

DEMO 203

Mini-campana de Franklin

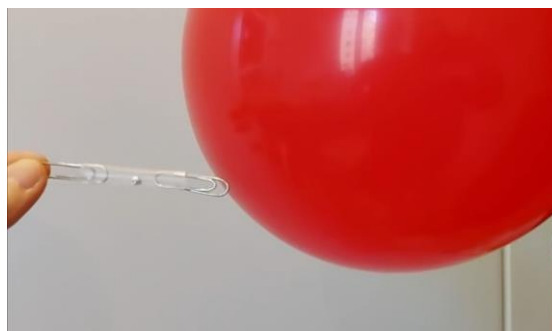


Figura 1- mini-campana de Franklin



Figura 2- Campana de Franklin clásica

Autor/a de la ficha	Guillem Soria, Raquel Niclòs, Chantal Ferrer
Palabras clave	Detección de cargas eléctricas, ley de Coulomb, inducción de carga, polarización.
Objetivo	Detectar la presencia de cargas eléctricas. Comprobar la inducción de carga y polarización de un objeto metálico.
Material	- 2 clips metálicos - una pajita o tubo de PVC transparente - una bola de papel de aluminio - un globo inflado o una varilla de acrílico (plexiglás o metacrilato) - un trozo lana o seda
Tiempo de Montaje	No requiere montaje.

Descripción

Inflamos el globo y lo frotamos en una superficie de lana, para que se cargue electrostáticamente. Con una mano sujetamos el dispositivo formado por 2 clips separados una distancia, dentro de una pajita o tubo de PVC transparente que contiene una pequeña bola de papel de aluminio. Lo sujetamos por el extremo de uno de los clips. Al acercar el globo cargado al otro clip, la bolita de aluminio empezara a moverse en el interior del tubo de un lado al otro, hasta que el globo se descarga completamente.



Figura 3. Campanas de Franklin cargadas con un generador Van de Graaf y Whimshurst

Explicación

Este dispositivo es una versión compacta y sencilla de una demostración clásica: la campana de Franklin, que aparece en la figura 2. Existe una versión actualizada con latas metálicas, como en las figuras 3 (ver [1] y [2]), pero se requiere un generador van de Graaf o de Whimshurst. En cambio, en esta propuesta basta la carga que proporciona un globo que se ha friccionado. En todos los casos sucede lo siguiente:

Si tenemos dos objetos metálicos separados entre sí y cargamos positivamente uno de ellos y negativamente el otro, generamos un campo eléctrico, E , entre ellos. Al colocar un objeto conductor en ese campo eléctrico, como por ejemplo una esfera metálica, éste se polariza, es decir, las cargas dentro del conductor se distribuyen en su superficie pasando a actuar como un dipolo. En cada lado se acumulan cargas de signo opuesto al campo eléctrico.

Mayor carga positiva
+
Piel humana
Cuero
Piel de conejo
Vidrio
Cuarzo
Mica
Pelo humano
Nylon
Lana
Plomo
Piel de gato
Seda
Aluminio
Papel
Algodón (sin carga)
0
Acero (sin carga)
Madera
Polimetilmetacrilato
Ámbar
Acrílico
Poliestireno
Globo de goma
Resinas
Goma dura
Acetato, Rayón
Goma sintética
Poliéster
Espuma de poliestireno
Papel film para embalar
Poliuretano
Polietileno (cinta Scotch)
Polipropileno
Vinilo (PVC)
Teflón
Goma de Silicona
Ebonita
-
Mayor carga negativa

Figura 6. Serie triboeléctrica

Esto provoca que el lado de la esfera metálica con carga negativa inducida, sienta una atracción hacia el objeto metálico cargado positivamente y, a su vez, el lado opuesto de la esfera, con carga positiva inducida, se ve atraído por el objeto cargado negativamente. Esta fuerza de atracción entre cargas de signo opuesto viene explicada por la Ley de Coulomb:

$$|\vec{F}| = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

con $k = 1/(4\pi\epsilon)$ (donde k toma el valor $8.99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \text{C}^{-2}$ en el vacío), q_1 y q_2 las cargas en Coulomb (C), r la distancia entre las cargas en metros (m) y F la fuerza de atracción o repulsión en Newton (N).

En una posición de equilibrio perfecto, la esfera estaría quieta en ese punto entre los dos objetos cargados eléctricamente.

Un ligero movimiento de la esfera metálica que lo acerque más a un lado que al otro hará que la esfera se mueva y llegue a tocar el objeto metálico, por ejemplo, el cargado positivamente. Esto hace que la esfera reciba una carga positiva y entonces, como tiene la misma carga que el objeto, se genera una fuerza de repulsión que la empuja en sentido contrario hacia el objeto cargado negativamente.

Por su energía cinética, la esfera no se detiene en la posición de equilibrio y llega al objeto cargado negativamente. Cuando lo toca, la esfera recibe una carga negativa y siente la fuerza de repulsión en sentido contrario, repitiendo el proceso anterior en un movimiento oscilatorio similar al de un péndulo simple.

En el dispositivo clásico, diseñado por Benjamin Franklin, los dos objetos metálicos son dos campanas que se utilizaban para detectar cargas eléctricas, en especial las generadas por la electricidad estática atmosférica. Una campana estaba conectada a un pararrayos (u otra fuente de alta tensión) y la otra campana a tierra. Una esfera metálica móvil colgaba entre las campanas como un péndulo. Al cargarse las campanas, inducían cargas en la esfera metálica que iba descargándose haciendo sonar las campanas (Figura 4).

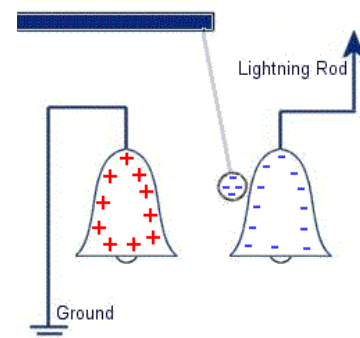


Figura 4. Campana de Franklin

En el dispositivo mostrado (Figura 5), los clips son los objetos metálicos cargados por el globo friccionado y conectado a tierra por la persona que lo sujeta en el otro extremo. Con este dispositivo no es necesario generar un campo de tan alta tensión como con el dispositivo clásico. Basta con frotar dos materiales que estén lo suficientemente separados en la serie triboeléctrica (Figura 6).



Figura 5. Mini-campana de Franklin

La serie triboeléctrica es un listado ordenado de materiales de acuerdo a su afinidad a ceder (cargarse positivamente) o captar electrones (cargarse negativamente) cuando se frotan con otros materiales. La mayor transferencia de carga ocurre cuando se frotan dos materiales que se encuentren en los extremos de la serie triboeléctrica. Así, si frotamos una varilla de vidrio con tela de poliéster, la varilla se cargará positivamente; si escogemos una varilla de PVC o un globo de goma con lana, la varilla o el globo se cargarán negativamente.

Comentarios	Esta práctica está relacionada con las prácticas 21 (Electroscopio), 98 (péndulo electrostático) y 100 (atracción electrostática)
Referencias	[1] https://rimstar.org/science_electronics_projects/franklins_bell_how_to_make.htm [2] https://www.youtube.com/watch?v=SY5Hh-8j_bA