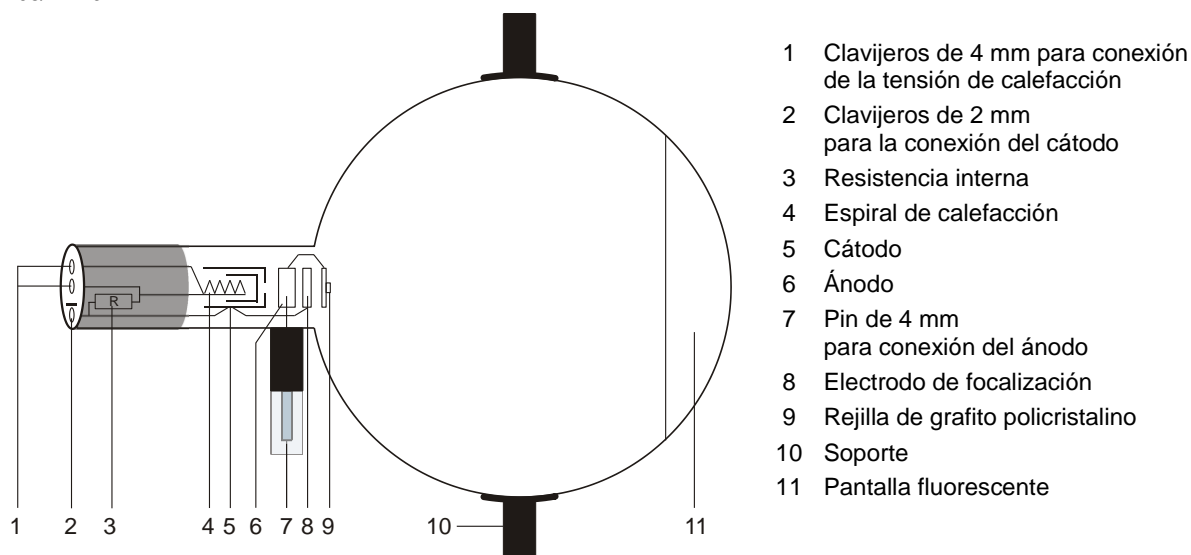


Tubo de difracción de electrones D 1013885

Instrucciones de uso

08/22 HJB



- 1 Clavijeros de 4 mm para conexión de la tensión de calefacción
- 2 Clavijeros de 2 mm para la conexión del cátodo
- 3 Resistencia interna
- 4 Espiral de calefacción
- 5 Cátodo
- 6 Ánodo
- 7 Pin de 4 mm para conexión del ánodo
- 8 Electrodo de focalización
- 9 Rejilla de grafito policristalino
- 10 Soporte
- 11 Pantalla fluorescente

1. Aviso 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.
- El tubo se debe insertar únicamente en el soporte para tubos D (1008507).
- No someter a tracción el cables de conexión.

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

Este tubo de difracción sirve para la comprobación de la naturaleza ondulatoria de los electrones, a través de la observación de las interferencias que se originan después de su paso por una rejilla policristalina de grafito (difracción de Debye-Scherrer), una vez que se vuelven visibles en la pantalla fluorescente; sirve también para la determinación de la longitud de onda de los electrones, con diferentes tensiones anódicas, a partir de los radios de los anillos de difracción y de las distancias entre las capas de la red de grafito, y para la comprobación de la hipótesis de de Broglie.

El tubo de difracción de electrones es un tubo de alto vacío, con un filamento incandescente (4) de tungsteno puro y un ánodo cilíndrico (7) dentro de una ampolla de vidrio transparente y al vacío. A partir de los electrones emitidos por el cátodo incandescente, se corta un delgado haz de rayos, por medio del orificio de un diafragma, y se enfoca a través de un sistema óptico de electrones.

Este haz, nítidamente limitado y monocromático, atraviesa una red fina de filamentos de níquel, que se encuentra en la "desembocadura" del cañón de electrones (8), que está cubierto de una película de grafito policristalino y que actúa como rejilla de difracción. Sobre la pantalla fluorescente (10) se visualiza la imagen de difracción en forma de dos anillos concéntricos, presentes alrededor del haz de electrones difractado.

Un imán forma parte del volumen de suministro. Éste permite alterar la dirección del haz de electrones, lo cual es necesario cuando surge un punto defectuoso en la red de grafito, sea por defecto de fábrica o por la quemadura del mismo.

3. Datos técnicos

Calentamiento:	≤ 7,0 V AC/DC
Tensión anódica:	0 – 5000 V DC
Corriente anódica:	tipo 0,15 mA a 4000 V DC
Constantes de la red de grafito:	$d_{10} = 0,213 \text{ nm}$ $d_{11} = 0,123 \text{ nm}$

Dimensiones:

Distancia rejilla de grafito / Pantalla fluorescente:	aprox. 125 ± 2 mm
Pantalla fluorescente:	aprox. 100 mm Ø
Ampolla de vidrio:	aprox. 130 mm Ø
Longitud total:	aprox. 260 mm

4. Servicio

Incluido en la entrega:

1 adaptador de 2 mm con toma de 4 mm; es necesario si no se utiliza el adaptador de protección de 3 polos (1009960) para conectar el cátodo a la toma de 2 mm [(2) en el diagrama]. La conexión a la fuente de alimentación de alta tensión se realiza de este modo a través de un cable experimental de seguridad.

Se requiere adicionalmente:

Para la operación del tubo de difracción de electrones se necesita el siguiente equipo suplementario:

1 Soporte de tubos D	1008507
1 Fuente de alta tensión 5 kV:	
(115 V, 50/60 Hz)	1003309
o	
(230 V, 50/60 Hz)	1003310
2 Par de cables de experimentación, 75 cm	1002850
1 Cable de experimentación, clavija/casquillo	1002838

Se recomienda adicionalmente:

1 Adaptador de protección, de 3 polos	1009960
2 Par de cables de experimentación de seguridad, 75 cm	1002849
1 Cable de experimentación, clavija de seguridad/casquillo	1002839

4.1 Instalación del tubo en el soporte para tubo

- Montar y desmontar el tubo solamente con los dispositivos de alimentación eléctrica desconectados.
- Retirar hasta el tope el desplazador de fijación del soporte del tubo.
- Colocar el tubo en las pinzas de fijación.
- Fijar el tubo en las pinzas por medio del desplazador de fijación.
- Dado el caso, se inserta el adaptador de protección en el casquillo de conexión del tubo.

4.2 Desmontaje del tubo del soporte para tubo

- Para retirar el tubo, volver a retirar el desplazador de fijación y extraer el tubo.

4.3 Indicaciones generales

La película de grafito de la rejilla de difracción sólo tiene algunas capas moleculares de espesor y, por tanto, se puede destruir ante una corriente mayor a 0,2 mA.

La resistencia interna sirve para la limitación de la corriente y, por tanto, para evitar daños en la película de grafito.

Durante la experimentación, se debe controlar la película de grafito. En caso de que se quemara la rejilla de grafito, se debe desconectar inmediatamente la tensión anódica.

En el caso de que los anillos de difracción no se vean claramente, se puede modificar la dirección del haz de electrones por medio de un imán, de modo que se proyecte sobre alguna otra área de la película de grafito.

5. Ejemplo de experimentos

- Monte el experimento de acuerdo con la fig. 2. El polo negativo de tensión anódica se conecta siempre a través de los conectores de 2 mm.
- Conectar la tensión de calentamiento y esperar aproximadamente 1 minuto hasta que la respuesta de calentamiento sea estable.
- Aplicar una tensión anódica de 4 kV.
- Determinar el diámetro D de los anillos de difracción sobre la pantalla luminosa.

Ahora son visibles dos anillos de difracción envueltos por el haz de electrones difractado. Cada uno de los anillos corresponde a una reflexión de Bragg en los átomos de un nivel de la red de grafito.

Las modificaciones de la tensión anódica provocan cambios en los diámetros de los anillos de difracción, por lo que una reducción de la tensión provoca un aumento del diámetro. Esta observación coincide con el postulado de de Broglie, según el cual, la longitud de onda se expande con la disminución del impulso.

a) Ecuación de Bragg: $\lambda = 2 \cdot d \cdot \sin\theta$

λ = Longitud de onda de los electrones

θ = Ángulo de brillo del anillo de difracción

d = Distancia entre las capas de red en la rejilla de grafito

L = Distancia entre el objeto de prueba y la pantalla luminosa

D = Diámetro de los anillos de difracción

R = Radio de los anillos de difracción

$$\tan 2\theta = \frac{D}{2 \cdot L} \quad \lambda = d \cdot \frac{R}{L}$$

b) Ecuación de de Broglie: $\lambda = \frac{h}{p}$

h = Quantum de Planck

p = Impulso de los electrones

$$e \cdot U = \frac{p^2}{2 \cdot m} \quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot e \cdot U}}$$

m = Masa del electrón, e = Carga elemental

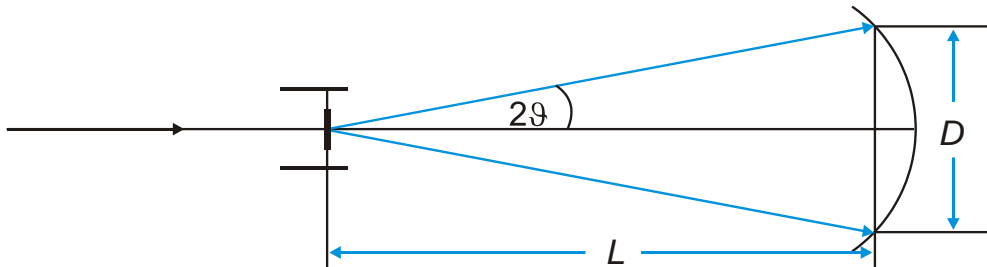


Fig. 1 Representación esquemática de la difracción de Debye-Scherrer

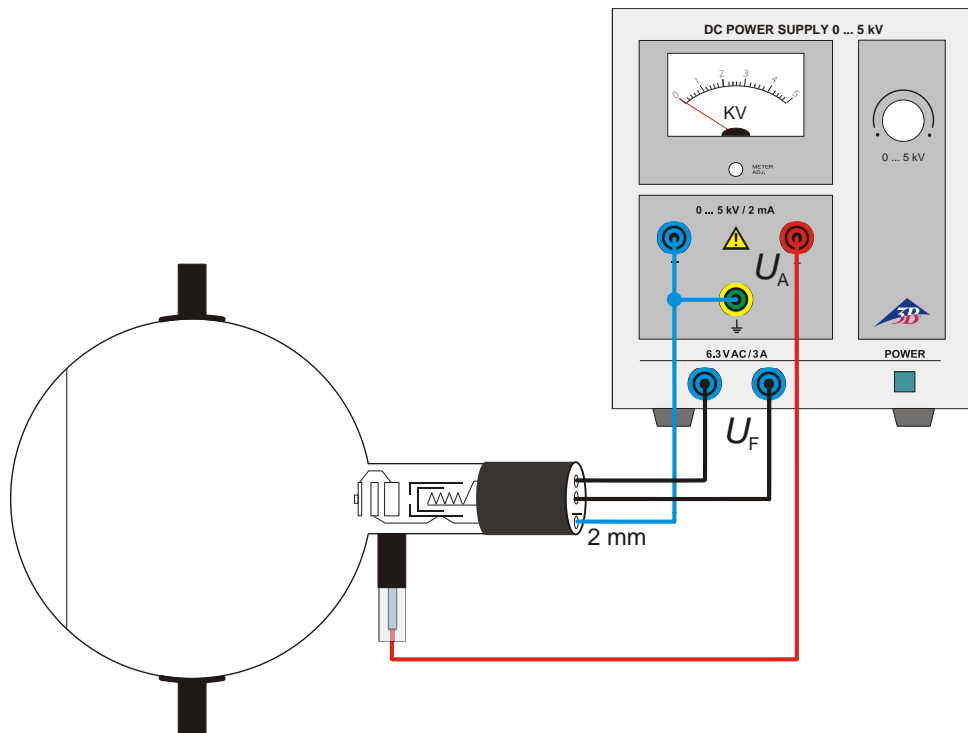


Fig. 2 Circuito del tubo de difracción de electrones D

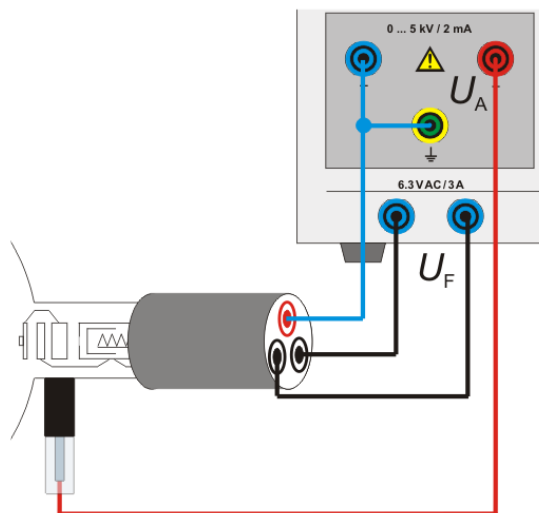


Fig. 3 Circuito del tubo de difracción de electrones D con adaptador de protección, de 3 polos (1009960)