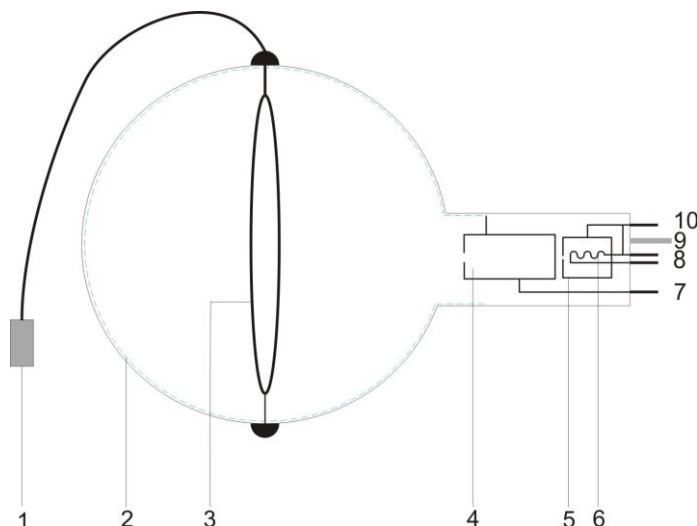


Tubo del potenciales críticos S, llenado de helio 1000620

Instrucciones de manejo

10/15 ALF



- 1 Clavijero BNC
- 2 Recubrimiento del vidrio a potencial de ánodo
- 3 Anillo colector
- 4 Anodo
- 5 Cañón de electrones
- 6 Espiral de calefacción
- 7 Contacto en espiga Ánodo
- 8 Contacto en espiga Calefacción
- 9 Clavija guía
- 10 Contacto en espiga Cátodo

1. Advertencias de seguridad

Los tubos catódicos incandescentes son ampollas de vidrio, al vacío y de paredes finas. Manipular con cuidado: ¡riesgo de implosión!

- No someter los tubos a ningún tipo de esfuerzos físicos.
- No someter a tracción el cables de conexión.
- El tubo se debe insertar únicamente en el soporte para tubos S (1014525).

Las tensiones excesivamente altas y las corrientes o temperaturas de cátodo erróneas pueden conducir a la destrucción de los tubos.

- Respetar los parámetros operacionales indicados.
- Solamente efectuar las conexiones de los circuitos con los dispositivos de alimentación eléctrica desconectados.
- Los tubos solo se pueden montar o desmontar con los dispositivos de alimentación eléctrica desconectados.

Durante el funcionamiento, el cuello del tubo se calienta.

- De ser necesario, permita que los tubos se enfríen antes de desmontarlos.

El cumplimiento con las directrices referentes a la conformidad electromagnética de la UE se puede garantizar sólo con las fuentes de alimentación recomendadas.

2. Descripción

El tubo de potenciales críticos S con llenado de He sirve para el estudio cuantitativo de choques inelásticos de electrones con átomos de gases nobles, para la determinación de la energía de ionización así como para resolver estados energéticos de números cuánticos principales y orbitales angulares.

El tubo de potenciales críticos lleva un cañón de electrones con cátodo incandescente de tungsteno de calentamiento directo, un ánodo de forma cilíndrica, todo en una ampolla de vidrio evacuada y llena de gas de helio. El lado interno de la ampolla de vidrio está conectado galvánicamente con el ánodo. El anillo colector está colocado en la parte interna de la ampolla de vidrio de tal forma que el haz divergente de electrones no lo puede alcanzar directamente.

El módulo de batería sirve para poner a disposición la tensión de colector U_R entre el ánodo y el anillo colector.

Si la tensión del colector es positiva, exactamente los electrones que han entregado casi totalmente su energía durante un choque inelástico con un átomo de helio son desviados hacia el colector y allí recolectados. Los máximos de la curva de corriente de electrones (Cor-

riente del colector vs. Tensión de ánodo) corresponden a las energías de excitación del átomo de helio.

Si la tensión del colector es negativa, iones positivos de helio son desviados hacia el colector y allí recolectados. Del curso de la curva de corriente de iones (Corriente del colector vs. Tensión del ánodo) se puede leer la energía de ionización para el átomo de helio.

3. Volumen de suministro

1 tubo del potenciales críticos S, llenado de He
 1 unidad para pila (pila no se entrega)
 1 apantallamiento
 1 Instrucciones de manejo

4. Datos técnicos

Llenado de gas: Helio
 Tensión de caldeo: $U_F \leq 7 \text{ V CC}$
 Tensión anódica: $U_A \leq 60 \text{ V}$
 Corriente anódica: $I_A \leq 10 \text{ mA}$
 Tension del colector: $U_R = 1,5 \text{ V}$
 Corriente del colector: $I_R \leq 200 \text{ pA}$
 Ampolla de vidrio: aprox. 130 mm \varnothing
 Longitud total: aprox. 260 mm

Potenciales críticos del helio:

2 ³S: 19,8 eV
 2 ¹S: 20,6 eV
 2 ³P: 21,0 eV
 2 ¹P: 21,2 eV
 3 ³S: 22,7 eV
 3 ¹S: 22,9 eV
 3 ³P: 23,0 eV
 3 ¹P: 23,1 eV
 4 ³S: 23,6 eV
 4 ¹S: 23,7 eV

Ionización: 24,6 eV

5. Adicionalmente se requiere

Para el funcionamiento del tubo:

1 Soporte de tubos S 1014525
 1 Unidad de control p.tubos del potenciales críticos (115 V ó 230 V) 1000633 / 1008506
 1 Fuente de alimentación CC, 0–20 V (115 V ó 230 V) 1003311 / 1003312
 ó
 1 Equipo p. la ejecución del experimento de Franck/Hertz (115 V ó 230 V) 1012819 / 1012818

Para registrar los valores de medida:

1 Osciloscopio analógico 2x30 MHz 1002727
 2 Cables HF, conector macho BNC / 4 mm 1002748
 ó
 1 3B NETlog™ (115 V ó 230 V) 1000539 / 1000540
 1 3B NETlab™ 1000544
 1 ordenador
 1 Pila AA 1,5 V
 1 Juego de 15 cables de experimentación de seguridad 1002843

6. Manejo

6.1 Colocación del tubo en el portatubo

- Montar y desmontar el tubo solamente con los dispositivos de alimentación eléctrica desconectados.
- Introducir el tubo en la toma hembra del portatubos presionando ligeramente hasta que las clavijas de contacto estén colocadas correctamente en la toma, asegurándose de que la clavija-guía está en la posición correcta.

6.2 Retirada del tubo del portatubos

- Permita que el tubo se enfríen antes de desmontarlos.
- Para retirar el tubo, presionar desde atrás la clavija-guía, hasta que las clavijas de contacto queden libres. A continuación, retirar el tubo.

7. Ejemplos de experimentos

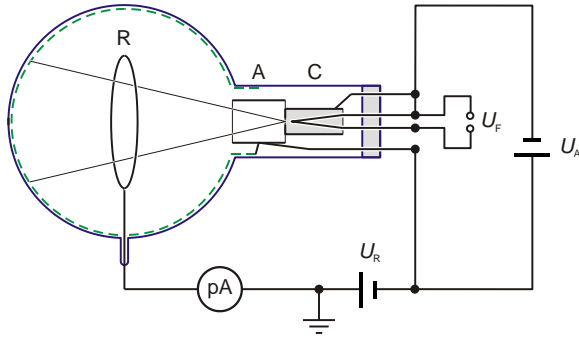
Determinación de los potenciales críticos del átomo de He

7.1 Observaciones generales

El montaje experimental con el tubo de potenciales críticos es muy sensible a fuentes de distorsión electromagnéticas (Computador, lámparas fluorescentes etc.)

- El sitio de experimentación se elige de tal forma que se puedan evitar estas fuentes de radiaciones distorsionantes.

Esquema de cableado



R: Anillo colector

A: Ánodo

C: Cátodo

7.2 Montaje experimental con la unidad de control para los tubos de potenciales críticos

- Se desliza el tubo en el soporte para tubo.

Puesta a disposición de la tensión de caldeo U_r :

- Los casquillos F3 del soporte del tubo se conectan con el polo positivo de la salida de la fuente de alimentación CC y F4 con el polo negativo. (ver Fig. 1)

Puesta a disposición de la tensión de aceleración U_A :

- Se conecta el casquillo A1 del soporte del tubo con el polo positivo de la salida V_A de la unidad de control.
- El casquillo C5 del soporte del tubo se conecta con el polo negativo de la salida V_A de la unidad de control y con el polo negativo de la fuente de alimentación CC.
- El casquillo A1 se conecta con el polo positivo de la salida V_A de la unidad de control.

Puesta a disposición de la tensión de colector U_R :

- El apantallamiento se coloca por encima del tubo y con el borde del pliegue se desliza en el alojamiento del soporte de tubo, de tal forma que el tubo se encuentre totalmente dentro del apantallamiento. Luego se conecta con uno de los casquillos de puesta a tierra de la unidad de control.
- Se conecta el cable de conexión del anillo colector en la entrada de BNC de la unidad de control.
- La batería se ajusta en el portabatería de acuerdo con su polaridad.
- Se conecta el polo positivo de la salida V_A de la unidad de control con el polo negativo de la batería de 1,5 V.
- El polo positivo de la batería de 1,5 V se conecta con el casquillo de masa de la unidad de control.

Observación:

La tensión de colector es ahora positiva, como es necesaria para la trazar la curva de la corriente de electrones. En este caso, los valores de medida para la corriente son negativos.

Para reducir a la mitad la tensión de colector se puede enlazar el polo negativo de la unidad de control con el casquillo B del portabatería.

Para registrar la curva de la corriente de iones se invierte la polaridad de la batería, para lograr una tensión de colector negativa. Los valores de medida para la corriente son entonces positivos.

7.2.1 Realización con el 3B NET/og™

- La tensión mínima en la salida V_A de la unidad de control se fija en aprox. 10 V y la máxima en aprox. 35 V, para ello se miden con el 3B NET/og™ las tensiones más bajas, reducidas en un factor 1000, entre el casquillo 3 y masa resp. entre el casquillo 4 y masa. Alternativamente, se pueden ajustar las tensiones utilizando un multímetro.
- Se conecta el 3B NET/og™ al computador.
- Se conecta la salida Fast 1 de la unidad de control en el entrada A, y resp. la salida Fast 2 en la entrada B de la 3B NET/og™. (ver Fig. 2)
- Se conecta el 3B NET/og™ y se inicia el programa de computador 3B NET/lab™.
- Se selecciona "Laboratorio de medición" y se establece un nuevo juego de datos.
- Se seleccionan las entradas analógicas A y B, ambas en el modo de tensión continua (VDC); para A el alcance de medida 200 mV, para B 2 V.
- Se anota Fórmula $I = -667 * \text{"Input_B"}$ (Unidad pA).
- Se elige: Intervalo de medida = 50 μ s, Tiempo de medida = 0,05 s y modo = estándar.
- Se activa el disparo en la entrada A con flanco de subida (20%)
- En la fuente de alimentación de CC se ajusta una tensión de caldeo de 3,5 V.
- Iniciar el registro de los valores de medida
- Se crea un diagrama teniendo en el eje-X "Tiempo rel. en <s>" y en el eje-Y la magnitud " I ".
- Se registran nuevamente una y otra vez los valores de medida, aumentando un poco la tensión de caldeo y variando los valores máximo y mínimo de la tensión de aceleración U_A , para optimar la curva de medida.
- En el espectro se identifica el pico 2^3S en 19,8 eV y se determina su posición t_1 en el eje de tiempos

- Se identifica el umbral de ionización en 24,6 eV y se determina su posición t_2 en el eje de tiempos.
- Se anota una nueva fórmula con el nombre E y la definición $19,8 + 4,8 * (t - t_1) / (t_2 - t_1)$ (Unidad eV); tomando para t_1 y t_2 los valores numerales encontrados en [s].

- Se crea un diagrama teniendo en el eje-X la magnitud E y en el eje-Y la magnitud I . (ver Fig. 3).

Para el registro de la curva de la corriente de iones se invierte la polaridad de la tensión de colector.

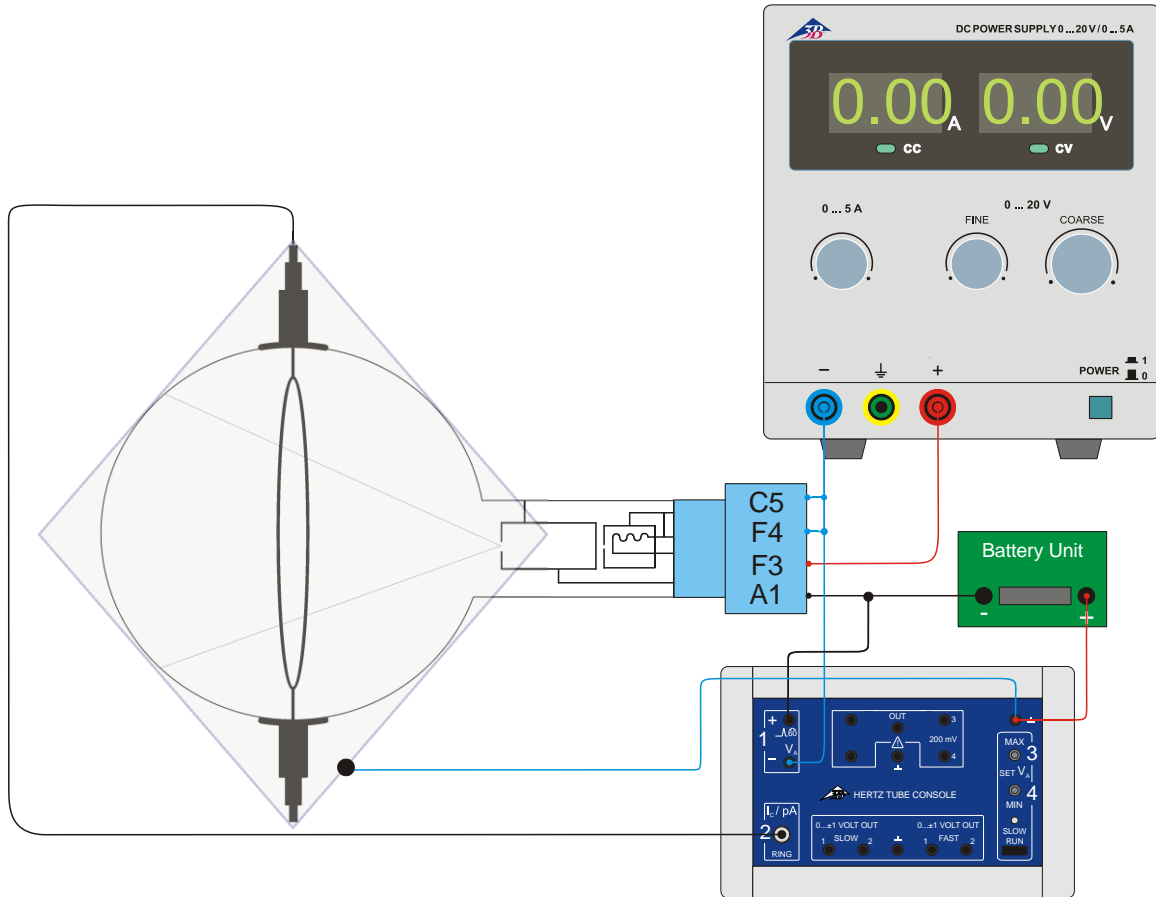


Fig. 1 Montaje experimental con la unidad de control para tubos de potenciales críticos

-

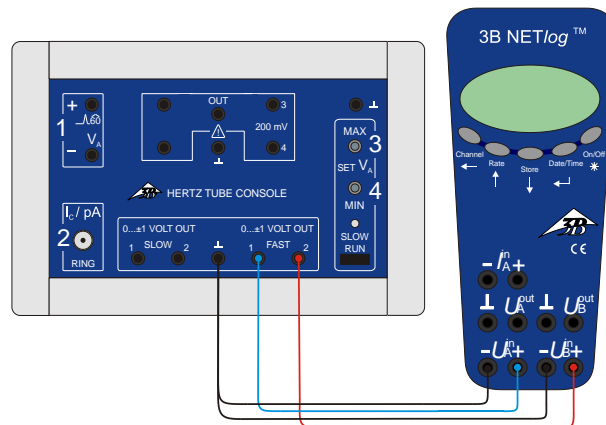


Fig. 2 Conexión del 3B NET/log™ en la unidad de control para tubos de potenciales críticos

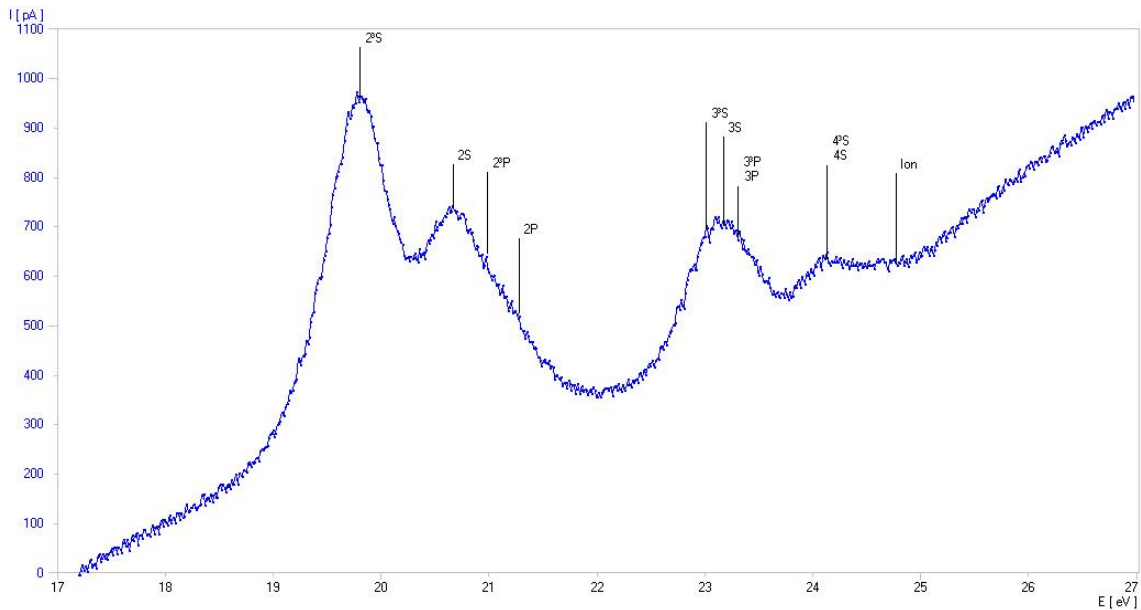


Fig. 3: Determinación de los potenciales críticos del átomo de He (Curva de medida registrada con el 3B NETlog™)

7.2.2 Realización con un osciloscopio

- Se conectan, la salida Fast1 de la unidad de control en el canal 1 (desviación – x) y la salida Fast2 en el canal 2 (desviación – y) del osciloscopio (ver Fig. 4)
- Se ajusta la tensión mínima en aprox. 10 V la salida V_A de la unidad de control y la tensión máxima en aprox. 35 V; para ello se miden con un multímetro tensiones menores con un factor 1000 entre el casquillo 3 y masa resp. entre el casquillo 4 y masa.
- En la fuente de alimentación de CC se ajusta una tensión de caldeo de 3,5 V.

Ajustes en el osciloscopio:

Canal 1: 50 mV/Div

Canal 2: 0,2 V/Div

Base de tiempos: 5 ms

Disparo: en el canal 1

- Se varían, la tensión de caldeo, los límites inferior y superior de la tensión de aceleración así como los parámetros del osciloscopio, hasta que aparezca en pantalla una curva óptima.
- Para el registro de la curva de la corriente de iones se invierte la polaridad de la tensión de colector.

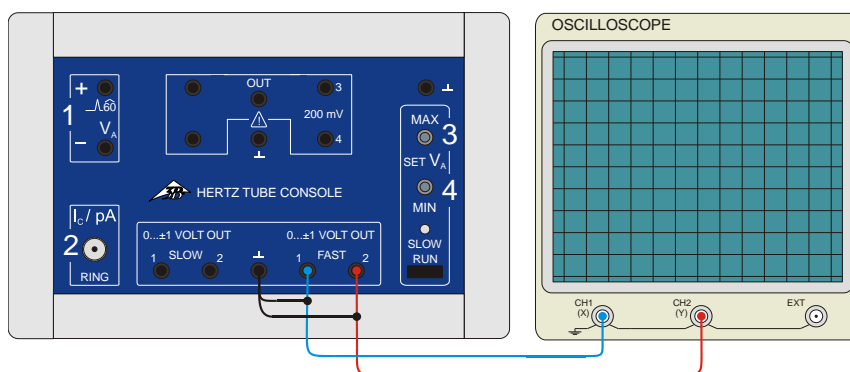


Fig. 4 Conexión de un osciloscopio en la unidad de control para tubos de potenciales críticos

7.3 Montaje experimental con el aparato de operación para el experimento de Franck-Hertz

- Se desliza el tubo en el soporte para tubo.

Puesta a disposición de la tensión de caldeo U_F :

- Se conecta el casquillo F3 del soporte de tubo con el casquillo F en el aparato de operación del experimento de Franck-Hertz y el casquillo F4 con el casquillo K (ver Fig. 5).

Puesta a disposición de la tensión de aceleración U_A :

- Se conecta el casquillo C5 del soporte de tubo con el casquillo K en el aparato de operación y el casquillo A1 con el casquillo A.

Observación:

La puesta a disposición de la tensión de colector U_R se realiza internamente en el aparato de trabajo para el experimento de Franck-Hertz. Ésta se puede variar entre 0 V y 12 V y es positiva, cuando la contratensión se indica negativa. En este caso, los valores medidos para la corriente de electrones son negativos.

- El apantallamiento se coloca por encima del tubo y con el borde del pliegue se desliza en el alojamiento del soporte de tubo, de tal forma que el tubo se encuentre totalmente dentro del apantallamiento. Luego se conecta con uno de los casquillos de puesta a tierra del aparato de operación de Franck-Hertz.
- El cable de conexión del anillo colector se conecta en la entrada BNC del aparato de operación de Franck-Hertz.

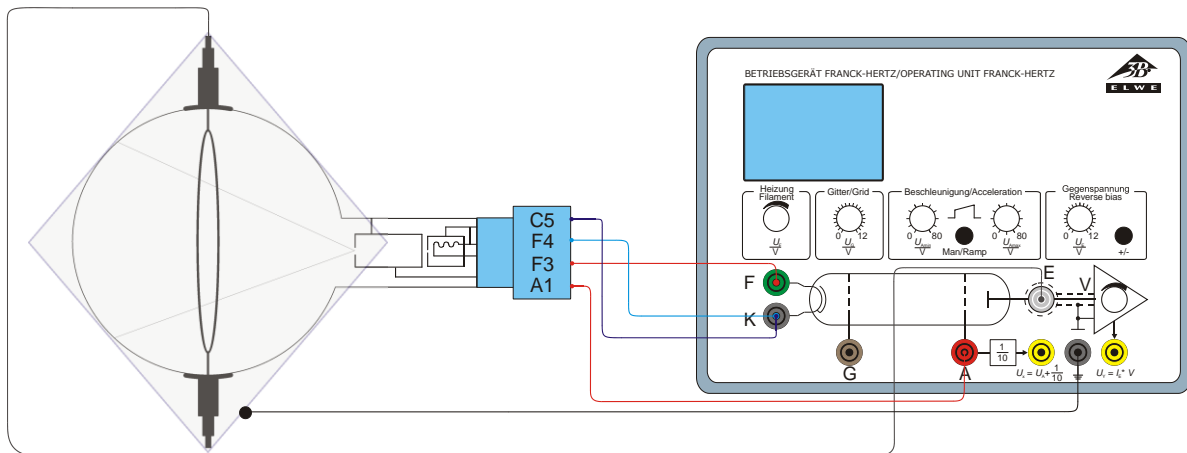


Fig. 5 Montaje de experimentación con el aparato de operación para el experimento de Franck-Hertz

7.3.1 Realización con el 3B NET/og™

- Se conecta el 3B NET/og™ al aparato de operación para el experimento de Franck-Hertz (ver Fig. 6). Para ello, la salida U_x del aparato de operación para el experimento de Franck-Hertz se conecta en la entrada A y la salida U_y en la entrada B del 3B NET/og™.
- Estando el aparato de operación en el modo de rampa, se ajusta una tensión mínima de 10 V y una tensión máxima de 35 V.
- Se elige una tensión de caldeo de aprox. 3,5 V y una tensión de colector de aprox. -1,5 V.
- Se realizan los ajustes en la interface 3B NET/og™ así como en el programa de computador 3B NET/lab™ y se procede con el registro de los valores de medida como se describe en el punto 7.2.1.
- Se varían, la tensión de caldeo, el límite inferior y el superior de la tensión de aceleración, de la tensión de colector así como la amplificación hasta que aparezca una curva óptima en pantalla.
- Para el registro de la curva de la corriente de iones se invierte la polaridad de la tensión de colector.

7.3.2 Realización con un osciloscopio

- Se conecta la salida U_x del aparato de operación para el experimento de Franck-Hertz en el canal 1 (desviación $-x$) y la salida U_y en el canal 2 (desviación $-y$) del osciloscopio (ver Fig. 7).
- Estando el aparato de operación en el modo de rampa, se ajusta una tensión mínima de 10 V y una tensión máxima de 35 V.
- Se elige una tensión de caldeo de aprox. 3,5 V y una tensión de colector de aprox. -1,5 V.

Ajustes del osciloscopio:

Canal 1: 50 mV/Div

Canal 2: 0,2 V/Div

Cabe de tiempos: 5 ms

Disparo: en el canal 1

- Se varían, la tensión de caldeo, los límites inferior y superior de la tensión de aceleración, la tensión de colector, la amplificación así como los parámetros del osciloscopio hasta obtener en pantalla una curva óptima.
- Para el registro de la curva de la corriente de iones se invierte la polaridad de la tensión de colector.

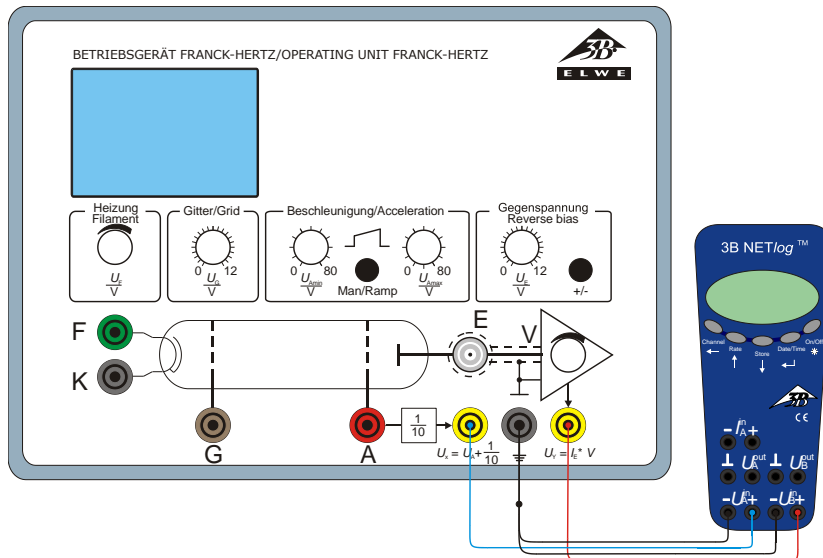


Fig. 6 Conexión del 3B NETlog™ en el aparato de operación para el experimento de Franck-Hertz

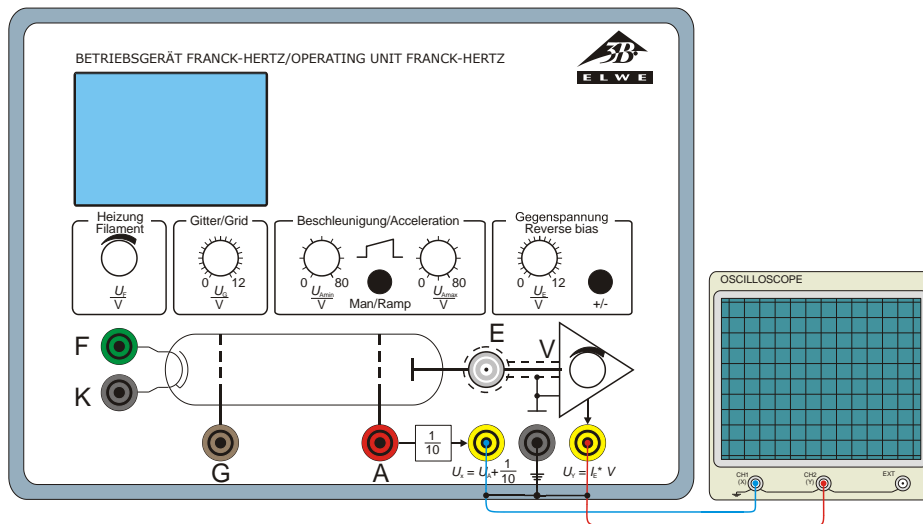


Fig. 7 Conexión de un osciloscopio en el aparato de operación para el experimento de Franck-Hertz

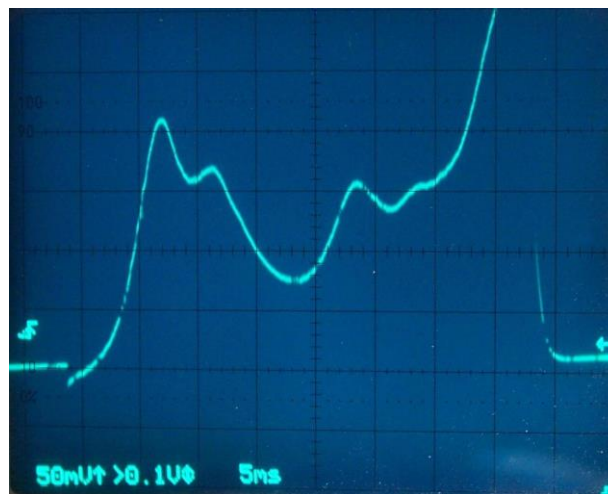


Fig. 8 Ejemplo de una curva de medida registrada con el aparato de operación del experimento de Franck-Hertz

7.3.3 Calibración de la curva de medida

- Con una tensión de caldeo de 3,5 V y una tensión de colector de -1,5 V, se ajustan, el límite inferior de la tensión de aceleración en 0 V y el límite superior en 60 V. La amplificación se aumenta al máximo.

En la pantalla del osciloscopio aparece una curva de medida, en la cual, en tres posiciones, se puede observar una leve estructura. De ellas, en este caso, son de interés las primeras estructuras. Para acentuar este rango se procede de la siguiente forma:

- El límite superior de la tensión de aceleración se reduce a 35 V.

En esta forma se reduce el zoom de la curva de medida y las estructuras se observan con más nitidez.

- Para proyectar más grande la curva de medida, se aumenta la amplificación o se aumenta la tensión de caldeo. En caso dado se ajustan los parámetros del osciloscopio.

- Se aumenta el límite inferior de la tensión de aceleración (a aprox. 15V) hasta que la curva de medida se inicie con el flanco del primer pico. Si es necesario se aumenta la amplificación para poder proyectar mejor las estructuras.
- Se sigue reduciendo el límite superior de la tensión de aceleración (hasta aprox. 20 V) hasta que la curva de medida termine en la posición en la cual se inicia la ionización.

El alcance de la curva de medida, en el cual se encuentran los potenciales críticos está proyectado con límites bien definidos sobre la pantalla del osciloscopio y los potenciales se pueden identificar con gran exactitud.