

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DA CONSTANTE DE PLANCK A PARTIR DUN CIRCUITO ELÉCTRICO DE LUCES LED

REIJA OTERO, BELÉN; RODRÍGUEZ GARCÍA, X. CARLOS

IES Lucus Augusti, Avda. Rodríguez Mourelo s/n, 27001, Lugo

1. Introducción

En esencia, un LED é un semiconductor no que os electróns se atopan en niveis de enerxía moi próximos formando bandas. A de menor enerxía é a banda de valencia, que normalmente está chea de electróns. Existe outra banda, de enerxía superior e que contén poucos electróns, chamada banda de condución. Estas dúas bandas están separadas por unha banda prohibida de enerxía E (ver figura 1).

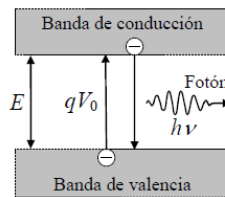


Figura 1. Bandas de enerxía dun LED

Para que un electrón poida excitarse dende a banda de valencia ata a de condución debe absorber, como mínimo, unha enerxía $E=qV_0$, onde q é a carga elemental (valor absoluto da carga do electrón) e V_0 a tensión limiar para que se emita radiación. Esta enerxía é aportada pola batería que alimenta o circuito co LED.

Cando o electrón se desexcita e regresa á banda de valencia emite un fotón de enerxía $E=h f$, sendo h a constante de Planck e f a frecuencia da radiación emitida. Polo tanto sería de esperar que se cumprise a igualdade $qV_0=h f$. Na práctica, atópase que esta relación é lineal entre V_0 e f , pero cunha ordenada na orixe, é dicir $V_0 \approx C+h/q f$ (Ecuación 1).

2. Fundamentación teórica e metodolóxica

O esquema eléctrico do equipo experimental preséntase na figura 2, onde se indican os puntos de conexión dos cables.

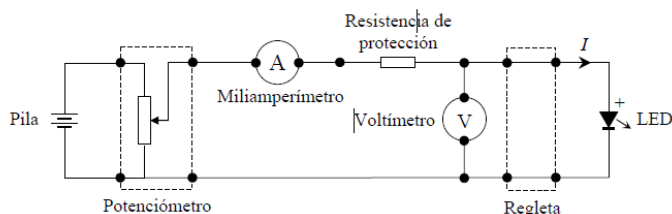


Figura 2. Esquema eléctrico da montaxe

Para desenvolver o experimento, en primeiro lugar faise a montaxe do esquema da figura 2 co LED vermello e axústase o potenciómetro en sentido antihorario ata que circule unha corrente de 0,010

mA. Suponse que nestas circunstancias a tensión indicada polo voltímetro é aproximadamente a tensión limiar para este diodo vermello, V_0 .

Restablecendo cada vez o potenciómetro á súa posición inicial repítese a medida da tensión umbral V_0 para outros 2 LED: amarelo e azul, obténdose os datos da primeira columna (lonxitude de onda) e da tensión limiar, dato experimental. O valor da frecuencia da radiación calcúlase a partir do da lonxitude de onda $c = \lambda f$, onde c é a velocidade da luz no baleiro ou 300000 m/s e f a frecuencia da radiación en hertz ou segundos á menos un.

λ (nm)	f (s ⁻¹)	V_0 (V)
632	$4,75 \times 10^{14}$	1,79
593	$5,06 \times 10^{14}$	2,04
464	$6,47 \times 10^{14}$	3,09

Táboa 1

A representación da tensión limiar fronte á frecuencia da radiación indica que un axuste lineal pode ser bo, aínda que só temos 3 datos (táboa 1).

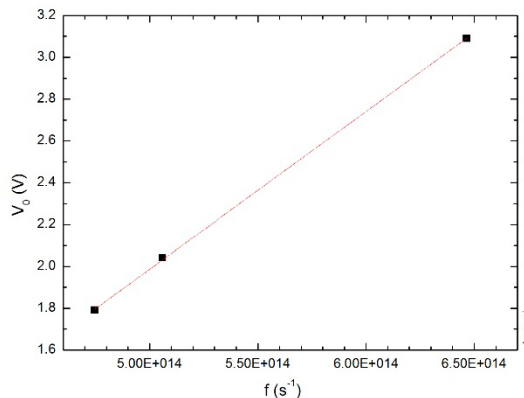


Figura 3. Calibrado con 3 luces LED de diferentes cores

O resultado deste axuste lineal (feito con Origin cun R^2 de 0,9998 e amosado na figura 3) foi: ordenada na orixe -1,779 V e pendente $7,534 \times 10^{-15}$ V·s. De feito este axuste fíxose inicialmente co Excel, obténdose o mesmo resultado, xa que no IES non dispoñiamos do programa Origin.

Da ecuación 1 e da gráfica obtemos que a constante de Planck sería a carga elemental ($1,602 \times 10^{-19}$ C) pola pendente, é dicir 12×10^{-34} J·s (a teórica é $6,6 \times 10^{-34}$ J·s). Inda que estas constantes parecen distintas, vemos que son da mesma orde de magnitude e a súa diferenza podería ser debida ao erro experimental.

3. Conclusións

Cos medios dispoñibles para o alumnado de Tecnoloxía do noso IES fixemos unha determinación experimental cuantitativa da constante de Planck tal e como se indica en Calvo-Mola, López-Pérez, García-Alfonso, e Cerutti-Torres (2019).

Este ensaio permite ver análises de datos complexas que se realizaron no marco do bacharelato STEM do IES Lucus Augusti, que foron realizadas a petición dun destes alumnos.

4. Referencias

Calvo-Mola, C., López-Pérez, S., García-Alfonso, E. e Cerutti-Torres, J (2019). Determination of the Planck constant through the use of LEDs. Revista Cubana de Física, 36, 125.