

## **Práctica 1: CARGAS ELÉCTRICAS Y MEDIDA DEL CAMPO ELÉCTRICO**

Presentado por:

Mariana Escobar (201710011113)

Cristobal Trujillo (201727515013)

Juan S. Cárdenas (201710008101)

David Plazas (201710005101)

Materia:

Física II (DF0239)

Profesor:

Msc. Alejandro Madrid Sánchez

Universidad EAFIT  
Medellín, Colombia  
Enero 31, 2018

## **1. INTRODUCCIÓN**

En esta práctica, se llevaron a cabo dos experimentos; estos son utilizados para mostrar, en primer lugar, cómo se puede cargar un cuerpo por medio de la fricción y, observar experimentalmente la existencia de dos tipos de carga. Por último, se evidenciará una manera alterna de cargar un cuerpo y, la existencia de un campo eléctrico generado por esta carga. Con experimentos muy similares a los realizados fue como se obtuvieron las primeras evidencias de la interacción eléctrica en el siglo XVII y en base a estos se obtuvieron las primeras teorías sobre este fenómeno. Es por esto que estos experimentos son una buena manera de interactuar y aprender sobre la interacción eléctrica, debido a que éste es un fenómeno que no se experimenta cotidianamente y no lo podemos ver; no obstante, podemos ver sus consecuencias y sus aplicaciones, como lo es la tecnología actual. Este informe presenta la teoría sobre este fenómeno seguido de una descripción de los experimentos realizados, junto con sus resultados, y por último algunas conclusiones que logramos deducir de lo visto.

## **2. OBJETIVOS**

- Identificar la presencia de cargas eléctricas en distintos tipos de objetos materiales.
- Reconocer dos tipos de interacciones eléctricas y dos tipos de cargas eléctricas.
- Medir el campo eléctrico de una esfera cargada a diferentes distancias.

## **3. MARCO TEÓRICO**

Cuando se quiere cargar un objeto, la teoría dicta que hay tres maneras fundamentales de hacerlo las cuales son:

- Por fricción: esto ocurre cuando un objeto se frota con algún tipo de material para que este adquiera cierta carga, dependiendo de las propiedades específicas de dicho objeto; esta se caracteriza por lo que hay transferencia de masa, por más pequeña que sea. Un ejemplo de este, sería cuando se frota una varilla de vidrio con seda; esto haría que esta se cargara de manera positiva, lo cual perdería masa debido a que pierde electrones para adquirir esta carga.

- Por inducción: esto es cuando se tiene un cuerpo cargado y un cuerpo con carga totalmente neutra. Se procede a acercar estos dos cuerpos, lo cual hace que el campo generado por el cuerpo cargado hace que las cargas de naturaleza contraria a la carga inicial; y, por conservación de la carga, las otras cargas se van al lado contrario. En consecuencia, cuando se conecta a tierra, las cargas que están siendo repelidas por el cuerpo cargado se van y, al quitar la conexión, este cuerpo queda cargado.
- Por contacto: en esta también se tiene un cuerpo cargado y uno neutro pero, en vez de acercarlos, se ponen en contacto ya sea por medio de un cable o físicamente. Esto hace que se distribuya la carga proporcionalmente al tamaño de los cuerpos; así, si son del mismo tamaño y mismo material, la carga quedaría igualmente distribuida. Es por esto que los cuerpos se descargan cuando se conectan a tierra; como esta es tan grande, la gran mayoría, casi que toda, se transfiere a tierra.

Por otro lado, se puede cuantificar la manera en que dos partículas cargadas interactúan entre sí. Esta se da por la Ley de Coulomb la cual dice que si tenemos dos partículas con cargas  $q_1, q_2$  a una distancia  $r$  entre si, la fuerza electrostática que siente uno de los cuerpos está dada por:

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

Siendo  $\hat{r}$  el vector director,  $\epsilon_0$  la permitividad del vacío y  $\pi$  la constante pi. Es importante aclarar que es posible demostrar que esta ley también es válida para la fuerza que genera una esfera afuera de su superficie.

En este orden de ideas, se crea el concepto de campo eléctrico dado por una partícula, lo cual es una abstracción de la idea que al poner una partícula en cierto lugar del espacio, alrededor el espacio coge unas propiedades halla otra partícula o no. El campo que hace una partícula es igual a:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (2)$$

Siendo  $\vec{F}$  la fuerza que siente una partícula  $q_0$  gracias a la partícula original. Así mismo, si juntamos esta definición con la Ley de Coulomb, obtenemos que el campo hecho por una partícula sería:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r} \quad (3)$$

Lo cual, se observa, que depende de la carga y de su signo. [1]

## 4. DESCRIPCIÓN EXPERIMENTAL

Antes de describir cómo se realizaron los experimentos, se listarán los elementos utilizados para llevar a cabo los mismos:

- Dos varillas de vidrio.
- Dos varillas de PVC.
- Un paño de seda
- Un trozo de piel de conejo
- Dos bases giratorias.
- Una esfera grande móvil.
- Una esfera grande para cargarla.
- Un medidor de campo eléctrico.
- Un galvanómetro 1-0-1 mA.
- Regla.
- Trocitos de papel.
- Generador de Van de Graaff (común para los equipos).
- Conectores respectivos.

### Montaje 1

El primer montaje consistía en frotar una barra de vidrio con seda y acercarla a trozos pequeños de papel. El objetivo de este experimento era evidenciar la polarización (ver marco teórico) de cargas dentro del papel y adherirse a la barra gracias a la fuerza de atracción en las cargas reorganizadas.

montaje consistía en, primero, cargar una barra de vidrio con un trozo de seda y otra de plástico con piel del conejo. El objetivo del éste primer montaje era evidenciar la fuerza de atracción entre las varillas después de haberlas frotado con sus respectivos materiales. Terminado este montaje, se procedió a repetir el experimento con

### Montaje 2

Para el montaje 2 se debía, primero, calibrar el galvanómetro de tal manera que estuviese en 0 cuando no hubiese presencia de objetos o cargas frente al medidor de campo eléctrico (dispositivo conectado al galvanómetro); posteriormente se debía cargar la esfera utilizando el generador de Van de Graaff, y acercarla al frente del medidor de campo eléctrico hasta que éste se saturase, es decir, hasta que llegase al máximo valor que puede medir. En nuestro caso, el galvanómetro analógico llegaba hasta 1. Luego de encontrar la distancia en la que se saturaba el instrumento, se debía cargar nuevamente la esfera para, rápidamente, llevarla hasta el lugar donde se satura el instrumento y comenzar a aumentar la distancia entre el el medidor de campo eléctrico y la esfera cargada. A medida que se llegaba a una potencia de 10cm, se tomaba nota de los datos. Se repitió este proceso varias veces.

## **5. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

### **Montaje 1**

#### **5.1. Explique por qué los trocitos de papel son atraídos por la barra de plástico y también por la barra de vidrio.**

En ambos casos, con el vidrio y con el plástico, el papel se adhiere a la barra, independientemente del material que se utiliza. Se frotó la barra de plástico con la piel del conejo por menos de 10s y los papeles se pegaron inmediatamente a la barra y mantuvieron este estado por unos segundos. No obstante, con la barra de vidrio fue más complicado obtener los resultados esperados: después de varios intentos se logró que los papeles se movieran; aún así, se lograron mejores resultados frotando la barra de vidrio con algodón, caso es que sí se mantuvieron adheridas más tiempo.

Es importante, también, notar que los trozos pequeños de plástico fueron atraídos tanto por la barra de vidrio como por la de plástico, ésto se debe a que, al polarizar el papel, las cargas se distribuyen de acuerdo a la carga acercada y permite que las cargas de signos opuesto se acerquen lo suficiente para crear una fuerza suficiente para adherir el papel y la barra.

#### **5.2. Describa lo que ocurre cuando se frotan las dos barras como en el ejercicio 5.1 y se acercan mutuamente en bases giratorias.**

Cuando hicimos este experimento de esta manera, no ocurrió nada; en otras palabras, no hubo ningún tipo de interacción entre estos dos objetos al acercarlos. Sin embargo, cuando frotamos el vidrio con algodón (con la camisa de uno de los compañeros), la barra de plástico se empezó a mover hacia la barra de vidrio.

#### **5.3. Describa lo que ocurre al repetir el ejercicio 5.2 con dos barras de plástico.**

Cuando se frotaron las dos barras de plástico con la piel de conejo, luego de colocarlas en los ejes giratorios y se acercaron, se observó que las barras se repelían, es decir evitaban su mutuo contacto. También cuando se agarraba una de ellas y se acercaban, la otra iba en dirección contraria al movimiento de la otra; incluso, se logró que una de las barras detuviese a la otra en movimiento.

#### **5.4. Describa lo que ocurre desde el punto de vista de la interacción eléctrica cuando se suspende una esfera metálica y se acerca una barra**

**de ámbar frotada con piel.**

No se hizo.

**5.5. Describa un diseño experimental que permita identificar la existencia de carga eléctrica en un material.**

Para identificar la existencia de la carga eléctrica en un material, se puede utilizar el experimento de la barra de plástico frotada con piel de conejo debido a que nos permite observar que, una vez la barra ya fue frotada, ésta adquiere cierta propiedad que permite que los papeles pequeños se adhieran a ella; y es esta propiedad a la que denominamos carga.

**5.6. Describa un diseño experimental que permita verificar la existencia de dos tipos de carga eléctrica.**

Se cogería una lámina conductora fijada a la pared por medio de un aislante, con su superficie paralela al piso y se pone otra tal que sea paralela a la anterior (con un pequeño espacio entre ellas. Si acercamos un vidrio frotado con seda a la lámina superior y ámbar frotado con piel a la lámina inferior, se induciría cargas opuestas entre las dos placas y, se notaría la atracción entre estas dos.

**5.7. Indique cómo se pueden cargar dos esferas metálicas aisladas del mismo material y tamaño con cargas de igual magnitud, pero con signos diferentes.**

Para lograr que dos esferas tengan la misma carga pero con signos contrarios, se puede utilizar la carga por inducción; ésta consiste en cargar una de las esferas - cabe notar que no es importante saber si ésta queda cargada positiva o negativamente -, y luego acercar esta esfera cargada a la otra esfera neutra, con el objetivo de polarizar las cargas dentro de la esfera neutra. Esto es, que si la esfera está cargada, por ejemplo, positivamente, entonces las cargas positivas deberán de agruparse en el lado opuesto a la cara que está cerca de la esfera cargada y los negativos deberán acercarse a esta (el caso análogo ocurre cuando se carga la esfera negativamente, por eso no es relevante saber la naturaleza de la carga). Una vez esté polarizada la carga, se puede conectar un conductor en la parte opuesta a la esfera inicialmente cargada y así disipar las cargas iguales a la de la primera esfera. Así, pues, se obtiene una esfera con igual carga pero con signos diferentes. En la Figura 1 se muestra este proceso para una esfera cargada positivamente y otra neutra.

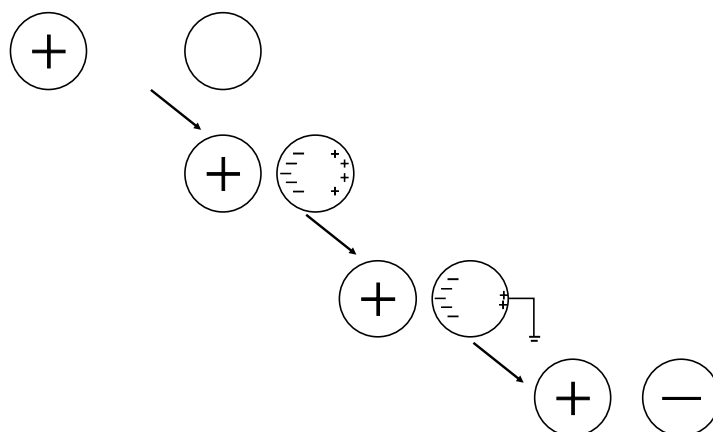


Figura 1. Carga por inducción.

**5.8. Indique cómo se pueden cargar dos esferas metálicas aisladas del mismo material y tamaño con cargas de igual magnitud e igual signo.**

Esto se debería hacer mediante poner en contacto la esfera cargada, con la esfera no cargada, ya sea por medio de un cable o que se toquen físicamente. Al hacer esto, como son esferas de igual tamaño y material, la carga quedaría igualmente distribuida entre las dos esferas, ambas siendo del mismo signo.

**Considere una carga negativa que se aproxima a un conductor aislado sin carga, el conductor se conecta a tierra mientras la carga está cerca.**

**5.9. ¿El conductor se carga?**

No, porque a pesar de que el conductor se polariza, hasta que no se corte el puente a tierra, la esfera va a presentar la misma cantidad de carga positiva que negativa (así hayan concentraciones distintas de una o la otra a través de la esfera) por que lo que no va a haber una carga neta distinta de cero.

**5.10. Ahora si se retira la carga y luego la conexión a tierra, ¿se carga el conductor?**

No se cargaría. Antes de que se retire la carga, se puede ver que el conductor está cargado; cuando se retira la carga, la carga poseída por el conductor ya no tiene una fuerza que la mantenga en el conductor. Por ende, se descargaría por culpa de la conexión a tierra. Ya cuando se le quite la conexión, no tiene ninguna carga.

**5.11. ¿Si se suprime la conexión a tierra y luego se retira la carga externa, ¿se carga el conductor? Sí, porque la carga externa negativa genera una mayor concentración de cargas positivas en el lado por donde se**

acerca la carga externa. La conexión a tierra permite que las cargas negativas repelidas por la carga externa salgan del conductor; así, cuando se retira el conductor y luego la carga externa, se logra obtener una carga positiva en el conductor.

### 5.12. ¿Cómo es posible verificar el comportamiento de los materiales conductores y los no conductores?

Como los no conductores tienen electrones “fijos” en sus átomos, si hacemos una configuración de carga no igual en todo el cuerpo se evidenciará que hay lugares del cuerpo con distintos tipos de cargas. Por el contrario, si el material es un conductor, una configuración de carga no homogénea se repartirá con facilidad por todo el cuerpo; logrando así que la carga esté de forma uniforme

### 5.13. ¿Por qué el vidrio se carga positivamente y el ámbar negativamente?

Se debe al material que se utiliza para cargarlos. La piel de conejo le cede electrones a la barra de ámbar haciendo que ésta quede cargada negativamente, mientras que la barra de vidrio le cede electrones a la seda, causando que la barra quede positiva. Es una cuestión de las propiedades del material en estudio, dependiendo de cuál puede ceder o recibir electrones más fácilmente [2].

## Montaje 2

Para el segundo montaje, se tuvieron muchos inconvenientes a la hora de tomar datos: no se lograba calibrar el galvanómetro, cualquier movimiento dentro del laboratorio hacía mover la aguja del galvanómetro de un lado a otro, además de que la esfera se descargaba con rapidez, lo que no nos permitía ver valores claros en el dispositivo analógico. No obstante, se logró obtener datos utilizando el equipo digital y no el analógico. A continuación se muestran los datos obtenidos:

Tabla 1. Resultados montaje 2.

| r (m) | E (kV/m)  |           |           |          |
|-------|-----------|-----------|-----------|----------|
|       | Intento 1 | Intento 2 | Intento 3 | Promedio |
| 0.2   | 1.25      | 1.25      | 1.25      | 1.25     |
| 0.3   | 1.25      | 1.25      | 1.25      | 1.25     |
| 0.4   | 1.25      | 1.25      | 0.5       | 1        |
| 0.5   | 1.25      | 0.5       | 0.2       | 0.65     |
| 0.6   | 0.9       | 0.3       | 0.03      | 0.41     |
| 0.7   | 0.5       | 0.01      | 0         | 0.17     |

### 5.14. Graficar $E$ vs. $r^{-2}$

En la Figura 2 se muestra la gráfica, junto con sus respectivos valores en la



Tabla 2.

Tabla 2. Campo eléctrico para cada valor de  $r^{-2}$

| $E(\text{kV/m})$ | $r^{-2}(\text{m}^{-2})$ |
|------------------|-------------------------|
| 1.25             | 25.0                    |
| 1.25             | 11.1                    |
| 1.00             | 6.25                    |
| 0.65             | 4.00                    |
| 0.41             | 2.77                    |
| 0.17             | 2.04                    |

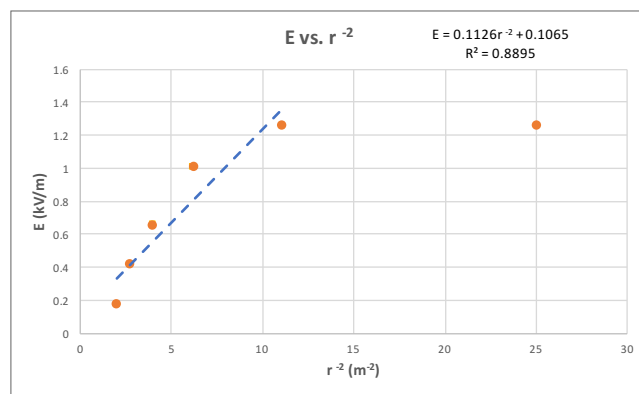


Figura 2. Campo eléctrico vs.  $r^{-2}$

### 5.15. Graficar $E$ vs. $r^{-1}$

En la Figura 3 se muestran la gráfica de campo eléctrico contra  $r^{-1}$ , con sus respectivos datos mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Campo eléctrico para cada valor de  $r^{-1}$

| $E(\text{kV/m})$ | $r^{-1}(\text{m}^{-1})$ |
|------------------|-------------------------|
| 1.25             | 5.00                    |
| 1.25             | 3.33                    |
| 1.00             | 2.50                    |
| 0.65             | 2.00                    |
| 0.41             | 1.66                    |
| 0.17             | 1.42                    |

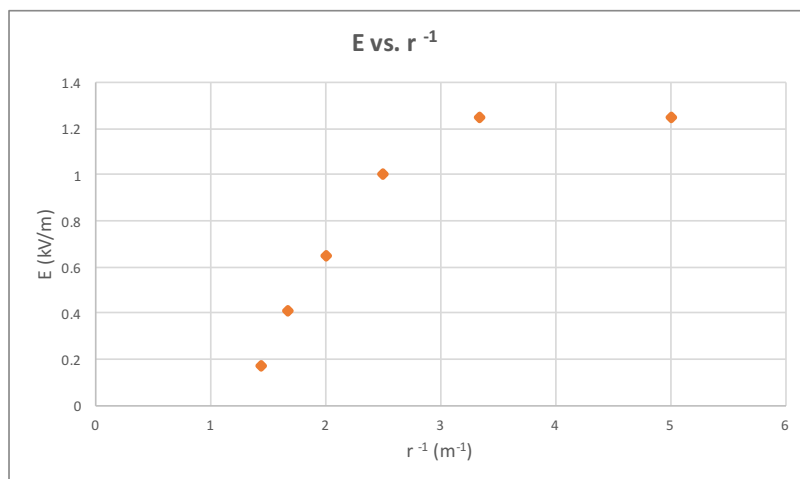


Figura 3. Campo eléctrico vs.  $r^{-1}$

### 5.16. Comparar estos gráficos y sacar conclusiones

Antes de realizar comparaciones, se debe aclarar que en la gráfica de campo eléctrico ( $E$ ) contra  $r^{-2}$  se tomaron sólo los primeros 5 valores de  $E$  para realizar la línea de tendencia; y esto se hizo con el propósito de obtener una mejor regresión lineal entre los datos, ya que el sexto valor de  $E$  es el mismo que el 5, y es el máximo de medida del instrumento. Esto quiere decir que el instrumento utilizado se saturó y no logró medir adecuadamente el campo eléctrico a 5cm. Aunque la regresión lineal para los puntos estudiados no es la mejor, ya que  $R^2 = 0.88$ , se puede afirmar que las gráficas son crecientes; ésto implica que, respectivamente, dependen de  $r^{-2}$  y de  $r^{-1}$ , lo que nos permite afirmar que sí se vio una validación de la Ley de Coulomb.

### 5.17. ¿Qué significado físico tiene la pendiente de la gráfica en 5.14?

Se puede observar que los resultados no concuerdan con ninguna línea recta, lo cual la pendiente no tendría sentido. Sin embargo, si los resultados obtenidos dieran una línea recta como la teoría predice, esta sería:

$$\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \quad (4)$$

Podemos ver que depende de la carga lo cual, demuestra porqué los resultados pueden ser tan malos; ya que, como la esfera se descarga tan rápidamente, esta constante decaería a medida que se toma más tiempo en tomar ciertas medidas, haciendo que el experimento tenga más error.

### 5.18. Encontrar la pendiente del literal 5.14.

La pendiente es:

$$m = 0.113 \frac{C}{Nm^2} \quad (5)$$

## 6. CONCLUSIONES

- Es engorroso obtener medidas del campo eléctrico en las condiciones en que lo intentamos medir, varias condiciones externas afectaban notablemente la medida: El movimiento de las personas dentro del laboratorio; la distancia que había entre el lugar en que se cargaba el elemento del cual se iba a medir el campo eléctrico y el lugar en que se medía, ya que se descargaba considerablemente en este recorrido; el tiempo que se cargaba la bola influía en el punto desde el cual se comenzaba a medir por lo que se perdía tiempo importante intentando encontrar de nuevo este punto en cada medición; mientras se leía la medida el elemento perdía carga, por lo que cada vez la medida era diferente; entre otros. Por esto las gráficas difieren de las gráficas que deberíamos obtener según el comportamiento teórico.
- Se pudo evidenciar el comportamiento de diferentes materiales cargados por medio de diferentes métodos de carga. Se observó que la mayoría de experimentos mostraron un comportamiento cercano al teórico, a excepción del vidrio que debía ser cargado por fricción con seda y fue difícil obtener un resultado observable a simple vista.
- Se reconoció el fenómeno de polarización y se reconoció que cargas iguales se repelen, por lo que es claro que objetos cargados afectan otros cuerpos. Esto también se pudo evidenciar al efectuar la medición del campo eléctrico, ya que cualquier cambio en el ambiente afectaba la medición.
- Observamos la diferencia en el comportamiento de los conductores y no conductores de una manera indirecta, ya que para medir el campo eléctrico debíamos cargar una esfera conductora, agarrándola del mango no conductor para que la carga no fluyera hacia nosotros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SEARS and ZEMANSKY, Física Universitaria. Pearson, 12 ed., 2009.
- [2] ÁNGEL FRANCO GARCÍA, "Curso interactivo de física en internet." Consultado en 5 de febrero de 2018. [Online] Disponible en: [http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica./elecagnet/campo\\_electrico/fuerza/fuerza.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica./elecagnet/campo_electrico/fuerza/fuerza.html).