

Módulo IV Científico-tecnológico Bloque 7 unidad 7
Electricidad

Posiblemente algún día habrás notado al bajar del coche después de una salida una pequeña descarga eléctrica. También habrás visto una tormenta con rayos, truenos, etc. ¿Te has preguntado el porqué de estos fenómenos?

En esta unidad haremos un estudio de las cargas eléctricas en reposo, las relaciones entre ellas y la modificación que una carga crea en el espacio así como la energía que se necesita para colocar una carga en un punto.

Utilizaremos las ecuaciones lineales para la resolución de problemas.

Módulo IV

Unidad 7

Índice

1	Electricidad	3
1.1	Carga eléctrica	3
1.2	Métodos para electrizar un cuerpo.....	5
2	Conductores, aislantes y semiconductores	7
3	Ley de Coulomb	7
4	Campo eléctrico	8
5	Potencial y diferencia de potencial	9
	Actividades	10
	Ejercicios de auto comprobación	11
	Soluciones a los ejercicios de auto comprobación	12
	Bibliografía recomendada	14

1 Electricidad

¿Qué es la electricidad?

En el siglo VII a.C. Tales de Mileto ya sabía que si se frotaban un trozo de ámbar y un paño, ambos eran capaces de atraer hacia la zona frotada pequeñas partículas o materiales muy ligeros (trocitos de papel). Los griegos llamaron a este fenómeno electricidad (de electrón “ámbar”). Es una cualidad que adquirirían los cuerpos cuando se frotaban.



Imagen 1. Fuente: <http://lolala7.wordpress.com>

Si pensamos en algunos hechos de la vida cotidiana:

Nos frotamos el pelo con un globo, observamos que nuestro pelo es atraído.

Acercamos un folio al televisor, cuando lleva un rato funcionando, vemos que queda pegado a la pantalla.



Imagen 2. Rayos en una tormenta.

Fuente: <http://fisicaiicbtis21.blogspot.com.es>

En una tormenta se generan rayos, éstos son el resultado de una concentración sustancial de carga en las nubes, la cual finalmente se descarga en el suelo.

Estos fenómenos de electrización llevaron a investigar la presencia de partículas dentro del átomo. El descubrimiento del electrón permitió explicar los fenómenos eléctricos.

1.1 Carga eléctrica

Todos los fenómenos descritos anteriormente se deben a una **propiedad de materia** llamada **carga eléctrica**.

La unidad de carga en el S.I es el Coulomb (C). Cuando esta unidad resulta muy grande se utiliza el $\mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$.

El valor más pequeño de carga eléctrica es el electrón.

Práctica:

La carga del electrón es $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$. Haz el cálculo para conocer cuántos electrones son necesarios para tener la carga de 1 C.

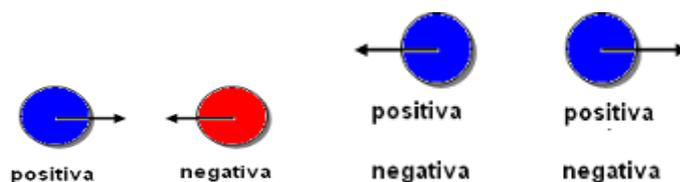
Propiedades de la carga eléctrica:

Existen dos tipos de carga eléctrica:

- **Positiva:** arbitrariamente se dio este nombre a la carga adquirida por el vidrio frotado.
- **Negativa:** a la carga que adquiere el ámbar.

Las cargas eléctricas del **mismo signo** (las dos positivas o las dos negativas) **se repelen**. Por el contrario, si las dos cargas eléctricas son de **distinto signo** (una positiva y la otra negativa), habrá **atracción entre ellas**.

La carga **se conserva**. En la electrización no se crea carga, solo se transmiten los electrones de unos cuerpos a otros



Las cargas eléctricas se explican a partir de la estructura atómica de la materia. La carga positiva es la carga de los protones y la negativa la de los electrones.

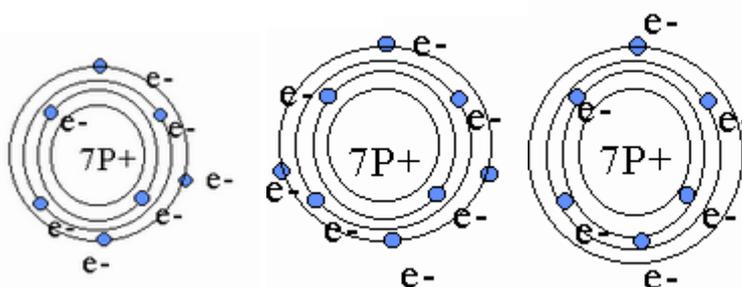


Imagen 3. Átomo neutro. Ion negativo. Ion positivo.

Fuente: <http://www.fotosimágenes.org>

Si un cuerpo está cargado positivamente es por tener un defecto de electrones; es decir, por perder electrones. Si un cuerpo está cargado negativamente es por tener más electrones que protones, ha ganado electrones.

Los cuerpos sin carga, neutros, son aquellos que tienen el mismo número de protones que de electrones.

Un cuerpo está cargado cuando pierde o gana electrones. ¿Cómo podemos explicarlo?

1.2 Métodos para electrizar un cuerpo

Cargar o electrizar un cuerpo consiste en conseguir que el número de electrones de algunos de sus átomos no sea igual al número de protones.

Para el estudio de la electrización se emplean dos instrumentos muy útiles, el **péndulo eléctrico** y el **electroscopio**.



Imagen 4. Péndulo eléctrico.
<http://www.fotosimagenes.org>

Un **péndulo eléctrico** es una esfera de madera recubierta de papel de aluminio sostenida por un soporte con un hilo de seda aislante.

El **electroscopio** es un instrumento que se utiliza para establecer si un cuerpo está electrizado y el signo de su carga.

El electroscopio consiste en una varilla metálica vertical B que tiene una esfera en la parte superior C y en el extremo opuesto dos láminas de oro o de aluminio A muy delgadas. La varilla está sostenida en la parte superior de una caja de vidrio transparente con un armazón de cobre en contacto con tierra. Al acercar un objeto electrizado a la esfera, la varilla se electriza y las laminillas cargadas con igual signo de electricidad se repelen, separándose. Cuando un electroscopio se carga con un signo conocido, puede determinarse el tipo de carga eléctrica de un objeto aproximándolo a la esfera. Si las laminillas se separan significa que el objeto está cargado con el mismo tipo de carga que el electroscopio. De lo contrario, si se juntan, el objeto y el electroscopio tienen signos opuestos.

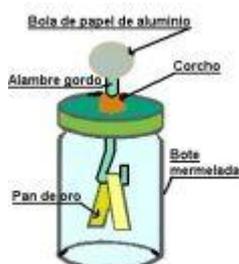


Imagen 5. Electroscopio.
<http://www.fotosimagenes.org>

Existen tres métodos fundamentales para cargar un cuerpo: por frotamiento, por contacto y por inducción.

1.- Electrización por frotamiento. Se frota una barra de ebonita con un paño de lana. Los dos eléctricamente neutros. Cuando se frota los electrones del paño pasan a la ebonita, quedando cargada negativamente. El paño ha perdido electrones, tiene carga positiva.

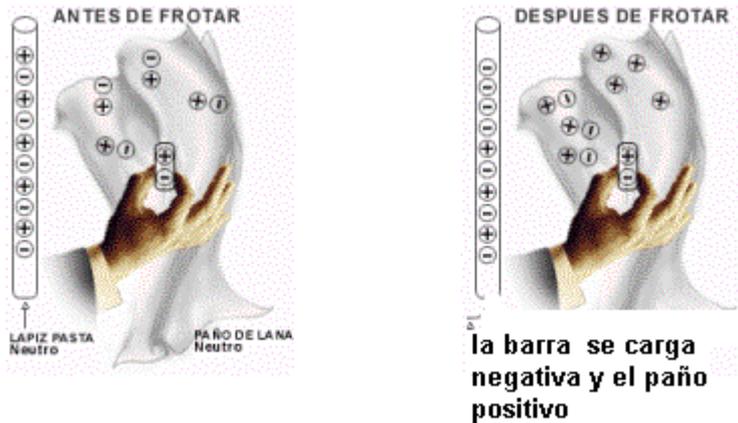


Imagen 6. Electrización por frotamiento. <http://www.fotosimagenes.org>

2.- Electrización por inducción. El péndulo es neutro (3+ y 3-) Cuando le acercamos un cuerpo cargado (-), se produce una redistribución de las cargas, la carga inicial no ha cambiado, pero una parte del cuerpo está cargado + y otra -.

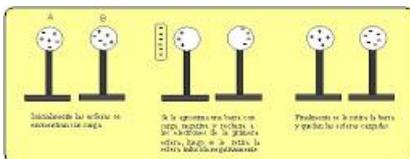


Imagen 7. Electrización por inducción. <http://electricidad-13.blogspot.com.es/>

3.- Electrización por contacto, cuando un cuerpo cargado se pone en contacto con otro, la carga eléctrica se distribuye entre los dos y, de esta manera, los dos cuerpos quedan cargados con el mismo tipo de carga.

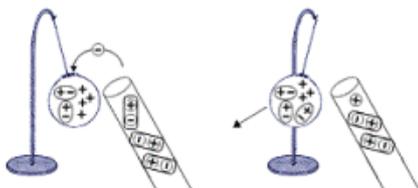


Imagen 8. Electrización por contacto. <http://www.fotosimagenes.org>

Todos estos fenómenos son electrostáticos, la carga pasa de unos cuerpos a otros, pero no se mueve.

2 Conductores, aislantes y semiconductores

- a) **Conductores** son ciertos materiales que debido a su estructura microscópica, permiten el desplazamiento de las partículas cargadas en su interior.

Los mejores conductores eléctricos son los metales. Recuerda que los metales forman una red cristalina de cationes, los cuales se mueven libremente los electrones.

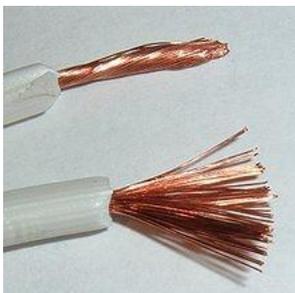


Imagen 9. Materiales conductores
<http://www.fotosimágenes.org>

*¡Cuidado!
Es muy peligroso
manipular aparatos
eléctricos enchufados
a la corriente con
objetos metálicos*

- b) **Aislantes** estos materiales no permiten el desplazamiento de cargas en su interior. Los plásticos, la madera, el vidrio son materiales aislantes.

Estos materiales son los responsables de la electrostática. Cuando estos materiales, inicialmente neutros, se rozan entre ellos pasan los electrones de uno a otro quedando ambos cargados. Posteriormente se descargan apareciendo algunas veces la descarga asociada a la electricidad estática.

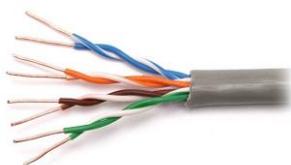


Imagen 10. Materiales aislantes
<http://www.fotosimágenes.org>

- c) **Semiconductor** es un elemento que se comporta como conductor o como aislante, dependiendo de diversos factores, como por ejemplo el campo eléctrico, la presión, la radiación que le incide, o la temperatura del ambiente en el que se encuentre. El silicio y el germanio son los más utilizados.

La conductividad del silicio se puede controlar añadiendo pequeñas cantidades de impurezas llamadas dopantes. La capacidad de controlar las propiedades eléctricas del silicio y su abundancia en la naturaleza (28%) han posibilitado el desarrollo y aplicación de los transistores y circuitos integrados que se utilizan en la industria electrónica.

3 Ley de Coulomb

Charles Agustín Coulomb (1736-1806) fue el primero en calcular la fuerza con la que se atraen o repelen dos cargas eléctricas.

Para su experimento utilizó un aparato ideado por él, llamado balanza de torsión.

Las conclusiones a las que llegó quedan recogidas en la **Ley de Coulomb**:

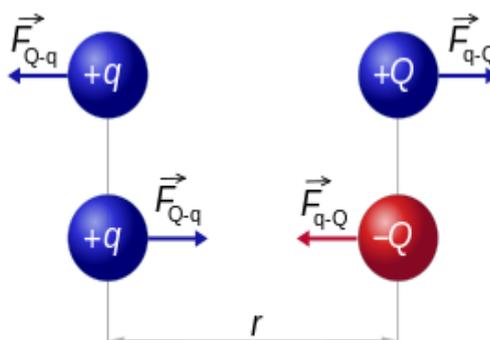
Las fuerzas con que se atraen o repelen dos cargas puntuales en reposo es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia

que las separa. La constante de proporcionalidad K depende del medio en el que estén situadas las cargas. En el vacío $K=9 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$.

$$F = K \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}; Q_1 \text{ y } Q_2 \text{ son cada una de las cargas; } d \text{ es la distancia de una carga a otra.}$$

Imagen 11 Ley de Coulomb.

<http://es.wikipedia.org>



4 Campo eléctrico

Un **campo** es una propiedad física que existe en una región del espacio, producida por la presencia de algún cuerpo (masa, carga) y que se manifiesta al poner otra masa u otra carga en sus proximidades.

Campo eléctrico es el campo creado por una carga. Cuando colocamos en este campo otra carga, esta experimenta una fuerza de atracción o de repulsión.

La intensidad de campo eléctrico E creado por una carga Q_1 en un punto, es la fuerza que actuaría por unidad de carga, Q_2 , colocada en él a una cierta distancia "d".

$$E = \frac{F}{Q_2} = K \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2 \cdot Q_2} = K \frac{Q_1}{d^2}. \text{ La unidad es } \text{N/m}^2$$

La intensidad de campo decrece a medida que aumenta la distancia entre la carga que crea el campo Q_1 y la carga Q_2 colocada en él.

Es una magnitud vectorial. La dirección se representa por unas líneas radiales, llamadas "líneas de fuerza"; el sentido es hacia el exterior para el campo creado por cargas positivas y hacia dentro si la carga que crea el campo es negativa.

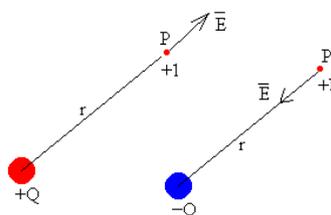


Imagen 12. Dirección del campo sobre una carga positiva colocada en el punto V.

<http://web.educastur.princast.es>

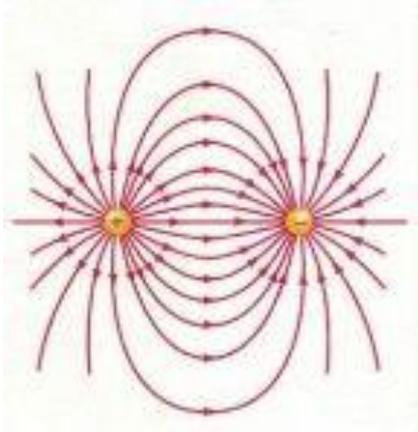


Imagen 13. Líneas de fuerza de una carga positiva y de una carga negativa.

<http://www.fotosimagenes.org>

5 Potencial y diferencia de potencial

Sabemos que las cargas eléctricas del mismo signo se repelen. Si dentro de un campo eléctrico queremos acercar una carga del mismo signo hay que invertir una determinada cantidad de energía llamada potencial eléctrico V .

El potencial eléctrico, V , de un punto del campo eléctrico es el trabajo que hay que realizar para transportar la unidad de carga positiva desde el infinito (en el infinito el potencial es cero) hasta dicho punto. La unidad es el voltio.

$$V = \frac{W}{Q_1}; V = K \frac{Q}{d}; Q \text{ es la carga que crea el campo, } d \text{ distancia de la unidad de carga que}$$

queremos acercar a la carga que crea el campo.

Un cuerpo con carga positiva tiene potencial positivo y si la carga es negativa el potencial es negativo.

En dos puntos colocados a distancias diferentes de un campo eléctrico hay distintos potenciales. La diferencia entre ellos se llama diferencia de potencial d.d.p. o tensión ($V_A - V_B$)

Si dentro de un campo eléctrico queremos pasar la unidad de carga de un punto A a otro B del campo, en cada punto hay un potencial diferente (V_A y V_B) tenemos que realizar un trabajo $W=(V_A - V_B)Q$. La unidad de trabajo es el julio.

En la imagen 14 se compara el trabajo realizado para elevar una piedra desde C a B y a A. El trabajo realizado se acumula en ese punto (mayor potencial) y la piedra cae desde A a C (punto de menor potencial).

Imagen 14. Invertimos trabajo para llevar las cargas a puntos de mayor potencial (igual que las piedras).

<http://www.fotosimagenes.org>



Las cargas se desplazan desde los puntos de mayor potencial a los puntos de menor potencial. Si tenemos un cuerpo con potencial negativo y otro con potencial positivo, entre estos dos cuerpos tenemos una diferencia de potencial (d.d.p.) Los cuerpos tienden a estar en estado neutro, es decir a no tener carga, es por ello que si conectamos los dos cuerpos con un conductor (material por el que pueden pasar los electrones fácilmente) los electrones del cuerpo con potencia negativo pasan por el conductor al cuerpo con potencial positivo, para que los dos cuerpos tiendan a su estado natural, es decir neutro.

Actividades

Actividad 1

Completa:

- Si un cuerpo neutro gana electrones queda cargado _____
- Si un cuerpo neutro pierde electrones queda cargado _____

Actividad 2

Completa:

Los fenómenos eléctricos se pudieron explicar cuando Thomson descubrió una partícula llamada _____ con carga _____. Dos cuerpos que hayan ganado electrones tienen carga _____, pero si uno ha ganado electrones el otro _____ porque la materia es _____.

Actividad 3

Completa:

Un cuerpo es _____ si los electrones se desplazan con facilidad, en caso contrario es _____, algunos materiales se comportan como _____ o _____ dependiendo de las condiciones, por ejemplo _____.

Actividad 4

¿Qué unidad en el S.I. se utiliza para medir la carga? Calcula la carga de 100 electrones.

Actividad 5

Explica cómo funciona un electroscopio y para que se utiliza.

Actividad 6

Aplica la ley de Coulomb:

Si dos cargas iguales de 5C separadas 5 m se atraen con una fuerza de $9 \cdot 10^9$ C. ¿Cuál será la fuerza con la que se atraen si se separan hasta 10 m? Razona la respuesta.

Actividad 7

Define campo eléctrico. Razona cómo varía la intensidad de campo en un punto con respecto a la distancia a la carga este campo.

Actividad 8

¿Qué le sucedería a una carga que estuviera situada en una región del espacio donde existe un campo eléctrico?

Actividad 9

Completa:

El potencial creado por una carga positiva es _____. Si una carga la situamos en dos puntos distintos de un campo eléctrico tienen _____.

Actividad 10

Señala qué afirmaciones son verdaderas y cuáles son falsas:

- El potencial que crea una carga positiva es positivo.
- El potencial eléctrico en un punto es directamente proporcional al valor de la carga que crea el campo.
- El potencial se mide en voltios.
- El potencial en el infinito es cero.
- El potencial eléctrico en un punto A es inversamente proporcional a la distancia que se encuentra el punto A de la carga que crea el campo.

Ejercicios de autocomprobación

Ejercicio 1

Cuando frotamos un bolígrafo de plástico con un paño adquiere una carga eléctrica de $-0,3\mu\text{C}$.

- ¿Cuál de los dos materiales ha ganado electrones? ¿Por qué?
- Calcula la cantidad de electrones que se han transferido en total.

Ejercicio 2

Indica el signo de la carga neta que adquirirá un cuerpo que tenga:

- Más electrones que protones.
- Más protones que electrones.
- Igual número de protones que de electrones.

Ejercicio 3

Completa:

- Cuando se frota dos cuerpos ambos adquieren _____ de _____.
- En la electrización por inducción los dos cuerpos se cargan con _____.
- En la electrización por contacto los dos cuerpos se cargan con _____.

Ejercicio 4

Halla la fuerza ejercida entre dos cargas iguales de 1 C separadas en el aire una distancia de 1 km. $K_{\text{aire}} = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

Ejercicio 5

Calcula la distancia a la que se encuentra el electrón de un átomo de hidrógeno de su núcleo, donde está colocado su protón, si la fuerza eléctrica que les mantiene unidos es de $9,22 \cdot 10^{-22} \text{ N}$.

Ejercicio 6

¿Qué le sucedería a una carga que estuviera situada en una región del espacio en la que existe un campo eléctrico?

Ejercicio 7

Sobre una carga eléctrica de $2\mu\text{C}$ actúa una fuerza de 2 N. Halla la intensidad de campo en el punto en el que está situada la carga.

Ejercicio 8

Calcula el potencial creado por una carga positiva de 1 C a una distancia de 1m.

- Y si la distancia son 2m ¿Qué ocurre?
- Calcula la diferencia de potencial.

Ejercicio 9

Completa la siguiente tabla:

Magnitud	Símbolo de la magnitud	unidad	Símbolo de la unidad
Carga eléctrica			
Fuerza eléctrica			
Intensidad de campo			
Potencial eléctrico			
Diferencia de potencial			

Ejercicio 10

Explica la diferencia entre:

- Electrón y carga eléctrica.
- Conductores y aislante.
- Fuerza eléctrica y campo eléctrico.

Ejercicio 11

Una nube tiene una diferencia de potencial respecto a la copa de un árbol de $9 \cdot 10^8$ V. Si un rayo produce una descarga de 100C ¿Qué energía se ha transmitido?

Soluciones a los ejercicios de autoevaluación

Ejercicio 1

- El bolígrafo ha ganado electrones. Porque adquiere carga negativa.
- $-0,3\mu\text{C}$ lo relacionamos con la carga del electrón para calcular a cuantos electrones equivale esa carga.

$$n^{\circ} e = 0,3\mu\text{C} \cdot \frac{1\text{C}}{10^6 \mu\text{C}} \cdot \frac{1e}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}} = 1,88 \cdot 10^{12} \text{ electrones}$$

Ejercicio 2

- a) Negativa.
- b) Positiva.
- c) Neutra.

Ejercicio 3

- a) Cuando se frotran dos cuerpos ambos adquieren cargas de distinto signo.
- b) En la electrización por inducción los dos cuerpos se cargan con signo contrario.
- c) En la electrización por contacto los dos cuerpo se cargan con el mismo signo.

Ejercicio 4

Aplicamos la ley de Coulomb.

$$d=1\text{km}=1000\text{m}$$

$$F = K \cdot \frac{Q \cdot Q}{d^2} = 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 1}{1000^2} = 8,99 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Ejercicio 5

Despejamos la distancia de la fórmula de la ley de Coulomb.

$$d = \sqrt{\frac{KQQ}{F}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9,22 \cdot 10^{-22}}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Ejercicio 6

La carga estaría sometida a una fuerza de atracción, si es negativa o de repulsión si es positiva.

Ejercicio 7

$$Q=2\mu\text{C}=2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$E = \frac{F}{Q} = \frac{2\text{N}}{2 \cdot 10^{-6} \text{ C}} = 10^6 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Ejercicio 8

$$a) V = K \frac{Q}{r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{1} = 9 \cdot 10^9 \text{ voltios}$$

$$b) V = K \frac{Q}{r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{2} = 4,5 \cdot 10^9 \text{ Voltios}$$

El potencial ha disminuido. Para acercar la carga de 1C hay que aportar una cantidad de energía, para vencer las fuerzas del campo.

$$c) V_A - V_B = 9 \cdot 10^9 - 4,5 \cdot 10^9 = 4,5 \cdot 10^9 \text{ V}$$

Ejercicio 9

Magnitud	Símbolo	Unidad	Símbolo
Carga	Q	Culombio	C
Fuerza	F	Newton	N
Campo	E	Newton/Culombio	N/C
Potencial	V	Voltio	V
Diferencia de potencial	$V_A - V_B$	Voltio	V

Ejercicio 10

- a) *Electrón es una partícula dl átomo con carga negativa. Carga es una descompensación entre el número de protones y electrones que posee un material.*
- b) *Conductor es un material que permite el movimiento de cargas en su interior, en caso contrario es un material aislante.*
- c) *Para que haya Fuerza tiene que haber dos cargas iguales o distintas.*
- d) *Un campo es la región del espacio modificada por la presencia de una carga, de forma que si colocamos otra carga en sus proximidades notará este efecto mediante una fuerza.*

Ejercicio 11

$$W = (V_A - V_B) \cdot Q = 9 \cdot 10^8 \cdot 100 = 9 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

Bibliografía recomendada

- http://www.catedu.es/webcatedu/index.php?option=com_content&view=article&id=343
- <http://contenidos.educarex.es>
- http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyg3/tema7/index7.htm
- <http://www.juntadeandalucia.es/averroes>