

Aparato de Rayos X (230 V, 50/60 Hz) 1000657
Aparato de Rayos X (115 V, 50/60 Hz) 1000660

Instrucciones de uso

10/12 ALF / Hh



1. Protección contra radiaciones

Antes de la primera puesta en funcionamiento del aparato de Rayos X procure que la puesta en funcionamiento planeada sea autorizada por o sea anunciada ante las autoridades pertinentes de acuerdo con las leyes, los reglamentos o prescripciones específicas del país correspondiente.

La alta tensión sólo se puede conectar con la tapa cobertora cerrada y con el circuito de seguridad correctamente cerrado, y así poner en funcionamiento el tubo de Rayos X. La carcasa está asegurada contra una apertura involuntaria por medio de un tornillo unidireccional. En esta forma la radiación de Rayos X se encuentra blindada y hace posible la experimentación sin peligro.

Las condiciones máximas de trabajo de $U = 30$ kV y $I = 100 \mu\text{A}$ no se pueden sobrepasar.

Antes de cada puesta en funcionamiento del aparato de Rayos X se comprueba las prescripciones de protección contra radiaciones de acuerdo con lo indicado en el apartado 8.1.

No se debe abrir la carcasa del aparato de Rayos X. Cuando en el aparato de Rayos X se realicen algunas manipulaciones, reparaciones etc. que no estén relacionadas directamente con el montaje de experimentos en el espacio de experimentación, se pierde la homologación y el aparato de Rayos X no se debe poner en funcionamiento. Reparaciones se deben hacer única y exclusivamente por el productor UK 3B Scientific Ltd.

- El aparato se debe proteger contra el acceso de persona no autorizadas.

2. Advertencias de seguridad

El aparato de Rayos X satisface las determinaciones de seguridad para aparatos de laboratorios de medida eléctrica, de control y regulación de acuerdo con la normativa DIN EN 61010 Parte 1 y ha sido diseñado según la clase protección I. Es apropiado para el trabajo en recintos secos, que sean adecuados para componentes e instalaciones eléctricas.

Cuando se trabaja según su uso específico se garantiza el funcionamiento seguro del aparato. Sin embargo, la seguridad no se garantiza cuando el aparato no se maneja con el cuidado necesario. Cuando se supone que no es posible un funcionamiento sin peligro, es necesario ponerlo inmediatamente fuera de servicio (p.ej. Cuando se detectan daños visibles) y se asegura contra un puesta en funcionamiento involuntaria.

- Inmediatamente después de desembalar se debe observar si el aparato de Rayos X tiene algún daño por el transporte. En caso de un daño visible no se debe poner el aparato en funcionamiento y se le debe enviar una notificación al productor UK 3B Scientific Ltd.
- ¡No deseche el embalaje. Puede ser que lo necesite para eventuales envíos de retorno!
- Antes de la primera puesta en funcionamiento se debe ajustar el aparato a la tensión de red correcta por medio del conmutador de selección de red.

Debido a la potencia de la dosis de radiación en el interior del aparato el usuario está obligado a tener un cuidado especial durante el funcionamiento del aparato de Rayos X.

- Antes de cada puesta en funcionamiento del aparato de Rayos X se debe observar si la carcasa, la tapa cobertora transparente, los elementos de mando y de indicación tienen algún daño, siguiendo las indicaciones del apartado 8.1, en especial los dispositivos de protección contra la radiación.
- En caso de daños visibles el aparato de Rayos X no se debe poner en funcionamiento y asegurarlo contra un funcionamiento involuntario.
- En caso de un fallo funcional se pone el aparato fuera de servicio y se asegura contra un funcionamiento involuntario.
- Cuando la lámpara de control de la alta tensión se enciende a pesar de que la tapa cobertora no cierra correctamente y no se encuentra enclavada en la posición media se debe poner el aparato inmediatamente fuera de servicio.

En caso de que el sistema de caldeo del tubo no funcione, el Afterflash no puede reaccionar al desconectar la alta tensión (Afterflash = centelleo del caldeo del tubo al desconectar la alta tensión). Por lo tanto la alta tensión puede estar conectada en el tubo hasta 6 horas.

- Por ello, en caso de un fallo del cátodo, partes que lleven alta tensión no se deben tocar antes de transcurridas 6 horas.
- ¡Al cambiar la lámpara o un fusible, se debe desconectar el enchufe de la red!

3. Componentes y elementos de manejo



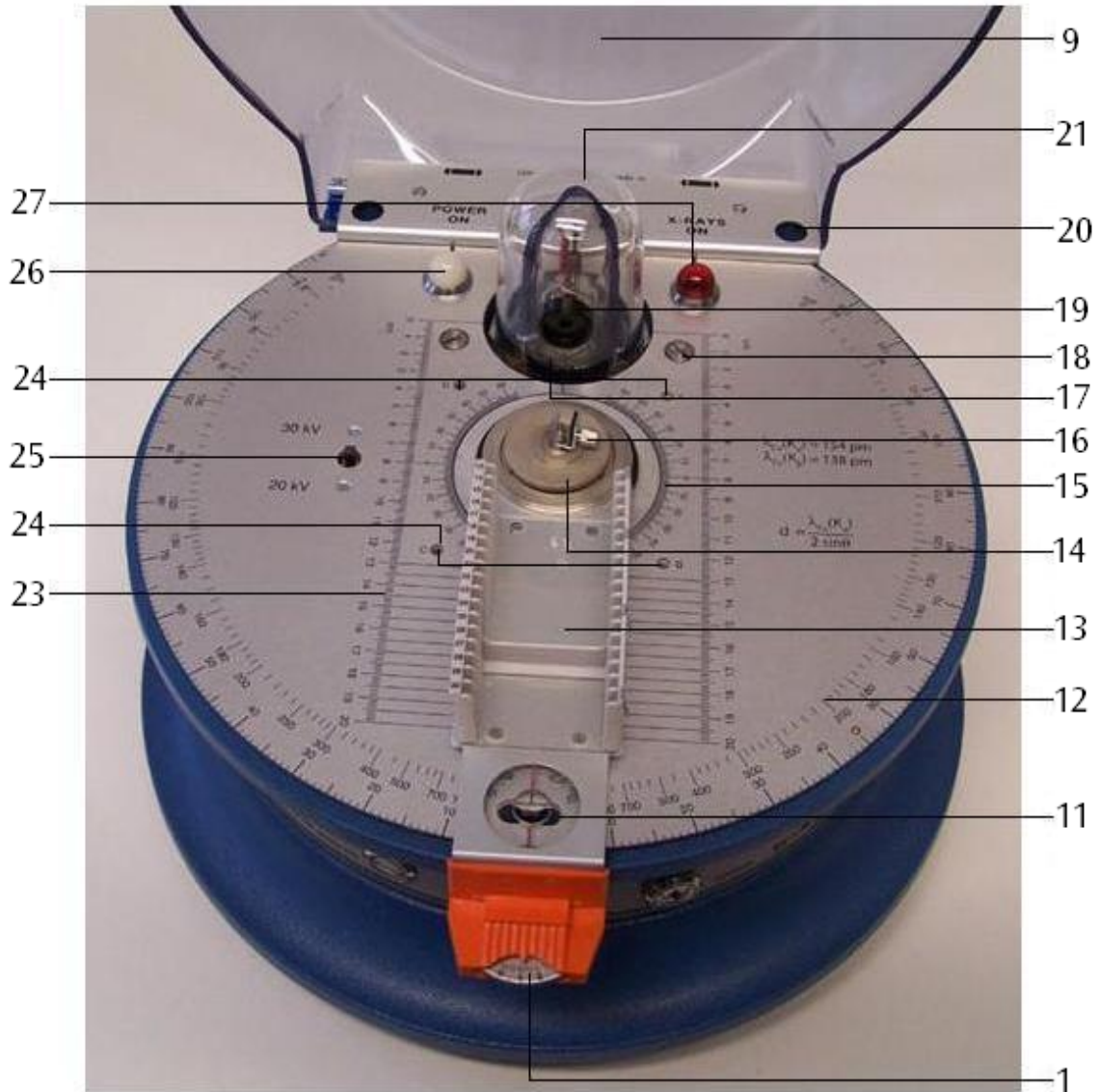
- 1 Ajuste fino para el goniómetro
- 2 Potenciómetro de paso fino para el ajuste de la corriente de emisión
- 3 Tecla para la alta tensión con función ON / OFF
- 4 Carcasa
- 5 Pie
- 6 Cronómetro temporizador

- 7 Interruptor de llave para la tensión de red
- 8 Casquillo de triquete para la medición de la corriente de emisión con salida de tensión proporcional a la corriente
- 9 Tapa cobertora
- 10 Placa de apantallamiento con aviso de advertencia de radiación



10

22



9

21

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

- 11 Ranura en forma de alterio para el enclavamiento de la tapa cobertora
- 12 Escala goniométrica para el brazo de medida
- 13 Brazo de medida con soporte para diapositivas
- 14 Placa de presión
- 15 Escala goniométrica para soporte de muestras
- 16 Soporte de muestras
- 17 Orificio de salida de la radiación con colimador de latón
- 18 Tornillos de enclavamiento para la caperuzita de vidrio al plomo

- 19 Tubo de Rayos X
- 20 Orificios de paso
- 21 Caperuzita de vidrio al plomo
- 22 Espigas de cierre de la tapa cobertora
- 23 Escala para la distancia del foco
- 24 Casquillos de 4-mm para montar accionamiento de motor
- 25 Conmutador de selección de la alta tensión
- 26 Lámpara de control de la tensión de la red (blanca)
- 27 Lámpara de control de la alta tensión (roja)



- 28 Portafusible para la tensión de red
- 29 Portafusible para la alta tensión
- 30 Conmutador para la selección de la tensión de red

- 31 Ventana para airear la carcasa
- 32 Conexión a la red

4. Descripción

El aparato de Rayos X sirve para la realización de numerosos experimentos con las siguientes temáticas:

- Propiedades de los Rayos X:
 - Penetración de Rayos X, Radioscopia
 - Propagación rectilínea
 - Ionización
 - Fotografía con Rayos X
- Radiación de fluorescencia
- Apantallamiento de Rayos X
- Experimentos de absorción
- Ley de la distancia
- Dosimetría y protección contra la radiación
- Difracción de Rayos X:
 - Difracción de von Laue
 - Difracción de Debye Scherrer
- Reflexión según Bragg,
 - Ley del desplazamiento de Duane Hunt (determinación de h)
- Ley de Moseley

En el aparato de Rayos X se encuentra incorporado un goniómetro horizontal para tubo contador, que se forma por medio de un brazo de medida y un soporte de muestras. El brazo giratorio en forma de un depósito de diapositivas sirve para la fijación del tubo contador de Gei-

ger-Müller (1000661), de la cámara de ionización (1000668) así como de aparatos de experimentación en formato de diapositiva, resp. de una placa base de 50mm x 50mm, (p.ej. 1000665, 1000666, 1000667). El brazo giratorio se puede mover independientemente alrededor del soporte para muestras o con un acoplamiento angular fijo en una relación 2:1, por ejemplo para experimentos de la reflexión de Bragg. El recinto de experimentación se encuentra dentro de una carcasa cerrada con una tapa cobertora transparente a prueba de radiaciones. Debido al enclavamiento de seguridad, la tapa cobertora se puede abrir sólo fijando en OFF la tecla de alta tensión y después de un tiempo de extinción de la alta tensión de 2 segundos. Un interruptor temporizado con 1 hora de máximo tiempo de conexión permite también ajustar tiempos de exposición largos y evita a su vez un funcionamiento permanente e incontrolado del aparato. El tubo de Rayos X de alto vacío con cátodo de tungsteno de caldeo directo y ánodo de cobre se encuentra en un tubo de vidrio al borosilicato con una ventana de salida del rayo de pared delgada convexa. Una caperuza de vidrio al plomo con colimador de latón permite la salida del Rayo X paralelamente a la superficie superior del aparato y apantalla contra la salida de rayos difusos. El Rayo X saliente incide sobre una placa de apantallamiento de aluminio al plomo con símbolo de radiación impreso, cuyo diámetro corresponde al rayo no colimado.

5. Volumen de entrega

- 1 Aparato básico
- 1 Tubo de Rayos X
- 1 Enchufe de trinquete
- 2 Fusibles
- 1 Placa de aviso de radiación en Alemán, Inglés, Francés y Español
- 1 Instrucciones de uso

6. Datos técnicos

Tubo de Rayos X:

- Tensión de ánodo: 20/30 kV conmutable, estabilizada electrónicamente
- Corriente de emisión: 0 a 80 μA ajustable sin saltos y estabilizada electrónicamente
- Dosis de radiación: $< 0,1 \text{ mrem/h}^{-1}$ a 0,1 m de distancia a la superficie no tocable
- Caldeo de cátodo: 4 V, 1 A
- Foco: 5 mm x 1 mm
- Material del ánodo: Cu
- Colimador de vidrio al plomo: 5 mm \emptyset
- Divergencia del rayo: menor que 10°
- Longitud de onda de la radiación característica: Cu $-K_\alpha$: 154 pm
Cu $-K_\beta$: 138 pm
- Dimensiones: 100 mm x 32 mm \emptyset

Goniometro de tubo contador:

- Gamas de rotación: 0°
 $+10^\circ$ a $+130^\circ$ y
 -10° a -130° relativo al eje del rayo
- Acoplamiento angular: independiente del soporte de muestra o en relación 2:1
- Exactitud de medida del ángulo de Bragg 2θ : 5 Minutos de arco
- Reloj temporizador:: 0 a 60 min, ajustable sin saltos
- Conexión: 115 V / 230 V, 50/60 Hz por cable de red
- Potencia de consumo: 100 VA
- Dimensiones: 250 mm x 370 mm \emptyset
- Masa: 9 kg

7. Repuestos y accesorios

- 1. Recambio de tubo de Rayos X 1000664
- 2. Juego de aparatos básico 1000665
El juego de aparatos básico hace posible la realización de experimentos cuantitativos y cualitativos, como por ejemplo: La propagación rectilínea, ionización y poder penetración de los Rayos X así como sobre la fotografía con Rayos X, sobre la comprobación del carácter ondulatorio de los Rayos x, sobre el estudio de la radiación de fluorescencia de Rayos X y sobre la determinación del coeficiente de absorción de masa.
Volumen de entrega:
 - 1 Pantalla fluorescente
 - 1 Cámara de Debye-Scherrer
 - 2 Caja de películas
 - 1 Máscara de plomo
 - 2 Placas de electrodos c. clavija mango de 4 mm
 - 1 Colimadores como diafragma de ranura, 1 mm
 - 1 Colimadores como diafragma de orificio, 1 mm \emptyset
 - 1 Deposito adicional con diafragma circular
 - 2 Diafragma de ranuras, 1 mm / 3 mm
 - 1 Diafragma circular, 9,5 mm \emptyset
 - 2 Monocristales, LiF, NaCl
 - 2 Minicristales, LiF
 - 1 Muestra pulverizada, LiF
 - 10 Alambres de Cu
 - 4 Láminas de absorción, Ni, Cu, Co, Zn
 - 1 Revólver de láminas de dispersión, cubiertas con los elementos V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn
 - 1 Disparador remoto para revólver de láminas de dispersión
 - 1 Juego de ayudas para montaje (Pegamento de acetatos, pincetas)
 - 1 Caja de almacenamiento, con los moldes de los aparatos
- 3. Accesorio de cristalografía 1000666
El accesorio de cristalografía hace posible estudios adicionales en cristalografía, deducción de la ley de Moseley, del procedimiento de Debye-Scherrer, las leyes de reflexión de Bragg así como el estudio de materiales.
Volumen de entrega:
 - 4 Láminas, Fe, V, Mn, Cr
 - 2 Monocristales, KCl, RbCl
 - 5 Muestras en polvo, NaF, SiC, NH_4Cl , MgO, Al
 - 2 Muestras en filamento, Al, Nb (3 de c/u) para estudios de Debye-Scherrer
 - 10 Hilos de polietileno
 - 1 Disco para calcular el ángulo de Bragg

4. Accesorio para radiografía 1000667
El accesorio para radiografía hace posible la experimentación en los siguientes temas: Dispersión, absorción, dependencia del poder de penetración con la tensión de aceleración resp. con la corriente de emisión, poder de resolución, apantallamiento, espesor medio, tiempo de exposición, estudio no destructivo de materiales.
Volumen de entrega:
1 Cruz de Malta
1 Fantasma
1 Diafragma de orificio
1 Capa de aluminio, escalonada
5 Absorbedor de aluminio, 0,1 / 0,25 / 0,5 / 1,0 / 2,0 mm
1 Absorbedor de plomo, 0,5 mm
1 Absorbedor de plástico
2 Imanes
4 Muestras para estudio de material (Porosidad, fisuras, soldadura, lienzo de pintura)
5. Fardo de películas 2 1000669
El fardo de películas 2 contiene películas de alta sensibilidad para radiografías con radiaciones α , β y Rayos X. Las láminas de película se encuentran embaladas una a una en envoltura de plástico opacas a la luz haciendo posible el revelado y fijado con luz diurna.
Volumen de entrega:
20 Láminas de película 38 mm x 35 mm en envolturas de plástico opacas
1 Botella de revelador para Rayos X
1 Botella de fijador para Rayos X
1 Jeringa con cánula para inyectar los químicos en la envoltura de las láminas
1 Pinza metálica
6. Fardo de películas 4 1000670
Como el fardo 2 pero:
12 Láminas de película 150 mm x 12 mm en envoltura de plástico opaca para la cámara de Debye-Scherrer
7. Accionamiento de motor (@230 V) 1000663
Accionamiento de motor (@115 V) 1000662
El accionamiento de motor junto con la cámara de Debye-Scherrer sirve para el estudio de estructuras según el procedimiento del cristal giratorio.
Conexión a la red: 115/230 V, 50/60 Hz
Consumo de potencia: 3 VA
8. Cámara de ionización 1000668
La cámara de ionización sirve para el estudio de la ionización del aire y otros gases por los Rayos X bajo diferentes condiciones de presión (Característica de saturación, Modelo de un tubo contador de Geiger Müller, Dosimetría).
Tensión de trabajo: max. 2 kV
Corriente de ionización: 10^{-11} bis 10^{-10} A
Electrodo de barra: 75 mm de largo
Cámara: 85 mm x 25 mm \emptyset
Husillo de manguera: 5 mm \emptyset
9. Tubo contador Geiger-Müller 1000661
El tubo contador de Geiger Müller es un tubo contador de disparo y de autoextinción por halógeno para el registro de las radiaciones α , β , γ y de Rayos X.
Gama de registro de tasa de conteo de dosis: 10^{-3} - 10^2 mGy/h
Cubrimiento masivo de la superficie activa (Mica): 2,0 - 3,0 mg/cm²
Tensión de trabajo: 500 V
Conexión: BNC
Longitud del cable: 1 m
Dimensiones: 57 mm x 22 mm \emptyset
10. Juego básico de Bragg 1008508
Equipo básico para el experimento de reflexión de Bragg con un cristal de LiF y uno de NaCl.
Volumen de entrega:
1 Diafragma de rendija colimador, 1 mm
2 Diafragmas de rendija, 1 mm / 3 mm
2 Cristales individuales de LiF y de NaCl
1 Tubo contador de Geiger-Müller (1000661)
11. Unidad de control de Bragg 1012871
La unidad de control de Bragg es una combinación de hardware y software la cual permite al usuario tomar datos de la difracción de rayos X. Ésta entrega la alta tensión y el circuito de conteo para el tubo de Geiger Müller (1000661) e incluye un programa de software que le permite al usuario el control de la unidad y la toma de los datos.
Intervalo de tiempo : 30 s
Alcance angular: 12° - 120°
Tiempo por paso: ≥ 0.1 s
Paso angular: $\geq 0.05^\circ$
Tensión del tubo de GM: 0 - 1000 V

8. Manejo

8.1 Comprobación de los dispositivos de protección contra la radiación

Antes de cada uso del aparato de Rayos X se debe comprobar que los diferentes elementos de seguridad para la protección contra la radiación funcionen correctamente. La comprobación se debe realizar en la secuencia de pasos indicada. En caso de tener una objeción el aparato se debe separar de la red. Si el fallo no se puede reparar por medio de las indicaciones que se hacen en el apartado 10, el aparato de Rayos X debe ser reparado por el productor. Cuando el control de seguridad ha sido exitoso, se puede poner nuevamente en servicio el aparato de Rayos X:

- Se comprueba si la tapa cobertora tiene algún daño.
- Se comprueba si la placa de apantallamiento con el aviso de radiación está bien colocada.
- Se comprueba si el perno de cierre de la tapa cobertora tiene algún daño.
- Se comprueba si la caperuza de vidrio al plomo y el colimador de latón tienen algún daño y si están bien colocados.
- Se comprueba la función de la lámpara de control de la red. Para ello se cierra la tapa cobertora y se conecta el aparato a la red, se ajusta el tiempo en el cronómetro temporizador, se acciona en interruptor de llave. Se debe encender la lámpara de control de red. La lámpara de control de la alta tensión debe permanecer apagada.
- Se comprueba la función del cronómetro temporizador: Para ello se acciona el interruptor de llave y se ajusta un tiempo.
- Se comprueba el relé del cronómetro temporizador: Para ello se ajusta el reloj en 0. La lámpara de control de red no se debe encender cuando el cronómetro temporizador esté conectado.
- Comprobación de la funcionalidad de la lámpara de control de la alta tensión: Para ello, manteniendo la tapa cobertora cerrada (el perno de cierre en la posición central) se ajusta el tiempo en el reloj de interrupción programador y se acciona el interruptor con llave. La lámpara de control de la alta tensión no se debe encender todavía. Se conecta la alta tensión por medio de la tecla. La lámpara de control y el anillo luminoso de la tecla se deben encender.
- Se comprueba la función de interrupción de los elementos de seguridad en la bisagra de la tapa cobertura. Para ello, manteniendo la alta tensión conectada se desliza lateralmente la tapa cobertora de protección sin abrirla. El perno de cierre permanece en un extremo de la ranura en forma de haltera. La alta tensión y por lo tanto la lámpara de control de alta tensión de debe desconectar y el anillo luminoso se debe apagar.

8.2 Puesta en funcionamiento del aparato de Rayos X

8.2.1 Abrir, cerrar y enclavar la tapa cobertora

- Para abrir la tapa cobertora se desliza la misma lateralmente hacia el lado en el cual se encuentra el brazo de medida y luego se abre.
- Para cerrar la tapa cobertora se inserta el perno de cierre en el extremo de la ranura en forma de haltera en el lado en que ese encuentra el brazo de medida.
- La tapa cobertora se desliza lateralmente de tal forma que se pueda escuchar que el perno de cierre enclava en la posición central.

En esta forma se encuentra la tapa cobertora asegurada contra una apertura directa. Se puede ahora conectar la alta tensión.

8.2.2 Conexión del aparato de Rayos X

- Se ajusta primero un intervalo de tiempo en el cronómetro temporizador.
- Se conecta ahora el aparato de Rayos X por medio del interruptor de llave.

Se enciende la lámpara de control de la red. El aparato se desconecta después de pasado el intervalo de tiempo ajustado.

8.2.3 Se cierra la tapa cobertura de protección y se conecta la alta tensión

- Después de conectar la tensión de red se elige la alta tensión deseada $U = 20 \text{ kV}/30 \text{ kV}$, por medio del conmutador deslizante.
- Se cierra la tapa cobertora y se enclava en la posición central del perno de cierre.
- Se pulsa la tecla para la alta tensión.

Se encienden la lámpara de control de alta tensión y el anillo luminoso de la tecla, se producen rayos X.

- Se demuestra la producción de Rayos X por medio de la pantalla fluorescente, o de la cámara de ionización o con el tubo contador de Geiger Müller.

8.2.4 Ajuste y medición de la corriente de emisión

- Se conecta en el casquillo de trinquete un voltímetro con el alcance de medida de 10 V CC por medio de un cable de adaptación.
- Con un destornillador se ajusta la corriente de emisión deseada en el potenciómetro de tornillo.

Se tiene la siguiente relación:

$$I_A [\text{A}] = U_A [\text{V}] / 10^5 [\text{Ohm}]$$

Por lo tanto, p.ej, una corriente de rayos X de 80 μA se indica en el voltímetro como una tensión continua de 8 V.

- 8.2.5 Desconexión de la alta tensión y apertura de la tapa cobertora de protección
- Se acciona la tecla de alta tensión, se espera el tiempo de retardo del desenclavamiento de

seguridad de la tapa cobertora de protección y se desliza luego la misma lateralmente.

8.2.6 Soporte de muestras

Los monocristales (NaCl, LiF, etc.) se pueden fijar en el soporte para muestras (ver. Fig. 5). La mordaza se puede retirar junto con la base aflojando el tornillo

- Se fija el monocristal en el soporte de muestras utilizando la mordaza y se define así el ajuste angular del cristal. La superficie áspera del cristal debe estar orientada hacia el tubo de Rayos X.
- El ángulo θ entre el soporte de muestras y el eje del rayo se puede leer en la escala goniométrica para el soporte de muestras.

8.2.7 Brazo de medida

El brazo de medida dispone de más de 18 puentes de enclave para el accesorio de experimentación y los aparatos de detección. El ángulo 2θ entre el brazo de medida y el eje del rayo se lee en la escala goniométrica para el brazo de medida. Para la medición exacta del ángulo sirve la escala del ajuste fino. Para ello:

- Se ajusta el brazo de medida en el siguiente ángulo entero 2θ .
- Luego se fija en 0 el ajuste fino contra la presión del hilo sujetando el brazo de medida.

El brazo de medida se puede graduar en $\pm 4^\circ$ por medio del ajuste fino.

- Se lee el ángulo relativo en la escala del ajuste fino (exactitud aprox. 5 minutos de arco).

8.2.8 Acoplamiento angular 2:1

Durante el registro de un espectro de Bragg el brazo de medida se gira un ángulo doble 2θ y el brazo de medida simultáneamente en un ángulo θ .

- El brazo de medida y el soporte de muestras se ajustan exactamente en la posición $\theta = 0^\circ$
- La placa de presión se atornilla con cuidado.

Durante el movimiento del brazo de medida se mueve además el soporte de muestras en un ángulo igual a la mitad (ver Fig. 4).

- Para levantar el acoplamiento se suelta la placa de presión con 1 a 2 vueltas

8.3 Cambio de fusible

- Se separa el enchufe de la red.

8.3.1 Fusible de la red

- Se desenrosca el portafusible para la red en fondo de la carcasa.
- Se coloca un nuevo fusible con el valor correcto.
- Se vuelve a enroscar el portafusible.

8.3.2 Fusible para la alta tensión

- Se desenrosca el portafusible en el fondo de la carcasa.
- Se coloca un nuevo fusible con el valor correcto.
- Se vuelve a enroscar el portafusible.

8.4 Cambio de la lámpara

- Se separa el enchufe de la red.
- Se desenrosca la tapa de plástico de la lámpara de control de la red resp. de la alta tensión.

Se desenrosca la lámpara ayudándose con un pedazo pequeño de manguera de plástico y se cambia por una nueva:

Lámpara de control de la tensión de la red:

6 V / 0,05 A

Lámpara de control de la alta tensión: 6 V / 0,1 A

- Se vuelve a enroscar la tapa.

8.5 Ajuste del tubo de Rayos X

El aparato de Rayos X se entrega con el tubo de Rayos X ya ajustado en fábrica. Por lo tanto, por lo general un ajuste ulterior no es necesario. Sin embargo puede ser que eventualmente debido al transporte se pueda dar un desajuste y tendría que hacerse un ajuste posterior.

8.5.1 Ajuste de la altura del tubo de Rayos X.

- Se coloca el tubo contador en las ranuras 17 y 20 del brazo de medida y se gira hacia la posición 0° .
- Se coloca horizontalmente en la ranura 13 el diafragma de rendija de 1 mm (de 1000665).
- Se coloca el diafragma orificio de 1 mm \varnothing (aus 1000665) en el colimador de latón de la caperuza de vidrio al plomo.
- Se conecta el aparato de Rayos X y se elige la alta tensión de 20 kV.
- Se ajusta la corriente de emisión de tal forma que el tubo contador cuente entre 200 y 400 impulsos/segundo (ver 8.2.4).
- Se retira el tapón de goma inferior en la parte posterior del aparato y con el tornillo ahora accesible se varía la altura del tubo de Rayos X hasta que se logre la máxima tasa de conteo.
- Se vuelve a colocar en su sitio el tapón de goma.

8.5.2 Ajuste lateral del tubo de Rayos X

- Se desconecta el aparato de Rayos X y se abre la tapa cobertora.
- El diafragma de ranura de 1 mm (de 1000665) se coloca verticalmente en la ranura 30.
- El colimador de diafragma de 1 mm (de 1000665) se fija verticalmente en el colimador de latón de la caperuza de vidrio al plomo.

- Se desmonta la mordaza del soporte de muestras y por medio pinza de montaje se coloca una varilla de vidrio en el soporte de muestras (de 1000665). (ver Fig. 5)
- Se conecta la tensión de red.
- Se observa el tubo de Rayos X a través de ambas ranuras. La varilla de vidrio se debe encontrar en el centro del reflejo del cátodo sobre el ánodo.
- En caso de que no se encuentre en esa posición, se gira en un ángulo pequeño la caperuza de vidrio al plomo. Para ello es necesario aflojar los tornillo de fijación.
- Se vuelven a retirar la varilla de vidrio y la pinza de montaje.
- Para realizar un ajuste fino se fija el monocristal de LiF en el soporte de muestras.
- Se llevan a la posición 0° el brazo de medida y el soporte de muestras.
- Realizar el acoplamiento 2:1 (ver 8.2.8).
- Se ajusta el brazo de medida en el ángulo $2\theta = 45^\circ$. Se elige el lado del goniómetro de tal forma que los rayos incidente y reflejado queden en lado oblicuo del soporte de muestras (ver también Fig. 5).
- Se ajusta la alta tensión en 30 kV, se cierra la tapa cobertora y se conecta la alta tensión.
- Se busca el reflejo de Cu- K_α (Valor bibliográfico para LiF = $44^\circ 56'$). El valor de medida se debe concordar con el valor bibliográfico en la gama de $30'$.
- Si el valor encontrado no se encuentra dentro de esta tolerancia se comprueban y repiten los pasos anteriores.
- Si el valor de medida vuelve a encontrarse fuera de la tolerancia, se coloca el brazo de medida en el valor medio entre el valor de medida y el bibliográfico.
- Se retira el tapón de goma superior en la parte posterior de la carcasa, por medio del tornillo ahora accesible se leadea el tubo de Rayos X hasta lograr una tasa de conteo máxima.
- Con el brazo de medida se busca el máximo del reflejo. Si es necesario se sigue ajustando hasta que los valores de medida y bibliográfico se encuentren dentro de la tolerancia de $30'$.

9. Observaciones sobre el manejo del accesorio

9.1 Montaje de los colimadores (de 1000665)

Los colimadores sirven para la reducir la divergencia del rayo.

- Uno de los colimadores de encaja directamente en el colimador de latón de la caperuza de vidrio al plomo.

9.2 Montaje en el brazo de medida de ranuras y otros objetos de experimentación en formato de diapositiva

- El objeto de experimentación deseado, con formato de diapositiva, se coloca en la ranura del brazo de medida y se enclava con la pinza de muelle.

9.3 Cámara de ionización (1000668)

- Se ensambla la cámara de ionización según la Fig. 6.

Para demostrar el poder de ionización de los Rayos X bajo condiciones normales de presión se utiliza la tapa de la cámara con la ventana grande; en caso de presión reducida (principio del contador de Geiger-Müller) la tapa de la cámara con el punto de empalme de evacuación .

- Las entradas de tensión y así como posiblemente la manguera de bombeo se conducen del espacio de experimentación hacia afuera. Los cables de experimentación se adaptan con las clavijas entregadas.
- La cámara de ionización se enclava en el brazo de medida (ver Fig. 2).

9.4 Tubo contador de Geiger-Müller (1000661)

- El soporte de tubo contador se coloca en el depósito de diapositivas del brazo de medida y se fija con pinzas de muelle (ver Fig. 3).

9.5 Revolver de láminas de dispersión (de 1000665)

El revolver de láminas de dispersión contiene 8 láminas metálicas diferentes, que se pueden colocar secuencialmente en el paso del rayo por medio de un disparador remoto. En una ventana en la parte posterior del revolver se indican los símbolos de los elementos.

- Se retira la mordaza del soporte de muestras (ver Fig. 9).
- Se coloca el revolver de láminas de dispersión con la depresión semicircular sobre el soporte de muestras.
- Se enrosca el disparador remoto en el revolver de láminas de dispersión y se comprueba su función.
- Se saca el disparador remoto por debajo de la tapa cobertora.

9.6 Cámara de Debye-Scherrer (de 1000665) Con accionamiento de motor (1000662 ó 1000663)

La cámara de Debye-Scherrer se compone de tres partes: Carcasa, tapa y soporte tensor con rueda cónica (ver Fig. 7). Acoplada al accionamiento de motor se pueden con ella realizar p.ej. fotografías de cristales en rotación.

- Se retira la mordaza del soporte de muestras; se fija el brazo de medida en $2\theta = 90^\circ$, se ajusta el soporte de muestras en $\theta = 90^\circ$. Se debe tener en cuenta el lado plano del soporte esté orientado hacia el tubo de Rayos X.
- Se fija el colimador de 1-mm en el colimador de latón de la caperuza de vidrio al plomo.
- A manera de ensayo se coloca la carcasa de la cámara de Debye-Scherrer entre la caperuza de vidrio al plomo y el soporte de muestras (ver Fig. 7). En caso de que la fijación de la cámara sea holgada, se puede hacer una adaptación en el fondo de la cámara utilizando un tornillo.
- En la cámara oscura se carga la cámara con una lámina de película de Rayos X del fardo de películas 4 (1000670). La lámina de película se coloca estrechamente contra pared interna cilíndrica.
- Para fotografías con cristal giratorio se carga además una lamina de película del fardo de películas 2 (1000669) y se fija en suelo de la cámara.
- Se fija la muestra en el portabroca del soporte tensor, se cierre la tapa de la cámara y se introduce el soporte tensor en la cámara llevando la muestra empotrada.
- Se coloca la cámara sobre el soporte de muestras.
- Si es necesario se coloca además el accionamiento de motor (1000662 ó 1000663), como se indica en la Fig. 8.. Primero se inserta el enchufe en el casquillo de 4 mm. Se tiene cuidado que giro de ruedas cónico no tenga obstáculos. Con la llave hexagonal interna que se entrega se puede cambiar con respecto al eje la posición del engranaje de ruedas cónicas del motor.

9.7 Películas de Rayos X (1000669/1000670)

9.7.1 Revelado

- Antes de cargar líquido en la jeringa se saca el émbolo 1 ml para que en la jeringa siempre halla aire sobre el líquido. En esta forma se garantiza que todo el líquido sale de la jeringa y de la cánula al inyectar el líquido en la envoltura de la película.
- Se inserta la cánula en uno de los orificios junto a la impresión sobre la envoltura de la película y se inyecta el revelador.

Asegúrese que ambos lados de la película estén recubiertos de revelador y que durante el tiempo de revelado y el mismo esté bien distribuido en la envoltura de la película durante el revelado.

- Para ello con el índice y el pulgar se hace presión sobre la envoltura de la película.
- Después del tiempo de revelado se inyecta el fijador en la envoltura de la película sin antes retirar el revelador.

Revelado	Revelador	Fijador
Tiempo	1½ min.	4 min.
Fardo 2	2½ ml	3½ ml
Fardo 4	3½ ml	5 ml

9.7.2 Extraer la película de la envoltura

- Después del revelado de la película se corta con una tijera una esquina de la envoltura de la película y haciendo un poco de presión se extrae todo el líquido de la envoltura.
- Después del revelado se corta un extremo de la envoltura y se extrae la película con una pinza metálica.
- La película se lava un par de minutos en agua corriente antes de observar las fotografías.

Si se desea archivar la película es necesario fijar 10 minutos más y luego lavar la película en agua corriente por unos 30 minutos. Es posible utilizar fijador común y corriente del comercio, con o sin endurecedor.

9.7.3 Almacenamiento de las sustancias químicas

Mientras el fijador es suficientemente estable, puede tener lugar una disolución del revelador si se encuentra en contacto con el aire en la botella.

- El revelador que se desea almacenar por un tiempo largo en una botella parcialmente llena se transvasa a una botella plástica de mínimo volumen, para que se mantenga activo por un tiempo más largo.
- Antes de cerrar la botella de plástico abierta se hace presión sobre la misma para reducir a un mínimo el aire sobre el revelador en la botella.

Al desechar las sustancias químicas es necesario tener en cuenta las prescripciones locales referentes al desecho de sustancias químicas.

9.7.4 Advertencias generales

Al exponer las películas de Rayos X la distancia entre la película y el objeto debe ser lo menor posible y la distancia entre la película y la fuente de radiación lo mayor posible de acuerdo con un tiempo de exposición adecuado y con el tamaño de la fuente de radiación.

La película también se puede utilizar para exposición con radiación beta o gama de baja ener-

gía, tal y como se utilizan en la enseñanza.
 Con radiaciones que tengan un componente de radiación de Rayos X “blanda” es posible que el estampado o impresión en la envoltura de la película se haga visible en las fotogradias.

Debido al sellado en la envoltura de PVC puede ser que la película tenga puntos de presión en los bordes. Después del revelado estos bordes se pueden presentar fuertemente oscuros.

10 Advertencias para la eliminación de fallos		
Fallo	Posible causa	Ayuda
La lámpara de control de la red no funciona a pesar de que la conexión a la red se ha comprobado	El cronómetro temporizador está en 0 El fusible de la red está dañado El fusible de la alta tensión está dañado La ampara de indicación está dañada Otras causas posibles	Se ajusta un intervalo de tiempo Se cambia el fusible (ver apartado 8.3) Se cambia el fusible (ver apartado 8.3) Cambiar la lámpara (ver apartado 8.4) El aparato debe ser comprobado por el productor
Caldeo del cátodo con la alta tensión conectada y corriente de tubo ya seleccionada > 0 μ A no se enciende a pesar de que la lámpara de control de red está encendida	El cátodo está dañado El circuito de regulación de caldeo está dañado	El aparato debe ser comprobado por el productor
La lámpara de control de la alta tensión no funciona a pesar de que el control de la red está encendido	Circuito eléctrico de seguridad Lámpara de indicación dañada Otras causas posibles	Se controla el circuito eléctrico de seguridad como se indica en el apartado 8.1, especialmente el enclavamiento de la caperuza de vidrio al plomo, el cierre y enclavamiento de la tapa cobertora Cambiar la lámpara (ver apartado 8.4) El aparato debe ser comprobado por el productor
La alta tensión cruje directamente después de ser conectada	Humedad en la caperuza de vidrio al plomo	Desenclavar y retirar la espiga de vidrio al plomo, frotar con un trapo seco, volver a colocarla y enclavarla
El cátodo se ilumina claramente por corto tiempo al desconectar la alta tensión („After-flash“)	No hay fallo, sirve para descargar las componentes de alta tensión	

No se tiene radiación de Rayos X a pesar de que la alta tensión está conectada	El cátodo no se enciende	El aparato debe ser comprobado por el productor. ¡Cuidado, la alta tensión permanece en el tubo horas después de la desconexión de la alta tensión!
	La corriente de emisión está muy baja	Se ajusta la corriente de emisión (ver apartado 8.2.4)
	No se tiene corriente de emisión	El aparato debe ser comprobado por el productor
	Colimadores o algo más en el paso del rayo	Controlar el montaje de experimentación
	Tubo de Rayos X desajustado	Se ajusta el tubo de Rayos X (ver apartado 8.5)

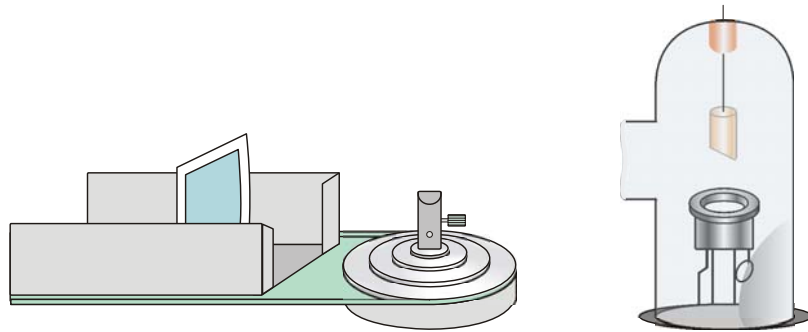


Fig. 1 Montaje de la pantalla fluorescente en el brazo de medida

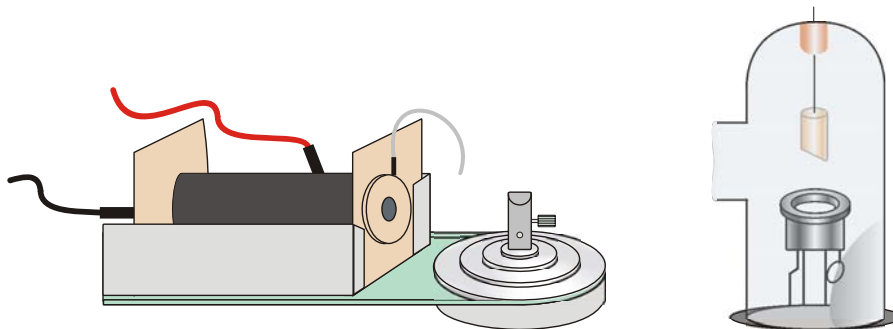


Fig. 2 Montaje de la cámara de ionización en el brazo de medida

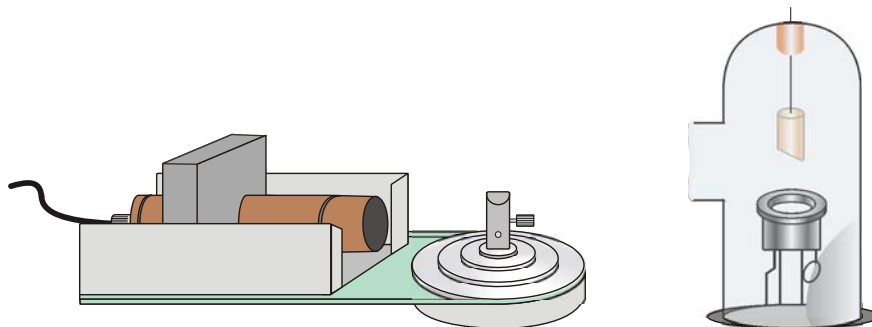


Fig. 3 Montaje del tubo contador de Geiger-Müller en el brazo de medida

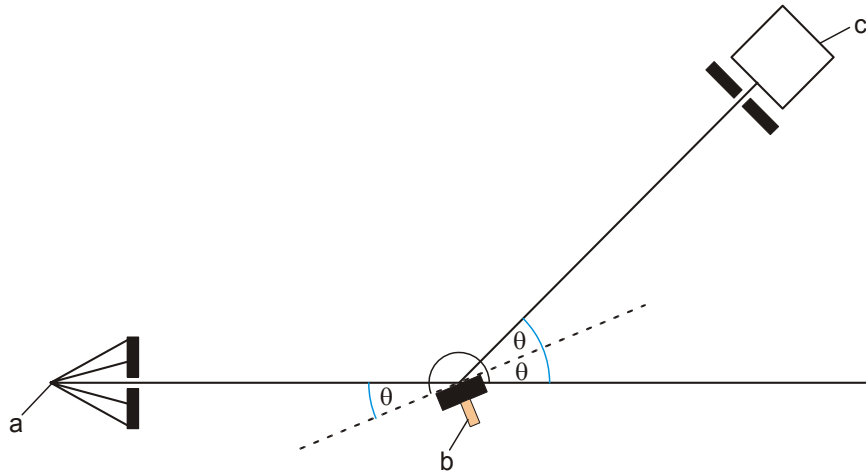


Fig. 4 Geometría de la reflexión de Bragg (a Tubo de Rayos X, b Monocristal, c Tubo contador)

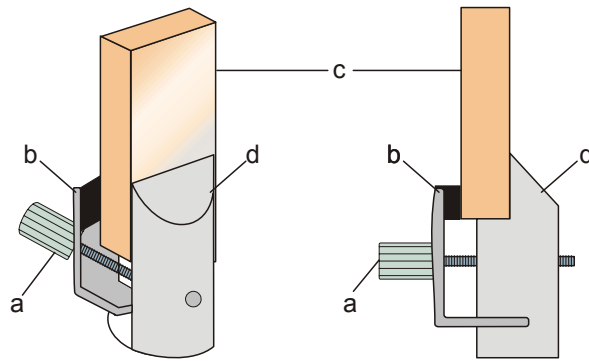


Fig. 5 Montaje del cristal en el soporte de muestras (a Tornillo, b Mordaza, c Cristal, d Parte fija del soporte de muestras)

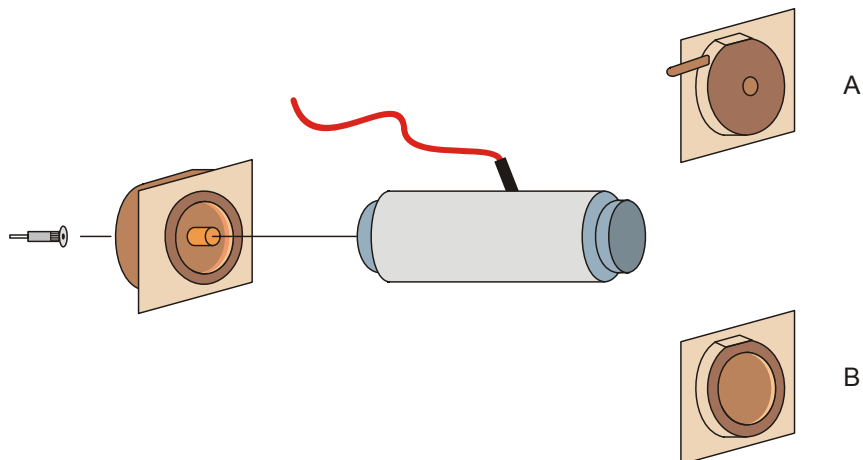


Fig. 6 Ensamblaje de la cámara de ionización (A para presión reducida, B para presión atmosférica normal)

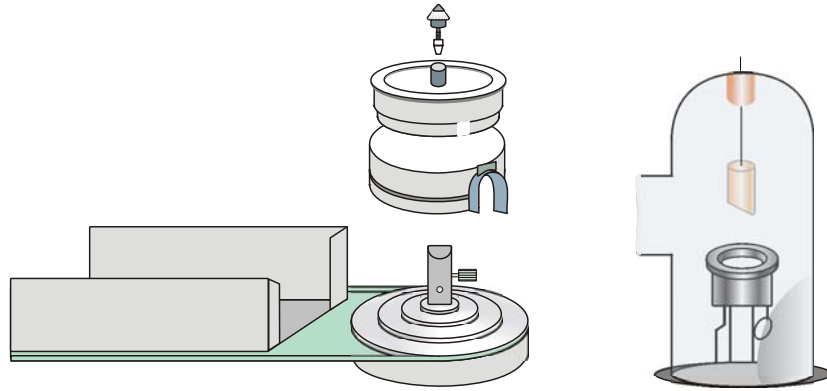


Fig. 7 Montaje y diseño de la cámara de Debye-Scherrer

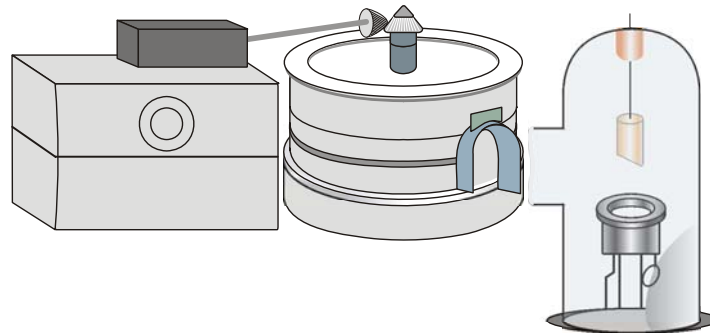


Fig. 8 Cámara de Debye-Scherrer con accionamiento de motor

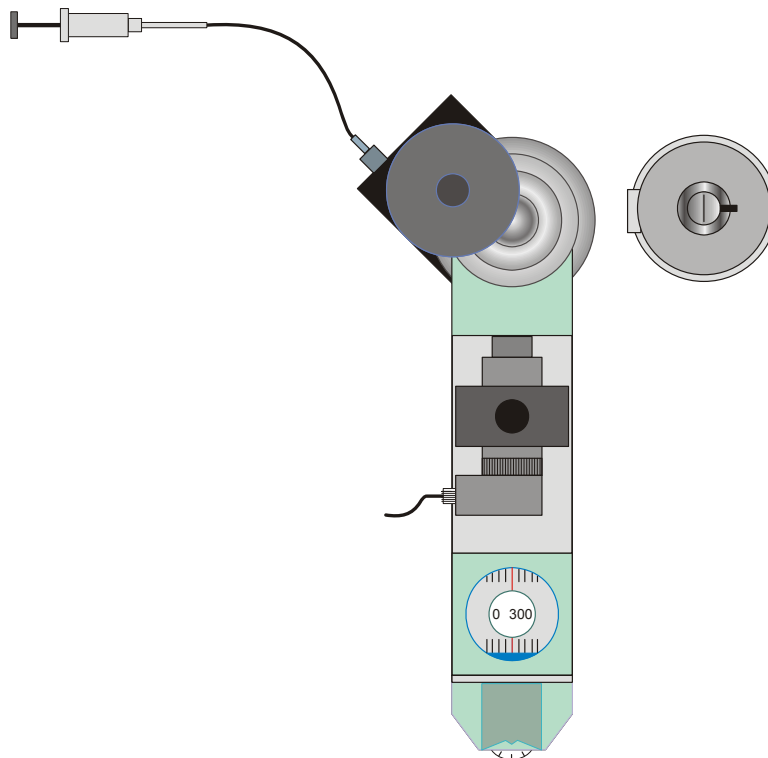


Fig. 9 Montaje de un depósito de láminas de dispersión

