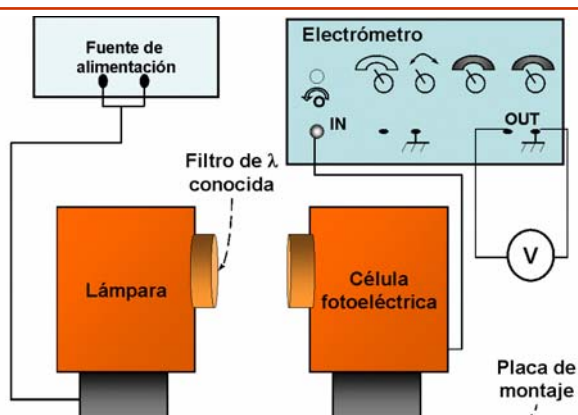
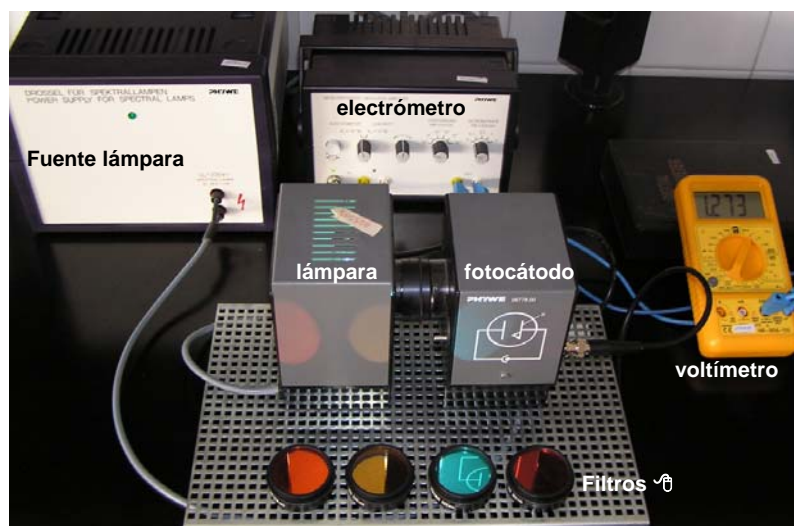


EXPERIENCIA DE LABORATORIO

DETERMINACION DE LA CONSTANTE DE PLANCK



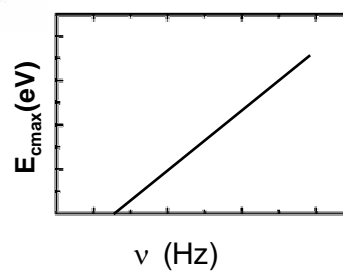
Ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico

$$h\nu = W_o + E_{cmax}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$E_{cmax} = eV_{AB}$$

ν (Hz)	V_{AB} (V)



EFFECTO FOTOELÉCTRICO

OBJETIVO

Determinación de la constante de Planck (h), a partir del efecto fotoeléctrico.

MATERIAL

Célula fotoeléctrica de potasio, filtros de interferencia de diferentes longitudes de onda, lámpara espectral, fuente de alimentación, placa de montaje, electrómetro con amplificador, voltímetro, cable BNC apantallado, cables de conexión.

FUNDAMENTO TEÓRICO

A finales del siglo XIX, Hertz descubrió que la descarga eléctrica entre dos electrodos resultaba más fácil cuando incide luz ultravioleta (UV) sobre uno de ellos (cátodo). Lenard, posteriormente, demostró que este fenómeno se debía a que la luz UV ocasiona la emisión de electrones de la superficie del cátodo. Desde entonces, se denomina **efecto fotoeléctrico** a la *emisión de electrones por la acción de la luz sobre una superficie metálica*, denominándose **fotoelectrones** a esos *electrones emitidos*.

Este fenómeno no pudo ser explicado mediante los conocimientos clásicos de la Física de entonces. Y no fue hasta 1905 que Einstein, aplicando las ideas cuánticas de Planck, pudo establecer un modelo explicativo adecuado, razón por la que le fue concedido el premio Nobel en 1921.

El modelo de Einstein resucita la teoría corpuscular de la luz, estableciendo la hipótesis de que la radiación electromagnética está formada por un chorro de partículas denominadas **fonones**, cada una de las cuales tiene una energía dada por la expresión hf , siendo f la frecuencia de la radiación y h la constante de Planck. Así, un fotón le cede completamente su energía a un único electrón de la placa metálica sobre la que incide. Parte de esta energía se emplea en extraer al electrón del metal. Cuando esta energía es la mínima posible se la denomina **función trabajo** W_0 , que es la *energía necesaria para arrancar los electrones más fácilmente extraíbles del metal*. Por tanto, para que se produzca el efecto fotoeléctrico la energía hf del fotón debe ser al menos igual a la función trabajo característica del metal. Y, si la energía del fotón es mayor que la función trabajo, el exceso de energía se emplea en comunicar energía cinética E_c , al fotoelectrón.

Así pues, la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico es:

$$hf = W_0 + E_c$$

siendo f la frecuencia de la radiación incidente, que está relacionada con la longitud de onda (λ) a través de la velocidad de la luz (c):

$$f\lambda = c$$

MÉTODO EXPERIMENTAL

En nuestro caso vamos a utilizar una célula fotoeléctrica provista de un fotocátodo de PbS. Las tensiones fotoeléctricas obtenidas en la fotocélula al ser irradiada con luz de longitud de onda conocida se miden directamente por medio de un voltímetro de muy alta resistencia ($R_i \geq 10^{13} \Omega$).

La figura 1 muestra un esquema del montaje experimental. Tanto la lámpara como la célula fotoeléctrica están montadas sobre unas carcassas que llevan un imán en su parte inferior, para poder fijarlas fácilmente a la placa de montaje metálica.

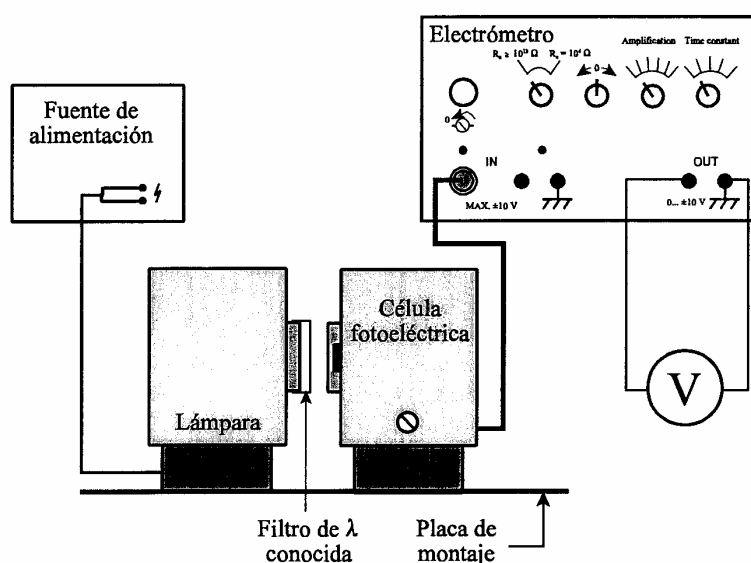


Figura 1

En primer lugar conectamos la lámpara a la fuente de alimentación.

Nota	¡La lámpara espectral debe conectarse a la fuente de alimentación al menos 15 minutos antes de realizar la primera medida!
-------------	---

Seguidamente se acopla, con cuidado y a presión, un filtro de longitud de onda conocida en la parte circular de la lámpara. Tenga cuidado porque la carcasa de la lámpara estará muy caliente.

Nota	¡No apriete demasiado el filtro! ¡Manipule la carcasa de la lámpara por su parte inferior para no quemarse!
-------------	--

En la célula fotoeléctrica existe una placa obturadora deslizante que permite abrir y cerrar el paso de la luz hacia su cátodo. Inicialmente la placa debe cerrar la abertura al paso de luz.

Se acercan, hasta tocarse, el filtro de la lámpara y la abertura de la célula fotoeléctrica y deslizamos la placa para dejar pasar la luz. El voltímetro detecta una diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo de la célula fotoeléctrica. ¿A qué se debe esto? Cuando el cátodo de la fotocélula recibe la radiación monocromática (de longitud de onda única conocida) se extraen fotoelectrones de él. Algunos de ellos irán hacia el ánodo que no está iluminado, estableciéndose una d.d.p. entre ambos que aumenta hasta un valor límite, tras un breve periodo de tiempo. A partir de entonces, sólo podrán alcanzar el ánodo los fotoelectrones de energía cinética máxima, que

serán los únicos que tendrán la suficiente energía cinética para salvar la d.d.p. entre ánodo y cátodo. Esta diferencia de potencial V_{AB} , que mediremos con el voltímetro, está relacionada con la energía cinética máxima de los fotoelectrones mediante la expresión: $E_c = e V_{AB}$, siendo e la carga elemental $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Nota	¡El voltímetro medirá en corriente continua. Recomendamos usar la escala de 2V!
-------------	--

Utilícense los siguientes valores en el electrómetro al que está conectado el voltímetro.

Control del amplificador	Ajuste
LOW DRIFT ...	$\geq 10^{13} \Omega$
TIME CONSTANT ...	0
FACTOR OF AMPLIFICATION ...	10^0

Después de medir, se cierra la abertura de la fotocélula mediante la placa obturadora deslizante y se separa la lámpara para cambiar el filtro. Se utilizan sucesivamente cada uno de los cinco filtros disponibles y se anota en una tabla los valores de longitud de onda y d.d.p. medida en el voltímetro.

Nota	1. Antes de abrir el paso de luz hacia la fotocélula, presione unos segundos el botón de cero del electrómetro para llevar el voltímetro a cero. 2. Si el voltímetro indicase valores muy variables durante cada medida, podemos estabilizarlo uniéndolo, mediante un cable, el tornillo lateral de la carcasa de la fotocélula con la toma de tierra libre del electrómetro.
-------------	--

La ecuación de Einstein queda, en función de la diferencia de potencial medida como:

$$hf = W_0 + eV_{AB} \quad \Rightarrow \quad \frac{hc}{\lambda} = W_0 + eV_{AB}$$

Finalmente, obtenemos la constante de Planck h mediante un ajuste por mínimos cuadrados. Para ello podemos representar la diferencia de potencial en función de la frecuencia o en función de la inversa de la longitud de onda de la radiación incidente. Recuerde anotar el error de sensibilidad del voltímetro así como calcular el error de la constante de Planck y de expresar adecuadamente el resultado final.