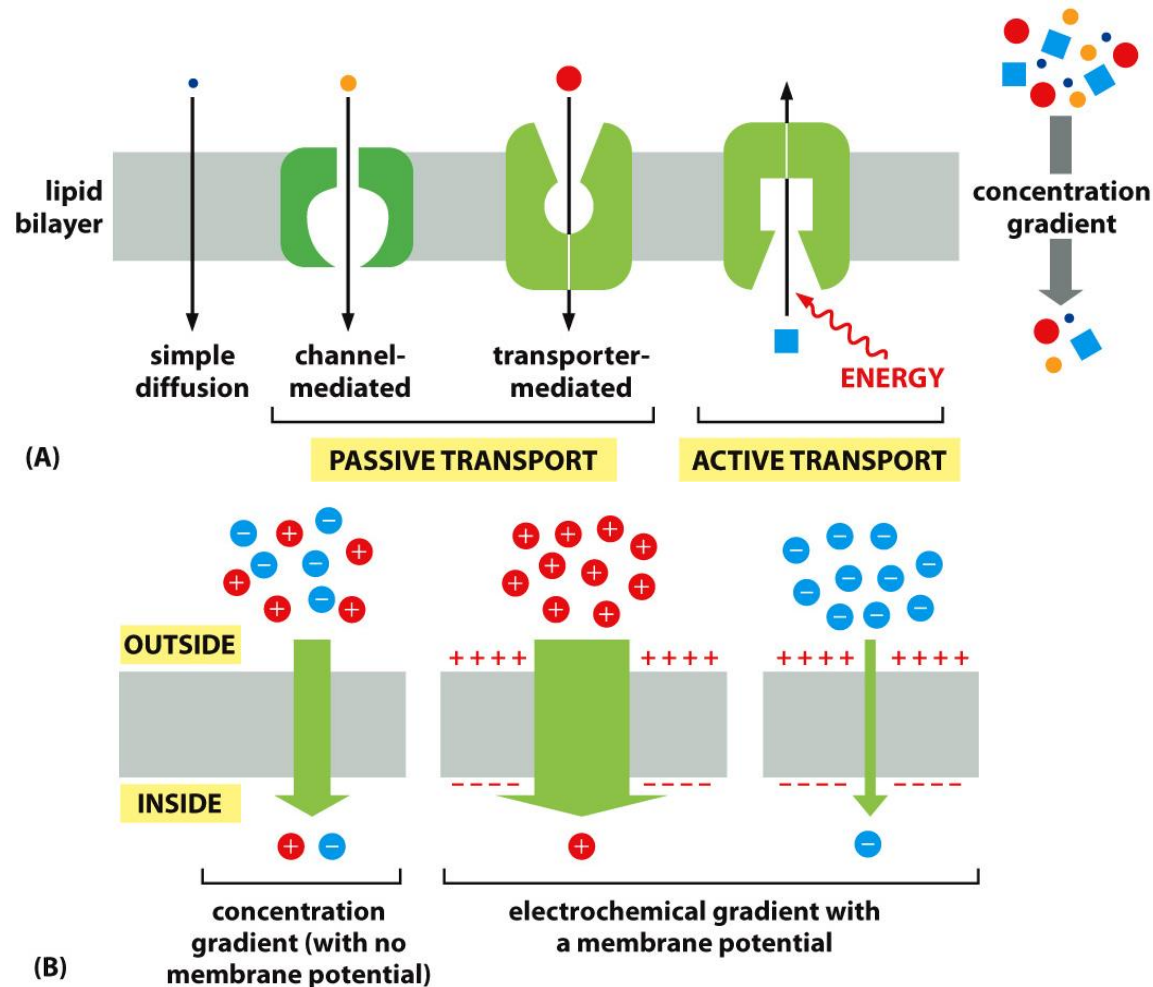


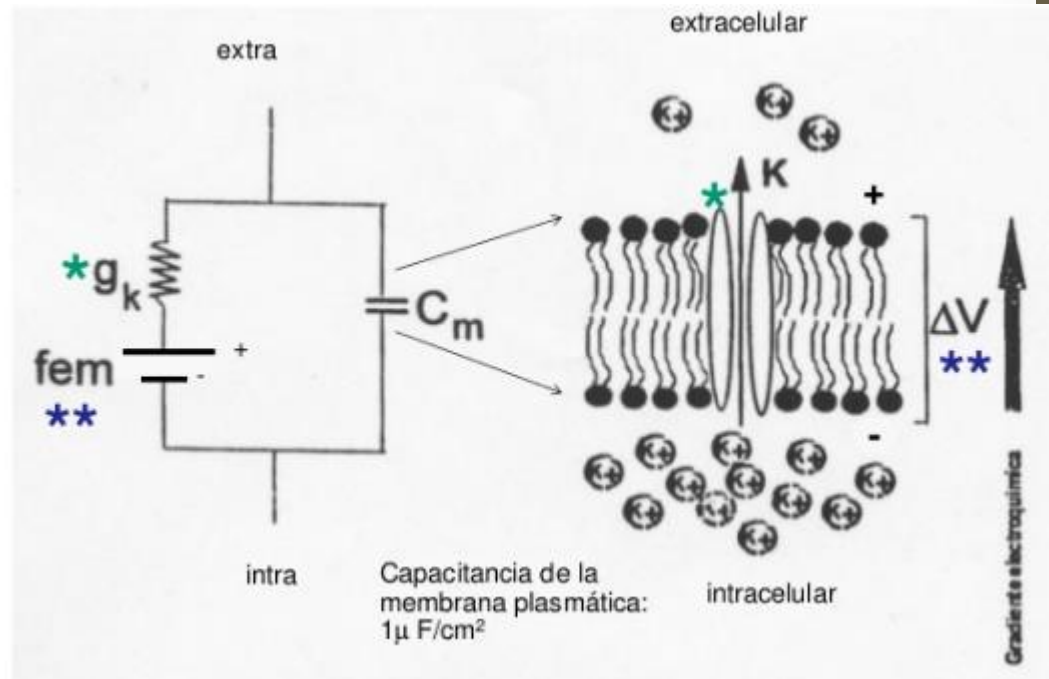
Figure 11-4 Molecular Biology of the Cell 6e (© Garland Science 2015)

# Modelos biológicos

- La célula:

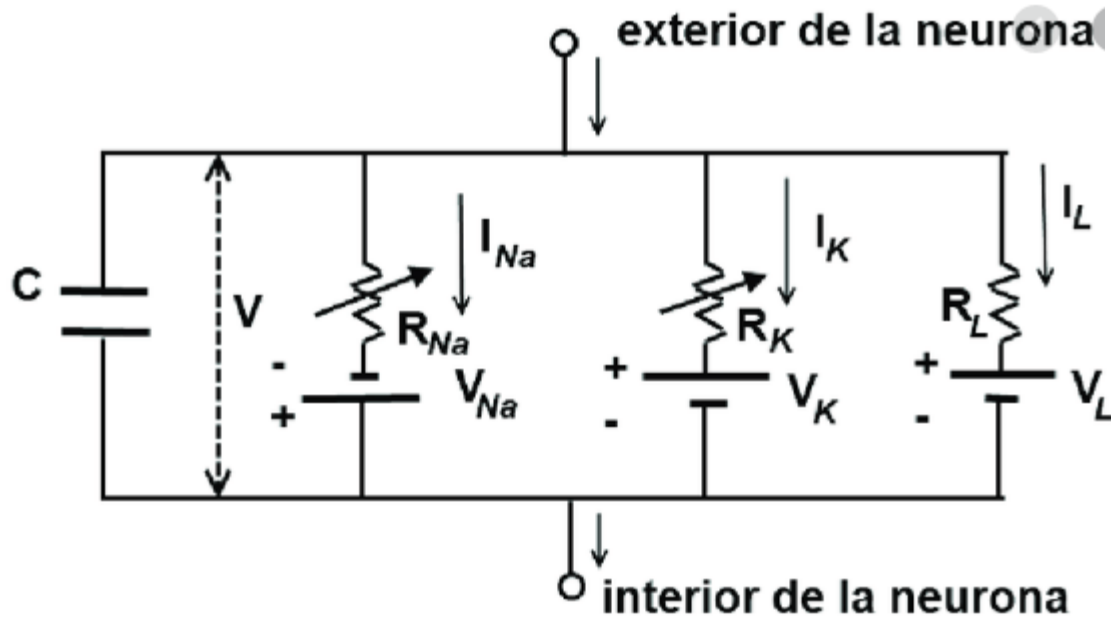
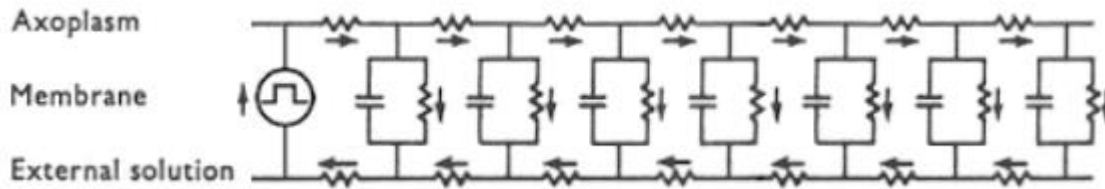
## Esquema eléctrico de la membrana celular

- La membrana celular es un sistema formado por resistencias (canales) y capacitores (la bicapa lipídica) en paralelo.
- Cada canal es selectivo a un determinado ion:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .
- La diferencia de potencial que "ve" cada canal es proporcional a la diferencia de concentración que existe para ese ion entre ambos lados de la membrana.
- Esta diferencia de concentración puede ser esquematizada como una pila o batería.
- El potencial que se observará a través de la membrana resultará del número de canales abiertos y de la permeabilidad relativa de ellos.



# Modelos biológicos

- La célula:

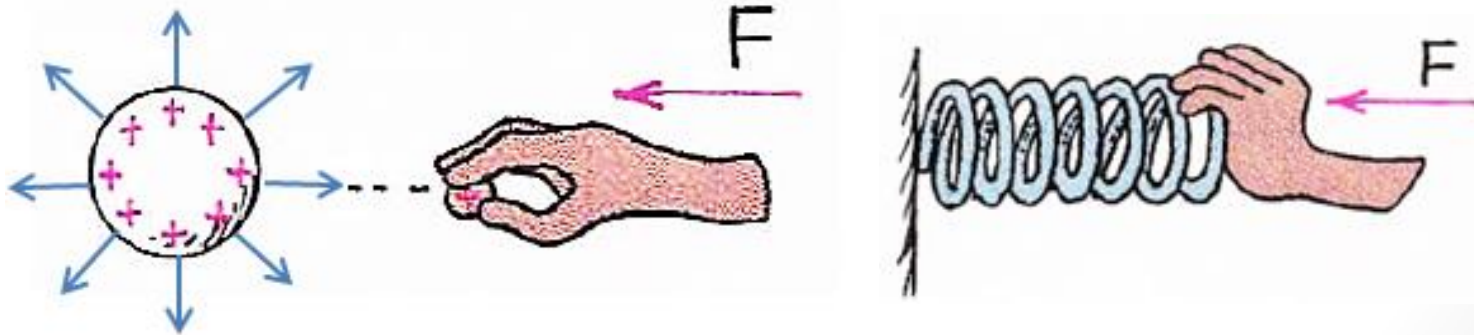


# Principios físicos

- Principios físicos que tenemos que entender:
  - Voltaje y potencial eléctrico
  - Resistencia: Ley de Joule
  - Condensadores
  - Reglas de Kirchoff

# Voltaje y potencial eléctrico

- La fuerza eléctrica es una fuerza conservativa, es decir, se le puede asociar una energía potencial.
- Para levantar un cuerpo, en contra del campo gravitacional, se debe realizar un trabajo, este trabajo se acumula como Energía potencial gravitacional
- Lo mismo ocurre en el caso eléctrico: Al mover una carga en contra de un campo eléctrico



# Voltaje y potencial eléctrico

- Energía potencial eléctrica es aquella que posee una carga por estar en un campo eléctrico.
- Definimos primero qué es un campo eléctrico:

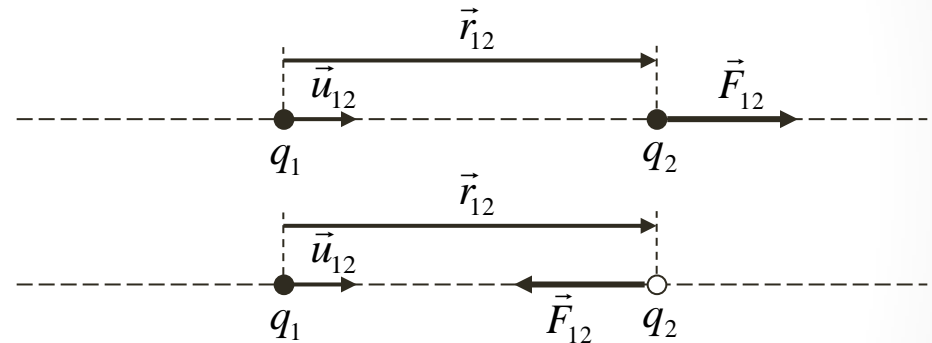


# Campo eléctrico y ley de Coulomb

La fuerza ejercida por una carga puntual sobre otra actúa a lo largo de la línea que las une. Esta fuerza varía inversamente con el cuadrado de la distancia que las separa y es proporcional al producto de las cargas. La fuerza es repulsiva si las cargas son del mismo signo y atractiva en caso contrario.

$$\vec{F}_{12} = \frac{k q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{u}_{12}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

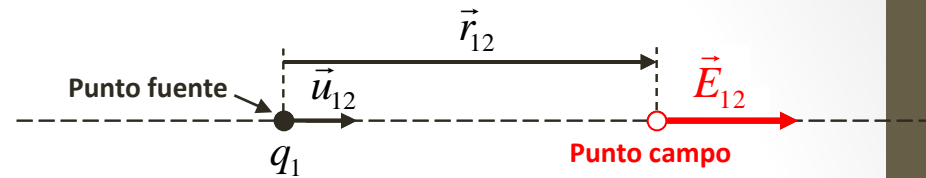


Observación: cuando  $\text{signo}(q_1) = \text{signo}(q_2) \Rightarrow \vec{u}_{12}$  y  $\vec{F}_{12}$  tienen el mismo sentido

# Campo eléctrico

Fuerza por  
unidad de  
carga (N/C)

$$\vec{E}_{12} = \frac{\vec{F}_{12}}{q_2} = \frac{k q_1}{r_{12}^2} \vec{u}_{12}$$



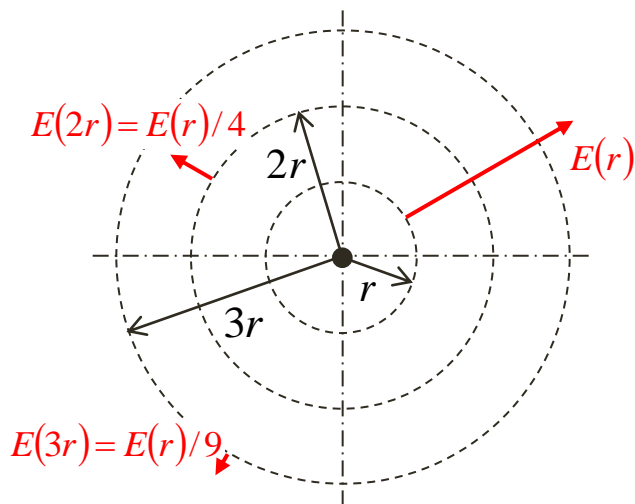
El campo creado por una carga puntual es radial e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia



Si una carga positiva muy pequeña (carga de prueba) se abandona libremente en un campo eléctrico, seguiría una trayectoria denominada línea de campo. La dirección tangente a esta línea en cada punto es la del campo eléctrico, ya que es la dirección de la fuerza ejercida sobre la carga de prueba.

Las líneas de campo se llaman también líneas de fuerza porque su tangente muestra la dirección de la fuerza ejercida sobre una pequeña carga positiva de prueba.

La densidad de líneas en cualquier punto (número de líneas por unidad de área perpendicular a las líneas) es proporcional a la magnitud del campo en dicho punto.

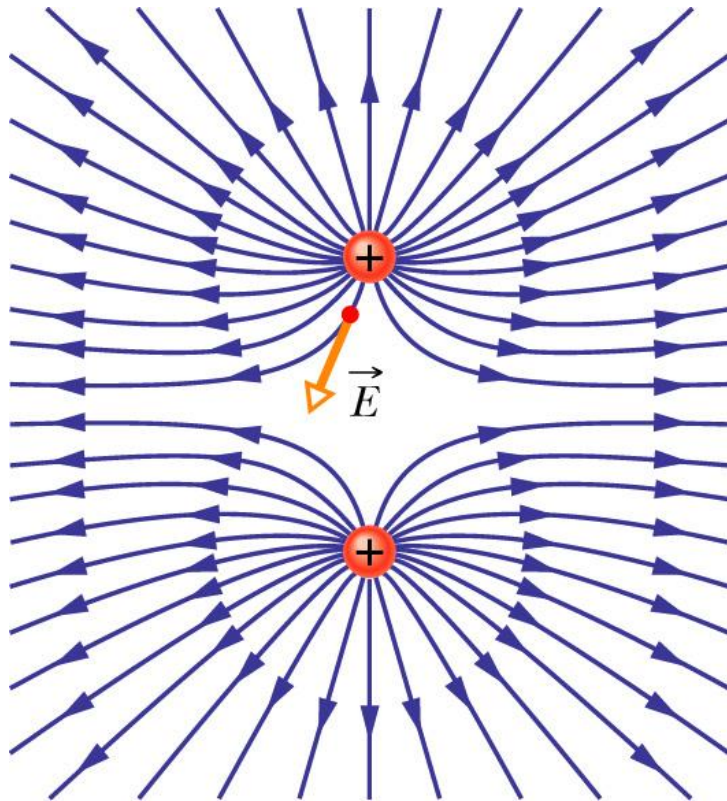


Cálculo del campo eléctrico debido a un grupo de cargas puntuales en posiciones fijas

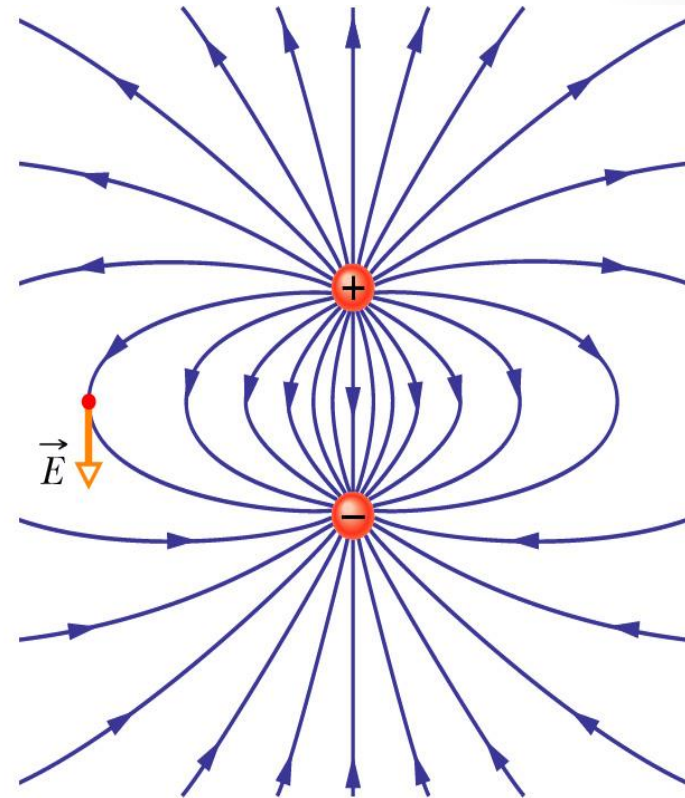


Principio de superposición

# Líneas de campo eléctrico



Dos cargas positivas de igual magnitud. Líneas de campo. El campo eléctrico en cualquier punto es tangente a la línea de campo correspondiente.



Dos cargas de igual magnitud, una positiva y otra negativa (dipolo eléctrico). Líneas de campo. El campo eléctrico en cualquier punto es tangente a la línea de campo correspondiente.

Las líneas de campo o bien nacen en las cargas positivas y mueren en las cargas negativas, o bien nacen en las cargas positivas y van al infinito, o bien vienen del infinito y mueren en las cargas negativas.

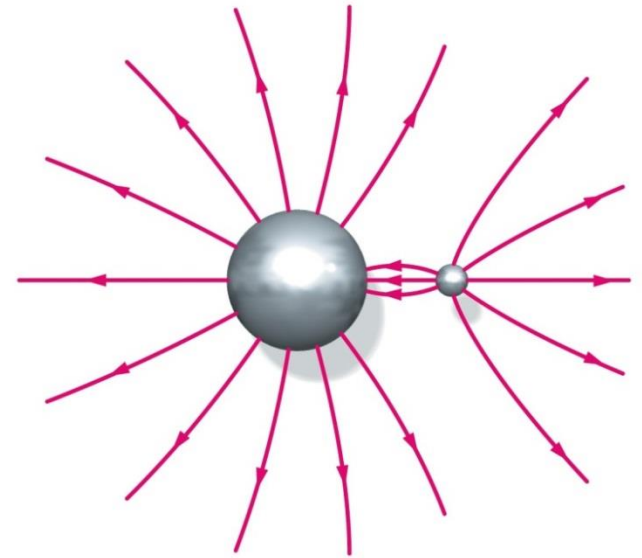
Cargas positivas: fuentes de campo  
Cargas negativas: sumideros de campo

# Líneas de campo

## Reglas para trazar las líneas de campo eléctrico

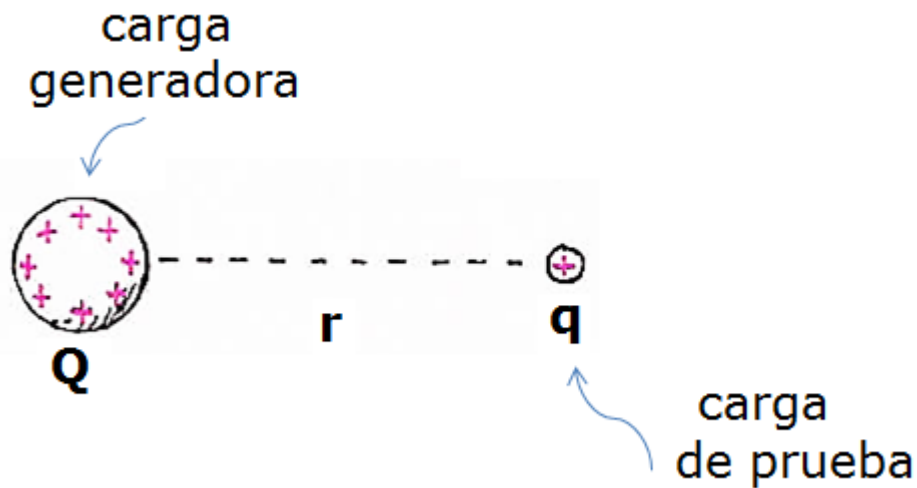
1. Las líneas de campo eléctrico empiezan en las cargas positivas (o en el infinito) y terminan en las cargas negativas (o en el infinito). Las cargas positivas se denominan por esta razón fuentes de campo, y las cargas negativas son sumideros de campo.
2. Las líneas deben dibujarse espaciadas uniformemente entrando a o saliendo de cada carga puntual.
3. El número de líneas entrantes o salientes de una carga negativa o positiva debe ser proporcional a la magnitud de la carga.
4. La densidad de líneas (número de líneas por unidad de área perpendicular a las líneas) en cualquier punto debe ser proporcional al valor del campo en ese punto.
5. A grandes distancias de un sistema de cargas dotado de carga neta las líneas de campo deben dibujarse radiales e igualmente espaciadas, como si proviniesen de un único punto donde estuviese concentrada la carga neta del sistema.
6. Dos líneas de campo no pueden cruzarse, puesto que si lo hicieran esto indicaría que en el punto de intersección el campo eléctrico tiene dos direcciones diferentes (recordemos que la dirección del campo en cada punto es tangente a la línea de campo que pasa por allí).

En la figura se muestran las líneas de campo eléctrico para dos esferas conductoras. ¿Cuál es el signo y la magnitud relativa de las cargas en ambas esferas?



# Energía potencial eléctrica

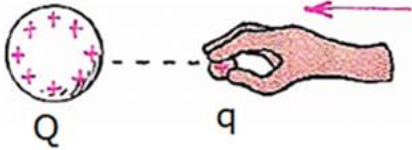
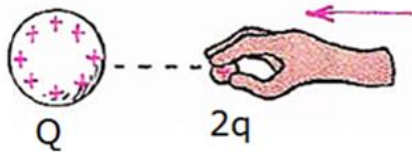
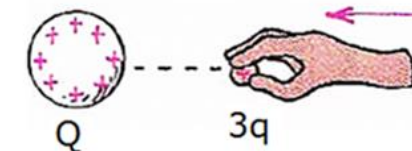
- Es igual al trabajo realizado por un agente externo contra las fuerzas eléctricas para llevar una carga  $+q$  desde el infinito hasta esa distancia



$$U = K \frac{Qq}{r}$$

- Como toda forma de energía, la energía potencial eléctrica se mide en Julios

# Energía potencial eléctrica

	El sistema adquiere energía potencial eléctrica dada por:	$U = \frac{KQq}{r}$
	Al duplicar la carga	→ La energía potencial se duplica
	Al triplicar la carga	→ La energía potencial se triplica

- Existirá una relación constante entre energía y carga

$$\frac{U}{q} = \text{constante}$$

# Potencial eléctrico

- La razón entre la energía potencial que adquiere una carga eléctrica situada en un punto de un campo eléctrico y la carga eléctrica es una razón constante que constituye el Campo eléctrico en ese punto.
- $U = \frac{W}{q}$

- La razón entre la energía potencial que adquiere una carga eléctrica situada en un punto de un campo eléctrico y la carga eléctrica es una razón constante que constituye el Campo eléctrico en ese punto.

- $$U = \frac{W}{q}$$




## POTENCIAL ELECTRICO (V)

$$\text{Potencial eléctrico} = \frac{\text{Energía potencial eléctrica}}{\text{carga}}$$

$$V = \frac{U}{q}$$

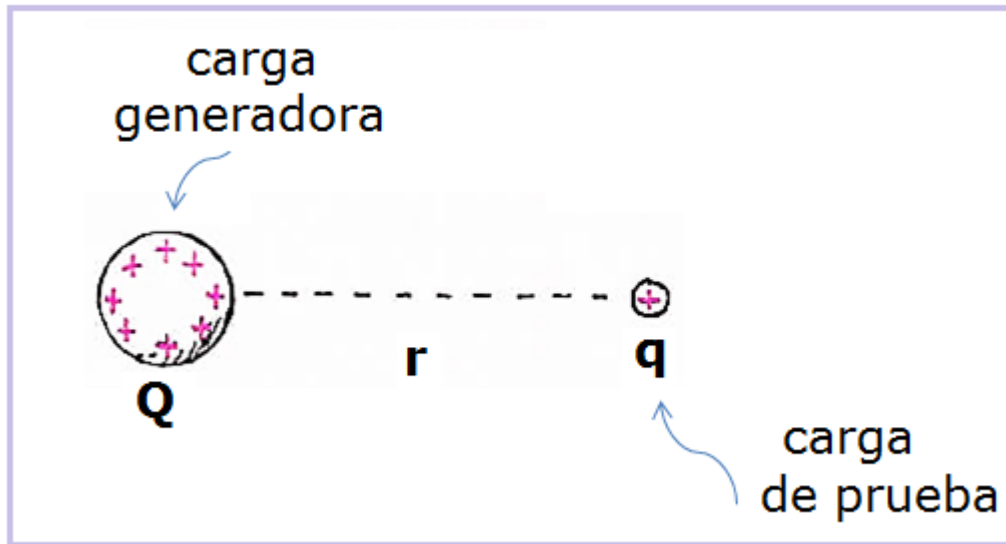
U= Energía potencial eléctrica (J)

q= carga de prueba (C)

V= Potencia eléctrico (J/C)  **Volt**

- *Que el potencial en un punto sea de 12 V significa que existiran 12 J de energía por cada Coulomb de carga que se ubique en dicho punto*
- *El potencial eléctrico es una magnitud escalar*

- Es posible determinar el valor Potencial eléctrico para cualquier posición dentro de un campo eléctrico



El potencial eléctrico a una distancia "r" de una carga generadora se puede obtener de la siguiente forma:

$$V = \frac{U}{q}$$



$$V = \frac{K \frac{Qq}{r}}{q}$$




- Por lo tanto, obtenemos

$$V = \frac{KQ}{r}$$

# Resistencia

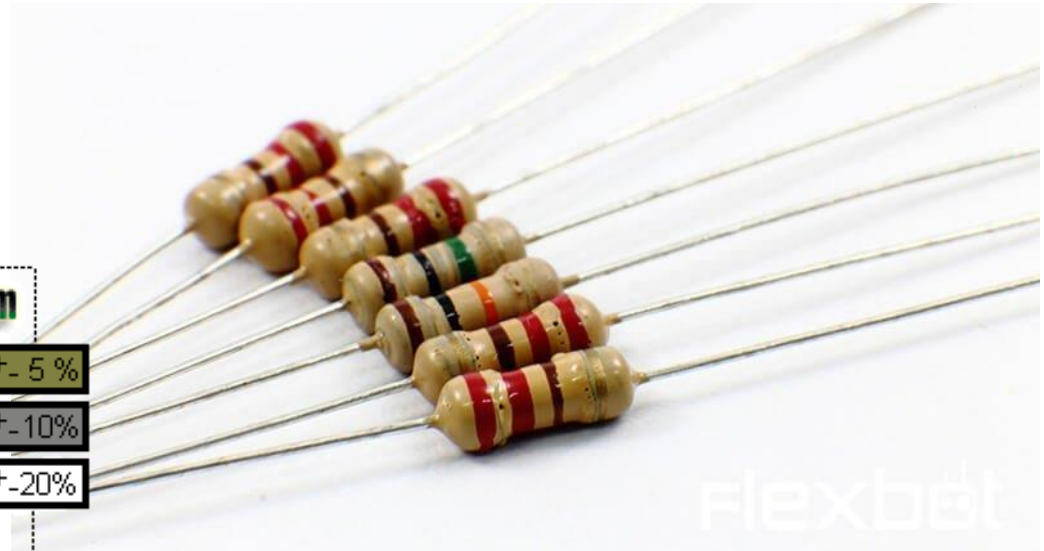
Capacidad de los cuerpos a dejar pasar la corriente eléctrica.



Portal PNR.com

0	0	X 1 $\Omega$	+/- 5%
1	1	X 10 $\Omega$	+/- 10%
2	2	X 100 $\Omega$	+/- 20%
3	3	X 1000 $\Omega$	
4	4	X 10000 $\Omega$	
5	5	X 100000 $\Omega$	
6	6	X 1000000 $\Omega$	
7	7	X 0,1 $\Omega$	
8	8		
9	9		

Tolerancia



La resistencia eléctrica de un material dependerá de su composición.

# Resistencia

- Las unidades de la resistencia son los ohmios:  $\Omega$
- El valor de la resistencia depende de: la composición del material, la longitud, la temperatura y la sección transversal.
- La resistencia es independiente de la intensidad o de la corriente.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

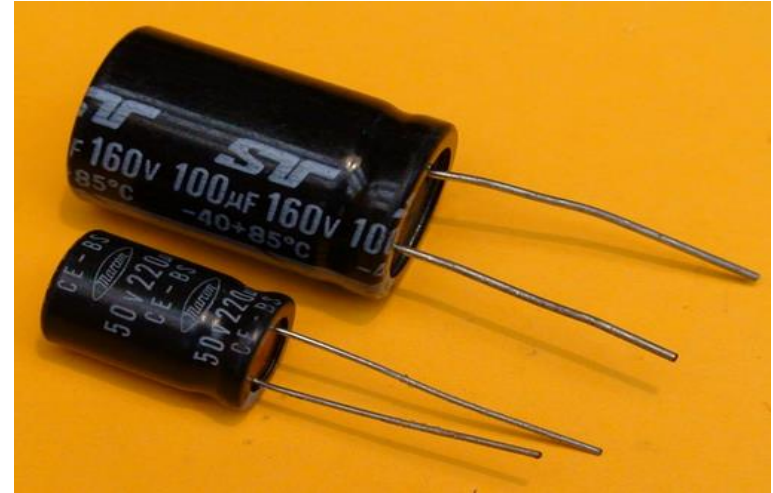
**Ley de Ohm:** La intensidad de corriente que atraviesa un circuito es directamente proporcional al voltaje o tensión del mismo e inversamente proporcional a la resistencia que presenta.

$$V = IR$$

# Resistencia

- Ley de Joule: Es el efecto que se da cuando en un **conductor** donde circula **electricidad**, parte de la **energía cinética** que tienen los **electrones** se transforma en **calor** por el choque de los **electrones** con las **moléculas** del conductor.

# Condensadores



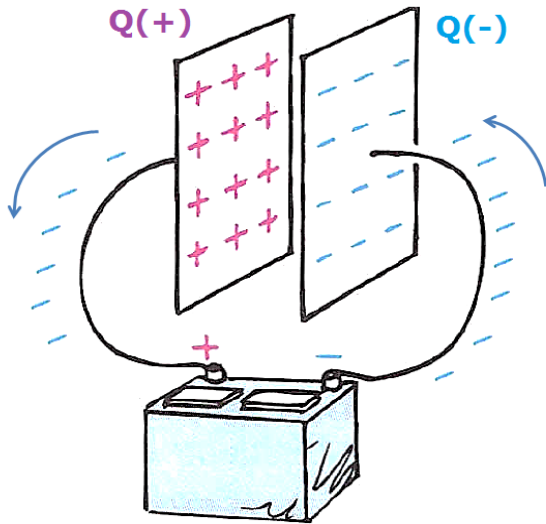
# Condensadores

- Capacidad de un material de almacenar cargas.

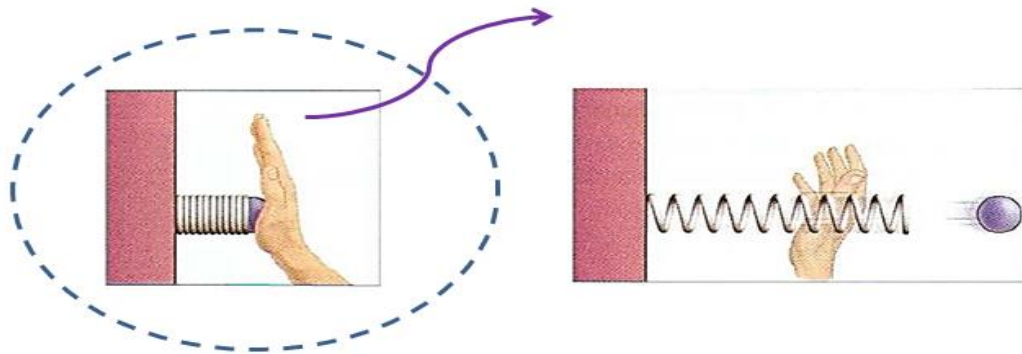
$$\text{Capacidad (C)} = \frac{\text{carga eléctrica (Q)}}{\text{Potencial eléctrico (V)}}$$

$$C = \frac{Q}{V} \rightarrow \frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}} = \text{Faradio (F)}$$

# Condensadores



**Dispositivos que almacenan energía potencial eléctrica**

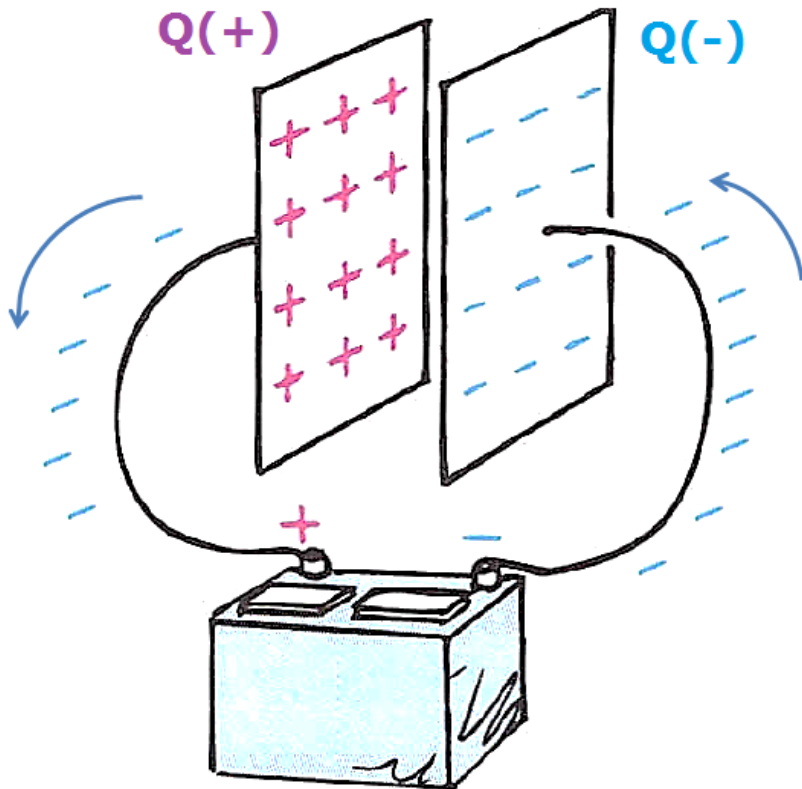


**El sistema acumula energía potencial elástica**



# Condensadores

- Para maximizar la acción de almacenar carga, se construyen dispositivos denominados **CONDENSADORES**



Los condensadores son dispositivos formados por dos placas conductoras, muy cercas entre sí, ambas placas poseen cargas iguales y opuestas

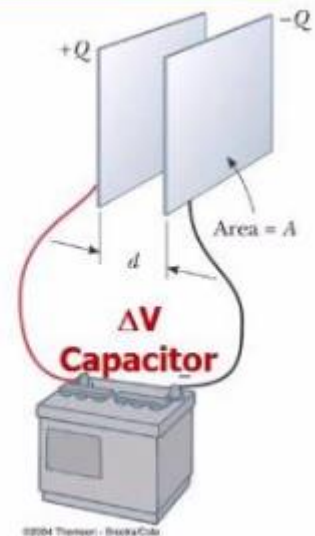
# Condensadores

- La capacitancia mide la relación entre la carga eléctrica acumulada en un conductor y la diferencia de potencial entre sus extremos.
  - $C = Q/\Delta V = Q/(V_2 - V_1)$



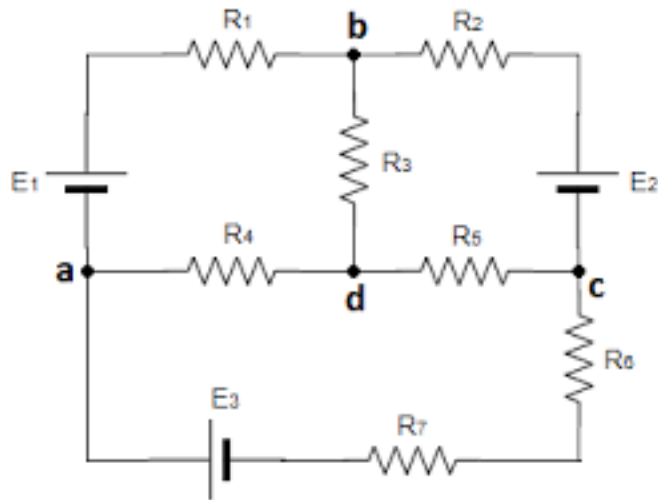
- La capacitancia, depende de la geometría del condensador. Para un condensador de placas plano-paralelas se calcula como:

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$



# Leyes de Kirchoff

- Nos ayudan a resolver circuitos, calculando la corriente y el voltaje en cada punto del circuito. Fueron descritas por primera vez en 1846 por Gustav **Kirchoff**.



Nodos y mallas de circuitos

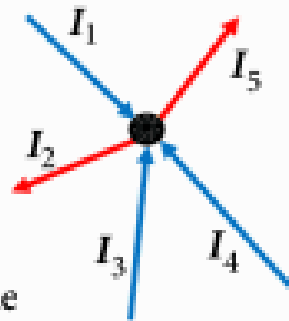
# Leyes de Kirchoff

## LEYES DE KIRCHHOFF

### Corrientes de Kirchoff

$$\sum_{n=1}^N i_n = 0$$

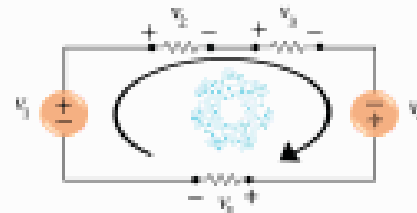
La suma algebraica de las corrientes que entran a un nodo es cero.



### Voltaje de Kirchoff

$$\sum_{m=1}^M V_m = 0$$

La suma algebraica de las tensiones en una trayectoria cerrada (o malla) es cero.



VER MÁS →

La primera ley se puede reenumerar como: la suma de las corrientes que entra en un nodo es igual a la suma de las que salen.