

TRABAJO PRÁCTICO Nº 2 ELECTROSTÁTICA

Experiencia 2.1

Carga de un cuerpo. Interacción electrostática.

Objetivo

Cargar eléctricamente cuerpos por frotamiento. Comprobar experimentalmente la existencia de fuerzas de interacción electrostática.

Procedimiento:

Cargar dos barras de vidrio por frotamiento con seda. Colocar una barra en el soporte pivotante y sosteniendo la otra con la mano acercarla para ponerla en interacción. Luego sostener el trapo con la mano para ponerlo en interacción con la barra del soporte pivotante.

Ídem con dos barras de plástico y un trapo de lana.

Poner en interacción una barra de plástico con una de vidrio.

Explicar el comportamiento que se observe en términos de fuerzas de interacción electrostática.

Objetivo

Cargar eléctricamente cuerpos por inducción. Conocer y manejar el Electrógrafo y el Electroscopio.

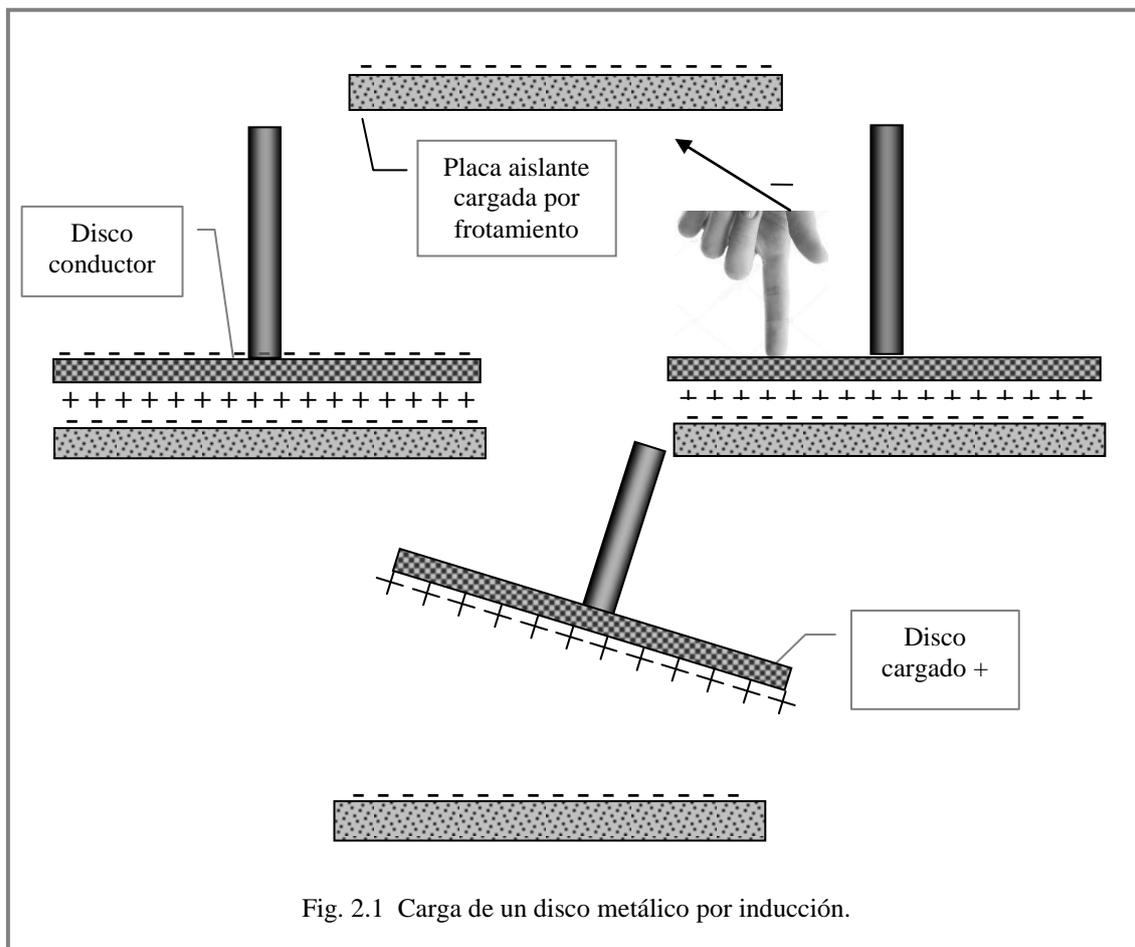


Fig. 2.1 Carga de un disco metálico por inducción.

Un método eficaz para cargar un cuerpo de material conductor por inducción es recurrir al denominado “Electróforo de Volta”. Éste es un dispositivo que consiste en una placa de material aislante que se carga frotándola con un paño. Sobre la placa se apoya el cuerpo, que para nuestra experiencia es un disco metálico provisto de un mango de material aislante. Se toca el disco con el dedo con lo que se remueve la carga repelida por el aislante, quedando el disco con una carga neta. La Fig. 2.1 muestra la secuencia de operaciones descripta.

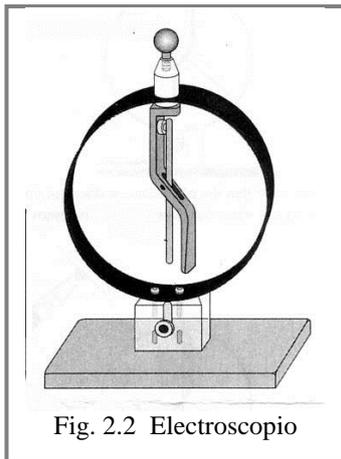


Fig. 2.2 Electroscopio

El electroscopio es un instrumento que indica el exceso de carga en un cuerpo. Hay diferentes tipos; el instrumento que disponemos (Fig. 2.2) consiste en una placa conductora fija a un soporte aislante; sobre esta placa pivota otra placa conductora, móvil, que en equilibrio adopta la posición vertical.

Cuando suministramos al electroscopio un exceso de carga tocándolo, por ejemplo con el disco cargado del ensayo anterior, el exceso de carga aparece tanto en la placa fija como en la móvil. La fuerza de repulsión electrostática hace que la placa móvil se aparte de la vertical poniendo en evidencia de esa manera el exceso de carga. A mayor exceso, mayor apartamiento. El efecto puede observarse también por acción a distancia (inducción).

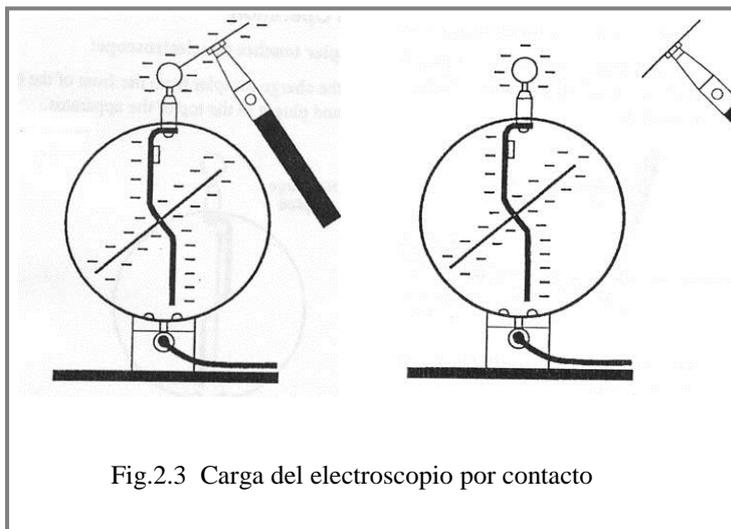


Fig.2.3 Carga del electroscopio por contacto

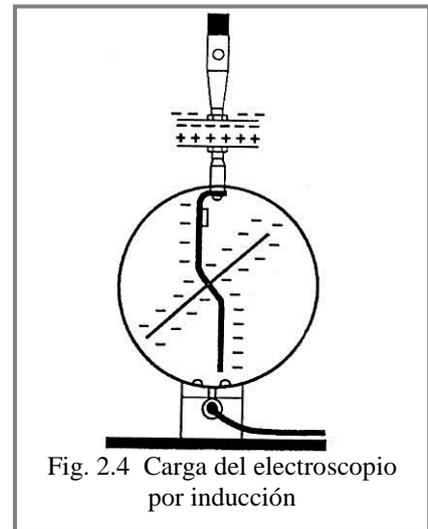


Fig. 2.4 Carga del electroscopio por inducción

Experiencia 2.2 Doble jaula de Faraday. Electrómetro.

Objetivo

Generar y ponderar cantidades de carga eléctrica utilizando un Electrómetro y una “Doble jaula de Faraday”.

Equipamiento

Doble jaula de Faraday (Fig. 2.5)

Electrómetro PASCO ES-9054B: Voltímetro de gran resistencia interna ($\approx 10^{14} \Omega$); apto para mediciones electrostáticas de tensión (Fig. 2.6). Máxima tensión admisible: 100 V.

Accesorios: discos con mango de material aislante (“placas de carga”, “planos de prueba”) conductores, etc.

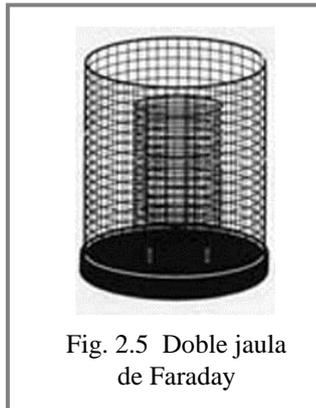


Fig. 2.5 Doble jaula de Faraday

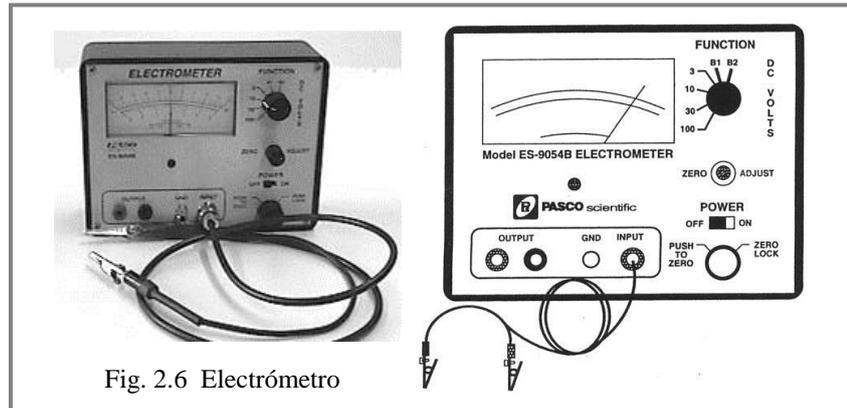


Fig. 2.6 Electrómetro

La Doble jaula de Faraday está constituida por dos cilindros coaxiales, de tejido metálico, montados sobre una base de material aislante. Su construcción y funcionamiento en electrostática se basa en la cubeta utilizada en el clásico “experimento de la cubeta para hielo” de Faraday (consultar texto básico).

Con un electrómetro y accesorios menores, la doble jaula de Faraday conforma un excelente equipo para ensayos cuantitativos y demostraciones de electrostática.

La utilización del electrómetro especificado anteriormente requiere operaciones preliminares especiales.

USO DEL ELECTRÓMETRO

- 1) Ajuste de cero
 - A. Poner FUNCTION en posición 3 y girar perilla inferior a ZERO LOCK
 - B. Encender (POWER ON)
 - C. Ajustar de cero con la perilla ZERO ADJUST
- 2) Inicio de medición
 - A. Colocar la perilla FUNCTION en máximo alcance (100)
 - B. Conectar la punta de prueba en INPUT
 - C. Conectar GND del electrómetro al GND de la fuente de alimentación
 - D. Colocar FUNCTION en el alcance cuyo valor sea el correspondiente a la experiencia. Tener en cuenta que es el máximo valor que se puede medir.
 - E. Colocar la perilla en PUSH TO ZERO y realizar la medición.

NOTA: la utilización de un electrómetro diferente al especificado requerirá operaciones similares.

Procedimiento:

- a) Conectar el electrómetro a la cubeta usando el cable blindado. **Antes de cualquier medición el electrómetro debe estar en posición LOCK**, para evitar cualquier

- sobrecarga del mismo. Poner el electrómetro en escala de 30 V y desbloquearlo. Debemos tener lectura cero.
- Descargar las placas de carga humedeciéndolas con aliento y apoyándolas en la palma de la mano, uno de cuyos dedos toca el terminal de tierra del electrómetro (GND)
 - Introducir las placas de carga en la cubeta, una por vez, a unos 2 cm del fondo sin tocarla y verificar lectura del instrumento.
 - Frotar breve y suavemente las placas de carga entre sí e introducirlas sucesivamente en la cubeta sin tocarla. Tomar lecturas.
 - Introducir las dos placas de carga simultáneamente. Tomar lectura.
 - Introducir una placa de carga y tocar el interior de la cubeta cerca del fondo, con la parte negra de la placa, que es conductora. Retirar la placa y tomar lectura. Descargar la cubeta tocando con un dedo los enrejados exterior e interior simultáneamente. Reingresar la misma placa sin tocar y tomar lectura.
 - Repetir el paso f) con la otra placa.
 - Introducir a la cubeta las dos placas descargadas y manteniéndolas adentro, producir entre ambas un frotamiento breve y suave. Retirar una placa por vez tomando las lecturas del electrómetro.

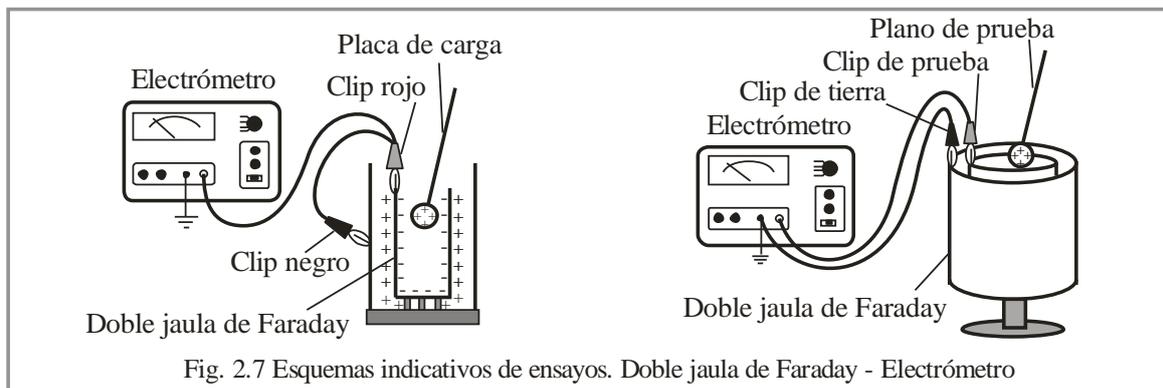


Fig. 2.7 Esquemas indicativos de ensayos. Doble jaula de Faraday - Electrómetro

MUY IMPORTANTE: No se debe operar el equipo con placas cargadas con el electróforo o con el generador de Van de Graaff, por cuanto se producirían graves averías en el Electrómetro. Por consiguiente debe usar exclusivamente las placas de carga del equipo y operarlas como se ha indicado precedentemente.

Informar explicando los resultados obtenidos a la luz del modelo atómico adoptado para la constitución de la materia, el Principio de conservación de la carga, la ley de Coulomb y la ley de Gauss.

Experiencia 2.3 Potencial y Campo Electrostático

Objetivo

Generar campos electrostáticos con distintas configuraciones y medir el potencial asociado.

Introducción

Puede estudiarse el campo electrostático generado por cuerpos cargados de distintas formas recurriendo a un modelo plano que consiste en una hoja de papel al carbón que es conductor,

aunque con una resistividad elevada. Sobre el papel se dibujan con tinta conductora la forma de los cuerpos.

Se aplica a cada cuerpo un potencial definido y quedan establecidos los campos \mathbf{E} y \mathbf{V} en todos los puntos del plano.

El campo potencial V se puede explorar directamente con la punta de un voltímetro que puede tocar cualquier punto del plano. El campo vectorial \mathbf{E} se obtiene a partir de V , usando el concepto gradiente de potencial.

En nuestro trabajo usaremos sistemas de dos cuerpos conductores entre los que aplicaremos una diferencia de potencial de 30 V.

Disponemos de cuatro tableros con diferentes configuraciones de conductores. El papel trae una cuadrícula de 1 cm x 1 cm que permite la ubicación de los puntos cuyo potencial medirá.

Las páginas 19, 20, 21 y 22 son de papel con la misma cuadrícula e indicación de la forma y posición de los conductores; las usará para registrar los resultados de las mediciones y dibujar las líneas equipotenciales y algunas del campo eléctrico.

Precaución: Al realizar las mediciones, debe cuidar no presionar excesivamente la punta de medición del voltímetro para **no perforar el papel conductor.**

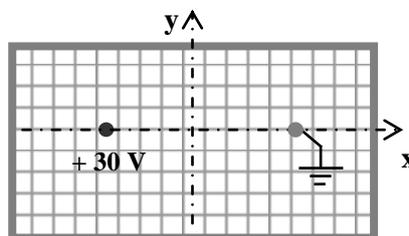
Equipamiento

Fuente de corriente continua; tensión variable. Se usará regulada a 30 V.

Tester digital (se usará como voltímetro, corriente continua)

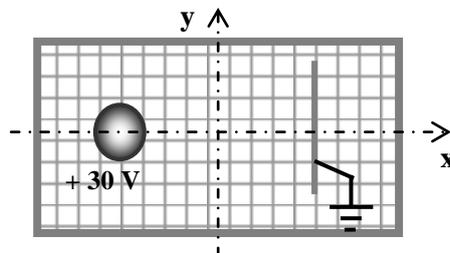
Papel conductor, con los cuerpos conductores y disposición eléctrica que se indica en los cuadros siguientes, en los que también se describe el procedimiento:

a) Dipolo



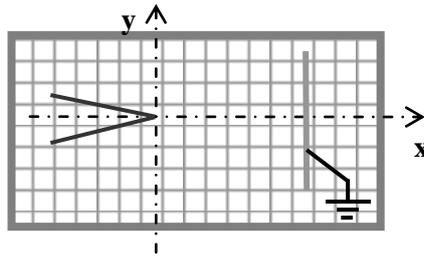
Obtención de las equipotenciales de 7; 10; 15; 20 y 23 V. Determinación aproximada del campo en el punto $x = +4$ cm; $y = +3$ cm. **Dibujar el vector \vec{E}** y trazar la equipotencial que pasa por el punto.

b) Esfera – plano



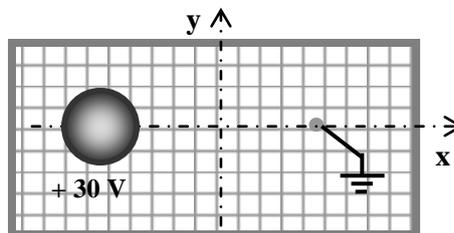
Obtención de las equipotenciales de 2; 5; 10; 20 y 25 V. Determinación aproximada del campo en el punto $x = -2$ cm; $y = +4$ cm. **Dibujar el vector \vec{E}** y trazar la equipotencial que pasa por el punto.

c) Punta – plano



Obtención de las equipotenciales de 5; 10; 20 y 25 V. Determinación aproximada del campo en el punto $x = 0$ cm; $y = +6$ cm. **Dibujar el vector \vec{E}** y trazar la equipotencial que pasa por el punto.

d) Punto – esfera



Obtención de las equipotenciales de 10; 15; 20 y 25 V. Determinación aproximada del campo en el punto $x = 2$ cm; $y = +3$ cm. **Dibujar el vector \vec{E}** y trazar la equipotencial que pasa por el punto.

Para obtener el campo \vec{E} a partir del potencial, debemos tener en cuenta:

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} \quad ; \quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$$

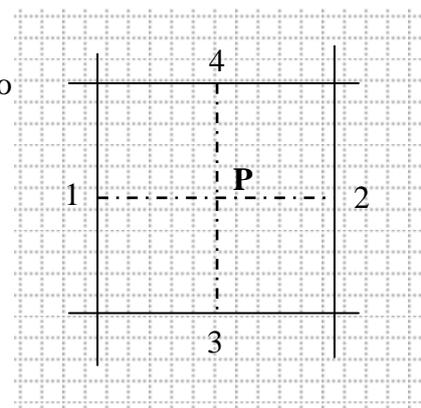
O en forma aproximada, y si queremos evaluar \vec{E} en el punto

$$E_x \cong -\frac{\Delta V_x}{\Delta x} = -\frac{V_2 - V_1}{x_2 - x_1} \quad E_y \cong -\frac{\Delta V_y}{\Delta y} = -\frac{V_4 - V_3}{y_4 - y_3}$$

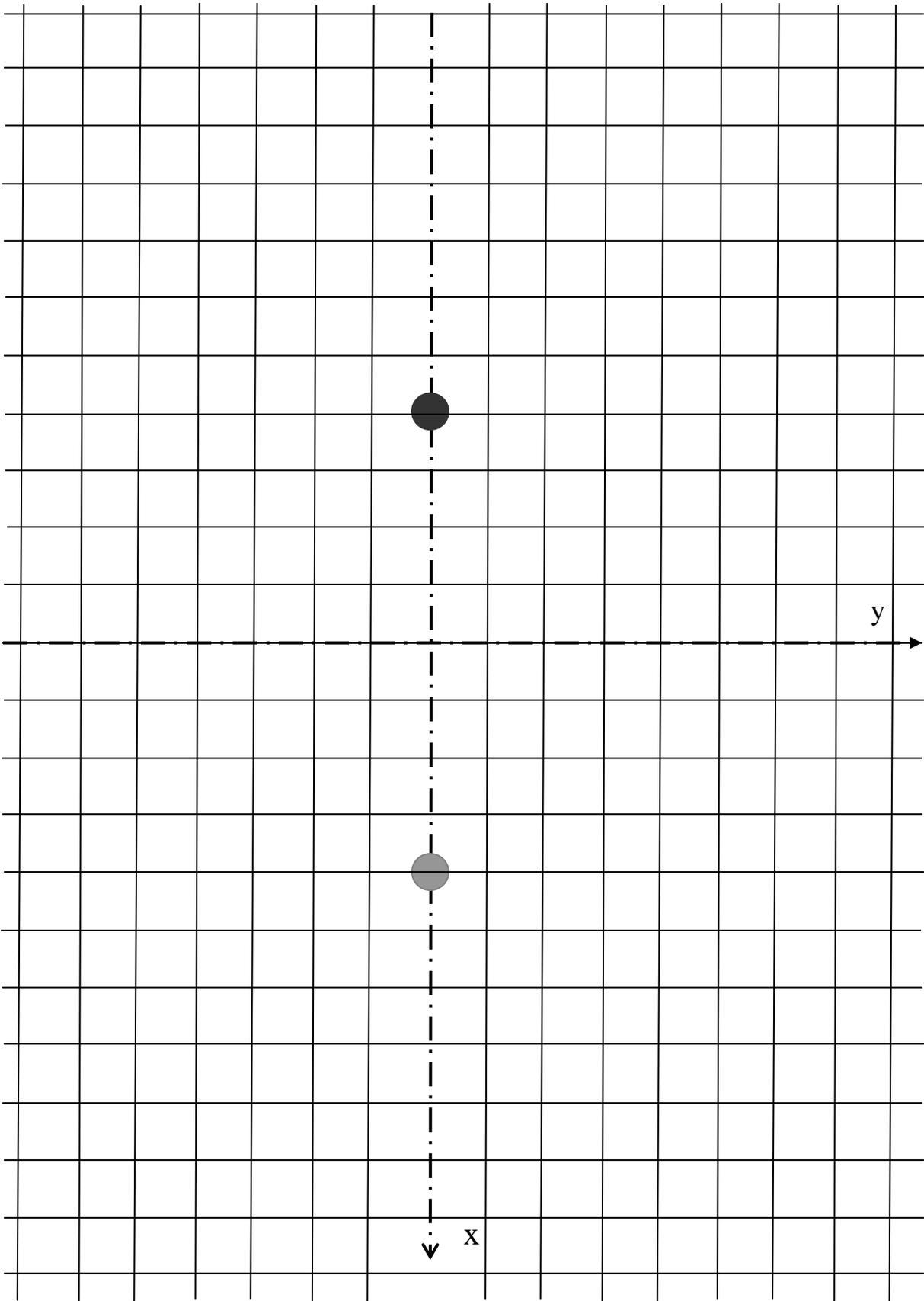
Nótese que ambos denominadores valen +0,02 m, porque:
 $x_2 > x_1$ e $y_4 > y_3$

Representar gráficamente, a escala, los vectores \vec{E}_x y \vec{E}_y .

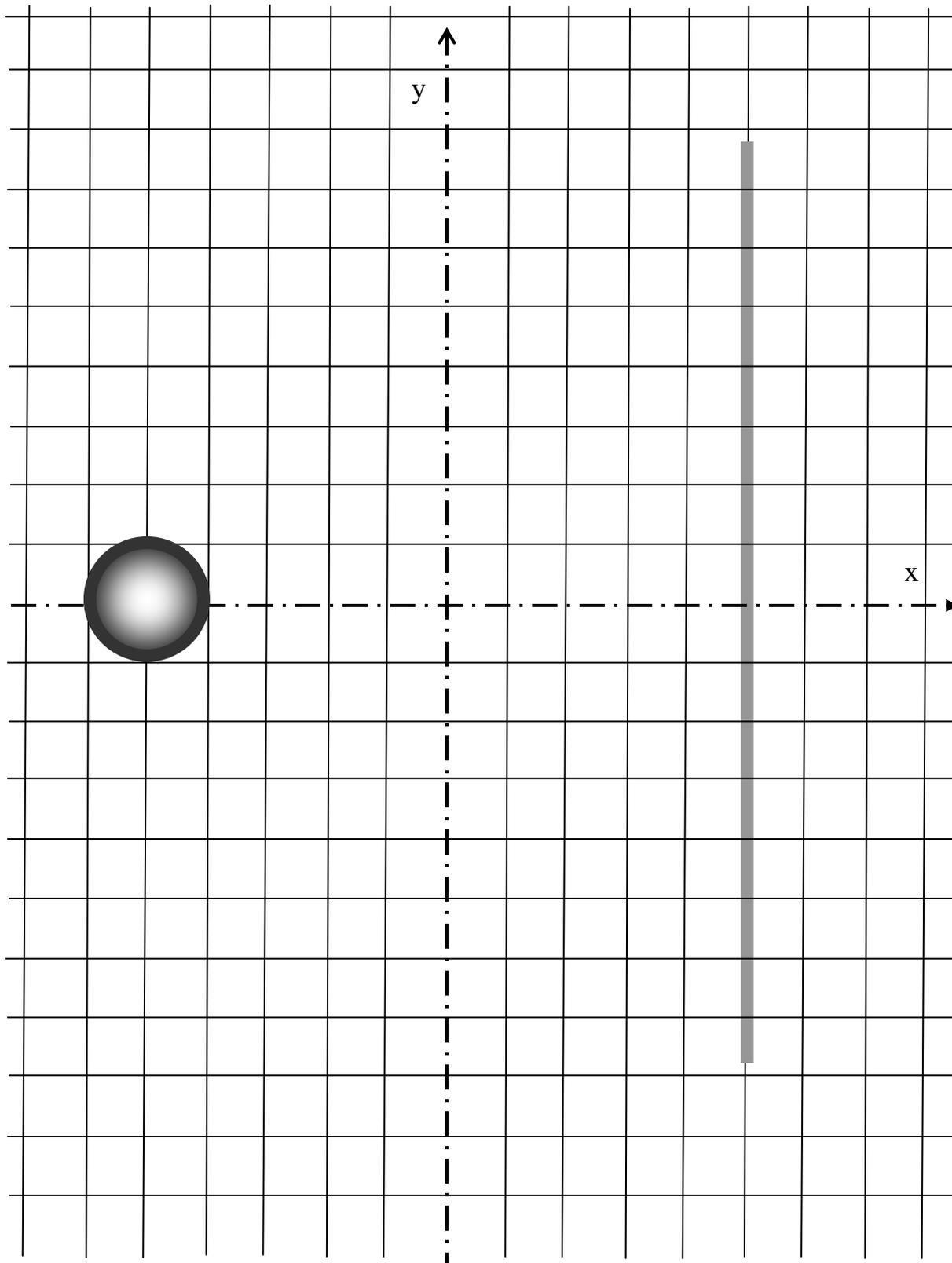
Por composición vectorial hallar el campo eléctrico \vec{E} .



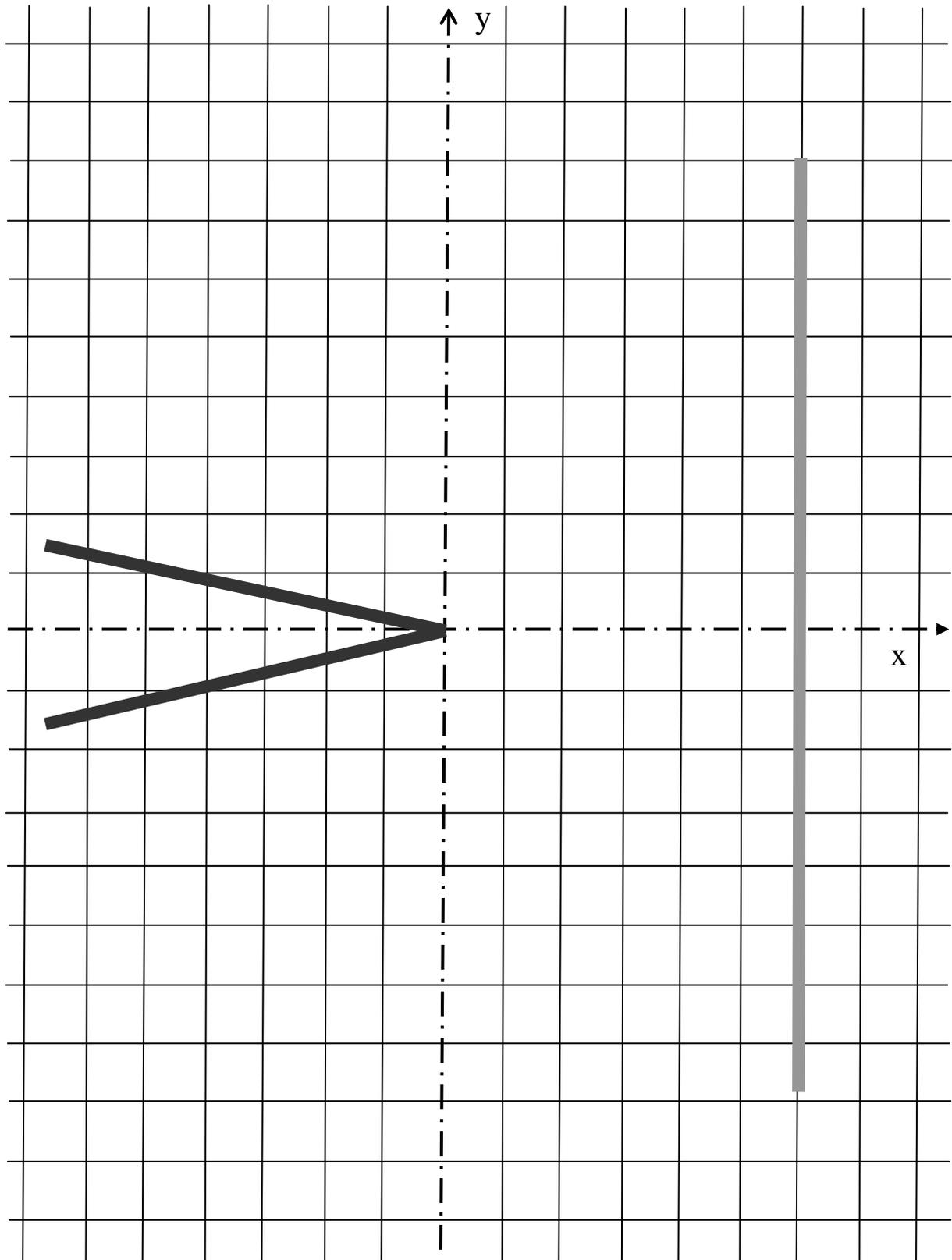
Exp.2.3: Potencial y campo electrostático. a) Dipolo



Exp. 2.3: Potencial y campo electrostático. **b) Esfera - Plano**

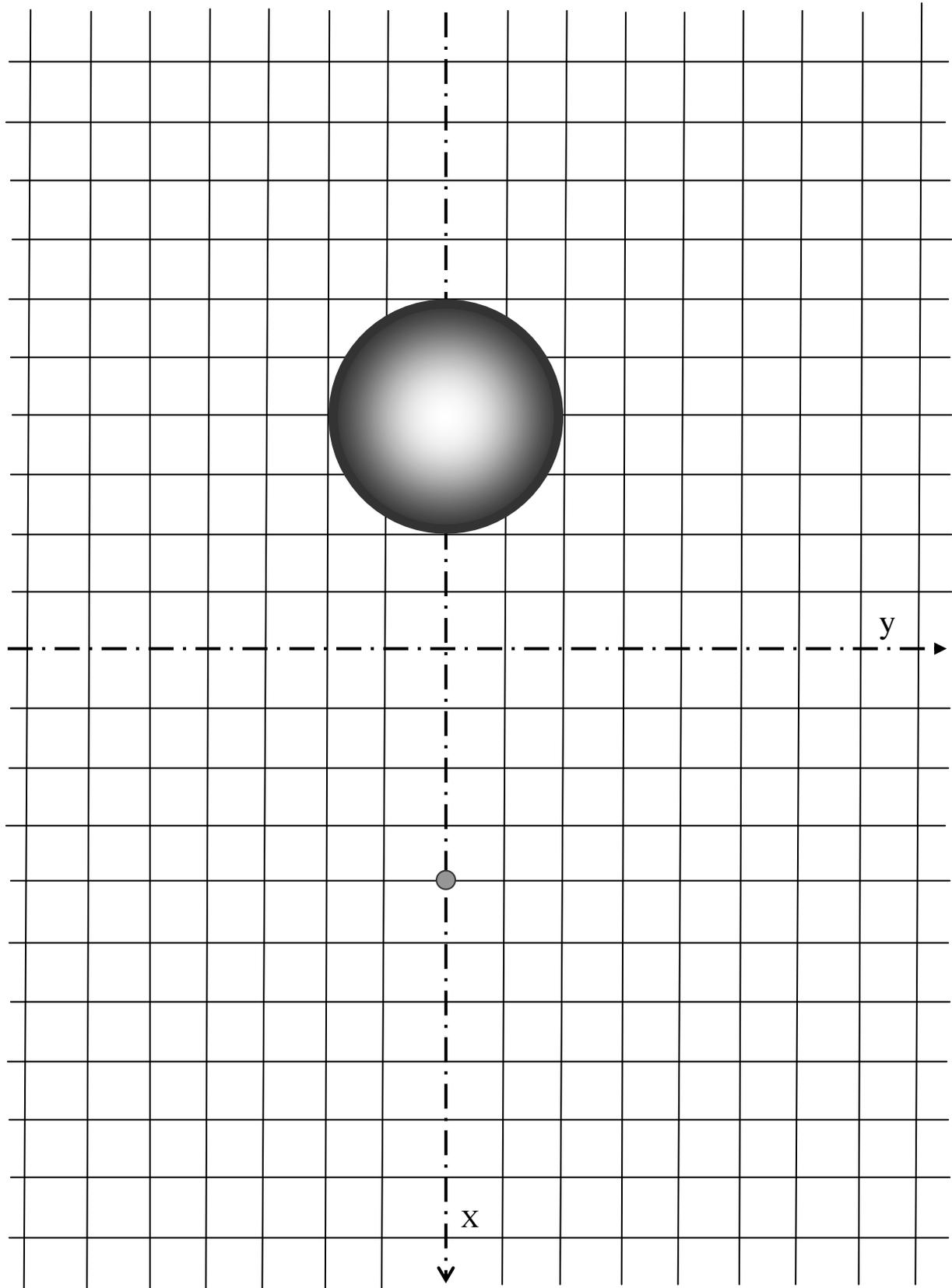


Exp. 2.3: Potencial y campo electrostático. **c) Punta - Plano**



Exp. 2.3: Potencial y campo eléctrico.

d) Punto – Esfera



Experiencia 2.4. Generador electrostático de Van de Graaff

Introducción

El mismo principio en que se basa el experimento de la cubeta de Faraday, se aplica en el generador electrostático de Van de Graaff: en 2.e) ha introducido una placa cargada en la cubeta; al tocar con ella el interior de la misma ha transferido carga lo que se ha manifestado por un aumento del potencial eléctrico de la cubeta.

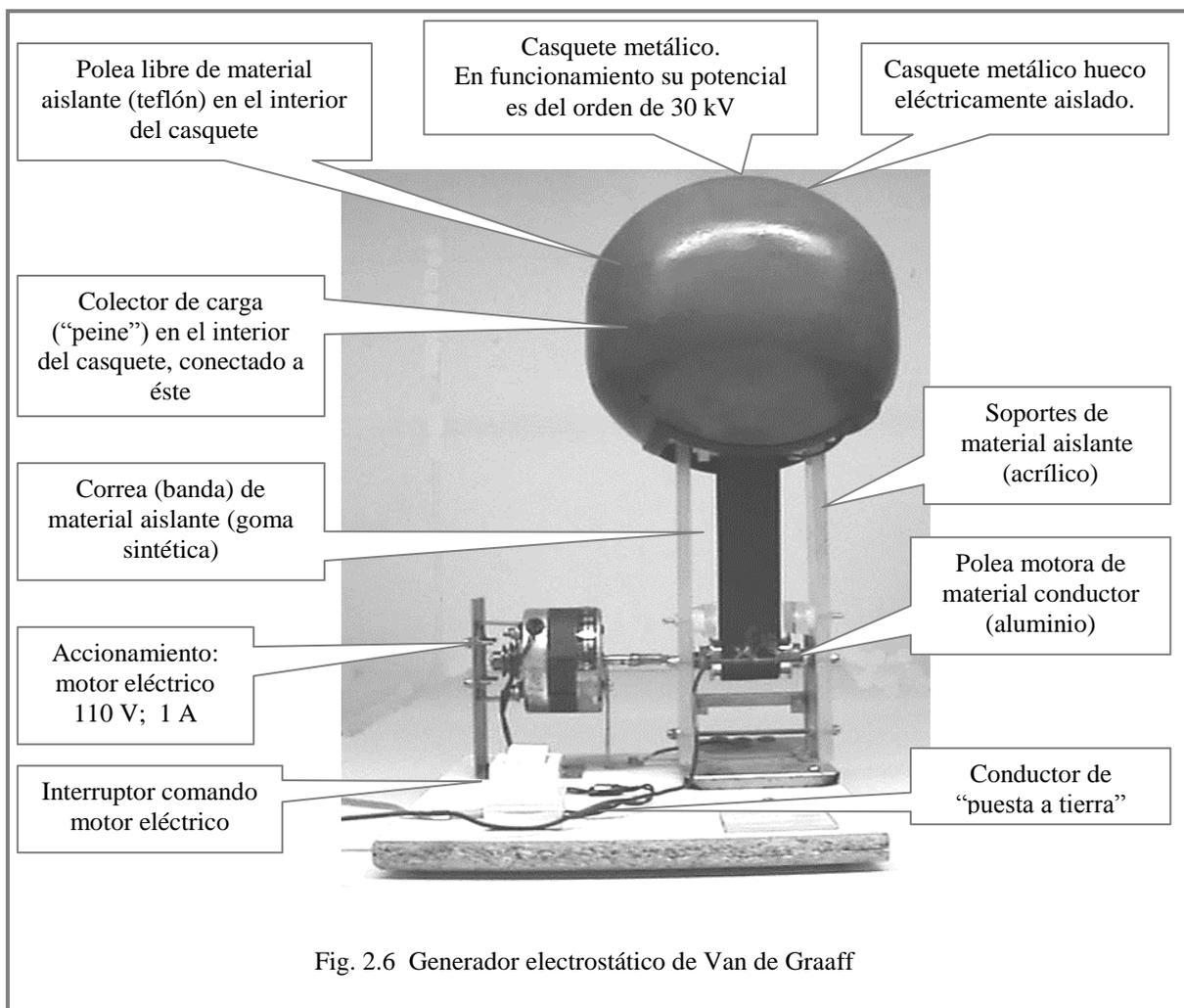
En este generador la función de la placa cargada es cumplida por una banda de material aislante, electrizada, que lleva carga en forma continua al interior de un casquete metálico (electrodo superior, hueco).

La banda se electriza por frotamiento; es accionada por una polea motora (metálica; inferior) y guiada por una polea libre (material aislante, superior, introducida en el casquete).

Objetivo

Presentar y operar un generador electrostático de Van de Graaff, reconocer sus partes esenciales e interpretar su funcionamiento.

Demostrar fenómenos particulares, factibles cuando se dispone de alto potencial electrostático.



Procedimiento:

- a) Reconocer las partes esenciales del generador e interpretar su funcionamiento
 - Banda transportadora de carga
 - Casquete hueco de material conductor; soporte de material aislante (acrílico transparente).
 - Colector de carga (“peine”) inferior con conexión a tierra. Colector de carga superior introducido en el casquete y conectado a éste.
 - Motor eléctrico de accionamiento; polea motora.

- b) Mostrar fenómenos característicos
 - Carga y descarga de piezas metálicas por inducción y por contacto.
 - Efectos de atracción y repulsión.
 - Descarga en tubos de gas (tubo de luz fluorescente).
 - Efecto “de puntas”.
 - Mostrar en el plano la forma de las líneas de campo: en un recipiente plano, con aceite aislante, se colocan electrodos metálicos y semillas de césped. (¿Cuál es el efecto eléctrico que hace alinear las semillas señalando así la estructura del campo?)

Nota: El generador electrostático mostrado en la Fig. 2.6 ha sido construido en este Laboratorio de FISICA II, utilizando elementos de rezago. Se ha adoptado un sencillo montaje para facilitar su desarme, mostrar sus partes esenciales e interpretar el principio de funcionamiento ideado por su inventor, Robert J. Van de Graaff. Esto es, cumplimentar el objetivo de la Experiencia.

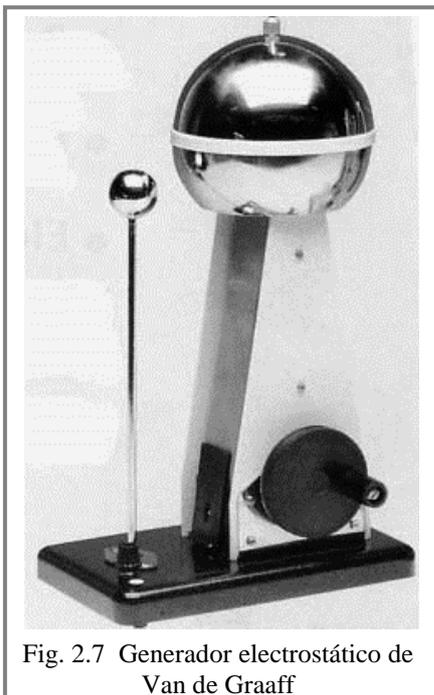


Fig. 2.7 Generador electrostático de Van de Graaff

La figura 2.7 muestra un generador electrostático de Van de Graaff, de fabricación normal.

La polea motora es de accionamiento manual y con él se consiguen potenciales del orden de 100 kV.