

Equipo para la ejecución del experimento de Franck y Hertz (230 V, 50/60 Hz)
Equipo para la ejecución del experimento de Franck y Hertz (115 V, 50/60 Hz)

1012819 (230 V, 50/60 Hz)

1012818 (115 V, 50/60 Hz)

Instrucciones de uso

01/14 ALF



- 1 Display
- 2 Ajuste giratorio tensión de calentamiento
- 3 Salida tensión de calentamiento
- 4 Salida cátodo
- 5 Salida rejilla de control
- 6 Ajuste giratorio tensión de control
- 7 Ajuste giratorio de "tensión de aceleración mínima"
- 8 Salida tensión de aceleración
- 9 Tecla de elección "Man" / "Ramp"
- 10 Ajuste giratorio de "tensión de aceleración máxima"
- 11 Salida "tensión de aceleración/10"
- 12 Masa
- 13 Salida señal F/H
- 14 Ajuste giratorio de amplitud de señal de F/H
- 15 Entrada señal de F/H
- 16 Tecla de elección "Polaridad de la contratensión"
- 17 Ajuste giratorio para contratensión
- 18 Interruptor de red (dorso del aparato)

1. Advertencias de seguridad

El aparato de Franck-Hertz es conforme con las determinaciones de seguridad para aparatos eléctricos de medida, control, regulación y de laboratorios indicadas en la normativa DIN EN 61010, Parte 1 y está diseñado según la clase de protección 1. El aparato está previsto para su trabajo en recintos secos, los cuales sea apropiados para componentes o instalaciones eléctricas.

Se garantiza el trabajo seguro del aparato si se le aplica según su uso específico. La seguridad no se puede garantizar en caso de que se maneje fuera de sus especificaciones o sin el correspondiente cuidado. Si es de suponer que no se puede garantizar un trabajo sin peligro se debe poner inmediatamente fuera de servicio (p.ej. en caso de daños plenamente visibles) y se debe asegurar contra funcionamiento no voluntario.

2. Descripción

El aparato de Franck-Hertz puede ser utilizado para la realización del experimento de Franck-Hertz tanto con vapor de mercurio así como con gas de Neón y además para el funcionamiento de los tubos de potencial crítico S. Éste suministra todas las tensiones necesarias para el funcionamiento de los tubos y posee un amplificador de corriente continua incorporado, sensible, para la medición de la corriente de colector.

1. Tensión de aceleración U_A :

Tensión continua de 0 a 80 V estabilizada (Modo "Man") resp. tensión de dientes de sierra 50 Hz (Modo "Ramp"). En la salida para osciloscopio U_X se tiene a disposición esta tensión dividida por 10.

2. Tensión de calentamiento U_F :

Tensión continua 0 – 12 V para el filamento del tubo.

3. Contratensión U_E :

Tensión continua 0 – 12 V, como contratensión entre la rejilla y el electrodo receptor.

4. Tensión de control U_G :

Tensión continua de 0 – 12 V, como tensión entre la rejilla de control y el cátodo en el tubo de Franck-Hertz con Neón.

5. Amplificador de corriente continua:

El amplificador de corriente continua entrega una tensión continua proporcional a la corriente del electrodo receptor con una capacidad de carga de hasta 10 mA. En caso de amplificación mínima, una tensión de medida de 1 V corresponde a una corriente

En colegios y centros educativos, el funcionamiento del aparato debe estar siempre supervisado por personal calificado y responsable.

- Antes de la primera puesta en marcha se debe comprobar que la tensión del aparato corresponde a la tensión de red local.
- Antes de iniciar la experimentación se debe comprobar si el aparato muestra daños.
- En caso de daños visibles o de perturbaciones funcionales se debe poner el aparato inmediatamente fuera de servicio.
- El aparato se conecta sólo en enchufes con un conductor de protección conectado a la tierra.
- El aparato sólo se debe dejar abrir por un especialista en electricidad.

de electrodo de aprox. 38 nA y con máxima amplificación una corriente de electrodo de aprox. 12 nA.

Las tensiones se pueden leer al mismo tiempo en un display.

Se dispone de varias salidas analógicas de medición adicionales para la corriente anódica y la tensión de aceleración.

El aparato 1012818 está dimensionada para una tensión de red de 115 V ($\pm 10\%$) resp. 1012819 para 230 V ($\pm 10\%$).

3. Datos técnicos

Tensión de conexión a la red:	ver el dorso de la carcasa del aparato
Tensión de calentamiento U_F :	0 – 12 V, de ajuste continuo
Corriente de caldeo:	0 – 2,5 A
Tensión de control U_G :	0 – 12 V, de ajuste continuo
Tensión de aceleración U_A :	0 – 80 V, de ajuste continuo o forma de dientes de sierra
Contratensión U_E :	0 – ± 12 V, de ajuste continuo, se puede conmutar el signo
Salida de medida U_Y para corriente de colector I_E :	$I_E = U_A \cdot 38 \text{ nA/V}$ (0–12V)
Salida de medida U_X para tensión de aceleración U_A :	$U_X = U_A / 10$
Salidas:	casquillos de seguridad de 4-mm
Entrada:	casquillo BNC
Dimensiones:	approx. 160x132x210 mm ³
Masa:	approx. 3,4 kg

4. Ejemplos de aplicación

4.1 Tubo de Franck-Hertz de mercurio

Se requiere adicionalmente:

1 Tubo de F/H lleno de Hg y estufa de calefacción (230 V, 50/60 Hz)	1006795
1 Tubo de F/H lleno de Hg y estufa de calefacción (115 V, 50/60 Hz)	1006794
1 Osciloscopio analógico, 2x 30 MHz	1002727
1 Cable AF, 1 m	1002746
2 Cables AF, conector macho BNC / 4 mm	1002748

Cables de experimentación de seguridad

- Se coloca la placa frontal en el lado abierto de la estufa de calentamiento y se fija con los 6 tornillos moleteados.
- La estufa y el aparato de servicio se dejan desconectados al principio y el botón de ajuste el aparato de servicio se gira hacia el extremo izquierdo.
- No conecte nunca una tensión con el tubo en frío (existe el peligro de cortocircuito debido al mercurio contenido en el tubo).
- Se conectan entre sí las salidas resp. las entradas "A", "F", "K" (ver fig. 1).
- Se conecta la salida "E" del tubo de Franck-Hertz con la correspondiente entrada del aparato de servicio, por medio de un cable de BNC.
- La salida FH Signal " U_Y " en el aparato de servicio se conecta con la entrada Y y la salida " U_X " en la entrada X del osciloscopio.
- Se conecta la estufa y se ajusta una temperatura de aprox. 210° C y se espera hasta que el tubo se caliente a esta temperatura (aprox. 5 a 10 min).
- Se conecta el aparato de control, el aparato se encuentra en modo de rampa.
- Ajuste la tensión de caldeo en 6 V – 7 V. El cátodo de caldeo indirecto necesita un tiempo de aprox. 1:30 min. para lograr su temperatura de trabajo.
- Se ajusta en 0 la mínima tensión de aceleración, se aumenta lentamente la máxima tensión de aceleración hasta 80 V.
- Sin embargo, la tensión de aceleración se puede seguir aumentando sólo siempre y cuando no se produzca una autodescarga independiente en el tubo, pues la ionización por choques atómicos destruye la curva.
- Primero se deja funcionar el osciloscopio en los ajustes $x = 1$ V/Div resp. $y = 1$ V/Div.

- Se observa en la pantalla del osciloscopio la aparición de los máximos de la curva de Franck-Hertz.
- Los parámetros: Tensión de aceleración, calefacción del cátodo, tensión inversa y amplitud se ajustan de tal forma que se pueda observar en la pantalla del osciloscopio una curva con máximos y mínimos bien definidos.

El procedimiento descrito es un proceso de ajuste general. Como los tubos de Franck-Hertz son producidos manualmente existen grandes diferencias entre los parámetros óptimos de cada uno de los tubos individuales. Una referencia de medida para unos valores óptimos se indica en el protocolo de medición que acompaña el tubo entregado.

La corriente del electrodo colector muestra máximos y mínimos equidistantes y repetitivos en dependencia con la tensión de aceleración. La distancia entre los máximos es de 4,9 V. Entre el cátodo y el ánodo en el tubo se experimenta un potencial de contacto de aprox. 2 V, por esta razón el primer máximo se observa con aprox. 7 V. Los primeros máximos se resaltan mejor cuando la temperatura de la estufa es baja.

4.2 Tubo de Franck-Hertz con llenado de Ne

Se requiere adicionalmente:

1 Tubo de F/H con Neón sobre zócalo de conexión	1000912
1 Osciloscopio analógico, 2x 30 MHz	1002727
1 Cable de AF, 1 m	1002746
2 Cables de AF, conector macho BNC / 4 mm	1002748

Cables de experimentación de seguridad

- El aparato de servicio se deja primero desconectado, con todos los botones de ajuste en el extremo izquierdo.
- Se realiza el cableado según la Fig. 2.
- Se conecta la unidad de control, la cual se encuentra en el modo de rampa
- Se ajusta el osciloscopio al modo X-Y, con los ajustes $x = 1$ V/Div e $y = 2$ V/Div.
- Se aumenta lentamente la tensión de caldeo hasta que el filamento calefactor se observe de una coloración roja débil. Luego se esperan aprox. 30 segundos hasta que se logre la temperatura de trabajo.
- Se ajusta en 0 la mínima tensión de aceleración, se aumenta lentamente la máxima tensión de aceleración hasta 80 V y la tensión de rejilla de control se elige en 9 V.

La tensión óptima de caldeo se encuentra entre 4 y 12 V. Ésta depende las condiciones de fabricación y puede ser diferente de tubo a tubo.

- Se sigue aumentando lentamente la tensión de caldeo hasta que se observe una luminosidad anaranjada entre el cátodo y la rejilla de control. Ahora se reduce lentamente la tensión de caldeo hasta que la luminosidad desaparezca y sólo se vea el filamento incandescente.
- Se aumenta lentamente la contratención hasta que la curva de medida esté casi horizontal (señal con respecto a la tensión de aceleración).
- Se aumenta la amplificación hasta que se puedan observar los máximos de la curva de Franck-Hertz en la pantalla del osciloscopio.

4.3 Tubo del potencial crítico

Se requiere adicionalmente:

1 Tubo del potencial crítico S, llenado de He	1000620
o	
1 Tubo del potencial crítico S, llenado de Ne	1000621
1 Soporte de tubos S	1014525
1 Osciloscopio analógico, 2x 30 MHz	1002727
1 Cable de AF, 1 m	1002746
2 Cables de AF, conector macho BNC / 4 mm	1002748

Cables de experimentación de seguridad

Observación de los potenciales críticos

- Se desliza el tubo para el potencial crítico en el soporte para tubo. Teniendo en cuenta que las espigas de contacto del tubo entren completamente y encajen en los orificios de contacto previstos en el soporte. La espiga guía central debe sobresalir un poco en la parte trasera del soporte.
- El aparato de servicio se deja primero desconectado, con todos los botones de ajuste en el extremo izquierdo.
- El casquillo F3 del soporte del tubo se conecta con la salida F del aparato de control, C5 con la salida K (los contactos C5 y F4 están conectados entre si dentro del tubo) y A1 se conecta con la salida A (ver fig. 3).
- El apantallamiento se coloca alrededor del tubo y el borde plagado se inserta en la toma del soporte del tubo, y se conecta con el casquillo de masa del aparato de control.

- Se conecta el cable de conexión del anillo colector en la entrada señal de F/H.
- La salida FH Signal "U_Y" en el aparato de servicio se conecta con la entrada Y y la salida "U_X" en la entrada X del osciloscopio.
- Se hace funcionar el osciloscopio con los ajustes $x = 1 \text{ V/Div}$ resp. $y = 1 \text{ V/Div}$.
- Se ajusta la tensión de aceleración mínima en aprox. 15 V y la tensión de aceleración máxima en aprox. 28 V.
- Se ajusta una tensión de caldeo de 2,7 V.
- Se aumenta un poco la tensión de caldeo y se optimizan las tensiones de aceleración U_A mínima y máxima.
- 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.

Observación de ionización

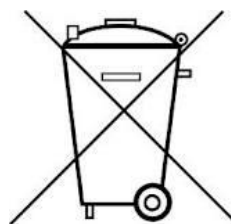
- Para la observación de ionización se le conmuta el signo a la contratención.

5. Mantenimiento, limpieza, desecho

- El aparato debe permanecer en un lugar limpio, seco y libre de polvo.
- Antes de la limpieza el aparato se separa del suministro de corriente.
- No se debe usar ningún elemento agresivo ni disolventes para limpiar el aparato.
- Para limpiarlo se utiliza un trapo suave húmedo.

El embalaje se desecha en los lugares locales para reciclaje.

- En caso de que el propio aparato se deba desechar como chatarra, no se debe deponer entre los desechos domésticos normales. Se deben cumplir las prescripciones locales para el desecho de chatarra eléctrica.



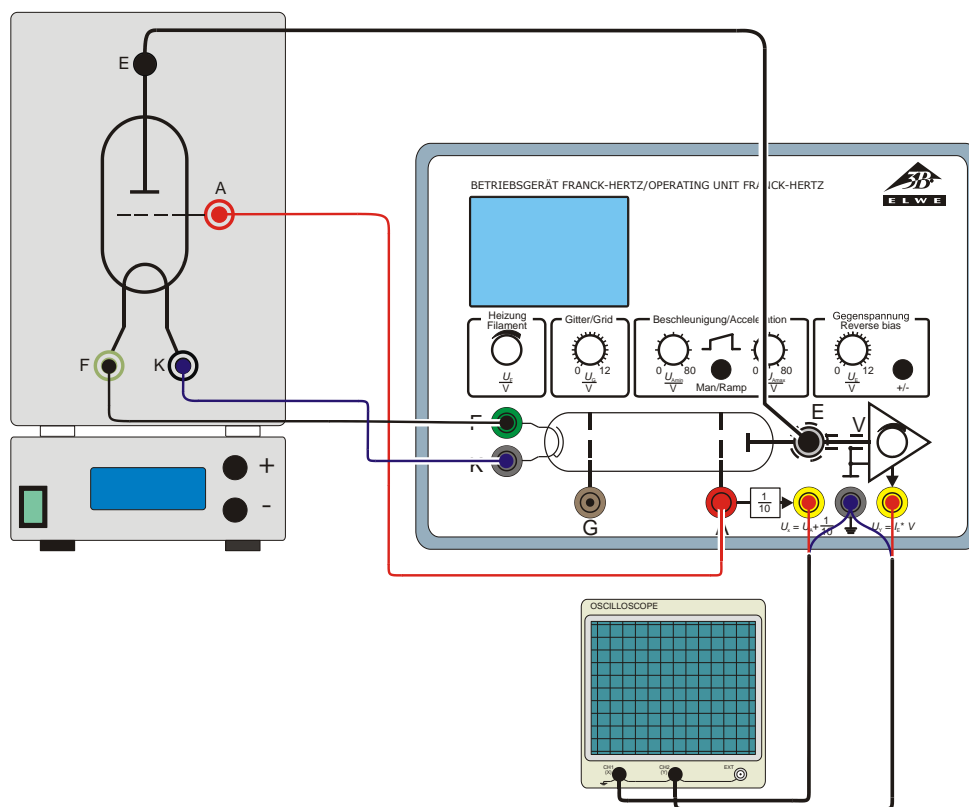


Fig. 1 Montaje de experimentación, tubo de Franck-Hertz con Hg

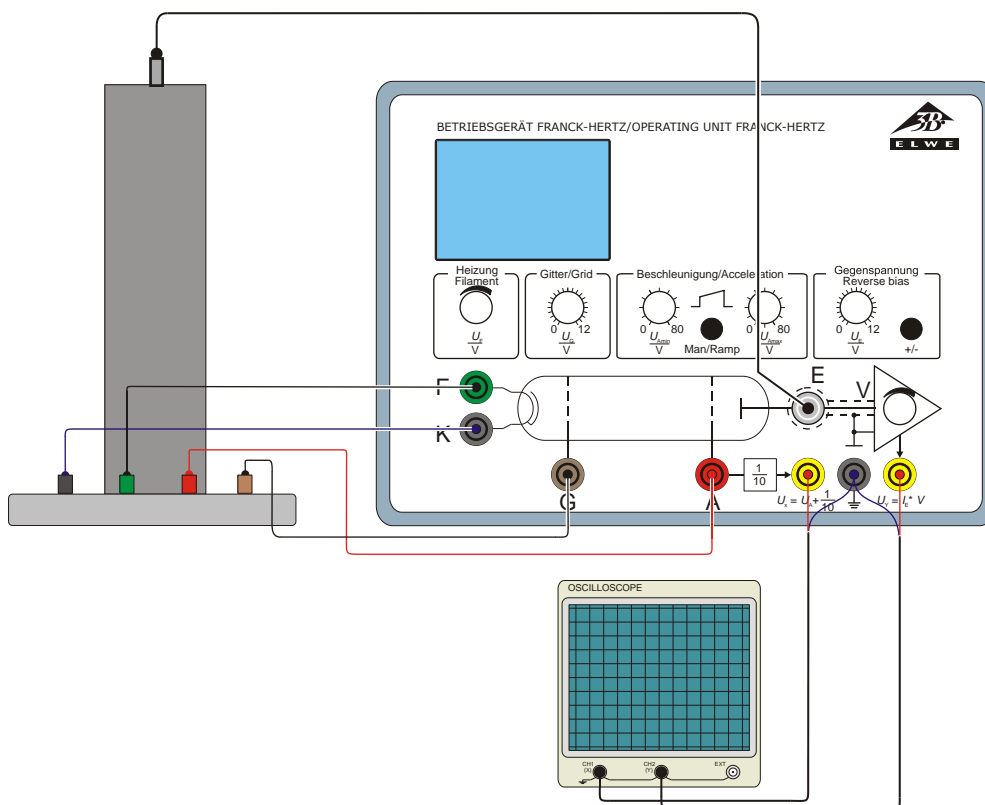


Fig. 2 Montaje de experimentación, tubo de Franck-Hertz con Ne

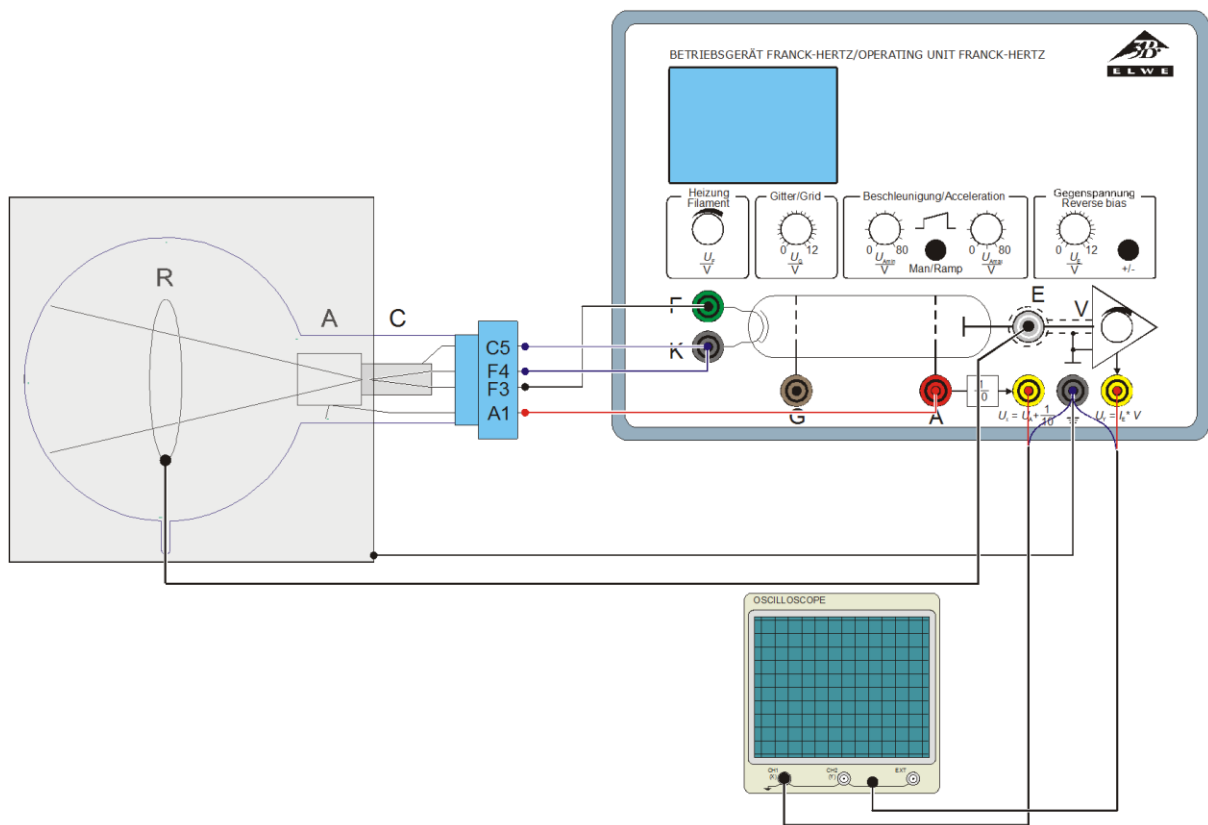


Fig. 3 Montaje de experimentación, tubo del potencial crítico