

# Experimento de Franck-Hertz con tubo de Ne



P2510315

Física

La Física Moderna

Física Cuántica

Química

Fisicoquímica

Estructura y propiedades atómicas



Nivel de dificultad

fácil



Tamaño del grupo

1



Tiempo de preparación

10 minutos



Tiempo de ejecución

10 minutos

This content can also be found online at:


<http://localhost:1337/c/62a1cb42d1c7e4000364a503>

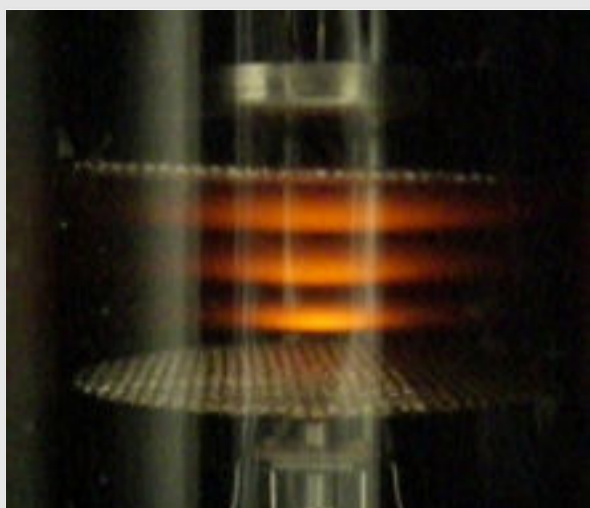
PHYWE



## Información para el profesor

### Aplicación

PHYWE



Experimento de Franck-Hertz con gas neón

El experimento de Franck-Hertz muestra la absorción de energía cinética de los electrones por parte de los átomos de neón, o de los átomos de mercurio en el experimento original.

## Información adicional para el profesor (1/2)



### Conocimiento previo

Los conocimientos previos necesarios para este experimento se encuentran en la sección de principio.



### Principio

Los electrones se aceleran en un tubo lleno de gas neón. La energía de excitación del neón se determina a partir de la distancia entre los mínimos equidistantes de la corriente de electrones en un campo eléctrico opuesto variable.

## Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE



### Conocimiento previo

Los conocimientos previos necesarios para este experimento se encuentran en la sección de principio.



### Principio

Los electrones se aceleran en un tubo lleno de gas neón. La energía de excitación del neón se determina a partir de la distancia entre los mínimos equidistantes de la corriente de electrones en un campo eléctrico opuesto variable.

## Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE



### Objetivo

Comprensión de los quantum de energía mediante el experimento de Franck-Hertz con gas neón



### Tareas

1. Registrar la intensidad de la contracorriente  $I$  en un tubo de Franck-Hertz en función de la tensión anódica  $U$ .
2. Determinar la energía de excitación  $E$  a partir de las posiciones de los mínimos o máximos de intensidad de corriente por formación de diferencias.

## Instrucciones de seguridad

PHYWE



Para este experimento se aplican las instrucciones generales para la experimentación segura en las clases de ciencias.

Para las frases H y P, consultar la ficha de datos de seguridad del producto químico correspondiente.

## Principio (1/5)

PHYWE

Niels Bohr introdujo el modelo planetario del átomo en 1913: Un átomo aislado consiste en un núcleo cargado positivamente alrededor del cual se distribuyen los electrones en órbitas sucesivas. También postuló que sólo se producen aquellas órbitas para las que el momento angular del electrón es un múltiplo integral de  $h/2\pi$  es decir  $n \cdot h/2\pi$  donde  $n$  es un número entero y  $h$  es la constante de Planck.

La imagen de Bohr de los electrones en estados discretos con transiciones entre esos estados que producen una radiación cuya frecuencia está determinada por las diferencias de energía entre los estados puede derivarse de la mecánica cuántica que sustituyó a la mecánica clásica cuando se trata de estructuras tan pequeñas como los átomos.

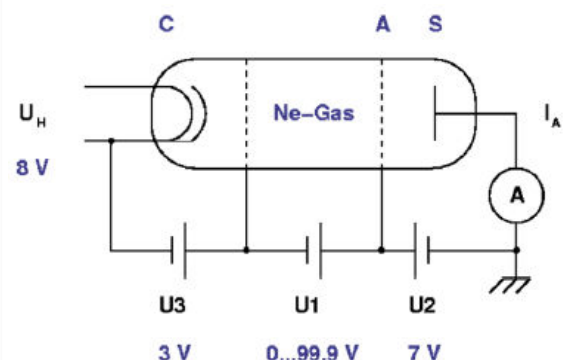
Parece razonable, según el modelo de Bohr, que al igual que los electrones pueden hacer transiciones hacia abajo desde estados energéticos superiores permitidos a estados inferiores, pueden ser excitados hacia arriba a estados energéticos superiores absorbiendo precisamente la cantidad de energía que representa la diferencia entre los estados inferiores y superiores.

## Principio (2/5)

PHYWE

James Franck y Gustav Hertz demostraron que así era, en efecto, en una serie de experimentos comunicados en 1913, el mismo año en que Bohr presentó su modelo. Franck y Hertz utilizaron un haz de electrones acelerados para medir la energía necesaria para elevar los electrones del estado básico de un gas de átomos de mercurio al primer estado excitado.

En el presente experimento se utiliza un tubo lleno de gas neón. Los electrones emitidos por un cátodo termoiónico se aceleran entre el cátodo C y el ánodo A en el tubo lleno de gas neón y se dispersan por colisión elástica con los átomos de neón.



Principio de medición.

## Principio (3/5)

PHYWE

A partir de una tensión anódica  $U_1$  de 16,8 V, sin embargo, la energía cinética de los electrones es suficiente para llevar el electrón de valencia del neón al primer nivel de excitación mediante una colisión inelástica. Debido a la pérdida de energía que la acompaña, el electrón ya no puede atravesar el campo opuesto entre el ánodo A y el contraelectrodo S: la corriente  $I$  es mínima.

Si ahora aumentamos más la tensión del ánodo, la energía cinética del electrón vuelve a ser suficiente para superar el campo contrario: la intensidad de la corriente  $I$  aumenta.

Cuando  $U_1 = 2 \cdot 16,8 \text{ V}$  la energía cinética es tan alta que dos átomos seguidos pueden ser excitados por el mismo electrón: obtenemos un segundo mínimo.

Sin embargo, estos mínimos no están muy bien definidos debido a la distribución térmica inicial de las velocidades de los electrones.

## Principio (4/5)

PHYWE

La tensión  $U_1$  entre el ánodo y el cátodo está representado por

$$U_1 = U + (\Phi_A - \Phi_C)$$

donde  $U$  es la tensión aplicada, y  $\Phi_C$  Como la energía de excitación  $E$  se determina a partir de las diferencias de tensión en los mínimos, las tensiones de la función de trabajo no son significativas.

Según la teoría clásica, los niveles de energía a los que se excitan los átomos de mercurio podrían ser aleatorios. Sin embargo, según la teoría cuántica, se debe asignar repentinamente un nivel de energía definido al átomo en un proceso elemental.

El curso de la  $I/U_A$  se explicó por primera vez sobre la base de este punto de vista y, por tanto, representa una confirmación de la teoría cuántica. El átomo de neón excitado vuelve a liberar la energía que ha absorbido, con la emisión de un fotón.

## Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	TUBO DE FRANCK-HERTZ DE Ne CON CARCASA	09105-40	1
2	UNIDAD DE CONTROL PARA TUBOS DE FRANCK-HERTZ	09105-99	1
3	CABLE DE CONEXION PARA TUBO DE FRANCK-HERTZ DE	09105-50	1
4	SOFTWARE EXPERIMENTO FRANCK-HERTZ	14522-61	1
5	CONVERTIDOR USB - RS232, ACTIVO	14602-10	1
6	CABLE DE DATOS, MACHO/HEMBRA, 9P	14602-00	1
7	CABLE BLINDADO BNC, LONG. 750 mm	07542-11	1

## Material

PHYWE

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	<a href="#">TUBO DE FRANCK-HERTZ DE Ne CON CARCASA</a>	09105-40	1
2	<a href="#">UNIDAD DE CONTROL PARA TUBOS DE FRANCK-HERTZ</a>	09105-99	1
3	<a href="#">CABLE DE CONEXION PARA TUBO DE FRANCK-HERTZ DE</a>	09105-50	1
4	<a href="#">SOFTWARE EXPERIMENTO FRANCK-HERTZ</a>	14522-61	1
5	<a href="#">CONVERTIDOR USB - RS232, ACTIVO</a>	14602-10	1
6	<a href="#">CABLE DE DATOS, MACHO/HEMBRA, 9P</a>	14602-00	1
7	<a href="#">CABLE BLINDADO BNC, LONG. 750 mm</a>	07542-11	1

## Material adicional

PHYWE

Posición	Material	Cantidad
1	PC	1



PHYWE



## Montaje y ejecución

### Montaje

PHYWE



Montaje experimental

Preparar el experimento como se muestra en la figura. Para más detalles, ver el manual de instrucciones de la unidad 09105-99.

Conectar la unidad de mando Franck-Hertz al puerto COM1, COM2 del ordenador o al puerto USB (utilizar el adaptador USB a RS232 14602-10).

## Ejecución

PHYWE

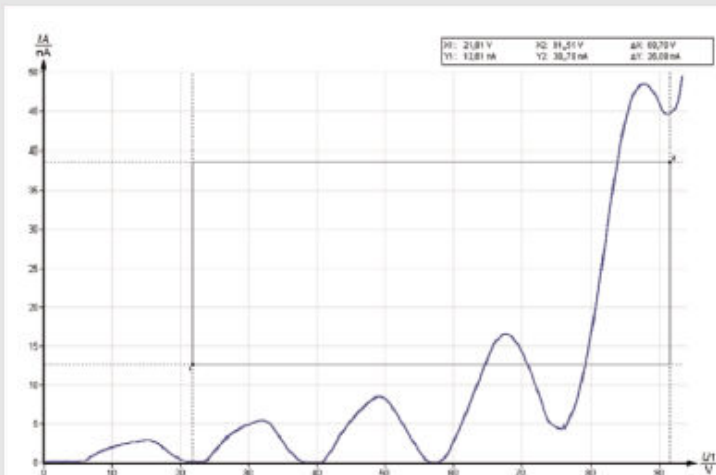
Iniciar el programa de medición y seleccionar Franck-Hertz experiment Gauge. Aparecerá la ventana "Experimento Frank- Hertz - medición". Los parámetros óptimos son diferentes para cada tubo Ne. Se encontrarán los parámetros específicos para el dispositivo en una hoja que se incluye en el paquete del tubo de Ne.

Elegir los parámetros para U1, U2, U3 y UH como se indica en esa hoja y asegurarse de que el resto está configurado como se muestra en la Fig. 2. Pulsar el botón de continuar.

Parámetros de medición.

## Resultados (1/2)

PHYWE



Ejemplo de una curva Franck-Hertz registrada con tubo de Ne.

El gráfico de  $I/U_1$  muestra máximos y mínimos equidistantes.

Para nuestra evaluación determinamos los valores de tensión de los mínimos. A partir de las diferencias entre estos valores obtenemos la energía de excitación  $E$  del átomo de neón sacando una media. Evaluando las mediciones de la figura obtuvimos el valor

$$E = (17.4 \pm 0.7) \text{ eV}$$

## Resultados (2/2)

PHYWE

Arrastrar las palabras a los espacios correctos:

En un tubo lleno de [ ], los electrones se emiten por emisión de resplandor desde un [ ] termoiónico y se aceleran hacia el [ ] por la tensión de aceleración. Si el voltaje se incrementa lentamente, los valores de corriente medidos inicialmente [ ] exponencialmente, hasta un cierto voltaje y luego [ ] lentamente. Los valores de corriente [ ] de nuevo cuando la tensión es el doble del valor de la tensión inicial (a la que la corriente aumenta por primera vez).

disminuyen

aumentan

cátodo

gas de neón

aumentan

ánodo

 Verificar