

EN AXUDA DE MILLIKAN NA AULA DE SECUNDARIA

CID MANZANO, RAMÓN
LÓPEZ PICO, MARTA
IES de Sar (Santiago)

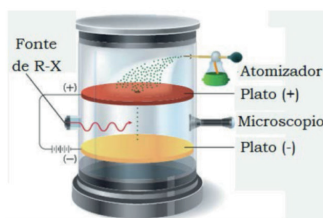
RESUMO

Se buscamos na web cales son considerados os dez experimentos máis trascendentais ou máis fermosos en Física ao longo da historia obteremos listaxes máis o menos coincidentes [1], pero en todas elas aparece sempre o experimento de Millikan da “pinga de aceite” como un deles. A pesar disto, nos libros de texto, en xeral, adóitase dar a carga do electrón como un valor predeterminado, aludindo ao traballo de Millikan, se é o caso, nunha breve nota, mesmo cun debuxiño, na marxe da páxina. A imposibilidade de levar adiante este experimento nos nosos centros obríganos a acudir a algunha simulación [2] ou recreación na web [3], quedando o alumnado como simples espectadores, coas limitacións didácticas que iso supón.

Cúmprese agora 110 anos dos seus comezos nese experimento [4], e aproveitando un recente artigo [5], no que se propón unha actividade fácil para o tratamento dos datos, crese de interese a presentación deste tópico neste Congreso para motivar un tratamento máis extenso do traballo de Millikan na materia de Física e Química nas aulas de secundaria.

O EXPERIMENTO DE MILLIKAN

Trátase dun experimento moi coñecido polo que nos achegamos a el aquí de xeito moi resumido: as pingas de aceite caen por gravidade, acadando unha velocidade terminal v_g que Millikan podía medir. Por outra parte, esas gotiñas adquirían espontaneamente por fricción carga eléctrica (que tamén podía ser proporcionada por ionización con R-X), polo que se se sometían a un campo eléctrico (voltage entre placas) adecuado sufrían un ascenso vertical cunha velocidade terminal v_e que tamén podía ser medida. Tomando a mesma gotiña de aceite nas dúas situacións **pódese deducir a expresión matemática para o valor da carga** eléctrica que ten. Ese valor será un múltiplo enteiro da carga unidade do electrón.



$$q = \frac{6\pi \cdot \eta \cdot (v_g + v_e) \cdot d}{\Delta V} \cdot \sqrt{\frac{9 \eta v_g}{2g(\rho_{aceite} - \rho_{aire})}}$$

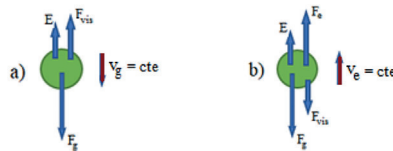
η = viscosidade do aire
 v_g = velocidade da pinga sen E
 v_e = velocidade da pinga con E
 ρ_{aceite} = densidade do aceite
 ρ_{aire} = densidade do aire
 ΔV = voltage entre platos
 d = distancia entre platos

A partir dos valores de “q” obtidos, chegou Millikan ao valor da carga elemental do electrón, aínda que con certa controversia [6]. Recibiu o Premio Nobel en 1923 “*polo seu traballo na carga elemental do electrón e no efecto fotoeléctrico*”. Foi o primeiro americano nativo en acadar este galardón.

A PROPOSTA PARA A AULA

Dependendo do curso podemos aproximarnos ao experimento de Millikan con máis ou menos profundidade, afondando máis ou menos no dispositivo.

A expresión matemática da páxina anterior implica un problema de dinámica non complicado de inicio, tanto para o caso (a) no que non se aplica o campo eléctrico, como no caso (b) no que si se aplica.

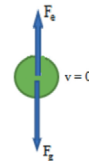


(Sendo F_g o peso da gotiña, E o empuxe do aire, F_{vis} a forza de viscosidade e F_e a forza eléctrica)

Non é infrecuente presentar o experimento analizando o caso dun campo eléctrico (unha voltaxe ΔV) que faga que a pinga de aceite permaneza inmóbil. Neste caso teremos:

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

Con $E = \Delta V/d$ teremos: $q = \frac{m \cdot g \cdot d}{\Delta V}$



Ademais da dificultade de conseguir unha pinga en completo repouso, está o problema de saber a masa da gotiña elixida. Nalgunhas aproximacións dáse ese valor sen explicar de onde sae [7]. Con todo, en calquera das opcións, obteremos unha serie de valores para a carga eléctrica das gotiñas, e a partir deles deberemos deducir a carga elemental do electrón.

Nesta actividade achegarémonos ao procedemento utilizando moedas de 2 céntimos de euro. As “nosas gotiñas” serán grupos de moedas (sen coñecer o seu número exacto delas en cada grupo) e procederemos a pesalos. A partir dun sinxelo tratamento dos datos obtidos poderemos calcular a “masa elemental” da moeda de 2 cts. Naturalmente, pódese cambiar de tipo de moeda, ou utilizar outros obxectos que presenten “igual” masa como porcas, cravos, etc.

A actividade ten un forte compoñente de xogo, pois se debe realizar por grupos de 2-4 alumnos, e mesmo se pode establecer unha especie de competición entre grupos para ver cal acerta antes o resultado.

REFERENCIAS

- Crease R.P. (2002). *The most beautiful experiment*. Phys. World 15 (5), 17.
- <https://www.geogebra.org/m/JUjVkmjK>
- <https://www.youtube.com/watch?v=tF955bKMSII>
- Millikan R.A. (1913). On the Elementary Electrical Charge and the Avogadro Constant. Phys. Rev. 2, 109 – Published 1 August 1913
- Martínez Pons J.A. (2016). *Analogía “low cost” del experimento de Millikan*. Revista Española de Física, 30 (4), 46-50.
- Goodstein D. (2001). *In defense of Robert Andrews Millikan*. American Scientist, Jan-Feb 2001, 54–60.
- <https://www.youtube.com/watch?v=2HhaQtvICe8>