

Carga elemental y experimento de Millikan



Física → Electricidad y Magnetismo → La electrostática y el campo eléctrico

Física → La Física Moderna → Física Cuántica

 Nivel de dificultad
difícil

 Tamaño del grupo
2

 Tiempo de preparación
45+ minutos

 Tiempo de ejecución
45+ minutos

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/601f3c32a2a6fb0003fb03ae>



Información general

Ejecución



Aparato para el experimento de la gota de aceite

En 1909, Robert Millikan realizó el experimento de la gota de aceite para determinar la carga de un electrón. Comparando la fuerza eléctrica aplicada con los cambios en el movimiento de las gotas de aceite, se pudo determinar la carga eléctrica de cada gota. Esto llevó a la conclusión de que todas las gotas tenían cargas que eran simples múltiplos de un solo número, la carga fundamental del electrón, que se denota por e o q .

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} C$$

Este método ofreció una prueba convincente de que la carga eléctrica existe en unidades naturales básicas.

Información adicional (1/2)

PHYWE

Conocimientos previos



Una carga elemental es la carga eléctrica que lleva un solo electrón o protón. Los átomos de la materia son eléctricamente neutros porque sus núcleos contienen el mismo número de protones que de electrones que los rodean, por lo que la carga existe en unidades naturales iguales a la carga de un electrón o un protón, una constante física fundamental.

Principio científico



Las gotas de aceite cargadas sometidas a un campo eléctrico y a la gravedad entre las placas de un condensador se aceleran mediante la aplicación de una tensión. La carga elemental se determina a partir de las velocidades en la dirección de la gravedad y en la dirección opuesta.

Información adicional (2/2)

PHYWE

Objetivo de aprendizaje



Estudiar la carga eléctrica transportada por una partícula midiendo la fuerza experimentada por la partícula en un campo eléctrico de intensidad conocida.

Tareas



1. Medir los tiempos de subida y bajada de las gotas de aceite con varias cargas a diferentes tensiones.
2. Determinar de los radios y la carga de las gotas.

Instrucciones de seguridad



Para este experimento aplican las reglas y medidas generales de seguridad para actividades experimentales en la enseñanza de ciencia naturales.

Utilizar las medidas de protección adecuadas, ya que las corrientes eléctricas pueden ser peligrosas para las personas.

Teoría (1/3)



La fuerza F que presenta una esfera de radio r y la velocidad v en un fluido viscoso de viscosidad η ...es:

$$F = 6\pi r \eta v \text{ (Ley de Stockes).}$$

La gota de masa m , volumen V y densidad ρ_1 que se encuentra en el campo gravitatorio de la tierra

$$F = m \cdot g = \rho_1 \cdot V \cdot g$$

La fuerza de flotación viene dada por

$$F = \rho_2 \cdot V \cdot g$$

La fuerza del campo eléctrico viene dada por

$$F = Q \cdot E = Q \cdot \frac{U}{d}$$

Teoría (2/3)

A partir de la suma de las fuerzas que afectan a una partícula cargada, las velocidades de caída y subida de las gotas, v_1 y v_2 respectivamente, se obtienen.

$$v_1 = \frac{1}{6\pi r\eta(QE + \frac{4}{3}\pi r^3 g(\rho_1 - \rho_2))}$$

$$v_2 = \frac{1}{6\pi r\eta(QE - \frac{4}{3}\pi r^3 g(\rho_1 - \rho_2))}$$

La sustracción o adición de estas ecuaciones da el radio y la carga de la gota.

Teoría (3/3)

Con

$$Q = C_1 \left(\frac{v_1 + v_2}{U} \right) \sqrt{v_1 - v_2}$$

$$C_1 = \frac{9}{2} \pi d \sqrt{\frac{\eta^3}{g(\rho_1 - \rho_2)}}$$

$$r = C_2 \sqrt{v_1 - v_2}$$

$$C_2 = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{\eta}{g(\rho_1 - \rho_2)}}$$

La carga de las gotas tiene ciertos valores que son múltiplos de la carga elemental e

$$Q = n \cdot e$$

Equipo

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	APARATO DE MILLIKAN	09070-00	1
2	PHYWE Fuente de alimentación regulada DC: 0...12 V, 0,5 A; 0...650 V, 50 mA / AC: 6,3 V, 2 A	13672-93	1
3	Multímetro digital, 3 1/2-visualizado de caracteres	07122-00	1
4	CRONOMETRO DIGITAL, 24 h, 1/100 s y 1 s	24025-00	2
5	MICROMETRO D.OBJETOS,1MM-100 DIV.	62171-19	1
6	Cubreobjetos de vidrio, 18x18mm, 50 pzs.	64685-00	1
7	Nivel circular, d= 36mm	02123-00	1
8	Base trípode PHYWE	02002-55	1
9	Soporte para tubo	02060-00	1
10	Cable de conex. seg. 32A,50cm, rojo	07336-01	1
11	CABLE CONEX.D.SEG.,32A,100CM,ROJO	07337-01	2
12	CABLE CONEX.D.SEG.32A,100CM, AZUL	07337-04	2
13	CABLE DE CONEX., 32 A, 750 mm,NEGRO	07362-05	2
14	CABLE DE CONEX., 32 A, 750 mm, VERDE-AMARILLO	07362-15	1
15	CONMUTADOR EN CRUZ	06006-00	1

PHYWE



Montaje y Ejecución

Montaje

PHYWE



Montaje experimental

La unidad de alimentación suministra las tensiones necesarias para los aparatos Millikan. El sistema de iluminación se conecta a las tomas de corriente alterna de 6,3 V.

En primer lugar, calibre el micrómetro de ocular con un micrómetro de platina. Conectando en serie la salida fija (300 V c.c.) y la variable (0 a 300 V c.c.), se puede obtener una alimentación de tensión superior a 300 V c.c.

El interruptor del conmutador se utilizará para invertir la polaridad del condensador.

Calibración del micrómetro del ocular:

Escala con 30 div. = 0,89 mm

Ejecución (1/2)

PHYWE

- Ajustar la tensión del condensador a un valor entre 300 V y 500 V.
- Aplicar las gotas de aceite.
- Seleccionar una gota de aceite y, accionando el conmutador, desplazar la gota entre las graduaciones más alta y más baja del micrómetro del ocular. Corregir el enfoque del microscopio si es necesario.
- Medir los tiempos de caída y subida de 20 gotas

Ejecución (2/2)

PHYWE

Tener en cuenta los siguientes criterios:

- La gota no debe moverse demasiado rápido, entonces tiene una pequeña carga (debe necesitar ca. 1...3 s para el camino de 30 div.)
- La gota no debe moverse con demasiada lentitud y no debe presentar movimientos de vaivén. Aumentar la tensión del condensador si es necesario.
- Medir y sumar los tiempos de subida utilizando el primer cronómetro.
- Medir y sumar los tiempos de caída utilizando el segundo cronómetro.
- Los tiempos sumados deben ser superiores a 5s en ambos casos.

Evaluación (1/4)

A partir de los valores constantes conocidos, C_1 y C_2 se determinan:

$$C_1 = 2.73 \cdot 10^{-11} \text{ kgm(ms)}^{-1/2}$$

$$C_2 = 6.37 \cdot 10^{-5} (\text{ms})^{1/2}$$

Se observa el movimiento de caída y subida de una gota de aceite cargada en el campo eléctrico del condensador y se determinan las velocidades.

Parámetros	Valores
Distancia entre electrodos del condensador	$d = (2.5 \pm 0.01) \text{ mm}$
Densidad del aceite de silicona	$\rho_1 = 1.03 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Viscosidad del aire	$\eta = 1.82 \cdot 10^{-5} \text{ kg/(ms)}$
Aceleración gravitacional	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$
Densidad del aire	$\rho_2 = 1.293 \text{ kg/m}^3$

Los valores constantes durante el experimento

Evaluación (1/4)

A partir de los valores constantes conocidos, C_1 y C_2 se determinan:

$$C_1 = 2.73 \cdot 10^{-11} \text{ kgm(ms)}^{-1/2}$$

$$C_2 = 6.37 \cdot 10^{-5} (\text{ms})^{1/2}$$

Se observa el movimiento de caída y subida de una gota de aceite cargada en el campo eléctrico del condensador y se determinan las velocidades.

Parámetros	Valores
Distancia entre electrodos del condensador	$d = (2.5 \pm 0.01) \text{ mm}$
Densidad del aceite de silicona	$\rho_1 = 1.03 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Viscosidad del aire	$\eta = 1.82 \cdot 10^{-5} \text{ kg/(ms)}$
Aceleración gravitacional	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$
Densidad del aire	$\rho_2 = 1.293 \text{ kg/m}^3$

Los valores constantes durante el experimento

Evaluación (2/4)

$\frac{U}{V}$	$\frac{t_1}{s}$	$\frac{s_1}{div}$	$\frac{t_2}{s}$	$\frac{s_2}{div}$	$\frac{s_1}{mm}$	$\frac{s_2}{mm}$	$\frac{v_1}{m/s} 10^{-4}$	$\frac{v_2}{m/s} 10^{-4}$	$\frac{r}{m} 10^{-7}$	$\frac{Q}{As} 10^{-19} n$	$\frac{e}{As} 10^{-19}$
300	9.6	150	13.5	150	4.45	4.45	4.64	3.30	7.37	8.54	5 1.71
400	6.9	90	9.8	90	2.67	2.67	3.87	2.72	6.82	4.92	3 1.64
500	6.4	120	7.2	120	3.56	3.56	5.56	4.94	5.01	4.61	3 1.54

$$\bar{e} = 1.68 \cdot 10^{-19} As$$

Mediciones en diversas gotas para determinar la carga elemental por el método de Millikan

Evaluación (3/4)

Las gotas de aceite se mueven hacia arriba cuando:

- La fuerza eléctrica es menor para ellos que la fuerza gravitacional
- La fuerza eléctrica es mayor para ellos que la fuerza gravitacional
- La fuerza eléctrica es igual a la fuerza gravitacional

 Comprobar



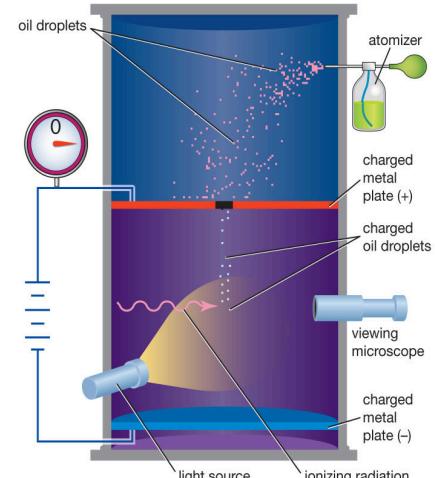
Las fuerzas en una gota de aceite

Evaluación (4/4)

¿Qué demuestra el experimento de la gota de aceite?

- Demuestra que la carga eléctrica está cuantificada
- La carga eléctrica es continua
- El valor de una carga elemental es $1.602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$

Comprobar



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Experimento de la gota de aceite de Millikan