

## GENERADOR DE VAN DE GRAAFF

### Referencia: QLL014



### Descripción

Aparato útil para experimentos de electrostática, donde se necesita una fuente continua de alta tensión. Un conjunto accionado por motor encerrado en una robusta caja metálica de dos partes hecha de extrusión de aluminio especialmente diseñada con soportes laterales de plástico aislados para mayor seguridad. El rodillo inferior accionado por el motor hace girar el conjunto de rodillos superior situado en la parte superior del tubo de plexiglás aislado a través de una correa de goma plana extraíble. La rotación continua de la correa de caucho da lugar a la acumulación de carga en la cúpula metálica casi esférica de una sola pieza, transfiriéndose la carga continuamente desde la correa de caucho a través de los peines de recogida de carga. La cúpula está especialmente diseñada, con una superficie lisa y pulida, libre de cualquier imperfección superficial y sin ninguna esquina o borde afilado para minimizar la fuga de carga. El motor funciona con una red de CA de 220-240V, 50/60Hz, entrada con fusible a través de un cable de red de 3 núcleos. Está provisto de un interruptor ON/OFF de tipo indicador. Al acercar la esfera de descarga a tierra, suficientemente cerca de la cúpula cargada, la transferencia de carga de la cúpula a la tierra se produce en forma de chispa eléctrica que salta de la cúpula a la esfera de descarga. En condiciones favorables, puede desarrollar un potencial eléctrico de hasta 200kV, con una chispa de hasta 70mm de longitud. Se proporciona un terminal de toma de 4mm en la parte inferior para la puesta a tierra y otro inserto de 4mm en la parte superior de la cúpula para la transferencia de carga o la fijación de accesorios.

**Experimento 1:** Estudiar la producción de descargas eléctricas mediante el generador de Van de Graaff.

### **Materiales requeridos**

- Generador de Van de Graaff
- Descargador

### **Teoría**

#### **Generador de Van de Graaff**

El físico estadounidense Robert Jemison Van de Graaff inventó el generador Van de Graaff en 1931. El dispositivo tiene la capacidad de producir voltajes extremadamente altos, de hasta 20 millones de voltios. Van de Graaff inventó el generador para suministrar la gran energía necesaria para los primeros aceleradores de partículas. Estos aceleradores se conocen como destructores de átomos porque aceleran las partículas subatómicas a velocidades muy altas y luego las "aplastan" contra los átomos objetivo. La colisión resultante crea otras partículas subatómicas y radiaciones de alta energía, como los rayos X. La capacidad de crear estas colisiones de alta energía es la base de la física nuclear y de partículas.

#### **Conductores y aislantes**

- Los átomos están compuestos por un núcleo formado por protones (carga positiva) y neutrones (carga neutra) rodeados de electrones en órbita (carga negativa).
- La mayoría de los materiales tienen el mismo número de protones y electrones y son eléctricamente neutros.
- Cuando los electrones no están ligados al núcleo (o están poco ligados), pueden moverse a través del material.
- La facilidad con la que se mueven de un extremo a otro depende de si el material es un aislante o un conductor.
- En los conductores, los electrones pueden moverse libremente, mientras que en los aislantes no pueden.

## Ionización

- El generador de Van de Graaff también demuestra la ionización del aire. La ionización se produce cuando la intensidad del campo eléctrico es lo suficientemente fuerte como para separar los electrones de los átomos del aire circundante.
- Cuando los electrones se recombinan con los iones positivos en nuevas combinaciones se libera luz visible.

## Principio

**Descarga de corona:** Una descarga de corona es una descarga eléctrica provocada por la ionización de un fluido, como el aire, que rodea a un conductor cargado eléctricamente. Las descargas corona espontáneas se producen de forma natural en la alta tensión. Una corona se produce cuando la fuerza (gradiente de potencial) del campo eléctrico alrededor de un conductor es lo suficientemente alta como para formar una región conductora, pero no lo suficientemente alta como para causar una ruptura eléctrica o un arco eléctrico a los objetos cercanos.

Si el conductor cargado se pone en contacto interno con un conductor hueco toda su carga se transfiere a la superficie del conductor hueco sin importar lo alto que sea el potencial de este último.

## Teoría

Consideremos una carcasa esférica de radio  $R$ . Si colocamos una carga de magnitud  $Q$  en dicha esfera, la carga se extenderá uniformemente por la superficie de la esfera y el campo eléctrico en el interior de la esfera será igual a cero, y el del exterior será debido a la carga  $Q$  colocada en el centro de la esfera.

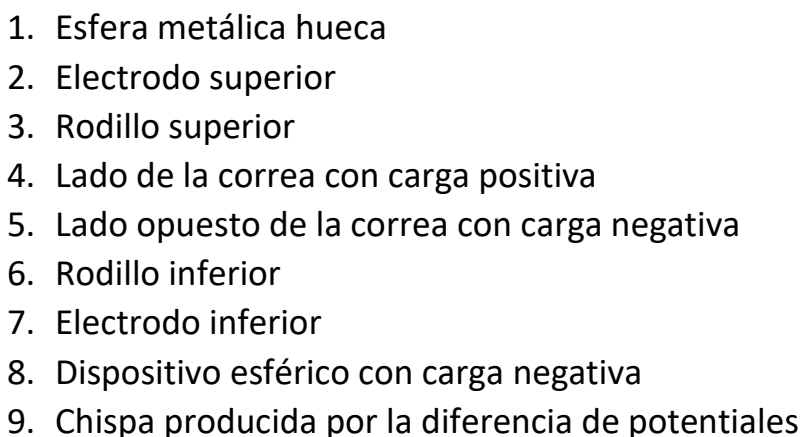
Por lo tanto, el potencial exterior es el de una carga puntual y el interior es constante, es decir, el valor en el radio  $R$ . Tenemos entonces que:

El potencial dentro de la carcasa esférica conductora de radio  $R$  que lleva carga  $Q$  = constante y está dado por:

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R}$$

## Manual de instrucciones

Versión 2, 01/2022



En la figura de arriba podemos distinguir:

- Una gran carcasa esférica que se mantiene a una altura de varios metros sobre el suelo apoyada en una columna aislante.
- Dos poleas se enrollan con un material aislante similar a una correa, una de ellas a nivel del suelo y la otra en el centro de la carcasa.
- Esta correa realiza un movimiento continuo, llevando así continuamente carga positiva desde el suelo hasta la parte superior.
- La correa se mantiene en movimiento continuo gracias a un motor que acciona la polea inferior.
- La carga positiva se transfiere a la carcasa por medio de una escobilla de carbón, lo que hace que la carcasa alcance un potencial muy alto con el transcurso del tiempo.

## Procedimiento



1. Conecte el cable principal a la toma de corriente instalada en el aparato y enchúfelo a la toma de corriente de 220 V AC 50Hz.
2. Conecte un extremo del cable de conexión tipo banana al descargador y el otro extremo a la toma de tierra de color verde.
3. Encienda el interruptor.
4. La correa de goma comenzará a rotar.
5. La correa gira con la misma velocidad durante todo el experimento.
6. Acercar el descargador a la cúpula instalada en el generador de Van de Graaff. Generará una chispa eléctrica.

**Nota:** Descargue el Van de Graaff tocando el descargador con la cúpula antes de apagarlo, de lo contrario puede recibir una descarga eléctrica. Haga esto cada vez que utilice el generador de Van de Graaff.

**Experimento 2:** Demostrar que las cargas semejantes se repelen utilizando el cabezal de pelos y el generador de Van De Graaff.

### Materiales requeridos

- Cabezal de pelos
- Generador de Van de Graaff
- Cable de conexión

## Teoría

El cabezal de pelos se creó para mostrar cómo los aislantes pueden convertirse en conductores con la ayuda de una carga eléctrica. También demuestra cómo las cargas similares se repelen entre sí. Cuando el generador está encendido la misma carga se transfiere a cada hebra del accesorio para mostrar el fenómeno de repulsión de las cargas opuestas.

## Procedimiento

1. Conecte el cable principal a la toma de corriente instalada en el generador Van de Graaff y enchúfelo a la toma de corriente principal de 220 V AC 50Hz.
2. Inserte la cabeza de pelo en la toma de corriente situada en la parte superior de la cúpula.
3. Conecte la cúpula de descarga con la toma de tierra mediante el cable de conexión.
4. Encienda el aparato.
5. El funcionamiento del generador hace que los pelos adquieran una carga similar repeliéndose entre sí, lo que hace que se extiendan y se alejen de la cúpula, quedando finalmente erguidos.

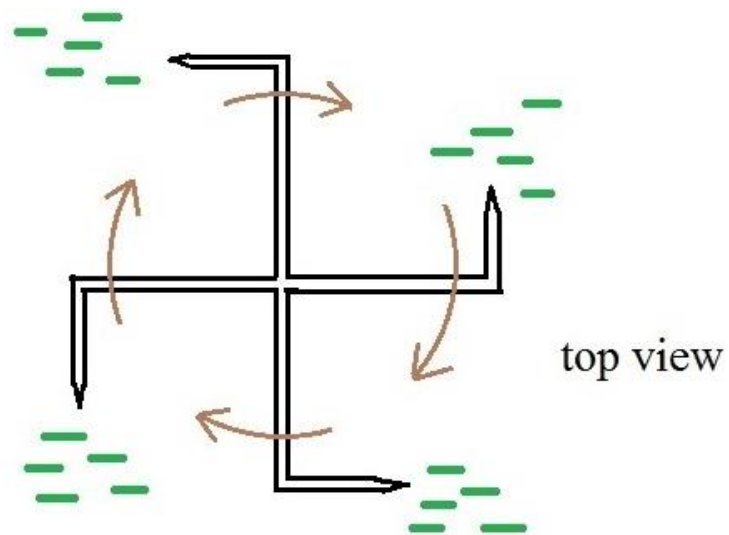
**Experimento 3:** Demostración del giro del remolino eléctrico por efecto del Generador de Van de Graaff.

## Materiales requeridos

- Remolino eléctrico
- Generador de Van de Graaff
- Cable de conexión

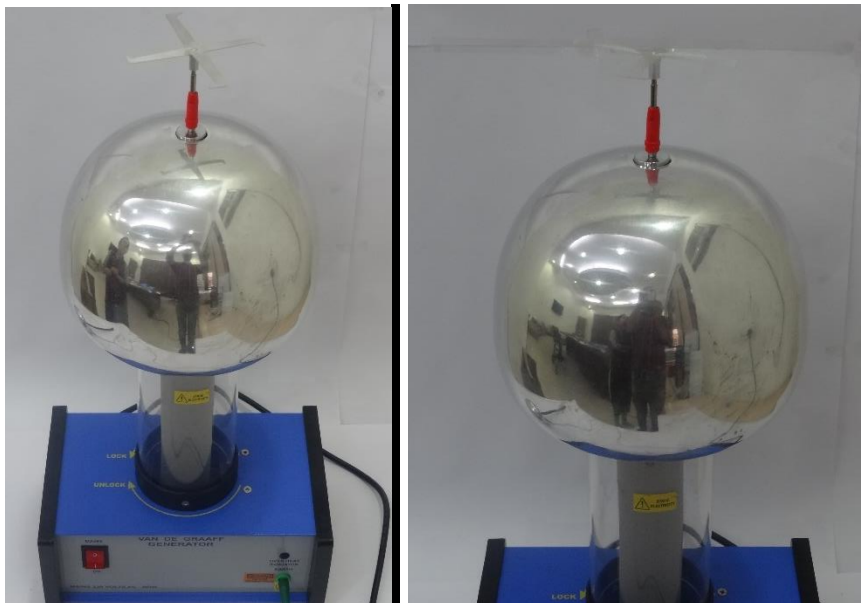
## Teoría

El remolino eléctrico gira debido al par de torsión creado por los iones impulsados por las puntas de los radios. En este esquema suponemos que la cúpula del generador de Van de Graaff y el remolino están cargados negativamente. Las puntas de los brazos "arrojarán" carga negativa. Los brazos cargados negativamente serán repelidos por la nube negativa de carga espacial cerca de los extremos de los brazos y el remolino girará como se muestra.



### Procedimiento

1. Conecte el cable principal a la toma de corriente instalada en el generador Van De Graff y enchúfelo a la toma de corriente principal 220 V AC 50Hz.
2. Conecte la cúpula de descarga con la toma de tierra utilizando el cable de conexión.
3. Conecte el remolino eléctrico con la cúpula del generador Van de Graaff.
4. Encienda el dispositivo.
5. El remolino empezará a girar.



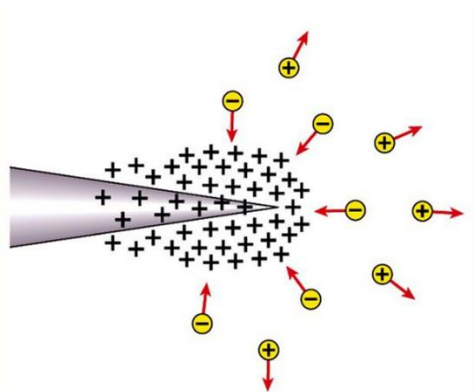
**Experimento 4:** Demostrar el fenómeno del viento eléctrico mediante un descargador de punta.

### **Materiales requeridos**

- Descargador de punta
- Generador de Van de Graaff
- Cable de conexión

### **Generación del viento eléctrico**

Una punta afilada en un conductor cargado tiene una mayor densidad de carga superficial que generará un campo eléctrico más fuerte. El fuerte campo eléctrico ioniza las moléculas de aire que rodean la punta afilada y aquellos iones o electrones que tienen carga opuesta a la del conductor serán atraídos hacia la punta, mientras que aquellos iones o electrones con la misma carga serán repelidos. Este fenómeno se denomina efecto de punta. Los iones en movimiento arrastran a las moléculas de aire, produciendo un viento eléctrico que puede hacer girar un mini molino de viento.



### **Procedimiento**

1. Conecte el cable principal a la toma de corriente instalada en el generador Van de Graaff y enchúfelo a la toma de corriente principal 220V AC 50Hz.
2. Conecte la cúpula de descarga con la toma de tierra utilizando el cable de conexión.
3. Conecte el descargador de punta en la parte superior de la cúpula.
4. Encienda el aparato.



5. Se genera un fuerte campo eléctrico cerca de la punta afilada.

**Experimento 5:** Estudiar el efecto del Van de Graaff en la tormenta de granizo de Volta.

### **Material requerido**

- Tormenta de granizo de Volta
- Generador de Van de Graaff
- Cables de conexión

### **Teoría**

En la tormenta de granizo de Volta se demuestran los efectos de atracción y repulsión. Los efectos se producen sobre las cargas inducidas cuando los cuerpos utilizados son conductores y tienen un camino a tierra para deshacerse de la carga repelida. Se producen sobre dipolos o polos de orden superior cuando no hay camino a tierra o los cuerpos son no conductores. A veces la humedad de la atmósfera hace que los dieléctricos (no conductores) sean ligeramente conductores y los efectos se deben a una combinación de causas. Las partículas de la Vermiculita son repelidas de la base metálica porque recogen su carga de ella. Al perderla en la placa superior caen debido a la gravedad. También son repelidas de la placa superior si se quedan el tiempo suficiente para recoger una nueva carga.

### **Procedimiento**

1. Conecte el cable principal a la toma de corriente instalada en el generador Van de Graaff y enchúfelo a la toma de corriente principal 220 V AC 50Hz.
2. Coloque el granizo de Volta en la toma superior del generador Van de Graaff.
3. Encienda el dispositivo.
4. Las bolas situadas en la superficie inferior obtienen carga similar y se repelen.
5. Las bolas golpean en la superficie superior y pierden su carga y caen por efecto de la gravedad.



**Experimento 6:** Determinar la conducción de la carga mediante una bombilla de neón.

### **Materiales requeridos**

- Bombilla de neón
- Generador de Van de Graaff
- Cable de conexión

### **Teoría**

La bombilla de neón puede utilizarse como un electroscopio alternativo para determinar la carga eléctrica. Cuando un electrodo de la bombilla se pone en contacto con un objeto cargado, se produce un destello. La bombilla de neón contiene dos electrodos en un espacio lleno de gas de neón. La luz dentro de la bombilla de neón se produce cerca del electrodo cargado negativamente (o cátodo). Si el electrodo más cercano al objeto que se toca es el que parpadea, entonces el objeto estaba cargado negativamente. Si el otro cátodo se ilumina, entonces el objeto estaba cargado positivamente y los electrones fluyeron en la dirección opuesta.

## **Procedimiento**

1. Conecte el cable principal a la toma de corriente instalada en el generador Van de Graaff y enchúfelo a la toma de corriente principal 220V AC 50Hz.
2. Encienda el aparato.
3. Ahora tome una bombilla de neón cerca de la cúpula de Van de Graaff; la bombilla de neón se ilumina de acuerdo a la carga en la cúpula del generador de Van de Graaff.

**Experimento 7:** Estudiar la interacción entre las bolas de médula utilizando el generador de Van de Graaff.

## **Materiales requeridos**

- Bolas de médula en barra
- Generador de Van de Graaff
- Cable de conexión

## **Procedimiento**

1. Conecte el cable principal a la toma de corriente instalada en el generador Van de Graaff y enchúfelo a la toma de corriente principal de 220V AC 50Hz.
2. Fijar las bolas de médula en barra en la parte superior de la cúpula utilizando la toma de 4 mm.
3. Encienda el dispositivo.
4. Las dos primeras bolas se atraen.
5. Entonces las bolas se cargan con la misma carga y como resultado empiezan a repelerse.

## **Precauciones**

- Desconecte siempre la alimentación antes de realizar cualquier ajuste en el aparato.
- El generador Van de Graaff, como todos los aparatos electrostáticos, debe mantenerse limpio y seco.
- Descargue la cúpula después de su uso para evitar descargas.
- Use un plumero suave para limpiar la cúpula, la esfera y los rodillos.

## **Aplicaciones de la electricidad estática en la vida diaria**

Hay muchas aplicaciones de la electricidad estática en la vida cotidiana, como la fotocopia, la pulverización y el precipitador electrostáticos. Además, conocer mejor la electricidad estática puede ayudarnos a prevenir posibles peligros. Por ejemplo, un vehículo que transporta materiales inflamables tiene una cadena de hierro atada a su parte trasera; esto transfiere la carga al suelo para evitar el fuego causado por las chispas. Por la misma razón, dado que en un hospital se utilizan a menudo oxígeno y materiales inflamables, el suelo de un quirófano suele ser antiestático y todo el instrumental debe estar conectado a tierra. Así se evitan explosiones causadas por chispas.