

# **PRÁCTICA 2**

## **MEDICIÓN DE LA FUERZA ELECTROSTÁTICA**

Prof. Fís. Marís Sofía Flores Cruz, Ayudante: Miguel Angel Amaya Reyes.

Tomado del manual del Dr. Omar Guillermo Morales Saavedra.

### **1. OBJETIVOS**

- 1.1. Calcular la fuerza electrostática ejercida entre dos cuerpos eléctricamente cargados.
- 1.2. A partir del valor de la fuerza electrostática, medir el valor de la carga eléctrica en uno de estos cuerpos.

### **2. MATERIAL**

FUENTE DE VOLTAJE (0 – 25 KV)	SOPORTE UNIVERSAL	BALANZA
HILO NO CONDUCTOR	ESFERAS CONDUCTORAS	TRANSPORTADOR
CABLES CONDUCTORES Y CAIMANES		

### **3. INTRODUCCIÓN**

La ley fundamental de la electrostática es la ley de la interacción entre dos cuerpos puntuales cargados en reposo. Esta ley fue encontrada empíricamente por el físico Ch. Coulomb en 1785. Claramente, los cuerpos puntuales cargados no existen, pero si la distancia entre estos cuerpos es mucho mayor que sus dimensiones, entonces ni la forma ni las dimensiones de los cuerpos cargados influyen de manera relevante en la fuerza entre ellos. Con esto en mente, la forma de la fuerza entre dos cargas “puntuales”  $q_1$  y  $q_2$  separadas una distancia  $r$  está dada por:

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r} \quad (1)$$

donde  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$  F/m es la constante de permitividad del espacio vacío (o también llamada constante dieléctrica).

La fuerza de interacción entre los cuerpos cargados depende de las propiedades del medio que hay entre ellos por medio de la constante dieléctrica  $\epsilon$ , propia de este medio (gas, fluido, etc.), por ahora se considerará que la interacción tendrá lugar en el vacío (el aire influye muy poco en la fuerza de interacción de los cuerpos cargados ya que  $\epsilon_{\text{aire}} \approx 1.0006\epsilon_0$ ).

Claramente, de la ecuación (1) se puede ver que si  $q_1$  y  $q_2$  tienen el mismo signo, el producto  $q_1 q_2$  es positivo y la fuerza resultante es repulsiva. Por el contrario, si  $q_1$  y  $q_2$  tienen signos opuestos, el producto  $q_1 q_2$  es negativo y la fuerza resultante entre ellas es atractiva. Nótese entonces que el producto  $q_1 q_2$  es una forma sencilla de determinar la dirección de las fuerzas que actúan sobre las cargas.

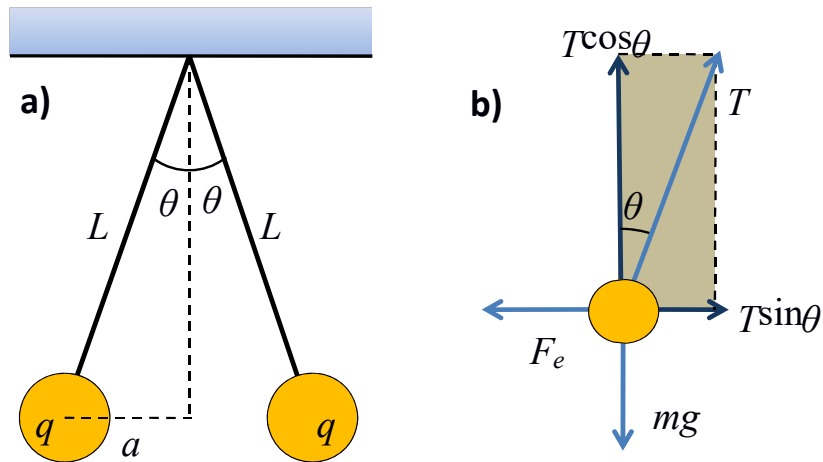
Finalmente, se debe tomar en cuenta que la unidad de carga más pequeña conocida en la naturaleza es la carga del protón o del electrón, la cual tiene un valor absoluto de  $|e| = 1.602 \times 10^{-19}$  C. Por lo tanto, cualquier otra cantidad de carga presente en un cuerpo, será una cantidad dada como  $N|e|$ , donde  $N$  es un número entero.

**Péndulo electrostático.** El péndulo electrostático es un dispositivo experimental sencillo y útil para medir las fuerzas y la cantidad de carga existente en dos cuerpos en reposo. Como se muestra en la **Figura 1**, este dispositivo consta de dos esferas iguales de masa  $m$  y con la misma carga eléctrica  $q$  que penden de hilos de misma longitud  $L$  desde un nodo común. Dada la fuerza de repulsión electrostática  $F_e$  entre las dos esferas (para signos de cargas iguales), éstas se separarán una distancia  $2a$ . Analizando el diagrama de fuerzas, se obtiene que

$$\sum F_x = T \sin(\theta) - F_e = 0 \quad (2)$$

$$\sum F_y = T \cos(\theta) - mg = 0 \quad (3)$$

De este par de ecuaciones se puede obtener el valor de la fuerza  $F_e$ . Utilizando el valor de esta fuerza se puede obtener el valor de las cargas en las esferas a partir de la ecuación (1).



**FIGURA 1. a)** Esquema ilustrativo del péndulo electrostático; **b)** Diagrama de fuerzas de una de las esferas en el péndulo electrostático.

#### 4. ACTIVIDADES A REALIZAR

**4.1.** Medir la fuerza que existe entre dos cuerpos cargados eléctricamente, y a partir de esta medida determinar las cargas existentes en cada cuerpo.

- Medir la masa de las esferas con ayuda de una balanza. Cada esfera se sujetará a un trozo de hilo (úsese el hilo más delgado disponible y con longitudes largas, casi al nivel del piso).
- Sujetar las esferas al soporte universal, asegurando que cada uno de los hilos de los que cuelgan sean de la misma longitud  $L$ . Además debe asegurarse de que los hilos estén unidos al soporte universal en el mismo lugar (es decir, que compartan el nodo o extremo desde donde están siendo sujetas).
- Con ayuda de la fuente de voltaje y de uno de sus cables conductores, se cargarán las esferas. **NOTA:** Antes de ser cargadas, y si la longitud de los hilos es la misma, las esferas en reposo estarán en contacto; por lo que al cargar una de ellas, una misma cantidad de carga se transferirá a la segunda esfera. Con esto se asegura que ambas esferas poseen la misma carga  $q$ .
- Medir la separación entre las esferas (**2a**) y el ángulo formado entre los hilos de los que penden las esferas. Se debe tomar en cuenta que el ángulo entre los hilos es **2 $\theta$** , por lo que hay que hacer la sustitución adecuada para obtener el valor del ángulo correcto (ver **Figura 1a**).

- e) Con los valores obtenidos de  $m$ ,  $L$ ,  $a$  y  $\theta$ , y empleando las ecuaciones (2) y (3), calcular el valor de  $F_e$ .
- f) Con estos valores y el valor de  $\epsilon_0$  obtener el valor de la carga  $q$  en cada una de las esferas.
- g) Repítanse los pasos c-f para diferentes valores de voltaje dados por la fuente (se recomienda encontrar un valor mínimo y un valor máximo en que la separación de las esferas pueda ser medible y dividir este intervalo de forma que se obtengan al menos cinco medidas diferentes), o bien distintas longitudes de hilo para un voltaje en la cual se observe el fenómeno deseado.

**NOTA:** Todos los fenómenos que se observen deberán ser analizados y discutidos.

## 5. REFERENCIAS

[1] Robert Resnick - Física, Volumen 1.