

FITXA DEL PROJECTE - 2017

<b>TÍTOL : La tuerca elemental, o cómo Millikan descubrió el electrón</b>	
<b>Centre: Colegio San José de Calasanz</b>	<b>Curs i Cicle (ESO/BAT/CFGM):2º BAT</b>
<b>Categoria de concurs: FÍSICA (elimina allò no procedent)</b>	
<b>Nom del professor/a tutor/a: Antonio Moya Ansón</b>	
<b>Nom i cognoms dels participants (4 màxim), que participaran en la fira si el projecte és admès. Han de coincidir amb els registrats on-line. NO ES PODRAN MODIFICAR UNA VEGADA REALITZADA LA INSCRIPCIÓ.</b>	
1. Clara Albiach Dolz	3.Miriam Muñoz Benavent
2. Carla María Carreño Flores	4.Victoria Eugenia Ródenas Zuleta

**1. Resum breu del projecte i objectius**

Tanto en química como en física, aparece el famoso experimento de Millikan con el que se determina, por primera vez, la relación carga/masa del electrón, la partícula elemental negativa básica. Este experimento es uno de los más importantes de la física de comienzos del siglo XX, y junto al experimento de Rutherford, sienta las bases del desarrollo de la física moderna tal como la conocemos actualmente.

Con objeto de comprender el trabajo realizado por Robert Millikan, de la gota líquida, vamos a realizar una reproducción “a escala macroscópica” siguiendo el procedimiento matemático descrito por este físico, con objeto de determinar la masa de una “tuerca elemental”, y el número de tuercas elementales contenidas en distintas cajas negras, que no podemos, en principio, abrir.

**2. Material i muntatge (Inclou alguna figura, esquema o fotografia de resolució mitjana-baixa)**

- 12 cajas negras con tapa
- 150 tuercas medianas, de 8.4mm de diámetro interior.
- balanza
- Hoja de cálculo Excel para el procesamiento de los datos experimentales



Se reparten tuercas dentro de las cajas, de manera arbitraria, incluso es bonito que lo haga alguien que no sea el experimentador, dejando una vacía, que nos servirá como referencia para eliminar el peso de la gota de aceite (caja negra). Un experimento óptimo es elegir al menos 4 o 5 tuercas como mínimo por caja.

A continuación se pesan en la balanza, anotando los resultados.

Con la hoja Excel, se procesarán estos resultados para obtener el peso de la “tuerca elemental”.

**3. Fonamentació : Principis físics involucrats i la seua relació amb aplicacions tecnològiques**

El propósito de este trabajo es comprender la importancia del experimento de Robert Millikan, que le llevó a fundamentar, no sólo la existencia de los electrones, carga elemental negativa, sino a calcular el valor de q/m, su relación carga-masa.

Nosotros hemos usado un procedimiento similar para deducir la masa de una tuerca, que a semejanza del electrón, denominamos “tuerca elemental”, si pesarla directamente, sino de manera indirecta, usando la báscula como herramienta. Hemos de tener en cuenta que no es posible determinar de manera directa la masa de un electrón, sino que se ha de recurrir a procedimientos indirectos para ello.

En el experimento original, una gota de aceite, cargada, se equilibraba verticalmente con ayuda de un campo eléctrico, un condensador, que generaba una diferencia de potencial adecuada, y con la presencia, obviamente, del campo gravitatorio generado por la Tierra.

En esta situación de equilibrio, la fuerza gravitatoria, el peso de la gota, se compensa con la fuerza eléctrica, asociada a la diferencia de potencial generada. Este es el proceso de “pesar” la gota de aceite”, con un número determinado de electrones.

$$F_e = F_g \Rightarrow q \cdot E_e = m \cdot g \Rightarrow q \cdot DV = m \cdot g \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{g}{DV}$$

Con objeto de ilustrar este fenómeno, realizamos dos pequeñas experiencias:

Una de ellas es usar un pequeño generador de Van der Graff que mantiene en equilibrio en el aire pequeños objetos

## FITXA DEL PROJECTE - 2017

de aluminio, y en el que aparece un equilibrio de fuerzas similar al de la gota de aceite.

La otra es usar dos imanes de neodimio, de anillo, insertados en una varilla de plástico, con los polos enfrentados. El imán superior se mantiene en equilibrio, por la compensación entre las fuerzas gravitatoria y magnética.

### 4. Funcionament i Resultats: observacions i mesures.

En nuestro experimento usamos 12 cajas negras, iguales, sin ninguna identificación exterior, cada una de ellas conteniendo diferente número de tuercas.

Pesamos cada una de las cajas, identificando la caja que no contiene tuercas porque no emite ningún sonido al agitarla.

Anotamos en una tabla las masas de cada caja, facilitadas por la balanza, por orden, en orden creciente de masas. Restamos la masa de la caja vacía, anotando el resultado en una nueva columna. De este modo, todas las masas obtenidas son múltiplo de la masa de la "tuerca elemental".

Se resta a cada masa la anterior, obteniendo una nueva columna de diferencias de masa.

Suponemos que la menor diferencia calculada, corresponde con la masa de la tuerca elemental. Así que con esta hipótesis, calculamos en una nueva columna el cociente de la masa de las tuercas de cada caja y la hipotética masa elemental.

Si todos los resultados dan aproximadamente un número entero, podemos suponer que la hipótesis era correcta, y habremos encontrado la masa elemental (aunque el procedimiento hay que repetirlo varias veces con distintas cantidades de tuercas, para evitar la pequeña probabilidad de que todas las tuercas introducidas en las cajas fuesen pares, y hubiésemos confundido la masa de la tuerca elemental con la de dos tuercas).

Si los resultados no se acercan todos a un número entero, es porque la menor diferencia elegida no corresponde a una tuerca, sino a más, así que repetimos el proceso dividiendo por  $\frac{1}{2}$  los resultados de la columna anterior. Si no, por  $\frac{1}{3}$ , ... Y así sucesivamente hasta encajar con números enteros las tuercas de cada caja.

El resultado obtenido corresponde a una masa de 10.9 gramos.

### 5. Conclusions

Los grandes experimentos de la física, suelen ser explicados de un modo muy simplificado, y poniendo el énfasis en la relevancia que han tenido para el futuro desarrollo de la física.

Pero acercarnos a un experimento tan relevante como el de Robert Millikan, de 1909, estudiándolo desde su base, ha sido realmente enriquecedor, además de permitirnos comprender, y valorar, el proceso por el cual se pudo deducir la relación carga/masa del electrón.

Es loable cómo el ingenio y los conocimientos matemáticos son capaces de suplir las dificultades técnicas de cada momento, para deducir y comprender la naturaleza que nos rodea.

### 6. Bibliografia

R. D. Edge. "Experimentos con hilos y cinta adhesiva" (AAPT, 2002) páginas 164.165. Explicación del método usado por Millikan y resultados obtenidos por éste.

Paul G. Hewitt. "Física Conceptual". Novena edición. Páginas 209-210. Pearson educación

Paul A. Tipler. "Física". Página 974. Ed. Reverté. 1979 (u otros libros de física general)

### Informació important

Cada projecte admès comptarà amb: una taula gran, endolls i un panell expositor. També existeix la possibilitat d'arreglar aigua. Qualsevol altre material necessari per al funcionament o exposició del projecte haurà de ser aportat pels participants



2 PÁGINES MÁXIM INCLOENT IMATGES

**Aquest document serà imprès. Revisa-ho abans d'enviar-ho i elimina espais o text innecessari (incloent aquest)**