

# Física Experimental IV

## Práctica IV Determinación de $h/e$

Funes, Gustavo  
Giordano, Leandro  
Gulich, Damían  
Sotuyo, Sara

*Departamento de Física – Facultad de Ciencias Exactas – UNLP*

### Sinopsis

En el siguiente informe se detalla la experiencia para determinar la relación  $h/e$  mediante el efecto fotoeléctrico.

## Introducción

El efecto fotoeléctrico fue observado por primera vez por Hertz en 1887, en su trabajo sobre la producción de ondas electromagnéticas. Él observó que al iluminar con luz ultravioleta los electrodos entre los cuales se produce una descarga eléctrica podía aumentarse la intensidad de la descarga. Más tarde se comprobó que cuando se ilumina una superficie metálica con luz ultravioleta la superficie emitía electrones, a este fenómeno se lo llamó *efecto fotoeléctrico*.

Si una luz monocromática de longitud de onda  $\lambda$  e intensidad  $I$  incide sobre una superficie  $P$ , el número máximo de electrones emitidos por esta superficie es proporcional a  $I$ , y que existe un potencial para el cual no se registra emisión de electrones, el cual es independiente de la intensidad de la luz, pero sí depende de la frecuencia de ésta. A este potencial se lo denomina potencial de frenado.

El efecto fotoeléctrico no puede explicarse en términos de la teoría electromagnética. En 1905, Einstein lo explicó utilizando el cuanto de energía  $E=h\cdot\nu$ . En su explicación toda la energía de un fotón es transferida a un solo electrón del metal, y cuando el electrón salta de la superficie del metal tendrá una cantidad de energía cinética dada por

$$E_{k\text{ máx}} = h\cdot\nu - \phi$$

donde  $\phi$  es la llamada función trabajo: la energía necesaria para provocar que el electrón escape de la superficie del metal;  $\nu$  es la frecuencia de la luz incidente y  $h$  la constante de Planck.

$$\text{Si } E_{k\text{ máx}} = 0 \Rightarrow h\cdot\nu_0 = \phi$$

lo que nos indica que un fotón con frecuencia  $\nu_0$  (*frecuencia de corte*) tiene sólo energía suficiente para extraer los fotoelectrones y nada extra como para que los mismos tengan energía cinética; si la frecuencia se reduce aún más, los fotones no tendrán energía suficiente como para extraer electrones. Sustituyendo  $E_{k\text{ máx}}$  por  $e\cdot V_0$  obtenemos la siguiente relación:

$$\begin{aligned} e\cdot V_0 &= h\cdot\nu - \phi \\ \Rightarrow V_0 &= \frac{h}{e}\cdot\nu - \frac{\phi}{e} \end{aligned}$$

Por lo tanto la teoría de Einstein predice una relación lineal entre el potencial de frenado y la frecuencia. La pendiente de esta recta es  $h/e$ .

## Procedimiento Experimental

Se utilizó una lámpara de mercurio para iluminar un fotoelectrodo (la luz de mercurio debe ser filtrada usando distintos filtros para asegurar que se obtiene un haz de luz monocromático). Haciendo uso de los filtros es posible medir el potencial de frenado para distintas frecuencias o longitudes de onda.

Como las resistencias del voltímetro que mide el potencial aplicado a la ampolla que contiene al electrodo son comparables, se utilizó una llave que se dejaba desconectada cuando se medía el voltaje proporcional a la corriente fotoeléctrica, y se conectaba sólo un instante para poder realizar

dicha medida. Con los datos obtenidos (los diferentes potenciales de frenado para cada longitud de onda) se aproximó una recta cuya pendiente debería ser  $h/e$ .

Para realizar las experiencias se utilizaron los siguientes dispositivos:

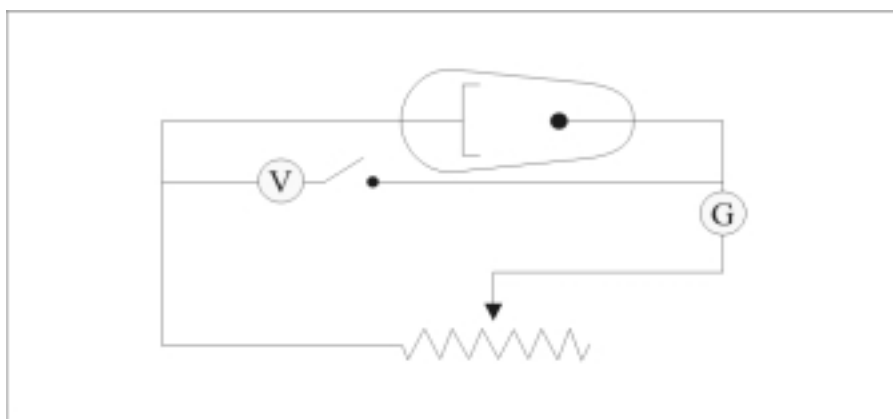


Figura 1: Circuito utilizado para la primera experiencia

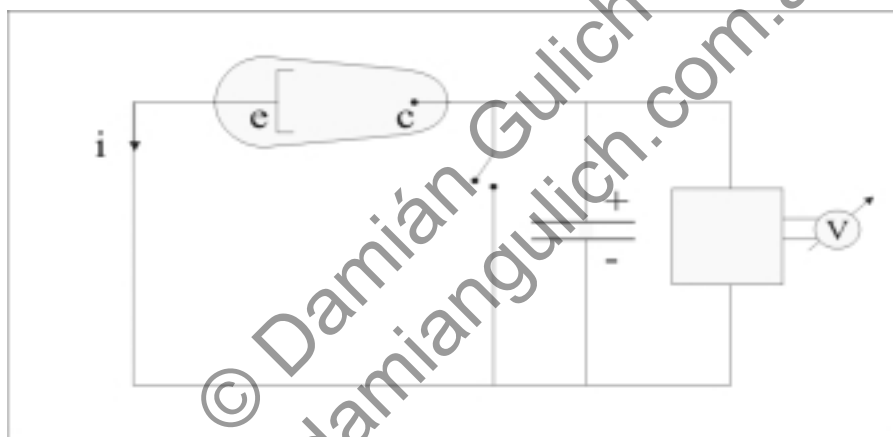
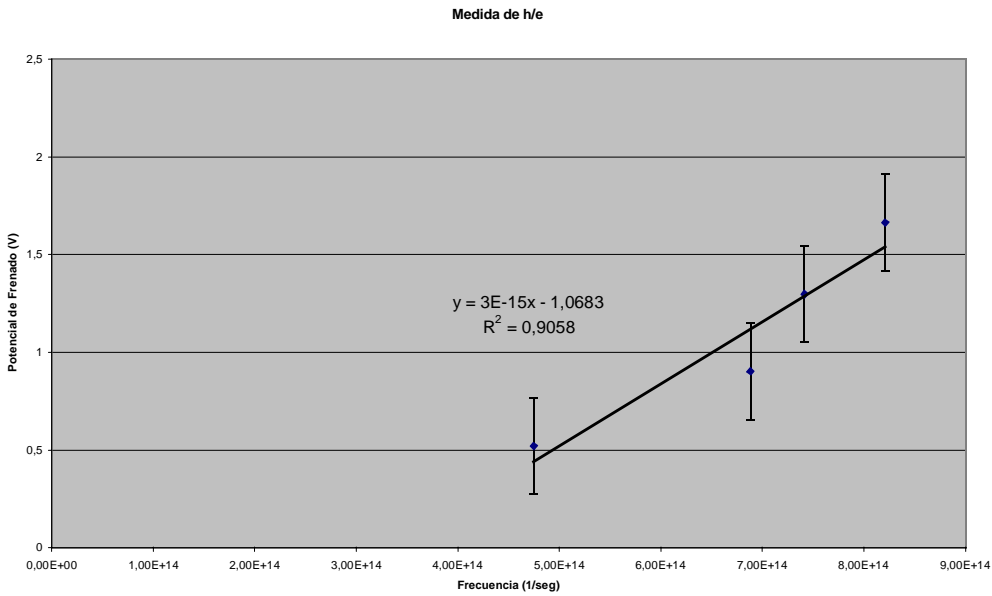


Figura 2: Circuito utilizado para la segunda experiencia

En la segunda experiencia, en lugar de medir el potencial de frenado se utilizó un capacitor que se carga a este potencial. Las distintas longitudes de onda se generan con una lámpara de mercurio a alta presión. La luz sale colimada y se enfoca pasando por una red de difracción. El capacitor se satura cuando la diferencia de potencial entre sus placas es igual al potencial de frenado, ya que no circula más corriente. Al igual que en la experiencia anterior, se utilizan distintos colores para tener distintas longitudes de onda.

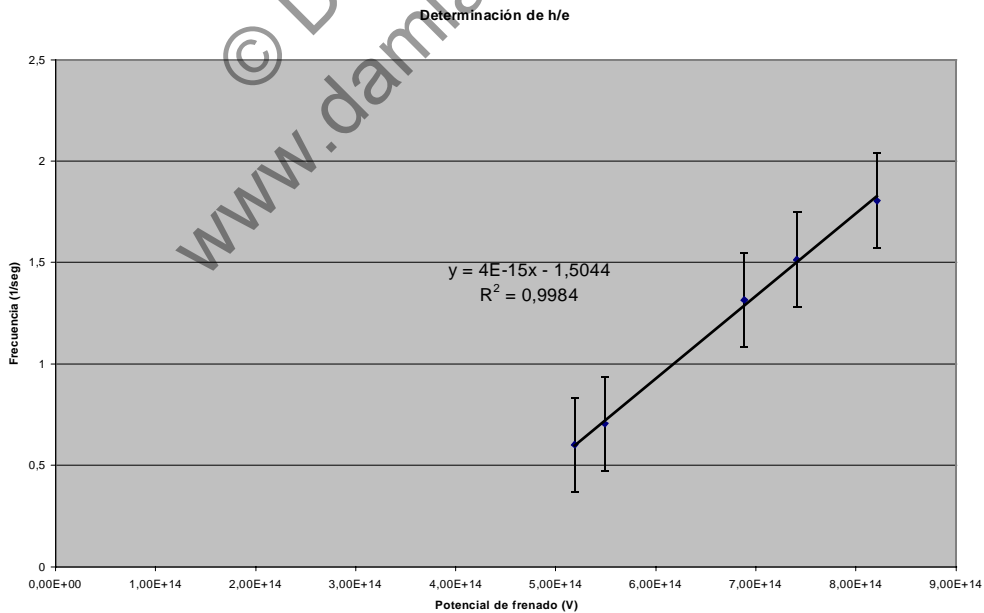
## Resultados

1ª experiencia		
	Frecuencia (1/seg)	V frenado (V)
Rojo	4,75E+14	0,52
Azul	6,88E+14	0,902
Violeta	7,41E+14	1,298
UV	8,21E+14	1,665



2ª experiencia

	Frecuencia (1/seg)	V frenado (V)	
Amarillo	5,19E+14	0,601	4,05789E-15
Verde	5,49E+14	0,705	
Azul	6,88E+14	1,315	
Violeta	7,41E+14	1,514	
UV	8,21E+14	1,805	



## Discusión

El valor tabulado para  $h/e$  es igual a  $4,1 \cdot 10^{-15}$  V·seg mientras que los valores obtenidos fueron  $3,17 \cdot 10^{-15}$  y  $4,05 \cdot 10^{-15}$  V·seg para la primera y segunda experiencia respectivamente. Como puede observarse, el valor obtenido con la primera experiencia dista más del valor de tablas que el obtenido mediante la segunda. Esto puede deberse a que en la primera experiencia las lecturas en la medición del potencial correspondiente a la corriente fotoeléctrica era demasiado fluctuante. Además, la célula recibía radiación de dispersión que podía no corresponder a las longitudes de onda con las que se quería trabajar. También puede agregarse que la primera experiencia resultó operativamente más sencilla, ya que no debía buscarse el potencial de frenado: éste era obtenido directamente al cargarse el capacitor. Esto explicaría la mayor discrepancia en la medida tomada con el primer método. Otro factor que aporta error en la primera experiencia es el hecho de necesitar realizar desconexiones del equipo para tomar la medida del potencial de frenado.

## Conclusiones

En ambas experiencias los resultados obtenidos pueden considerarse satisfactorios. Sin embargo, se recomienda el segundo método, debido a su simplicidad y mayor exactitud.

© Damián Gulich  
www.damiangulich.com.ar