

Laboratorio de Ciencias Básicas  
FÍSICA IIIA  
Práctica 4 - Experimento de Franck & Hertz  
(NOTAS COMPLEMENTARIAS)

E.F. Lavia

22 de octubre de 2013

### Objetivos

Poder graficar la intensidad de corriente en función del potencial de aceleración, y así verificar la existencia de niveles de energía cuantificados en el átomo de mercurio.

### Importante

Estas son simplemente unas notas que *complementan*, es decir no reemplazan, a la guía oficial sobre esta práctica la cual adolecía de algunos detalles relacionados con la física del fenómeno. Se espera que el alumno se valga de ambas.

### Fenomenología

La figura 1 muestra el tubo donde tiene lugar el fenómeno. Básicamente es un tubo evacuado que contiene mercurio en estado líquido (una gota). Dentro del tubo se hallan un cátodo  $K$  (que será caldeado por un horno  $H$  alimentado mediante un potencial  $U_h$ ), una rejilla y un ánodo  $A$ . Entre el cátodo y la rejilla existe un potencial acelerador  $U_a$  que llevará electrones desde el cátodo en dirección a la rejilla y entre esta última y el ánodo existe un potencial de frenado  $U_f$ .

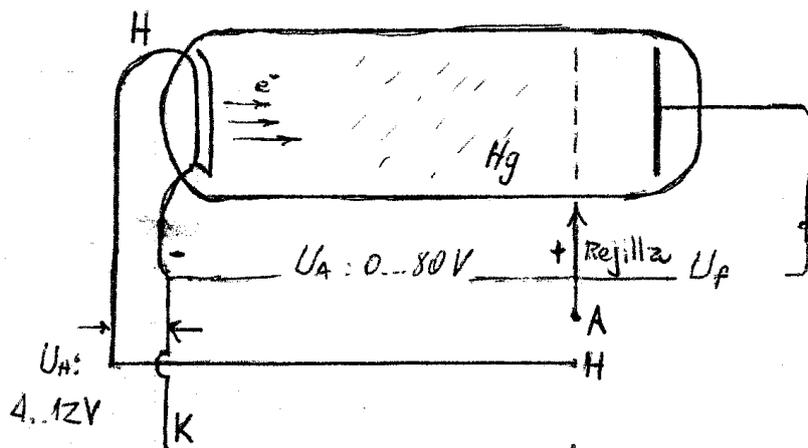


Figura 1: Esquema del tubo evacuado donde ocurre el fenómeno.

El potencial  $U_h$  calienta el filamento lo cual eleva la temperatura del tubo provocando la evaporación del mercurio y su presencia dentro del tubo como gas.

En estas condiciones, si aumentamos lentamente el potencial  $U_a$  comenzamos a registrar a la salida del ánodo una corriente, la cual se incrementa con el aumento del potencial dado que cada vez más y más electrones son capaces de vencer al potencial frenador  $U_f$  y arriban al ánodo.

No obstante, esos electrones acelerados por el potencial  $U_a$  alcanzan en un momento cierta energía que les permite, al interactuar con los átomos de mercurio, transferir energía para hacer una excitación (cambio de nivel). Hay en ese caso emisión de un fotón.

El electrón que interactuó continúa siendo acelerado pero su energía disminuye por la que transfirió al átomo, y probablemente no sea suficiente para arribar al colector superando al potencial frenador y así contribuir a la corriente. Esto explica la caída en la curva  $i(U_a)$  mostrada en la figura 2. El primer mínimo local de la curva se da cuando el número de electrones que excitan átomos de mercurio es máximo (indicado en la figura mencionada por un punto).

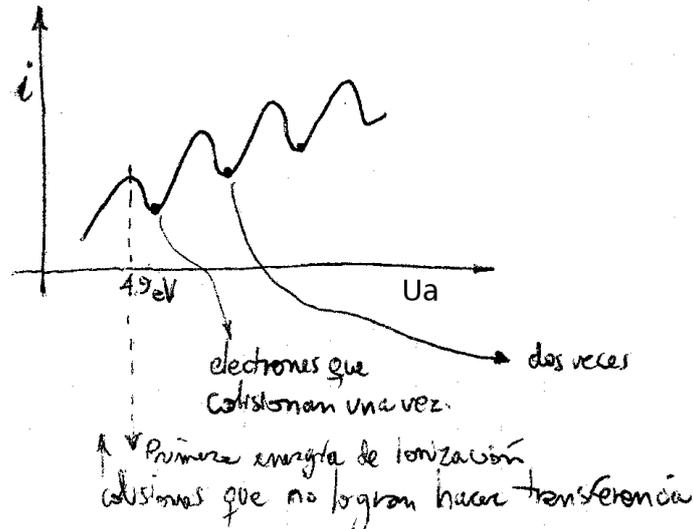


Figura 2: Relación entre la corriente de salida y el potencial  $U_a$ .

Si se continúa aumentando el potencial comienzan a llegar más electrones, y por ende aumenta la corriente  $i$  hasta un valor máximo tras lo cual cae nuevamente porque ya la energía de los electrones es suficiente como para transferir dos veces energía a los átomos. Ahora tienen suficiente energía como para hacer saltar a los electrones de los átomos de  $Hg$  dos niveles, o bien como para colisionar dos veces. Ver en la figura 2 el segundo mínimo local de la corriente.

Los subsiguientes mínimos no son tan bajos como el primero porque se producen más adelante en el tubo. Es cada vez más fácil que los electrones que emergen de las colisiones alcancen el ánodo colector simplemente porque están en distancia más cerca al mismo. En la figura 2 puede verse que a medida que se aumenta el potencial la corriente aumenta, pero en forma de "serrucho" creciente. Los puntos negros en la misma figura corresponden al potencial  $U_a$  tal que el número de electrones que excitan átomos de mercurio es máximo.

La curva exhibida en la figura 2 se visualizará en un osciloscopio registrando en un canal  $i$  y en otro  $U_a$ , y enviando como señal al tubo un potencial diente de sierra con frecuencia 60 Hz que va entre 0 y 30 V aproximadamente. Entonces es posible reconstruir la relación  $i(U_a)$  en la pantalla del osciloscopio teniendo en cuenta que en un intervalo de un segundo se estarán reproduciendo sesenta ciclos completos de subida y bajada de  $i$ .