
EL EFECTO FOTOELÉCTRICO

OBJETIVOS

- a) Identificar los conceptos básicos que definen al efecto fotoeléctrico.
- b) Verificar la naturaleza cuántica de la luz determinando la constante de Planck.

EQUIPO Y MATERIAL

- Fuente de luz de vapor de mercurio
- Colimador
- Bloqueador
- Fototubo y accesorios
- Soporte para el fototubo
- Barra de acoplamiento
- Rejilla de difracción
- Filtros (2) (amarillo, verde)
- Voltímetro digital
- Cables (2) para conexión

ACTIVIDADES PRELIMINARES

1. El uso y manejo adecuado del equipo involucrado en esta práctica son responsabilidad del alumno, por lo que a continuación se indican algunas precauciones importantes:
 - a. Tanto el fototubo como la fuente de luz son dispositivos frágiles que requieren cuidado en su manipulación; evite golpearlos o someterlos a movimientos bruscos, aún si no están en funcionamiento.
 - b. La fuente de luz de vapor de mercurio debe ponerse en funcionamiento al menos 10 minutos previos al empleo de ésta durante el experimento y, al término de éste, se recomienda no moverla de su lugar hasta haberse enfriado.
 - c. La fuente de luz de vapor de mercurio tiene dos ventanas al exterior (por convención, el switch de encendido se ubica próximo a la ventana posterior); cubra completamente dicha ventana empleando para ello la pantalla opaca (bloqueador) deslizándola por los acanalados diseñados ex profeso.

Nota 1: Evite tanto como sea posible mirar directamente la luz emitida por la fuente; cualquier exposición sobre la retina puede causar daños irreversibles.

-
2. Es preciso ensamblar el dispositivo experimental completamente antes de poner en funcionamiento cualquiera de sus partes (fototubo o fuente de luz de vapor de mercurio); para ello cumpla con las siguientes indicaciones:
- Ubique la fuente de luz de vapor de mercurio sobre la mesa de trabajo en alguna región que le permita tener estabilidad y amplitud en el manejo del dispositivo experimental.
 - Coloque, como ya se indicó, la pantalla opaca (bloqueador) sobre la ventana posterior de la fuente.



Figura 1

- Al frente de la fuente (ventana anterior) ensamble:
 - El colimador (introduciéndolo por la parte superior de las ranuras acanaladas y fijándolo a continuación).
 - La barra de acoplamiento (introduciéndola por la parte inferior de las ranuras acanaladas y fijándola posteriormente). Ver figura 2a.
- Introduzca, por otro lado, el fototubo y sus accesorios en el soporte correspondiente y fíjelo debidamente a su base (figura 2b).
- Finalmente una los rieles del soporte para el fototubo y el de la barra de acoplamiento, tal y como se indica en la figura 2c.



Figura 2a



Figura 2b



Figura 2c

Nota 2: Con respecto al fototubo verifique, con ayuda del voltímetro digital, el voltaje de operación del mismo censando + o – 6 volts, con respecto a tierra, en las terminales superiores de la carátula donde se ubica el switch de encendido. Si el voltaje medido no es el indicado es necesario reemplazar las baterías de alimentación del fototubo. Se recomienda entonces apagar el fototubo al término de la corrida de lecturas correspondiente con el fin de prolongar la vida de las baterías (figura 3).



Figura 3

3. Finalmente, conecte las terminales del voltímetro digital en los contactos inferiores de la carátula de encendido del fototubo y elija una escala adecuada para efectuar sus mediciones, por ejemplo 2 VDC.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

ACTIVIDADES

1. Tomando como punto de partida el dispositivo de la figura 1, encienda la fuente de luz de vapor de mercurio teniendo en consideración las actividades preliminares 1.a, 1.b y 1.c .
2. Coloque la rejilla de difracción al frente de la fuente de luz introduciéndola cuidadosamente por las extremidades del colimador.

Nota 3: Por ningún motivo debe tocarse el cuerpo de la rejilla con los dedos, ya que ello provocaría la opacidad en algunas líneas obstruyendo el paso de la luz. Se recomienda entonces manipular la rejilla por sus extremos.

3. Verifique que la concavidad de la rejilla se ubique en dirección hacia la fuente del luz; ello se logra colocando la etiqueta de la misma en el extremo próximo al fototubo.
4. Deslice la rejilla de difracción hacia atrás o hacia delante por las extremidades del colimador hasta lograr una imagen nítida de los distintos patrones del haz de luz difractado. Puede emplear para ello una hoja de papel blanco colocado al nivel de la mascarilla metálica del fototubo.

Nota 4: La rejilla de difracción tiene acoplada una lente convergente que permita realizar el enfoque descrito anteriormente.

5. Observe que los distintos colores que se aprecian forman diversos ángulos con relación al eje óptico definido por las posiciones del colimador y la rejilla.
6. Una vez logrado el enfoque deseado, ajuste firmemente la rejilla a las extremidades del colimador y evite moverla al realizar sus mediciones.
7. En virtud de la actividad 5, resulta preciso modificar la posición del fototubo (girándolo) hasta lograr que los haces de luz difractados se observen uno a uno enfocados sobre la mascarilla metálica del fototubo. El movimiento (giro) del fototubo debe efectuarse lentamente con el fin de no alterar la posición del dispositivo experimental; en particular de la fuente de luz (figura 4).

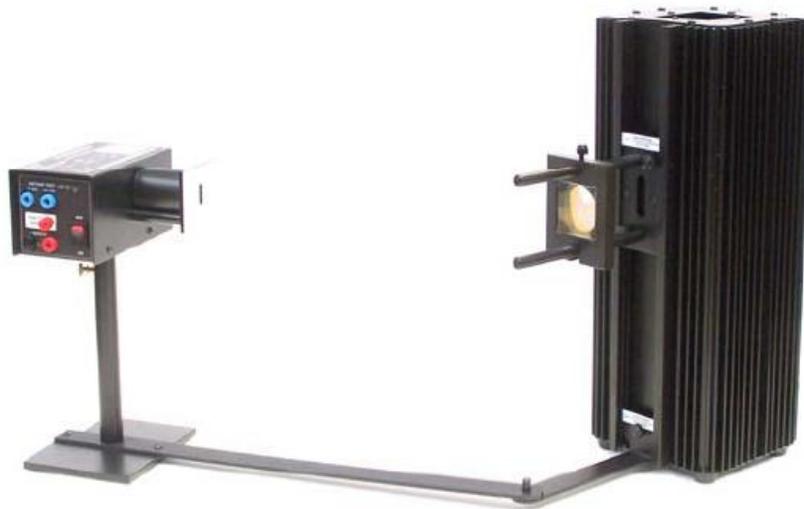


Figura 4

-
8. El fototubo consta de un cilindro metálico hueco, deslizable y oscurecido colocado entre la ventana del fototubo y la mascarilla metálica. Gire el cilindro de su posición original hasta observar, a través de la ventana, el cuerpo del fototubo.

Nota 5: No intente tocar o manipular el cuerpo del fototubo, ello podría provocar en éste daños permanentes.

9. La posición correcta del cilindro metálico, al momento de efectuar las mediciones, corresponde al punto en que tanto la mascarilla, el cilindro y el cuerpo del fototubo se encuentren alineados. La función del cilindro es la de evitar que durante el experimento incida sobre la ventana del fototubo cualquier frecuencia que no sea específicamente la deseada. Ver figura 5.



Figura 5

10. Ahora el dispositivo se encuentra habilitado para funcionar correctamente en base a la secuencia siguiente:

- i. Haga incidir sobre la mascarilla metálica alguna frecuencia observada en el patrón correspondiente al primer orden de la difracción producida por la rejilla, verificando que solamente dicha frecuencia incida sobre el cuerpo del fototubo.

Nota 6: Cuando se manejen las tonalidades amarillo $\nu = 5.19 \times 10^{14}$ [Hz], y verde $\nu = 5.49 \times 10^{14}$ [Hz], deberá colocar, adhiriéndolo magnéticamente sobre la mascarilla metálica, el filtro correspondiente para evitar de esta manera que sobre el cuerpo del fototubo incida otra frecuencia que no sea la deseada. Ver figura 6.

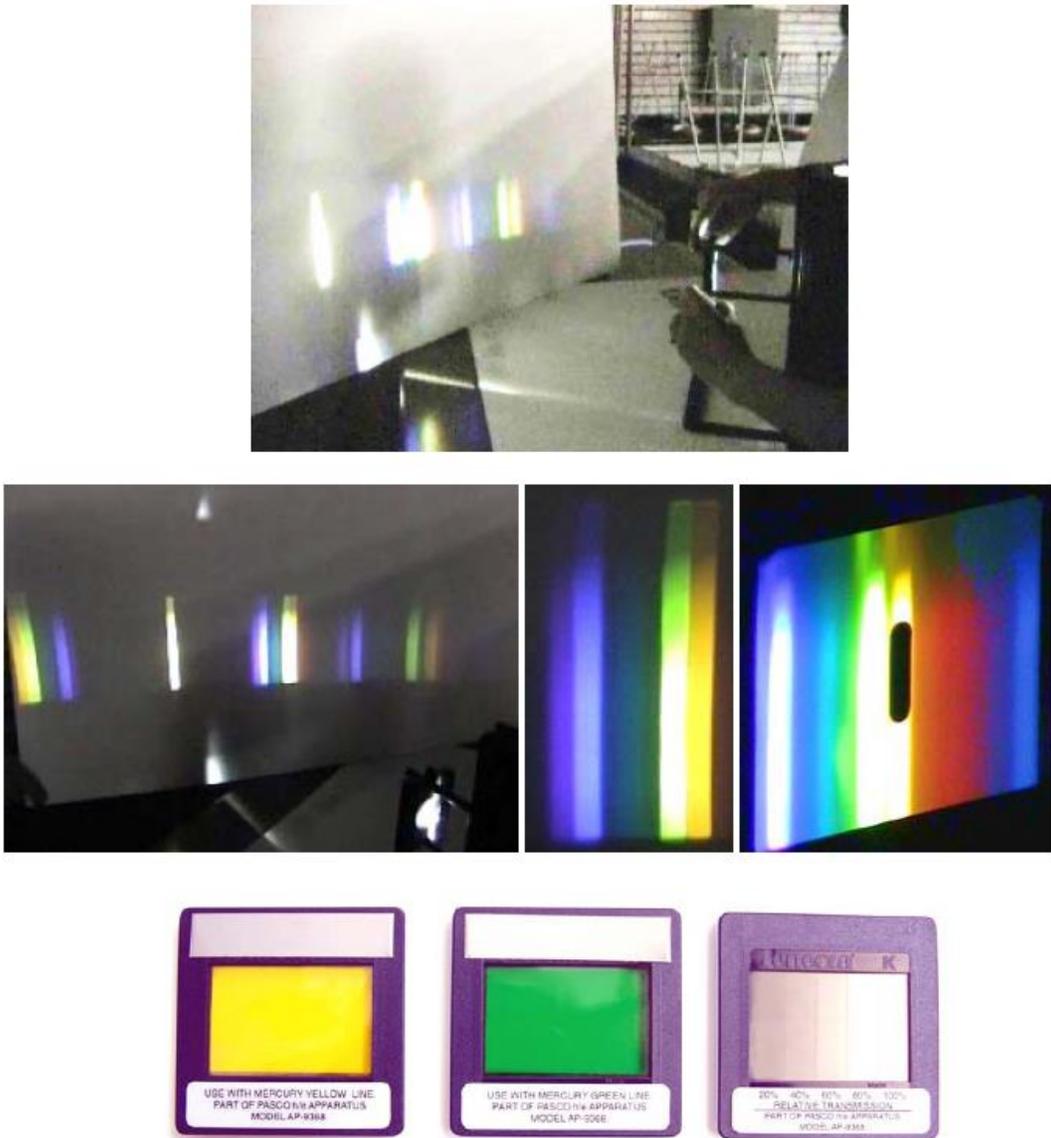


Figura 6

- ii. Encontrándose conectado el voltímetro digital mida, para la frecuencia seleccionada, el potencial de frenado V_0 que es necesario aplicar al fototubo con el fin de anular la corriente fotoelectrónica (figura 7).
- iii. Recuerde que en el total de sus mediciones para el potencial de frenado deberá colocar correctamente el cilindro que protege el cuerpo del fototubo y que fue descrito en las actividades 8 y 9.





Figura 7

11. A partir de los colores observados en el primer orden de la difracción y para cada uno de ellos en particular, construya una tabla donde aparezcan los potenciales de frenado medidos con ayuda del voltímetro y la frecuencia correspondiente.

λ [nm]	ν [Hz]	V_0 [V]
578.00 (Amarillo)		
546.07 (Verde)		
435.84 (Azul)		
404.66 (Violeta)		
365.48 (Ultravioleta)		

No olvide por el caso del amarillo y verde, tomar en cuenta lo establecido en la nota 6.

Nota 7: Se recomienda al realizar las lecturas de los distintos potenciales de frenado, en cada caso, descargar el fototubo empleando para ello un botón visible sobre la carátula de encendido del mismo; esto con la finalidad de evitar la existencia de remanentes de carga que podrían alterar las lecturas reales para V_0 .

12. Con dicha tabla hacer la gráfica correspondiente V_0 vs ν y ajustando un comportamiento lineal podrá determinar el valor de la constante de Planck.

$$h = 6.624 \times 10^{-34} \text{ [Js]}$$