

BRUKER

NMR Magnet System

UltraShield™ NMR Magnet Systems
Users Manual (spanish version)

Version 003

BRUKER Magnetics

The information in this manual may be altered without notice.

BRUKER Magnetics accepts no responsibility for actions taken as a result of use of this manual. BRUKER Magnetics accepts no liability for any mistakes contained in the manual, leading to coincidental damage, whether during installation or operation of the instrument. Unauthorised reproduction of manual contents, without written permission from the publishers, or translation into another language, either in full or in part, is forbidden.

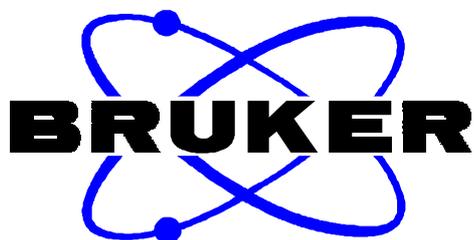
This manual was written by

Joerg Arnold
magnetics@bruker.ch

© 01.10.1998: BRUKER Magnetics AG

CH-8117 Faellanden, Switzerland

P/N: Z31368
DWG-Nr: 1076003



BRUKER Magnetics

Low Loss Cryostats

Superconducting Magnets

phone: ++41 1 825 91 11

fax: ++41 1 825 92 15

e-mail: magnetics@bruker.ch

service@magnetics.bruker.ch

sales@magnetics.bruker.ch

**MANUAL del USUARIO para
ULTRASHIELD™**

IMANES SUPERCONDUCTORES

Procedimiento de relleno de nitrógeno líquido

Procedimiento de relleno de helio líquido

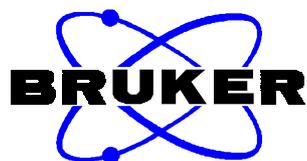
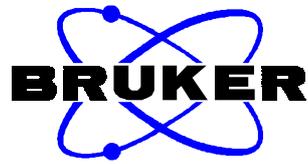


Table of Contents

1 Seguridad durante las operaciones de relleno	3
1.1 Protección contra el campo magnético	3
1.2 Protección contra los líquidos criogénicos	3
1.3 Protección contra los gases	4
1.4 Protección contra los riesgos de incendio y explosión	4
1.5 Protección contra riesgos de explosión debido a depósitos con presión alta	4
1.6 Propiedades físicas del nitrógeno	6
1.7 Propiedades físicas del helio	6
1.8 Primeras auxilios en caso de accidentes con los fluidos criogénicos	6
1.9 Protección contra los riesgos de naturaleza mecánica	6
2 Depósito de transporte de nitrógeno líquido	7
2.1 Riesgo de las bajas temperaturas	7
2.2 Requisitos del depósito de transporte de nitrógeno	7
2.3 Componentes principales	8
3 Sistema de regulación de flujo de nitrógeno sobre el Imán	9
4 Medida del nivel del fluido	10
4.1 Útiles para la medida del líquido	10
4.2 Medida con ayuda del Dip Stick	10
4.3 Medida con ayuda de una varilla Epoxy	10
5 Preparativos para la transferencia	11
5.1 Preparación del depósito de transporte	11
5.2 Preparación del imán	11
6 Procedimiento de relleno	12
6.1 Conexión y transferencia de nitrógeno	13
6.2 Finalización de la operación	14
6.3 Vuelta al estado normal después del relleno	15
6.4 Registro de los datos del relleno	15
7 Depósito de transporte de helio líquido	16
7.1 Riesgo de las bajas temperaturas	16
7.2 Requisitos del depósito de transporte de helio	16
7.3 Componentes principales	17
8 Caña de transferencia	18
9 Imán	19
10 Control del nivel	21
10.1 Control del nivel de helio en el imán	21
10.2 Control del nivel en el depósito de transporte	21



11 Preparación de la transferencia	23
12 Procedimiento de relleno	24
12.1 Enfriamiento de la caña de transferencia	25
12.2 Conexión de la caña de transferencia	26
12.3 Presurización del depósito de transporte	26
12.4 Transferencia de helio	26
12.5 Supervisión de la transferencia de helio	27
12.6 Finalización de la transferencia y extracción de la caña de transferencia	28
12.7 Vuelta al estado normal después del relleno	28
13 Últimos pasos	29
13.1 Registro del relleno	29
13.2 Controles	29
14 Terminología	30
15 Paneles de señalización / pictogramas	32
16 Index	34

Medidas de seguridad

1 Seguridad durante las operaciones de relleno

Durante las operaciones de relleno, es necesario invadir la zona de seguridad del imán. Con objeto de evitar los peligros asociados a esta tarea, es muy importante seguir las siguientes precauciones de seguridad.

1.1 Protección contra el campo magnético

El imán genera un campo magnético muy intenso. Este puede perturbar dispositivos electrónicos, soportes magnéticos de datos y los metales ferromagnéticos. Respeten las siguientes reglas para protegerse de los efectos del campo magnético:

**Atención**

Peligro de paro cardíaco para las personas portadoras de marcapasos. Las personas con este tipo de implantes no deben acceder a la zona señalizada como área de seguridad, y, consecuentemente, no deben realizar los rellenos.

**Precaución**

Riesgo de accidente por el desplazamiento incontrolado de piezas metálicas. No utilizar herramientas magnéticas u objetos en el área así señalizada. Estas se podrían convertir en proyectiles muy peligrosos.

**Observación**

Los datos almacenados en soportes magnéticos pueden ser destruidos por el campo magnético. No llevar consigo tarjetas de crédito u objetos similares con identificación magnética, cuando se acceda al área así marcada.

1.2 Protección contra los líquidos criogénicos

La temperatura del nitrógeno líquido es de -196°C , y el helio alcanza -269°C . El contacto de la piel con pequeñas gotas de fluidos criogénicos, puede provocar quemaduras graves.

**Atención**

Un chorro de nitrógeno líquido puede provocar ceguera, si entra en contacto con los ojos. Utilizar siempre gafas de protección cuando se proceda a realizar las operaciones de relleno.

**Precaución**

Graves quemaduras por frío pueden provocarse por el simple contacto de la piel con los fluidos criogénicos. Utilizar guantes de protección y prendas cerradas cuando se vaya a realizar las operaciones de relleno.

**Observación**

Las juntas tóricas del imán son igualmente sensibles a las bajas temperaturas. Asegúrese, por lo tanto, que estas no entran en contacto con el nitrógeno o helio en estado líquido. Las juntas más sensibles se encuentra en la parte superior e inferior del imán, así como en su base.

1.3 Protección contra los gases

La evaporación de los fluidos criogénicos como el helio o el nitrógeno provocan grandes volúmenes en estado gaseoso, pudiendo así desplazar el oxígeno del aire, con el consecuente riesgo de asfixia. El helio gas es muy ligero y se concentrará en el techo de la sala. El riesgo de asfixia debido al helio será mayor si se trabaja en las zonas altas, por ejemplo en un pedestal o una escalera. El nitrógeno en estado gaseoso es pesado y caerá al suelo. El riesgo de asfixia por nitrógeno es importante si se trabaja cerca del suelo o en fosos.

**Precaución**

Riesgo de asfixia por exceso de gases en caso de que se derramen los fluidos criogénicos o se produzca un quench. Mantener la sala bien ventilada y evitar trabajar en sus zonas más altas y más bajas en caso de quench.

1.4 Protección contra los riesgos de incendio y explosión

Las temperaturas extremas de los fluidos criogénicos condensan el oxígeno del aire sobre los conductos fríos. El oxígeno se condensa hasta caer en forma de gotas y puede producirse su combustión si entra en contacto con aceites o grasas. Además, existe el riesgo de producirse una combustión explosiva si entra en contacto con algún tipo de fuego vivo (encendedores, cigarrillos encendidos, etc.).

**Precaución**

Riesgos de autocombustión o de explosión. No fumar durante el relleno, no provocar ningún tipo de llama y asegúrese que el área circundante al imán está limpia (sin prendas con algún tipo de grasa u otras similares).

1.5 Protección contra riesgos de explosión debido a depósitos con presión alta

Los líquidos criogénicos, incluso almacenados en depósitos aislados se quedan a la temperatura de sus puntos de ebullición y poco a poco se evaporan. El incremento importante del volumen consecuente con la evaporación de los líquidos en gases es aproximadamente de 700:1 para helio y nitrógeno por lo tanto:

**Atención**

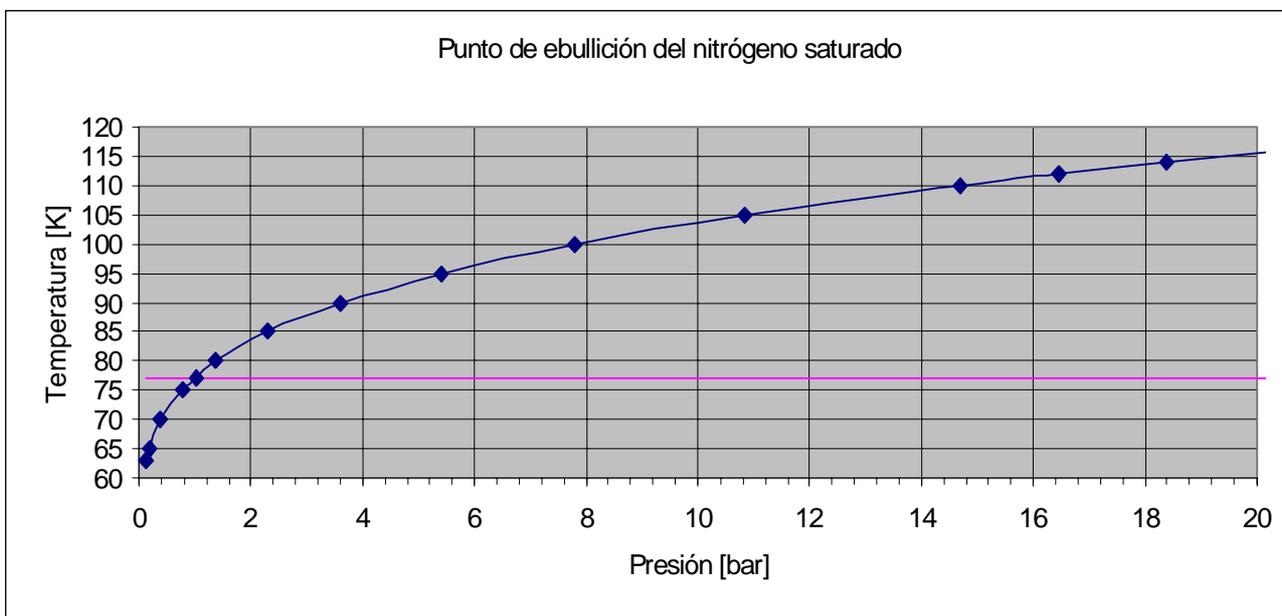
No se debe usar líquidos criogénicos almacenados en depósitos con presión muy elevada. Si ningún otro depósito es disponible, hay que quitar toda la presión del depósito antes de empezar el procedimiento de relleno. En caso contrario, puede haber un riesgo de explosión del imán y causar muchos daños.!

Incremento de la temperatura

Una presión alta en el deposito provoca un incremento de la temperatura del liquido. Transferir este liquido dentro del imán causara una enorme evaporación y grandes oscilaciones hasta que el deposito haya vuelto a la presión atmosférica!

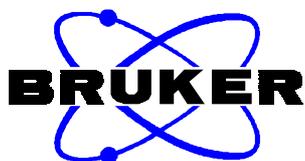


Diagrama de temperatura La relación directa entre la presión y la temperatura de evaporación y entonces entre la temperatura del nitrógeno liquido almacenado en un deposito esta dado en el diagrama abajo. Tan pronto quitando la presión del deposito, el liquido empezara a evaporarse fuertemente para luego estabilizarse a una temperatura de 77 K a la presión atmosférica:



Atención

Los depósitos de líquidos criogénicos nunca deben taparse completamente para impedir un incremento importante de la presión interna. El resultado es un riesgo importante de explosión y también una pérdida importante del producto almacenado.!



1.6 Propiedades físicas del nitrógeno

El nitrógeno líquido es incoloro, inodoro e ininflamable. Se condensa a -196°C .

Identificación:

22
1977

Su calentamiento genera una subida de presión que podría reventar el depósito. El líquido es extremadamente frío y en contacto con la temperatura ambiente se evapora rápidamente. Provoca quemaduras graves en la piel y ceguera en los ojos. Además, su gas produce asfixia sin síntomas previos. Por ser este gas más pesado que el aire, cae sobre el suelo y se extiende sobre él, observándose una niebla al mezclarse con el aire.

1.7 Propiedades físicas del helio

El helio líquido es incoloro, inodoro e ininflamable y condensa a -269°C .

Identificación:

22
1963

Su calentamiento genera una subida de presión que podría reventar el depósito. El líquido es extremadamente frío y en contacto con la temperatura ambiente se evapora rápidamente. Provoca quemaduras graves en la piel y ceguera en los ojos. Además, su gas produce asfixia sin síntomas previos. Menos denso que el aire, sube hasta los techos de la sala y se extiende sobre él, observándose una niebla al mezclarse con el aire.

1.8 Primeras auxilios en caso de accidentes con los fluidos criogénicos

Evacuar a los heridos a una zona segura, e instalarlos cómodamente, desprendiéndoles de prendas cerradas que impidan una fácil respiración.

Practicarles inmediatamente la respiración artificial si muestran signos de asfixia.

Quitar las prendas húmedas y calentar las partes del cuerpo con agua a una temperatura cálida.

No frotar las partes congeladas del cuerpo, pero cubrirla con un vendaje esterilizado. Proporcionarles lo más rápidamente posible ayuda médica.

1.9 Protección contra los riesgos de naturaleza mecánica

Con el fin de aislar el imán de perturbaciones mecánicas, está provisto de antivibradores de caucho inflados con aire. Éste es un sistema eficaz que lo protege de las vibraciones, pero el imán es muy sensible a las fuerzas laterales.



Precaución

Riesgo de balanceo en desplazamientos o durante su montaje. Respetar las instrucciones del manual del imán cuando se precise desplazarlo. Está estrictamente prohibido escalar sobre el imán.

Relleno de Nitrógeno

2 Depósito de transporte de nitrógeno líquido

Existen diferentes tipos de depósito para el transporte del nitrógeno líquido - símbolo químico N₂. Las características aquí descritas son aplicables a todos ellos, es muy importante seguir las medidas descritas a continuación, con objeto de efectuar una transferencia correcta y segura.

2.1 Riesgo de las bajas temperaturas

El depósito de transporte contiene nitrógeno líquido a -196°C. Respetar, durante la manipulación del depósito, las recomendaciones descritas en el [capítulo 1, “Seguridad durante las operaciones de relleno”](#), página 3.

2.2 Requisitos del depósito de transporte de nitrógeno

Un depósito de transporte, adecuado para hacer las transferencias, debe cumplir los siguientes requisitos:

- No debe ser ferromagnético. Esto es, que no debe ser susceptible a los campos magnéticos.



Precaución

Riesgo de lesiones : depósitos de transporte magnéticos pueden ser manejados de manera descontrolada hacia el imán y atrapar o aplastar a las personas.



Atención

Riesgo de deterioro del imán. Un depósito de transporte magnético es sensible a los campos magnéticos, lo que puede deteriorar el imán.

- Deberá estar equipado con una válvula de seguridad de sobrepresión, que permita la evacuación del nitrógeno en evaporación.
- Para la extracción del líquido, se requiere un tubo de transferencia protegido por una malla metálica, o de teflón/látex o PTFE (politetrafluoroetileno).



Precaución

Riesgo de lesiones causadas por cascotes de tubos de plástico que revientan con el efecto de las muy bajas temperaturas. Sólo utilizar los tubos de transferencia prescritos.

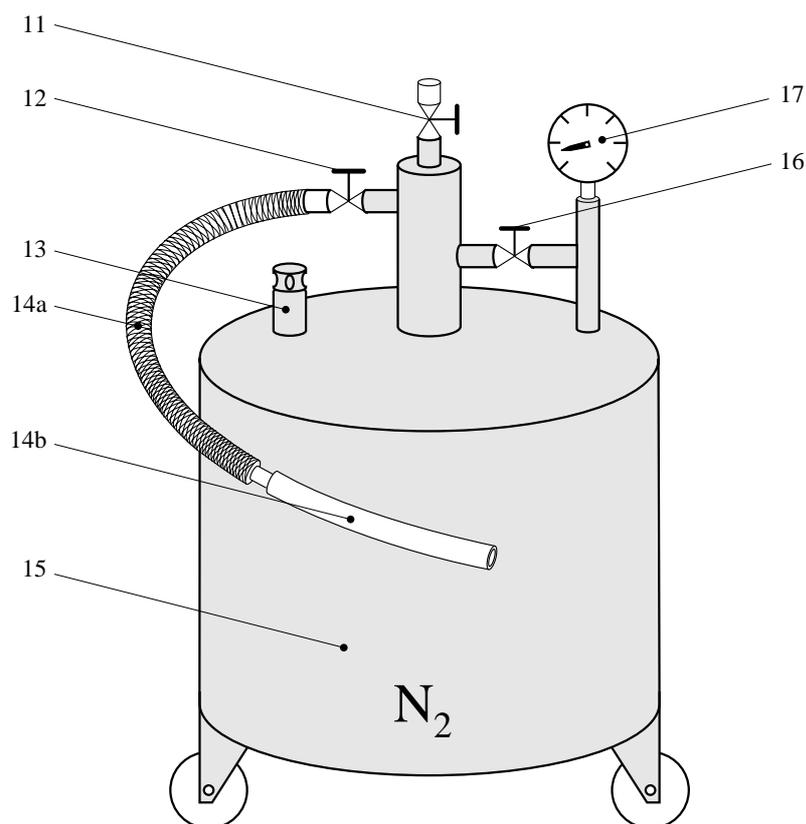


Observación

Podrá adquirirse en Bruker AG un juego completo de relleno con tubos PTFE y manguitos de unión - referencia Z53144.

2.3 Componentes principales

Un depósito de transporte de nitrógeno líquido incluye los siguientes elementos:



Depósito de transporte de nitrógeno líquido

Leyenda:

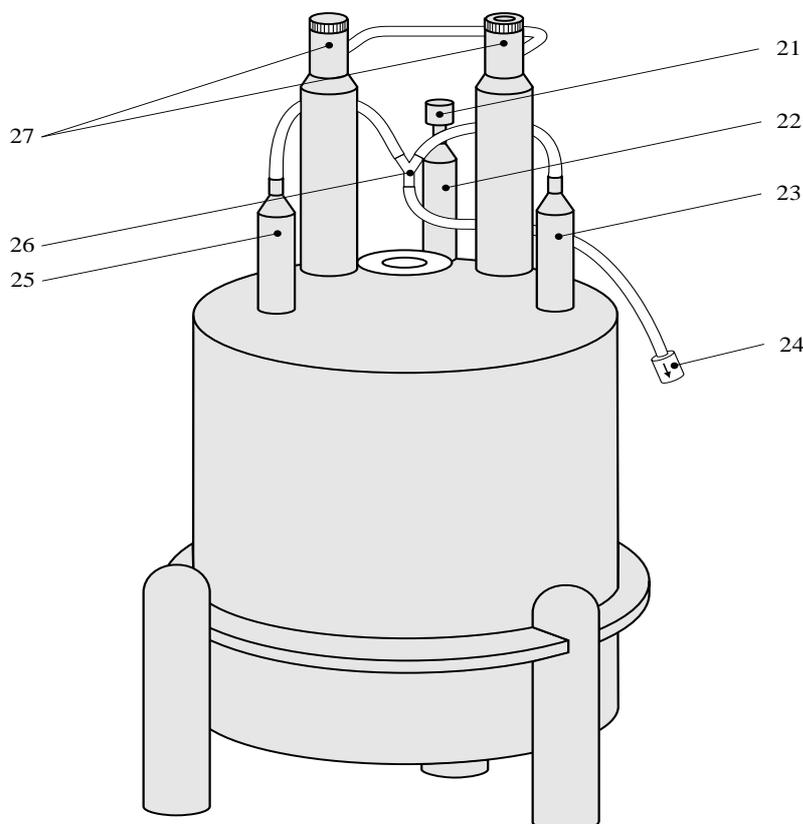
- 11 Válvula de evacuación del gas
- 12 Manguito del tubo de transferencia de nitrógeno líquido + válvula de extracción
- 13 Válvula de escape por exceso de presión
- 14a Tubo de transferencia con malla metálica
- 14b Tubo de transferencia Teflón
- 15 Depósito de transporte
- 16 Sistema de presurización
- 17 Manómetro

3 Sistema de regulación de flujo de nitrógeno sobre el Imán

A continuación se muestran todos los elementos comunes de un imán equipado con un sistema de regulación de flujo de nitrógeno gas con objeto de su identificación y así realizar una transferencia de nitrógeno líquido sin riesgo alguno.



Precaución El imán contiene nitrógeno líquido y genera un campo magnético muy intenso. Seguir las recomendaciones del [capítulo 1, “Seguridad durante las operaciones de relleno”](#), página 3.



Imán equipado con un sistema de regulación de flujo de nitrógeno

Leyenda

- 21 Válvula de seguridad
- 22 Chimenea de nitrógeno trasera
- 23 Chimenea de nitrógeno derecha
- 24 Válvula antiretorno
- 25 Chimenea de nitrógeno izquierda
- 26 Sistema de regulación de flujo de nitrógeno
- 27 Chimeneas de helio

4 Medida del nivel del fluido

La medida del nivel de nitrógeno en el imán da una indicación sobre la cantidad a rellenar y permite estimar la duración media de la operación de relleno, comprendida entre 5 y 15 minutos.

4.1 Útiles para la medida del líquido

La mejor forma de medir el nivel de nitrógeno es utilizando el Dip Stick. Se trata de un largo tubo delgado, en uno de cuyos extremos se sitúa un pequeño embudo – disponible en Bruker bajo la referencia Z27451. Si no se dispone de Dip Stick, la medida también puede efectuarse utilizando una varilla Epoxy.

4.2 Medida con ayuda del Dip Stick

Para realizar la medida con ayuda de un Dip Stick, proceder de la siguiente manera:

1. Introducir con cuidado el Dip Stick en la chimenea de nitrógeno derecha (23) observando su extremo.



Precaución

Riesgo de caída de nitrógeno sobre los ojos. Llevar gafas de protección.

2. En cuanto el nitrógeno chorree por el extremo del Dip Stick, parar la introducción. El escape del líquido se produce cuando el extremo caliente del Dip Stick entra en contacto con el nitrógeno líquido. El efecto provocado por la evaporación del nitrógeno empuja el nitrógeno líquido a través del tubo del Dip Stick.

Marcar la posición del Dip Stick sobre la parte alta de la chimenea de nitrógeno, y seguidamente sacarlo del depósito.

3. Observar el nivel actual del nitrógeno manteniendo el Dip Stick verticalmente contra la parte lateral del imán, situado el punto marcado a la altura de la salida de la chimenea. El extremo inferior del Dip Stick indica el nivel.

4.3 Medida con ayuda de una varilla Epoxy

Para la medida con ayuda de una varilla Epoxy, proceder de la siguiente manera:

1. Introducir cuidadosamente la varilla en la chimenea de nitrógeno (23) derecha hasta que toque el fondo del depósito.
2. Dejar que enfríe la varilla Epoxy, marcar su posición manteniéndola a nivel de la parte alta de la chimenea de nitrógeno y seguidamente sacarla del depósito.
3. Aplicar a la varilla un movimiento de balanceo.



Observación

La varilla se congela en la parte anteriormente sumergida en el nitrógeno líquido.

4. Medir el nivel manteniendo la varilla en la parte lateral del imán. El principio de la parte congelada indica el nivel actual de nitrógeno en el depósito.

5 Preparativos para la transferencia

5.1 Preparación del depósito de transporte

Para la transferencia de nitrógeno, preparar el depósito de transporte de la siguiente manera:

1. Bajar la presión hasta un máximo de 0,35 bar, abriendo la válvula de evacuación del gas (11).
2. Cerrar todas las restantes válvulas.

5.2 Preparación del imán

Para la transferencia de nitrógeno, preparar el imán de la siguiente manera:

3. Si el imán estuviera provisto de antivibradores de caucho: bajar el imán hasta el suelo, evacuando el aire de los antivibradores. Conmutar el interruptor, situado al pie del imán, a la posición DOWN.
4. Quitar los tubos del sistema de regulación de flujo de nitrógeno (26) de las chimeneas de nitrógeno derecha e izquierda, y en su caso, retirar los radiadores.



Observación

No todos los imanes están equipados con radiadores. Los radiadores se instalan en las chimeneas de nitrógeno para evitar su congelación.

5. Comprobar el paso del gas por ambas chimeneas de nitrógeno (23,25).

Se puede comprobar el paso por las chimeneas de nitrógeno observando la evacuación del nitrógeno en estado gaseoso. También se puede introducir una varilla en las chimeneas para comprobar el paso.



Precaución

En ningún caso se deberán desatascar las chimeneas de nitrógeno sin avisar previamente al servicio Bruker más próximo.



Observación

6. Fijar un tubo de teflón en la chimenea de nitrógeno izquierda (25) y alejar su extremo del imán.

Para ello lo más fácil es utilizar el tubo del sistema de regulación de flujo de nitrógeno.

7. Comprobar el nivel actual de nitrógeno [capítulo 4, “Medida del nivel del fluido”](#), página 10.



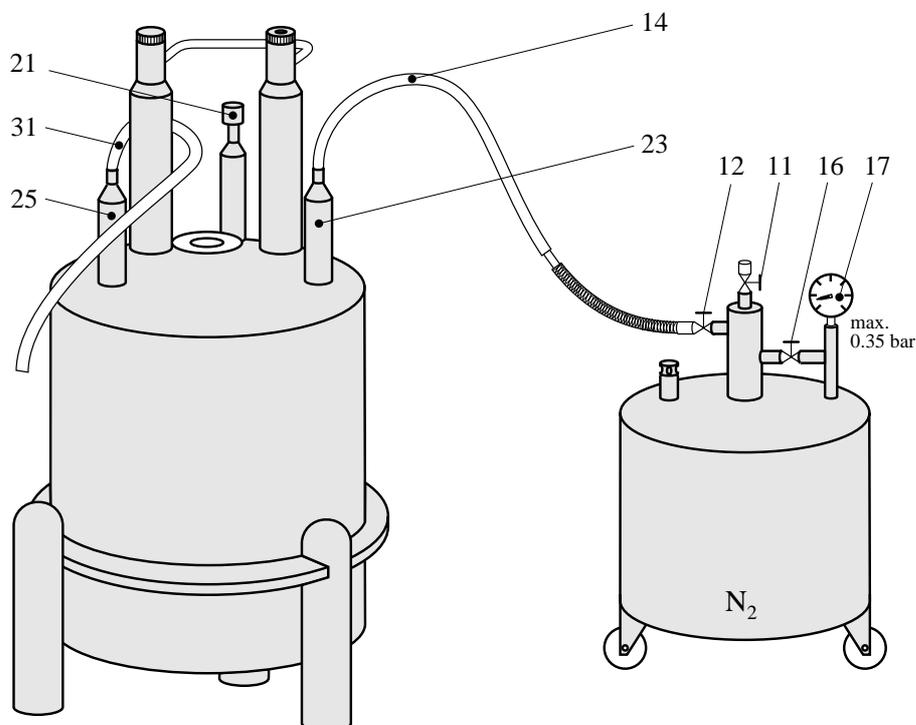
Precaución

Riesgo de fisura en el imán debido a una sobrepresión. Es imprescindible dejar la válvula de seguridad (21) en su sitio.

6 Procedimiento de relleno

Para proceder al relleno, es preciso conectar el imán al depósito de transporte mediante el tubo de transferencia. La transferencia se realiza gracias a una ligera sobrepresión (máximo 0,35 bar) en el depósito de transporte. La expulsión de nitrógeno líquido por la chimenea de nitrógeno izquierda indica el final del procedimiento de relleno.

El enlace entre el imán y el depósito de transporte lo realiza el tubo de transferencia (14).



Sistema listo para el procedimiento de relleno de nitrógeno.

Leyenda

- 11 Válvula de evacuación del gas
- 12 Manguito de unión del tubo de transferencia de nitrógeno líquido + válvula de extracción
- 14 Tubo de transferencia
- 16 Sistema de presurización
- 17 Manómetro
- 21 Válvula de seguridad
- 23 Chimenea de nitrógeno derecha (Fill-in port), utilizada para rellenar

- 25 Chimenea de nitrógeno izquierda.
- 31 Tubo de teflón

6.1 Conexión y transferencia de nitrógeno



Observación

1. Fijar el extremo libre del tubo de transferencia (14) en la chimenea de nitrógeno derecha (23).

La conexión se realiza mediante simple presión. No se requiere ninguna herramienta para la sujeción.

2. Estar atento durante todo el procedimiento, para actuar de forma inmediata en caso de que la presión supere los 0,35 bar o cuando se haya terminado el relleno.
3. Subir la presión hasta 0,35 bar y mantenerla en el depósito de transporte abriendo la válvula de evacuación (11) cuando aumente la presión, o accionando la válvula de generación de sobrepresión (16) cuando disminuya.



Precaución

Riesgo de que los depósitos revienten por sobrepresión. Respetar las presiones máximas admitidas.



Observación

4. Abrir la válvula de salida de nitrógeno líquido (12) y comprobar que el líquido se transfiere comienza a circular por el tubo.

Si se utiliza un tubo de transferencia de teflón, es muy fácil comprobar el correcto desarrollo de la transferencia.

5. Comprobar que el nitrógeno gas se escapa por la torreta izquierda (de salida).



Precaución

Riesgo de quemaduras provocadas por chorros de nitrógeno líquido. Mantener a todas las personas alejadas del área de transferencia.



Observación

6. Durante todo el transcurso del relleno, controlar la presión de transferencia en el manómetro (17) así como el paso correcto del líquido (escape de gas en la chimenea de nitrógeno izquierda).

7. Comprobar que el depósito de transporte contenga siempre una cantidad suficiente de nitrógeno líquido.

El depósito estará vacío cuando la presión leída en el manómetro (17) caiga bruscamente.

**Observación**

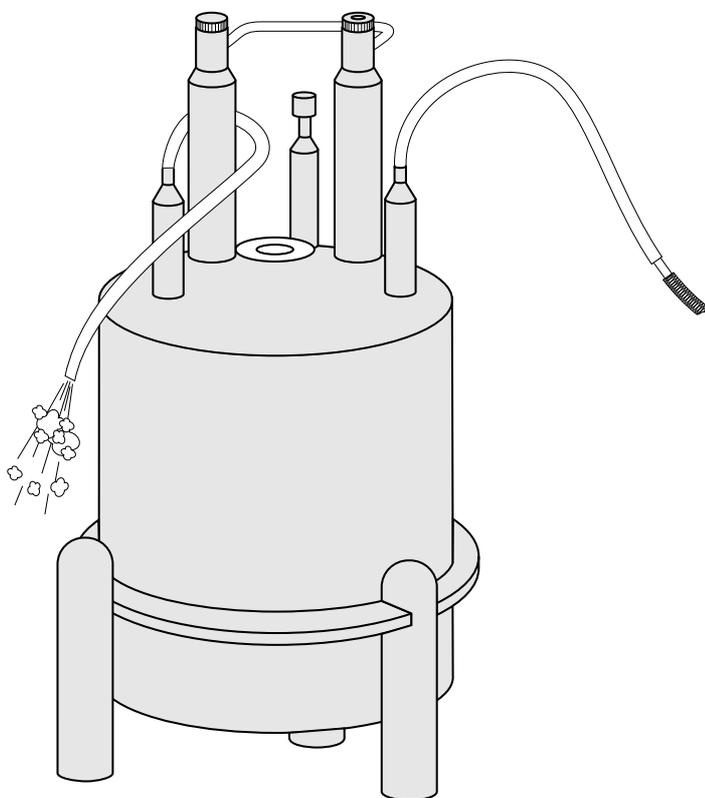
Se considerará terminado el procedimiento de relleno cuando escape nitrógeno líquido por el extremo del tubo de teflón fijado en la chimenea de nitrógeno izquierda del imán.

**Precaución**

El chorro de nitrógeno líquido deberá orientarse de forma que no alcance al imán.

6.2 Finalización de la operación

Se considerará finalizada la operación de relleno cuando el nitrógeno líquido escape por el extremo del tubo de teflón fijado a la chimenea de nitrógeno izquierda del imán.



Finalización de la operación de relleno:

1. Finalizar la operación cerrando la válvula de evacuación de nitrógeno líquido (12) y/o.
2. Bajar la presión del depósito de transporte mediante la apertura de la válvula de evacuación de nitrógeno en estado gaseoso (11).
3. Cerrar la válvula de presurización en el depósito.

6.3 Vuelta al estado normal después del relleno

Una vez finalizada la operación de relleno, volver a poner el sistema en su estado original, de la siguiente forma:

1. Esperar unos diez minutos para que se descongele el tubo de transferencia (14).
2. Calentar cuidadosamente el extremo del tubo de transferencia con ayuda de una pistola de aire caliente.
3. Quitar el tubo de transferencia (14) de la chimenea de nitrógeno derecha (23) del imán.
4. Quitar el tubo de teflón (31) de la chimenea de nitrógeno izquierda (25).
5. Comprobar el paso de nitrógeno en las chimeneas del imán (escape de nitrógeno en estado gaseoso, o introduciendo el Dip Stick).



Precaución

En ningún caso se deberán desatascar las chimeneas de nitrógeno sin avisar previamente al servicio Bruker más próximo.



Observación

6. Volver a conectar el sistema de regulación de flujo de nitrógeno (26).
Observar que la válvula antiretorno (24) está montada siguiendo el sentido del flujo de nitrógeno en estado gaseoso, es decir con la flecha en la misma dirección que este flujo.
7. Si el imán estuviera provisto de antivibradores de caucho: reactivar el sistema, poniendo el interruptor situado al pie del imán en posición UP.

6.4 Registro de los datos del relleno

La operación de relleno permite reponer la parte del nitrógeno que se hubiera evaporado. Si se apuntan sistemáticamente las cantidades transferidas, se puede calcular el consumo medio del imán. Una importante variación de este valor puede indicar un problema en el funcionamiento del imán.

1. Anotar la fecha y cantidad transferida.

Relleno de Helio

7 Depósito de transporte de helio líquido

Existen diferentes tipos de depósitos para el transporte de helio líquido - símbolo químico He. Las características aquí descritas son aplicables a todos ellos, y han de tomarse en cuenta para realizar un relleno en óptimas condiciones de seguridad.

7.1 Riesgo de las bajas temperaturas

El depósito de transporte contiene helio líquido a una temperatura de -269°C . Respetar, durante la manipulación del depósito, las recomendaciones del [capítulo 1](#), “Seguridad durante las operaciones de relleno”, [página 3](#).

7.2 Requisitos del depósito de transporte de helio

Un depósito de transporte de helio adecuado para el relleno debe cumplir los siguientes requisitos:

- No debe ser ferromagnético, es decir no debe ser sensible a los campos magnéticos creados por el imán.
- Deberá estar equipado con una válvula de seguridad de sobrepresión, fija y no ajustable.
- Deberá estar equipado con una válvula de sobrepresión que permita la evacuación del helio en evaporación.



Atención

Riesgo de lesiones provocadas por los choques. Los depósitos de transporte ferromagnéticos son sensibles al campo magnético del imán, y pueden dañar a las personas.

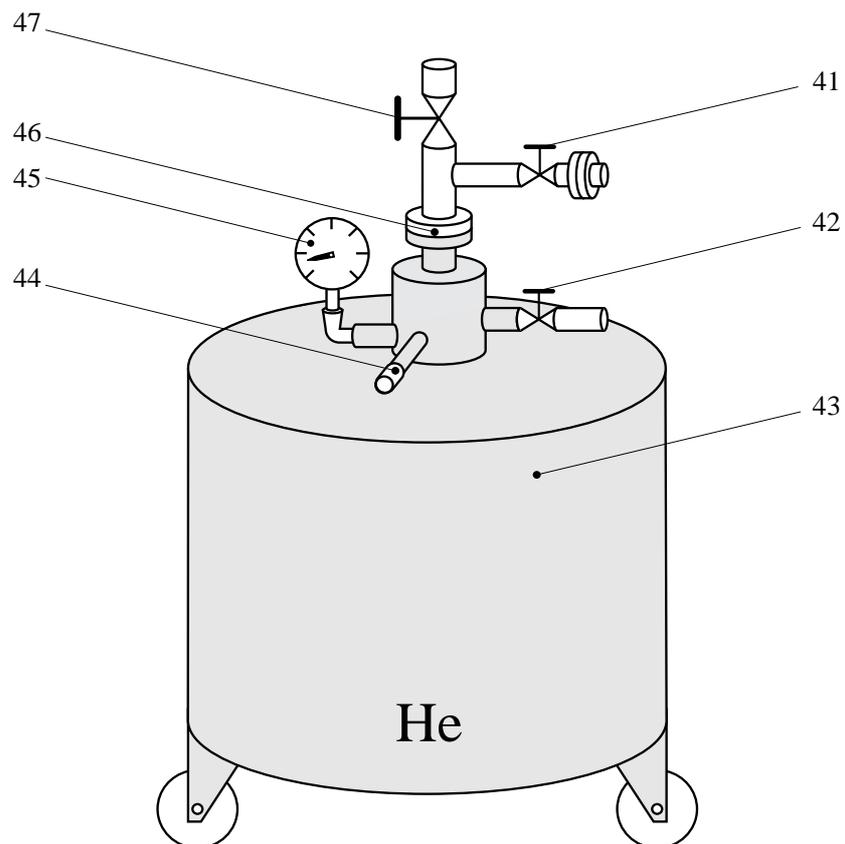


Precaución

Riesgo de deterioro del imán. Un depósito de transporte ferromagnético es sensible a los campos magnéticos, lo que puede deteriorar el imán.

7.3 Componentes principales

Un depósito de transporte de helio líquido está compuesto por los siguientes elementos:



Depósito de transporte de helio

Leyenda

- 41 Válvula de evacuación del gas y/o de generación de sobrepresión.
- 42 Válvula de despresurización
- 43 Depósito de transporte
- 44 Válvula de seguridad
- 45 Manómetro
- 46 Adaptador unido por junta tórica
- 47 Válvula de extracción de helio líquido

8 Caña de transferencia

Teniendo en cuenta las muy bajas temperaturas, se precisa una caña de transferencia específica para el helio líquido, que sea de doble pared, aislada y al vacío.



Observación

No utilizar nunca otra modalidad de transferencia, ni una caña dañada. La caña de transferencia se congelaría y el helio se evaporaría.



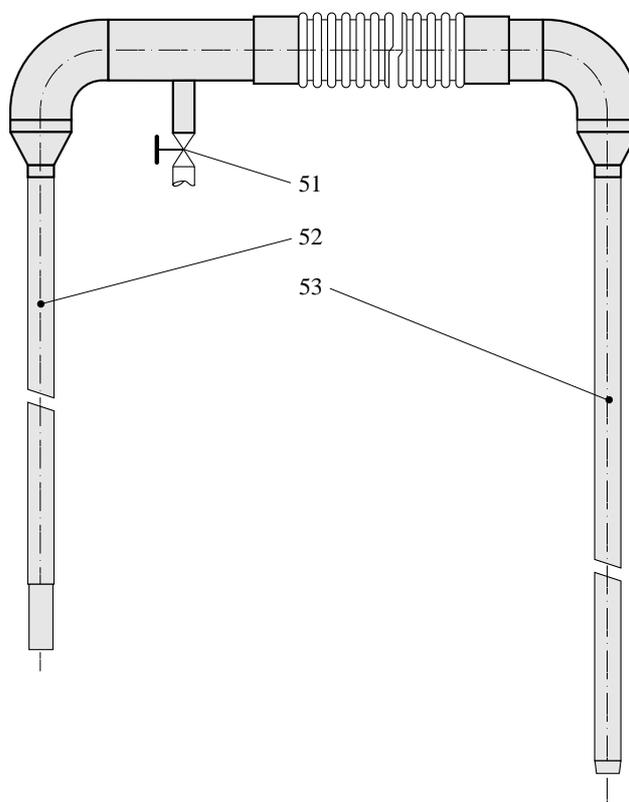
Precaución

En caso de problemas con la caña de transferencia, contactar con el servicio Bruker más próximo.



Observación

Se reconoce que una caña es defectuosa cuando se congela excesivamente en su parte no aislada.



Caña de transferencia

Leyenda

- 51 Válvula de bombeo de la caña de transferencia
- 52 Tubo de empalme, lado imán
- 53 Tubo de empalme, lado depósito de transporte

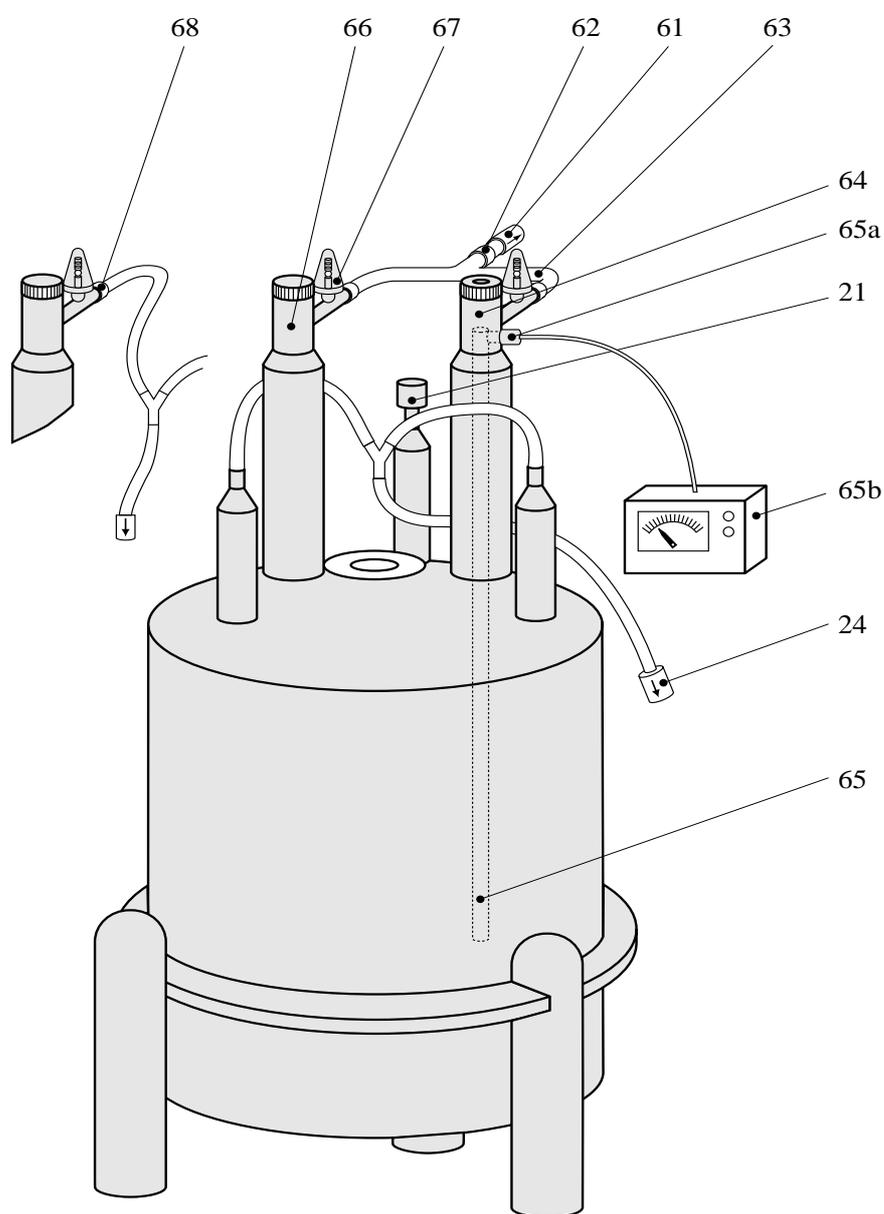
9 Imán

A continuación encontrarán todos los elementos requeridos para efectuar una transferencia de helio líquido segura.



Precaución

El imán contiene helio líquido y genera un campo magnético muy intenso. Respetar las recomendaciones del [capítulo 1, “Seguridad durante las operaciones de relleno”](#), página 3.



Imán

Leyenda

-
- 21 Válvula de seguridad (nitrógeno)
 - 24 Válvula antiretorno (nitrógeno)
 - 61 Válvula antiretorno (helio)
 - 62 Reductor de oscilación del baño de helio
 - 63 Tubo en forma de U (colector)
 - 64 Chimenea de helio derecha con sifón
 - 65 Sonda de nivel de helio
 - 65a Conector de empalme de la sonda de nivel de helio
 - 65b Aparato de medida del nivel de helio
 - 66 Chimenea de helio izquierda
 - 67 Válvula de Quench
 - 68 Adaptador con tubo

**Observación**

No todos los imanes están equipados con un tubo en forma de U (63). En tal caso, vienen equipados con adaptadores con su correspondiente tubo (68), respectivamente conectados a las dos chimeneas de helio. Se unen con ayuda de un manguito en forma de Y y se conectan con la atmósfera a través de la válvula antiretorno (61).

10 Control del nivel

La medida del nivel de helio en el imán permite determinar la cantidad de helio a transferir durante la operación de relleno. Una medida de nivel en el depósito de transporte permite determinar la cantidad efectivamente transferida, o incluso comprobar si todavía contiene helio.

10.1 Control del nivel de helio en el imán

Para la medida del nivel de helio, el imán está equipado con una sonda de medida eléctrica (65). En el conector estándar de la sonda (65a), se puede enchufar cualquier aparato de medida comercializado. Respetar las instrucciones de uso del aparato de medida empleado.

10.2 Control del nivel en el depósito de transporte

La medida del nivel en el depósito de transporte sólo es posible antes o después de la operación de relleno. No obstante, durante la transferencia se puede controlar si queda helio en el depósito.



Observación

Para la medida del nivel, se precisa el Dip Stick. Se trata de un largo tubo delgado, en uno de cuyos extremos se sitúa un pequeño embudo. Está disponible en Bruker, bajo la referencia Z27451.

Medida del nivel

Para medir el nivel en el depósito de transporte, se requiere un mínimo de destreza. Proceder de la siguiente forma:

1. Despresurizar el depósito de transporte, abriendo a tal efecto la válvula de evacuación del gas (41).
2. Abrir la válvula de extracción de helio líquido (47) e introducir cuidadosamente el Dip Stick hasta el fondo del depósito.
3. Marcar la posición del Dip Stick a la altura de la válvula de salida.
4. Cerrar el extremo del Dip Stick colocando en él el pulgar ligeramente húmedo, o con objeto de sentir claramente o escuchar el burbujeo del helio (muy baja frecuencia).
5. Sacar lentamente el Dip Stick del depósito hasta que la frecuencia de burbujeo del helio cambie bruscamente.



Observación

La frecuencia de burbujeo del helio se acelera muy claramente cuando el extremo del Dip Stick sale del helio líquido. Si no se hubiera apreciado el cambio de frecuencia, basta con volver a sumergir el Dip Stick en el depósito y volver a iniciar el procedimiento.

6. Marcar la altura del Dip Stick sobre la válvula de salida, en la posición del cambio de frecuencia con ayuda de la otra mano.
7. Medir en el Dip Stick, la distancia entre las dos marcas y deducir la cantidad de helio disponible con ayuda de la tabla situada en el depósito.
8. Cerrar la válvula de evacuación del gas (41) así como la de extracción de helio líquido (47).

Control del nivel

Durante la transferencia de helio, el nivel de helio restante en el depósito de transporte sólo se puede controlar de forma indirecta.

El método más sencillo consiste en controlar el nivel con ayuda del aparato de medida (65b). Si el nivel continúa aumentando progresivamente, es probablemente queda líquido en el depósito.

**Observación**

La sonda de helio es muy sensible al hielo. En tal caso, indica un valor constante erróneo. Algunos aparatos de medida están equipados con un sistema de deshielo. Consultar el manual de uso.

**Precaución**

Si no se puede realizar el deshielo, contactar con el servicio Bruker más próximo.

Si se utiliza un globo para la generación de sobrepresión en el depósito, la falta de helio líquido le impedirá inflarse por completo.

Si se utiliza una botella de helio gas para la generación de sobrepresión en el depósito, proceder de la siguiente manera:

1. Cerrar la válvula de presurización (41) y quitar el tubo procedente del cilindro de helio en estado gaseoso.
2. Abrir la válvula de presurización (41) y observar si el depósito está realmente bajo presión.

**Observación**

La presión no puede establecerse en un depósito vacío, porque el gas se evacua directamente hacia el imán, a través de la caña de transferencia.

3. Volver a conectar el tubo procedente del cilindro de helio en estado gaseoso y abrir la válvula de generación de presurización (41).

11 Preparación de la transferencia

Para preparar el imán antes de la transferencia, proceder de la siguiente manera:

1. Si el imán estuviera provisto de antivibradores de caucho: bajar el imán al suelo evacuando el aire de los antivibradores. Poner el interruptor situado al pie del imán en la posición DOWN.
2. Comprobar que las chimeneas de nitrógeno estén conectadas a una válvula antiretorno. En caso contrario, cerrarlas con tapones de caucho.



Precaución

El empleo de tapones de caucho provoca una sobrepresión en el imán. No olvidar quitarlos finalizada la operación de relleno.

Con el cierre del depósito de nitrógeno del imán, se evita la entrada de aire provocada por una bajada de temperaturas a raíz de la transferencia de helio.

3. Comprobar que la válvula de seguridad N2 (21) esté correctamente montada en la chimenea de nitrógeno trasera.

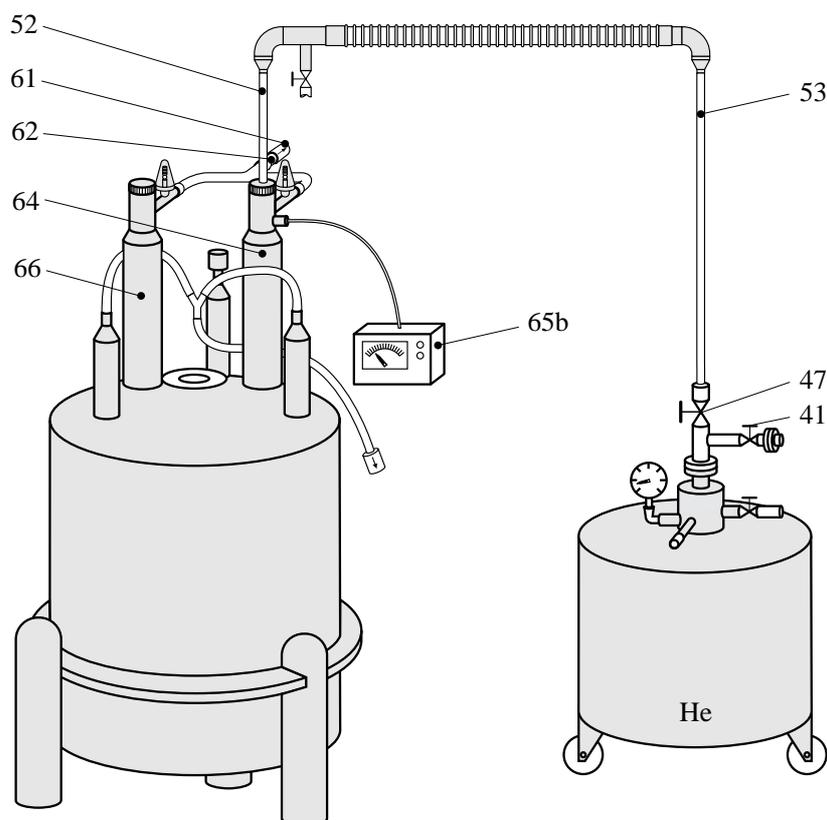


Precaución

Riesgo de fisura en el imán. Es imprescindible dejar las válvulas de seguridad y de Quench en sus respectivos lugares.

12 Procedimiento de relleno

En primer lugar, enfriar la caña de transferencia antes de conectar el depósito de transporte con el imán. La transferencia de helio se efectúa gracias a una ligera presión en el depósito de transporte. Se considerará finalizada la operación cuando se escape helio líquido por la apertura de evacuación del imán.



Sistema implicado en el procedimiento de relleno

Leyenda

- 41 Válvula de evacuación del gas y/o generación de sobrepresión.
- 47 Válvula de extracción de helio líquido
- 61 Válvula antiretorno (helio)
- 62 Reductor de oscilación del baño de helio
- 64 Chimenea de helio derecha con sifón
- 65b Aparato de medida del nivel de helio
- 66 Chimenea de helio izquierda

12.1 Enfriamiento de la caña de transferencia

Para poder transferir helio líquido en el imán, es obligatorio enfriar la caña de transferencia. A tal efecto, proceder de la siguiente manera:



Importante

Antes de proceder a su ejecución, leer atentamente las siguientes instrucciones:

1. Quitar la válvula antiretorno (61) y el reductor de oscilación del baño de helio (62) en caso de que el imán tuviera uno.
2. Quitar el adaptador, con su respectivo tubo (68), de la chimenea de helio izquierda (66).
3. Volver a cerrar la apertura con un pañuelo de papel.



Observación

De esta forma, se evita cualquier entrada de aire en el depósito de helio. El aire presente en el depósito de helio se congela inmediatamente.

4. Despresurizar el depósito de transporte; a tal efecto, abrir momentáneamente la válvula de evacuación del gas (41).
5. Cerrar todas las válvulas del depósito de transporte.
6. Introducir el tubo de empalme (53) de la caña de transferencia en la válvula de extracción de helio (47) hasta que choque contra la bola de cierre.
7. Preparar la chimenea de helio derecha del imán (64) para la transferencia. Quitar el conjunto: tapón, tuerca de bloqueo, arandela y junta tórica, y volver a tapar inmediatamente la chimenea, volviendo a colocar el tapón en el orificio para evitar cualquier entrada de aire en el depósito de helio.
8. Preparar la caña de transferencia para su conexión al imán, montando la tuerca de bloqueo, la arandela y la junta tórica en el tubo (52) de la caña de transferencia.
9. Abrir la válvula de extracción de helio (47). Introducir progresivamente la caña de transferencia en el depósito de transporte, hasta que el helio en estado gaseoso se escape por el otro extremo de la caña.
10. Dejar enfriar la caña de transferencia hasta expulsión de helio líquido.



Observación

Fácilmente se puede reconocer la presencia de helio líquido en el extremo de la caña. El chorro tiene la forma de la llama de una vela.

12.2 Conexión de la caña de transferencia

Una vez la caña de transferencia esté enfriada, se podrá establecer la conexión entre el depósito de transporte y el imán, para iniciar la operación de transferencia.



Precaución **Riesgo de quench debido a la introducción de una caña de transferencia no suficientemente fría. Enfriar la caña de transferencia hasta observar la expulsión de helio líquido.**

11. Introducir con cautela el tubo de empalme (52) de la caña de transferencia (sin su alargador) en la chimenea de helio derecha y fijarlo con una tuerca de bloqueo.



Importante **El extremo de la caña de transferencia no deberá en ningún caso introducirse en el sifón del depósito de helio del imán. Si choca contra el sifón, sacarlo unos 2 o 3 cm y sujetarlo con ayuda de la tuerca.**

12.3 Presurización del depósito de transporte

El helio se transfiere gracias a una ligera presión en el depósito de transporte. En ningún caso deberá superar los 0,35 bar. La presión puede establecerse de la siguiente manera:

12. Conectar un cilindro de helio en estado gaseoso de alta calidad a la válvula de generación de sobrepresión (41) y abrir ligeramente la válvula para establecer paulatinamente la sobrepresión, o
13. Conectar un globo de caucho en la válvula de generación de sobrepresión (41) y aplastarlo. El intercambio de helio caliente así provocado en el depósito de transporte basta para crear la sobrepresión requerida.



Observación En algunos depósitos de transporte mal aislados, la sobrepresión se establece de forma natural, mediante la evaporación del helio líquido.



Observación La duración de la operación de relleno puede alcanzar una hora, si el nivel en el imán se encontraba al mínimo antes del relleno.

12.4 Transferencia de helio



Observación La transferencia empieza desde que se introduce el tubo de empalme (52). Prueba de ello es el pañuelo de papel, expulsado de la chimenea de helio izquierda.

14. Introducir el tubo de empalme (53) a fondo en el depósito de transporte, y seguidamente sacarlo aproximadamente tres centímetros. Así se evita que la caña se atasque durante la transferencia.
15. Activar en continuo el sistema de medida del nivel de helio en el imán (65b).
16. Mantener la presión en el depósito de transporte (ver [capítulo 12.3, “Presurización del depósito de transporte”](#), página 26).

12.5 Supervisión de la transferencia de helio

17. Controlar todo el procedimiento de relleno, y procurar mantener la presión a un máximo de 0,35 bar.



Precaución

Riesgo de explosión de los depósitos a consecuencia de una presión excesiva. Respetar imperativamente la presión máxima de 0,35 bar.



Observación

50 a 100 milibares son suficientes para garantizar una correcta transferencia.

18. Durante la transferencia, comprobar que el depósito de transporte contenga todavía helio líquido (ver [capítulo 10.2, “Control del nivel en el depósito de transporte”](#), página 21).



Observación

Un incremento progresivo de la medida de helio en el imán (65b) indica la presencia de helio líquido en el depósito de transporte.



Observación

La sonda de helio es muy sensible al hielo. En ese caso, indica un valor erróneo. Algunos aparatos de medida están equipados con un sistema de deshielo. Consultar su manual de uso.



Atención

En caso de que el deshielo no pudiera producirse, contactar con el servicio Bruker más próximo.

19. Parar la transferencia cuando el depósito de helio del imán esté lleno.

Se considera que el depósito está lleno cuando:

- la sonda de medida indique un 100%.
- aire líquido (nitrógeno y oxígeno) gotee a la altura del tubo en forma de U.



Observación

Respetar las recomendaciones de prudencia descritas en el [capítulo 1.4, “Protección contra los riesgos de incendio y explosión”](#), página 4.

- el helio líquido, reconocible por su llama, se escape de la apertura de evacuación.



Atención

En caso de que el deshielo no pudiera producirse, contactar con el servicio Bruker más próximo.

12.6 Finalización de la transferencia y extracción de la caña de transferencia

Se finalizará la transferencia cuando el helio líquido, reconocible por su llama, se escape de la apertura de evacuación.

Para finalizar la operación de transferencia, proceder de la siguiente manera:

1. Cerrar la válvula de generación de sobrepresión (41) y desconectar el tubo de la botella de helio gas.
2. Despresurizar el depósito de transporte abriendo la válvula de generación de presurización (41).
3. Desenroscar la tuerca de bloqueo y extraer simultáneamente la caña de transferencia de los dos depósitos.



Precaución

Riesgo de quemaduras al tocar la caña de transferencia, que se encuentra a una temperatura muy baja. Utilizar guantes de protección durante la manipulación.

4. Cerrar inmediatamente la chimenea de helio derecha, colocando provisionalmente el tapón.



Observación

Descongelar todas las piezas heladas con ayuda de una pistola de aire caliente.

5. Una vez descongeladas, quitar la junta tórica, la arandela y la tuerca de bloqueo de la caña de transferencia. Comprobar el estado de la junta tórica.

12.7 Vuelta al estado normal después del relleno

Una vez finalizada la operación de relleno, volver a poner el sistema en su estado original.

1. Volver a cerrar todas las válvulas del depósito de transporte.
2. Abrir la válvula de escape (41) del depósito de transporte.
3. Volver a cerrar definitivamente la chimenea de helio derecha (64) con la junta tórica, la arandela, el tapón y la tuerca de bloqueo.
4. Montar la válvula antiretorno (61) en la salida del tubo en forma de U del imán, con la flecha indicando el sentido del flujo de helio en estado gaseoso, es decir dirigida hacia la salida del imán.
5. Volver a montar el adaptador con tubo (68) en la chimenea de helio izquierda.

13 Ultimos pasos

Se finaliza la operación de transferencia controlando si el imán está de nuevo en condiciones normales de funcionamiento, y actualizando los datos de relleno.

13.1 Registro del relleno

El procedimiento de relleno sirve para repostar la parte de helio que se hubiera evaporado. Apuntando sistemáticamente las cantidades transferidas, se puede determinar el consumo medio del imán. Una variación importante de este valor puede indicar un problema en el funcionamiento del imán.

1. Determinar las cantidades transferidas mediante pesada o medida del nivel con ayuda del Dip Stick.
2. Apuntar la fecha y cantidad transferida en el imán, así como aquella tomada del depósito de transporte.
3. Apuntar el nivel de helio antes y después de los rellenos.
4. Comprobar que las chimeneas de nitrógeno estén equipadas con válvulas antiretorno y quitar, en su caso, los tapones.



Precaución

Riesgo de sobrepresión en el imán en caso de olvidar los tapones de caucho. Quitar imperativamente los tapones.

5. Si el imán estuviera provisto de antivibradores de caucho: reactivar el sistema poniendo el interruptor situado al pie del imán en la posición UP.

13.2 Controles

Para comprobar las buenas condiciones de funcionamiento del imán, controlar los siguientes puntos:

6. Inmediatamente después del relleno, controlar que el tubo en forma de U se descongela paulatinamente. En su caso, utilizar - con precaución - una pistola de aire caliente para acelerar el deshielo.
7. Transcurridas algunas horas, comprobar que el nitrógeno en estado gaseoso se evacua correctamente a través de las chimeneas de nitrógeno.



Precaución

Riesgo de fisura en el imán si las chimeneas de nitrógeno están heladas. Comprobar que efectivamente el nitrógeno gas sale del exterior.



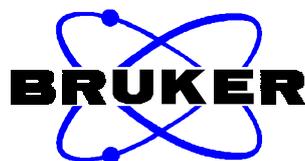
Observación

Si transcurridas algunas horas, no se observase ningún escape de nitrógeno en estado gaseoso, la razón podría ser que las chimeneas estuvieran heladas. Controlar la calidad del paso consultando a tal efecto el [capítulo 5.2, “Preparación del imán”](#), página 11.



Precaución

En ningún caso se deberán desatascar las chimeneas de nitrógeno sin haber avisado previamente al servicio Bruker más próximo.

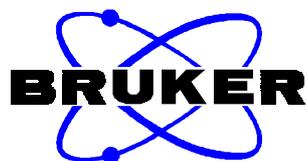


Anexo

14 Terminología

Este glosario enumera los principales términos técnicos.

Amortiguador del baño de helio	Sistema montado en el tubo en forma de U para amortiguar las oscilaciones termoacústicas del helio en estado gaseoso.
Antivibradores de caucho	Amortiguadores antivibratorios montados sobre o al pie del imán.
Caña de transferencia	Conducto con pared de aislamiento al vacío para transferir helio líquido
Depósito de transporte	Depósito con pared de aislamiento al vacío para el transporte de fluidos criogénicos.
Dip Stick	Se trata de un largo tubo delgado provisto en uno de sus extremos de un pequeño embudo para la medida del nivel de helio líquido.
Fluido criogénico	Gas licuado de muy baja temperatura.
Helio	Gas incoloro e inodoro, con símbolo químico He.
Imán	Imán supraconductor sumergido en un depósito de helio líquido que se encuentra, por razones de aislamiento, rodeado por un depósito de nitrógeno líquido.
Llama	Forma visible del helio líquido a la salida de un conducto.
Manómetro	Aparato de medida de la presión de los gases.
Nitrógeno	Gas incoloro e inodoro con símbolo químico N ₂ Nitrógeno líquido -196°C
Quench	Descarga brusca del imán por la pérdida del estado supraconductor. Durante un quench, la energía del imán se transforma en calor, lo que provoca la evaporación de una gran cantidad de helio y nitrógeno.
Sifón	Embudo metálico con un tubo que llega hasta el fondo del depósito de helio del imán.
Sistema de regulación del flujo de nitrógeno	Conjunto montado en el imán que permite el escape del nitrógeno en estado gaseoso a la atmósfera, al tiempo que impide la entrada de aire en el depósito de nitrógeno líquido
Sonda Helio	Sonda de medida eléctrica del nivel de helio.
Tubo en forma de U	Manguito de unión de las dos chimeneas de helio en el imán.
Válvula de quench	Válvula de escape de gran caudal.



Varilla Epoxy	Larga varilla de fibra de vidrio para la medida del nivel de nitrógeno A quench happens when the stored magnetic energy is converted to heat, due to loss of super-conductivity. The heat produced results in rapid evaporation of large quantities of helium and nitrogen.
Quench valve	Pressure release valve with large outlet capacity.
Siphon	Metal regulator with tube in the magnet system, which reaches to the floor of the helium tank.
Transfer Line	Vacuum isolated transfer pipe for liquid helium.
Transport vessel	Vacuum isolated vessel for the transportation of liquid helium or nitrogen.
U-tube	Connecting piece which connects the outlets of the two helium turrets.

15 Paneles de señalización / pictogramas



Atención : Campos magnéticos intensos.



Peligro: Acceso prohibido a portadores de marcapasos.



Peligro: Acceso prohibido a portadores de implantes.



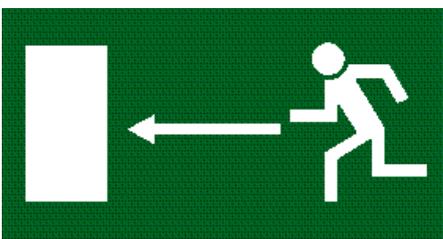
Atención :

Riesgo de deterioro de relojes, aparatos electrónicos, etc.



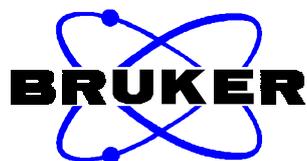
Atención :

Riesgo de deterioro de tarjetas de crédito, soportes magnéticos, etc.



Observación:

Salida de emergencia del laboratorio.



16 Index

C

Caña de transferencia 18
Comprobar el paso por las chimeneas 11
Conexión de la caña de transferencia 26
Control del nivel 21, 22
Control del nivel de helio en el imán 21

D

Depósito de transporte de helio líquido 16
Depósito de transporte de nitrógeno líquido 7
Depósitos con presión muy elevada 4
Depósitos de líquidos criogénicos 5
Diagrama de temperatura 5
Dip Stick 10

E

Enfriamiento de la caña de transferencia 25
Enorme evaporación 5

F

Finalización de la operación (nitrógeno) 14

G

Grandes oscilaciones 5
Graves quemaduras por frío 4

I

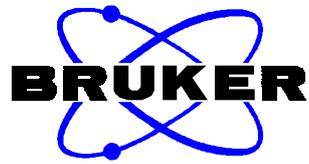
Imán 9, 19
Incremento de la temperatura 5

M

Medida con ayuda de una varilla 10
Medida con ayuda del Dip Stick 10
Medida del nivel de nitrógeno 10

P

Peligro de paro cardíaco para las personas portadoras de marcapasos 3
Preparativos para la transferencia 11
Procedimiento de relleno (helio) 24
Procedimiento de relleno (nitrógeno) 12
Protección contra el campo magnético 3
Protección contra los gases 4
Protección contra los líquidos criogénicos 3
Protección contra los riesgos de naturaleza mecánica 6
Protección contra riesgos de explosión debido a depósitos con presión alta 4
Puntos de ebullición 4



R

Reductor de oscilación del baño de helio 20
Registro del relleno 29
Requisitos del depósito de transporte de nitrógeno 7
Riesgo de asfixia 4
Riesgo de balanceo 6

S

Sistema de regulación de flujo de nitrógeno 9

T

Transfer Preparation (Helium) 23
Transferencia de helio 26
Transferencia de nitrógeno 13
Tubo de transferencia 12
Tubo en forma de U 20

U

Utiles para la medida del liquido 10