



# Universidad América Latina

Bachillerato en la Modalidad No Escolarizada y Semiescolarizada

## Física II

MÓDULO 4



Breviario  
Temático  
Integral



---

# **UNIVERSIDAD AMÉRICA LATINA**

Estudios Universitarios Abiertos de México  
**Bachillerato General en la Modalidad No Escolarizada**

---

Breviario Temático Integral

## **FÍSICA II**

CUARTO MÓDULO



2011

El presente material se desarrolla cómo una herramienta más, dirigida a nuestros estudiantes de la **Universidad América Latina**. El presente documento corresponde al desarrollo del programa de la materia **Física II**, esperando que pueda entre otras cosas, propiciar que el alumno de nuestro Bachillerato General en la Modalidad No Escolarizada mejore su proceso autogestivo. Este **Breviario Temático Integral**, es la base sobre la cual su Asesor desarrollará el apoyo la asignatura, por lo que el alumno tendrá en sus manos la totalidad de los contenidos a estudiar, propiciando con ello la necesidad de que por su propia cuenta estudie y reflexione, obteniendo un aprovechamiento educativo verdaderamente significativo.

Esta obra tiene como único objetivo servirle al estudiante en su proceso de aprendizaje, por lo tanto, será proporcionado exclusivamente a los alumnos de nuestra institución, Universidad América Latina.

## *Presentación*

Este **Breviario Temático Integral** para estudiantes de Bachillerato General en la modalidad No Escolarizada de la **Universidad América Latina** tiene por objeto presentarle al alumno, de manera específica, los contenidos de estudio de la materia de **Física II**.

Así pues, la **Universidad América Latina** ratifica su compromiso con la Investigación Académica y con la Sociedad, al presentar esta obra para beneficio exclusivo de su comunidad estudiantil de Bachillerato.

*Una aspiración final será que nuestros estudiantes valoren su proceso de autoaprendizaje, coadyuvándoles a renovar sus tradicionales hábitos de estudio para enfrentar con éxito los diversos requerimientos de su vida cotidiana.*

---

## SESIÓN 1

### ELECTROSTÁTICA I

#### I. CONTENIDOS:

1. Cargas eléctricas.
2. Ley de Coulomb.

#### II. OBJETIVOS:

Al término de la Sesión, el alumno:

- Explicará el proceso de carga por contacto y por inducción.
- Conocerá la ley de Coulomb y la aplicará en la resolución de problemas en los que intervengan fuerzas eléctricas.

#### III. PROBLEMATIZACIÓN:

*Comenta las preguntas con tu asesor y selecciona las ideas más significativas.*

- ¿Por qué un montón de hojas de papel ofrecen resistencia cuando se intenta separarlas?
- ¿Sabes cómo funciona una fotocopiadora?

#### IV. TEXTO INFORMATIVO-FORMATIVO:

##### **1.1. Cargas eléctricas**

Las cargas eléctricas se encuentran en todas partes. La razón de esta afirmación es que el origen de las cargas eléctricas está en los átomos y éstos constituyen cualquier cosa que nos rodea. Desde la época de los griegos comenzó a estudiarse el fenómeno eléctrico, en esa época el filósofo Tales de Mileto, explicó que si se frotaba un trozo de resina fosilizada (ámbar) con un pedazo de lana, la resina podía atraer polvo y algunas otras partículas pequeñas. Al ámbar lo conocían como *elektron* de aquí proviene la palabra electricidad que es el nombre con que englobamos el fenómeno que nos atañe en las primeras cuatro clases de esta materia.

En los últimos cuatrocientos años se fueron perfeccionando los conocimientos respecto del fenómeno eléctrico. Aquí participó el científico francés Charles Coulomb (1736-1806), quien pudo explicar cómo se manifiestan las fuerzas de atracción o repulsión de las cargas eléctricas. Estableció la ley que lleva su nombre.

Las cargas eléctricas pueden tener dos signos. Pueden ser positivas o negativas. Si son positivas es que el cuerpo que tiene la carga carece de un determinado número de electrones, la cantidad de electrones que le hacen falta determina la magnitud de la carga eléctrica de dicho cuerpo. Si la carga eléctrica de un cuerpo es negativa, significa que el cuerpo tiene un exceso de electrones, según la cantidad de electrones que tenga extra será la magnitud de la carga del cuerpo.

Hay una ley para la atracción de las cargas eléctricas, se dice que cargas del mismo signo se repelen y cargas de signo contrario se atraen. Si hay atracción entre cuerpos esto no significa que sea una consecuencia del fenómeno eléctrico, pudiera ser un fenómeno magnético o un fenómeno gravitacional.



Los diversos materiales pueden clasificarse, en lo que respecta a su capacidad para conducir cargas eléctricas, en tres grandes categorías: los conductores, los semiconductores y los aisladores. Un conductor eléctrico permite que haya un flujo de cargas eléctricas a través de él, si entra en contacto con la tierra pierde su carga eléctrica. En cambio, un material aislante no pierde su carga eléctrica si entra en contacto con la tierra, esto a bajos voltajes. Lo anterior significa que incluso un material aislante puede ser conductor de cargas eléctricas si se somete a intensos voltajes. Por ejemplo el aire es aislante en condiciones normales, pero puede permitir la descarga de un rayo si se presentan voltajes elevados. Los materiales semiconductores se explicarán en la clase cinco.

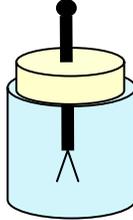
Hay una ley de la conservación de la carga eléctrica que establece: “Las cargas eléctricas no se crean ni se destruyen, sólo se transfieren”. Esta ley, debe ser coherente con otras leyes, por ejemplo la ley de la conservación de la materia. Si la materia no se crea ni se destruye, es decir permanece constante, entonces las cargas eléctricas que se originan en la materia deben permanecer constantes. Por esa razón, las cargas eléctricas no se pueden crear o destruir, lo que ocurre es que se transfieren electrones de un cuerpo a otro y esta transferencia es lo que origina el fenómeno de las cargas eléctricas en los diferentes cuerpos.

Se ha establecido que la carga eléctrica de un cuerpo con exceso de electrones sea negativa, y que la de un cuerpo con déficit de electrones sea positiva. Pero hay algo muy curioso: Desde el siglo XVII hasta el siglo XIX se tenía la idea que la electricidad era un fenómeno en el que cargas positivas se desplazaban desde las terminales positivas hasta las terminales negativas de diferentes dispositivos que suministraban energía eléctrica; en realidad esta idea surgió como una necesidad de explicar el fenómeno eléctrico. Con esta suposición se desarrollaron la teoría del electromagnetismo de Maxwell y otras tantas descripciones del fenómeno eléctrico; en las que se involucran la nomenclatura química, descripciones de circuitos eléctricos, la asignación de las terminales de baterías, etc. Hace poco más de cien años se asignó al electrón la carga eléctrica negativa por los estudiosos en la teoría atómica y se descubrió que eran los electrones los que se movían en un conductor. Tal vez podríamos pensar que para remediar problema bastaría con asignar al electrón la carga positiva y al protón la negativa; pero es muy complicado, habría que cambiar también las nomenclaturas de iones en química, descripciones de polaridad en generadores y pilas, etc. Por ello se sigue con el supuesto de que las cargas que se mueven en un conductor son positivas.

Cuando un paño de seda se utiliza para frotar una barra de vidrio, se produce un flujo de electrones desde la el vidrio hasta el la seda. Entonces, la seda queda con carga eléctrica negativa y el vidrio con carga eléctrica positiva. La seda gana electrones y el vidrio los pierde. Por otra parte si se frota una barra de ebonita (caucho endurecido con azufre) con un trozo de piel, se presenta el efecto contrario; ahora los electrones se desprenden del trozo de piel y se dirigen a la barra de ebonita. La consecuencia es que la barra de ebonita queda con carga electrostática negativa y la piel con carga electrostática positiva.

También es posible cargar a un cuerpo mediante el contacto, si el cuerpo es un conductor. Otra forma de producir carga electrostática en un cuerpo es por la inducción que consiste en acercar un objeto cargado a otro que no tiene carga; en este último se produce una redistribución de sus cargas eléctricas como consecuencia de la proximidad del primer cuerpo, esta redistribución provoca que sea atraído por el objeto pues la zona más próxima entre ellos tiene cargas eléctricas opuestas. Por ejemplo, si se acerca a un pequeño trozo de papel una varilla de vidrio que se frotó con un paño de seda, la carga eléctrica positiva de la varilla de vidrio atrae a los electrones más próximos del pedacito de papel. En esa región se adquiere una carga eléctrica negativa (por el exceso de electrones) y como consecuencia de esto, según la ley de cargas eléctricas habrá una atracción. El resultado es que el pedacito de papel es atraído por la varilla de vidrio y se queda pegado a ella.

Un electroscopio es un dispositivo que sirve para determinar el signo, y en ocasiones la magnitud, de la carga eléctrica de un objeto. Se puede cargar por contacto o por inducción. Es un recipiente de vidrio transparente que tiene en su interior una varilla metálica vertical (un conductor eléctrico) que termina en un mecanismo de dos pequeñas láminas con una bisagra en la conexión con la varilla. Las varillas también son metálicas y cuando no tienen carga eléctrica, son atraídas por la gravedad y están paralelas, pero si reciben carga eléctrica entonces se separan. La razón por la que ocurre esto es porque al tener la misma carga eléctrica se repelen. La varilla sale del recipiente de vidrio y está unida a éste por medio de un material aislante como el corcho.



Si no estuviera aislado el electroscopio, si la varilla metálica estuviera en contacto con la tierra, cualquier carga eléctrica que se indujera o se transmitiera por contacto se perdería, esto provocaría que las hojas del electroscopio no se abrieran.

Pero si se retira la conexión a tierra, y se acerca una varilla de vidrio que fue previamente frotada con un paño de seda, entonces las varillas del electroscopio se abrirán mientras la varilla de vidrio se mantenga muy cerca (pero sin tocar) a la parte metálica del electroscopio que sale del recipiente de vidrio. El electroscopio tiene carga positiva por inducción en esas condiciones.

Si tuviéramos una esfera metálica suspendida de un hilo, podríamos cargarla por fricción. Una vez hecho esto, acercamos un electroscopio que se tocó (se cargó por contacto) con la varilla de vidrio que se ha descrito, y si las hojas del electroscopio se cierran más, entonces la carga de la esfera metálica es negativa; pero si las hojas del electroscopio se abren más entonces la carga de la esfera es positiva.

## 2.1. Ley de Coulomb

El físico francés Charles Coulomb, describió en el siglo XVIII que la magnitud de la fuerza de repulsión o atracción entre dos cargas eléctricas es directamente proporcional al producto de las magnitudes de las cargas eléctricas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa a las cargas eléctricas.:

$$F = \frac{kq_1q_2}{d^2}$$

Donde

$k$ , es la constante de proporcionalidad y para el sistema internacional es  $K = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

$q_1$ , es una de las cargas eléctricas que interactúan, se mide en Coulombs.

$q_2$ , es la otra carga eléctrica que interactúa, también se mide en Coulombs.

$d$ , es la distancia, en metros, entre las dos cargas, se mide en metros.

La ley de Coulomb, es efectiva en distancias relativamente grandes. Pero a nivel subatómico, no funciona. En ese ámbito actúa otra fuerza que se conoce como de interacción fuerte, esta fuerza anula la repulsión entre cargas eléctricas del mismo signo.

La fuerza gravitacional es de menor magnitud que la fuerza de atracción o repulsión eléctrica, sin embargo no experimentamos los efectos de la fuerza de atracción o repulsión eléctrica con frecuencia. Esto porque no acumulamos suficiente carga eléctrica al estar tocando casi siempre a la tierra. Si estuviéramos en un Generador de Van der Graff, los cabellos largos se los alejarían entre sí levantándose en contra de la atracción gravitacional.

Recuerda que a menor separación entre las cargas eléctricas, mayor es la fuerza de atracción o repulsión; si se reduce a la mitad la separación, la fuerza aumenta al doble. También recuerda que:

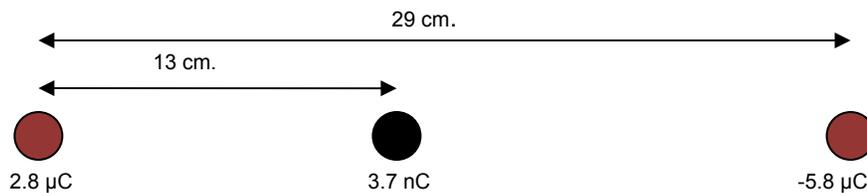
El prefijo nano (n) equivale en notación científica a  $\times 10^{-9}$

El prefijo micro ( $\mu$ ) equivale en notación científica a  $\times 10^{-6}$

El prefijo mili (m) equivale en notación científica a  $\times 10^{-3}$

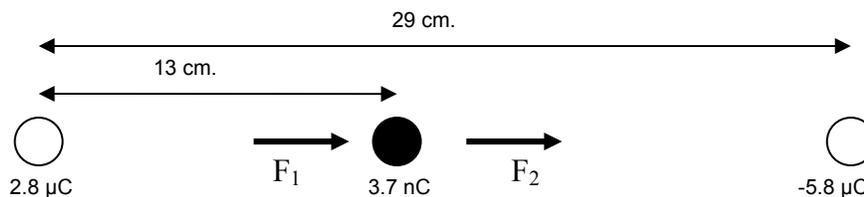
El prefijo centi (c) equivale en notación científica a  $\times 10^{-2}$

**Ejemplo 1** Encuentra la fuerza resultante para la carga central en el siguiente sistema.



Para resolver el problema debemos seguir con los pasos:

1. identificamos la carga sobre la que hemos de hacer el análisis. En este caso es la carga central.
2. Trazamos los vectores fuerza que permiten entender la interacción de la carga que analizamos con las demás:



Como las dos cargas de la izquierda, son del mismo signo, se rechazan, por ello se trazó el vector  $F_1$  con sentido a la derecha.

En el caso de las dos cargas de la derecha, los signos son diferentes, por ello  $F_2$  es un vector que indica la atracción entre estas últimas cargas. Como puedes ver, se analiza la dirección de las fuerzas que actúan sobre la carga central.

3. Calculamos la fuerza para cada vector.

$$F_1 = \frac{kq_1q_2}{d^2} = \frac{(9 \times 10^9)(2.8 \times 10^{-6})(3.7 \times 10^{-9})}{(13 \times 10^{-2})^2} = \frac{93.24 \times 10^{-6}}{0.0169} = 0.0055171597 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{kq_2q_3}{d^2} = \frac{(9 \times 10^9)(3.7 \times 10^{-9})(5.8 \times 10^{-6})}{(16 \times 10^{-2})^2} = \frac{193.14 \times 10^{-6}}{0.0256} = 0.00754453125 \text{ N}$$

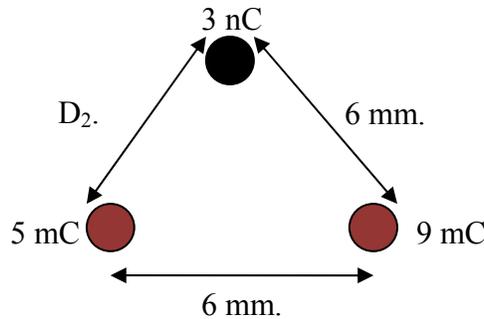
Como puedes ver, la distancia de la  $F_2$ , es de 16 cm.; esto porque la distancia entre la primera y la última carga es de 29 cm. y la distancia entre las los primeras cargas es de 13 cm. entonces la distancia entre las últimas cargas será la diferencia entre 29 y 13 cm.

4. Utilizamos el trazo del paso 2, para decidir si han de sumarse o restarse los resultados obtenidos en el paso anterior. Se restan las magnitudes de los vectores cuando el sentido de los vectores es el mismo, se restan cuando los vectores llevan diferente sentido.

En este caso como los vectores llevan la misma dirección, se suman las magnitudes de los mismos.  $0.0055171597 + 0.00754453125 = 0.01306147722$

5. Se interpreta el resultado, redondeando a las cifras significativas de los datos  
La fuerza que actúa sobre la carga central es de 0.013061477 N hacia la derecha.

**Ejemplo 2** Encuentra la fuerza resultante para la carga del vértice superior del siguiente sistema:



Se procede calculando como en el ejemplo anterior las fuerzas que actúan sobre la carga en cuestión. Como todas las cargas son positivas, se producen fuerzas de repulsión, éstas siguen la dirección de los lados del triángulo, al ser un triángulo equilátero el ángulo entre los vectores es de  $60^\circ$ . Para calcular la fuerza resultante entre vectores no colineales se utiliza la siguiente fórmula:

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$

Donde  $F_1$  y  $F_2$  son las fuerzas que actúan sobre la carga en cuestión.  $\alpha$  es el ángulo entre los vectores de las fuerzas mencionadas.

Realizando los cálculos:

$$F_1 = \frac{(9 \times 10^{-9})(5 \times 10^{-3})(3 \times 10^{-9})}{(6 \times 10^{-3})^2} = 3750 \text{ N} \quad F_2 = \frac{(9 \times 10^{-9})(9 \times 10^{-3})(3 \times 10^{-9})}{(6 \times 10^{-3})^2} = 6750 \text{ N}$$

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha} = \sqrt{3750^2 + 6750^2 + (2)(3750)(6750)\cos 60^\circ} = 9216.1543 \text{ N}$$

Para calcular el ángulo de inclinación del vector resultante se utiliza la siguiente fórmula:

$$\theta = \cos^{-1} \left( \frac{F_1^2 + F_R^2 - F_2^2}{2F_1F_R} \right) + \text{ángulo de inclinación de } F_1$$

Sustituyendo:

$$\theta = \cos^{-1} \left( \frac{F_1^2 + F_R^2 - F_2^2}{2F_1F_R} \right) + 60^\circ = \cos^{-1} \left( \frac{3750^2 + 9216.1543^2 - 6750^2}{(2)(3750)(9216.1543)} \right) + 60^\circ = 99.37^\circ$$

La fuerza resultante tiene una magnitud de 9216.1543 N, con una inclinación  $99.37^\circ$