



## TAREAS

- Medición de la corriente  $I$  del colector en función de la tensión  $U$  presente entre el cátodo y la rejilla.
- Determinación de la distancia  $\Delta U$  entre el valor máximo y mínimo de corriente.
- Comparación de la distancia de tensión con la energía de excitación de los átomos de mercurio.

## OBJETIVO

Registro y evaluación de la curva del mercurio según el experimento de Franck y Hertz

## RESUMEN

En el experimento de Franck y Hertz con el mercurio, se observa la entrega de energía de los electrones, producida por choques inelásticos, durante su paso a través del mercurio. La entrega de energía se da por etapas, debido a que el choque produce una transmisión de energía a los átomos de mercurio. El experimento constituye, de esta manera, una confirmación del modelo atómico de Bohr y de los niveles de energía del átomo, los cuales se describen en dicho modelo.

## EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Tubo de Franck y Hertz, con contenido de Hg y estufa (230 V, 50/60 Hz)	1006795 o
	Tubo de Franck y Hertz, con contenido de Hg y estufa (115 V, 50/60Hz)	1006794
1	Equipo para la ejecución del experimento de Franck y Hertz (230 V, 50/60 Hz)	1012819 o
	Equipo para la ejecución del experimento de Franck y Hertz (115 V, 50/60 Hz)	1012818
1	Osciloscopio analógico, 2x30 MHz	1002727
1	Multímetro digital P3340	1002785
1	Cable HF	1002746
2	Cable HF, conector macho BNC / 4 mm	1002748
1	Juego de 15 cables de experimentación de seguridad, 75 cm	1002843

2

## FUNDAMENTOS GENERALES

En 1914, *James Franck y Gustav Hertz*, descubrieron que los electrones entregan energía por etapas durante su paso a través del mercurio y que, simultáneamente, se puede observar la emisión de la línea ultravioleta ( $\lambda = 254 \text{ nm}$ ) del mercurio. Meses más tarde, *Niels Bohr* reconoció en este hecho una confirmación del modelo atómico que él había desarrollado. El experimento de Franck y Hertz con el mercurio es, por tanto, un experimento clásico para la confirmación de la teoría cuántica.

En un tubo de vidrio evacuado se encuentran ordenados, uno tras otro, un cátodo caliente C, una rejilla G y un electrodo colector A (ver Fig. 1). Del cátodo se desprenden electrones y estos se aceleran hacia la rejilla dada la presencia de la tensión  $U$ . A través de la rejilla, llegan al colector contribuyendo a aumentar la corriente  $I$  del colector si su energía cinética es suficiente para superar la contrapresión  $U_{GA}$  presente entre la rejilla y el colector. Adicionalmente, en un tubo de vidrio se encuentra una gota de mercurio que se calienta con una presión de vapor de aproximadamente 15 hPa. Si la tensión  $U$  aumenta, en primer lugar, se incrementa la corriente  $I$  del colector, puesto que, con un campo eléctrico creciente, cada vez más electrones son absorbidos por la nube de carga espacial que rodea el cátodo. No obstante, con un valor determinado de  $U = U_1$  poco antes de llegar a la rejilla, los electrones ganan suficiente energía cinética, por lo que pueden entregar energía tras el choque inelástico, produciendo la excitación de los átomos de mercurio. La corriente del colector desciende hasta llegar casi a cero, puesto que los electrones, tras un choque, ya no pueden vencer la contrapresión y llegar hasta el colector.

Si la tensión continua incrementándose, los electrones ganan la energía necesaria para que el choque de excitación de los átomos de mercurio se produzca cada vez más lejos de la rejilla. Después del choque, se vuelven a acelerar y cobran suficiente energía cinética como para alcanzar el colector. La corriente del colector vuelve a aumentar. Con una tensión  $U = U_2$  todavía mayor, los electrones, después del primer choque, entregan una segunda vez una carga de energía capaz de excitar un segundo átomo de mercurio. De igual manera, la corriente del colector decae drásticamente con esta tensión para volver a aumentar si dicha tensión se incrementa, hasta que, finalmente, vuelva a descender una tercera vez y ante tensiones más elevadas, vuelva a descender drásticamente.

## NOTA

El primer valor de tensión  $U_1$  no es de 4,9 V sino que varía en la proporción determinada por la tensión de contacto presente entre el cátodo y la rejilla.

## EVALUACIÓN

Las tensiones  $U_1, U_2, U_3, \dots$ , con las que la corriente decae drásticamente en la característica  $I(U)$  medida, indican la presencia de la constante  $U = 4,9 \text{ V}$ . Esta distancia corresponde a la energía de excitación  $E_{Hg} = 4,9 \text{ eV}$  ( $= 254 \text{ nm}$ ) de los átomos de mercurio desde el estado fundamental  $^1S_0$  hacia el primer estado  $^3P_1$ . Es válido:

$$(1) \quad E_{Hg} = e \cdot \Delta U$$

$e$ : Carga elemental

El resultado de la medición se debe atribuir, por tanto, a la absorción discreta de energía de los átomos de mercurio durante el choque inelástico y a la entrega de una cantidad fija de energía ligada a ello.

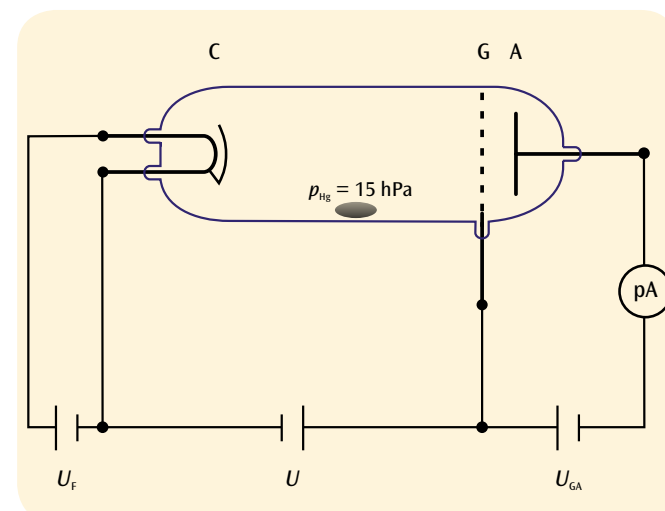


Fig. 1: Montaje esquemático para el registro de la curva de Franck y Hertz en el mercurio

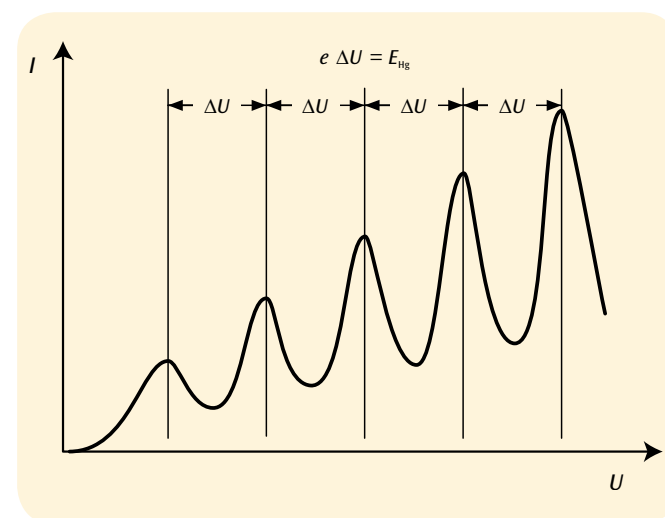


Fig. 2: Corriente  $I$  del colector en función de la tensión de aceleración  $U$