

Manual de instrucciones

Set para la determinación de la densidad para balanzas analíticas KERN ABJ / ABS

KERN ABS-A02

Versión 1.0
04/2010
E



ABS-A02-BA-s-1010



KERN ABS-A02

Versión 1.0 04/2010

Manual de instrucciones

Set para determinación de densidad para las balanzas analíticas
KERN ABJ / ABS

Índice:

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	ELEMENTOS ENTREGADOS.....	3
2	PRINCIPIOS DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD	5
2.1	VALORES QUE INFLUYEN EN LOS RESULTADOS Y ORÍGENES DE ERRORES.....	6
3	INSTALACIÓN DEL SET PARA DETERMINACIÓN DE DENSIDAD	7
4	DEFINIR LA DENSIDAD DE CUERPOS SÓLIDOS	9
4.1	PUESTA EN MARCHA DE LA FUNCIÓN.....	9
4.2	INTRODUCCIÓN DE LA “DENSIDAD DEL LÍQUIDO DE MEDIDA”.....	10
4.3	MEDICIÓN DE LA “DENSIDAD DEL CUERPO SÓLIDO”.....	11
4.3.1	Definición de la densidad de los cuerpos sólidos cuya densidad es inferior a 1 g/cm ³ ..	11
5	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LOS LÍQUIDOS	12
5.1	PUESTA EN MARCHA DE LA FUNCIÓN.....	12
5.2	DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CUERPO SUMERGIBLE DE VIDRIO.....	13
5.3	INTRODUCCIÓN DEL VOLUMEN DEL CUERPO SUMERGIDO.....	14
5.4	MEDICIÓN DE LA “DENSIDAD DE LÍQUIDOS”.....	15
6	CONDICIONES PARA MEDIR CON PRECISIÓN	16
6.1	OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS.....	16
6.2	FACTORES QUE INFLUYEN EN UNA MEDICIÓN ERRÓNEA.....	17
6.2.1	Burbujas de aire.....	17
6.2.2	Muestra del cuerpo sólido.....	17
6.2.3	Líquidos.....	17
6.2.4	Superficie.....	17
6.2.5	Cuerpo sumergible de vidrio para mediciones de líquidos.....	18
6.3	INFORMACIONES GENERALES.....	18
6.3.1	Densidad / densidad relativa.....	18
6.3.2	La deriva de la indicación de la balanza.....	18
7	CUADRO DE DENSIDAD DEL AGUA	19
8	CARÁCTER ALEATORIO DE LOS RESULTADOS EN LA DETERMINACIÓN DE DENSIDAD DE LOS CUERPOS SÓLIDOS	20
9	CONSEJOS PRÁCTICOS	21

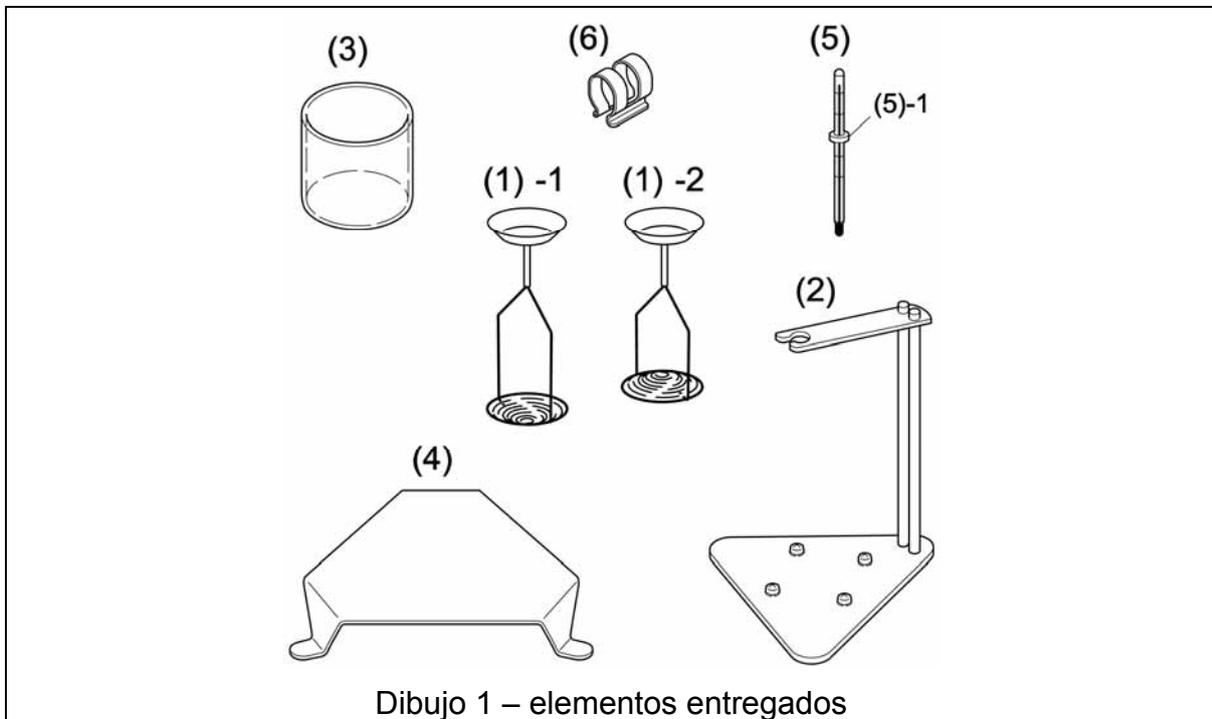
1 Introducción



- Para garantizar el funcionamiento correcto y exacto del aparato, lea detenidamente el manual de instrucciones.
- Estas instrucciones describen únicamente las tareas a realizar con el set para determinación de densidad. Para más información sobre el manejo de la balanza consulte el manual de instrucciones adjunto a cada balanza.

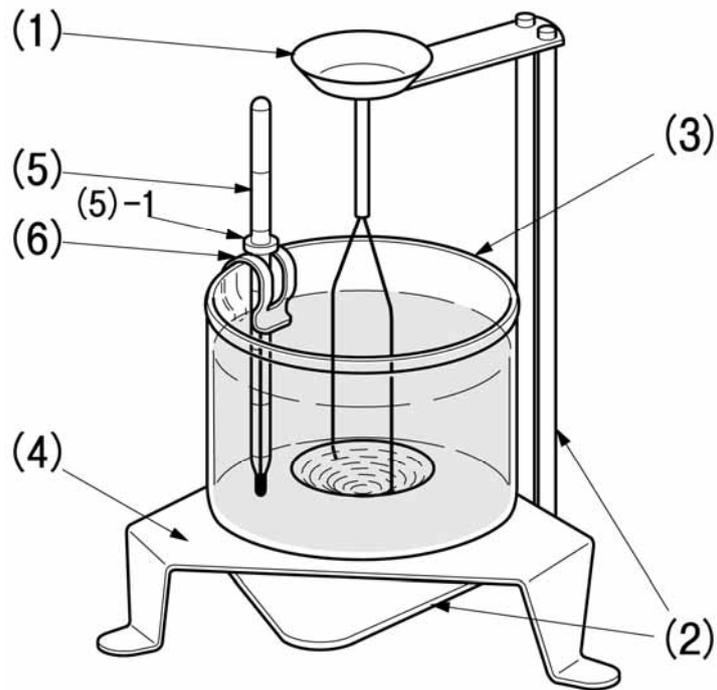
1.1 Elementos entregados

- ⇒ Inmediatamente después de haber desembalado el envío es indispensable asegurarse que el embalaje y el set de determinación de la densidad no presenten daños visibles.
- ⇒ Asegurarse que todos los elementos han sido entregados.

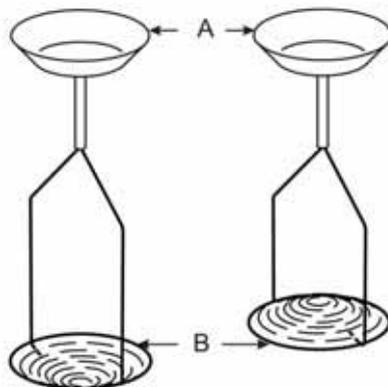


Dibujo 1 – elementos entregados

Nº	Descripción	Cantidad
(1) -1	Platillo universal para la balanza (para muestras $d > 1 \text{ g/cm}^3$)	1
(1) -2	Platillo universal para la balanza (para muestras $d < 1 \text{ g/cm}^3$)	1
(2)	Soporte de sujeción del platillo	1
(3)	Recipiente de vidrio	1
(4)	Soporte del recipiente de vidrio	1
(5)	Termómetro	1
(5) -1	Tapón de goma del termómetro	1
(6)	Soporte de sujeción del termómetro	1
	Cuerpo sumergible de vidrio, ver dibujo 4	1
	Manual de instrucciones	1



Dibujo 2: Set para la determinación de la densidad **KERN ABS-A02** instalado correctamente



Dibujo 3: Platillos universales para la balanza

A Platillo superior (masa de la muestra en el aire)

B Platillo inferior (masa de la muestra en el líquido de medida)



Dibujo 4: Cuerpo sumergible de vidrio

2 Principios de determinación de la densidad

Los tres valores físicos básicos son: el **volumen** y la **masa** de los cuerpos sólidos, así como la **densidad** de los líquidos. La masa y el volumen son relacionadas por la densidad:

La densidad [ρ] se expresa por la relación entre la masa [m] y el volumen [V].

$$\rho = \frac{m}{V}$$

La unidad de densidad en el sistema SI es el kilogramo por metro cúbico (kg/m^3). 1 kg/m^3 es igual a la densidad de un cuerpo homogéneo que con su masa de 1 kg presenta el volumen de 1 m^3 .

Otras unidades comúnmente utilizadas son:

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, 1 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

Gracias a nuestro set de definición de la densidad, acoplado a las balanzas KERN ABS/ABJ, es posible definir rápidamente la densidad de los cuerpos sólidos y líquidos. El modo de trabajo de nuestro set de definición de densidad se basa en el **Principio de Arquímedes**:

EL EMPUJE ES UNA FUERZA QUE SE EJERCE SOBRE EL CUERPO SUMERGIBLE EN EL FLUIDO. EL EMPUJE DEL CUERPO ES IGUAL AL PESO DEL VOLUMEN DEL FLUIDO DESPLAZADO. DICHA FUERZA ES VERTICAL CON SENTIDO ASCENDENTE.

Así, el cálculo de la densidad se realiza mediante la siguiente formula:

Para la determinación de la densidad de los cuerpos sólidos

Nuestras balanzas permiten pesar los cuerpos sólidos tanto en el aire [A], como en el agua [B]. Si la densidad de la muestra empujada [ρ_o] es conocida, la densidad del cuerpo sólido [ρ] se calcula de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{A}{A-B} \rho_o$$

ρ = Densidad de la muestra

A = Masa de la muestra en el aire

B = Masa de la muestra en el líquido de medida

ρ_o = Densidad del líquido de medida

Para la determinación de la densidad de los líquidos

La densidad de un líquido se define mediante el uso del cuerpo sumergible, cuyo volumen [V] es conocido. El cuerpo sumergible puede ser pesado tanto en el aire [A], como en el líquido analizado [B].

Según el Principio de Arquímedes, el fluido empuja [G] al cuerpo sumergido. El empuje del cuerpo es igual al peso del volumen de fluido desplazado.

El volumen [V] del cuerpo sumergible es igual al volumen del líquido empujado.

$$\rho = \frac{G}{V}$$

G = Empuje del cuerpo sumergible.

Empuje del cuerpo sumergible =

Masa del cuerpo sumergible en el aire [A] - Masa del cuerpo sumergible en el líquido analizado [B].

Así:

$$\rho = \frac{A-B}{V}$$

ρ = Densidad del líquido analizado

A = Masa del cuerpo sumergible en el aire

B = Masa del cuerpo sumergible en el líquido analizado

V = Volumen del cuerpo sumergible*

* Si el volumen del cuerpo sumergible no es conocido, se puede determinar por la medición de la densidad del cuerpo sólido, p. ej. en el agua y calcular del siguiente modo:

$$V = \frac{A-B}{\rho_w}$$

V = Volumen del cuerpo sumergible

A = Masa del cuerpo sumergible en el aire

B = Masa del cuerpo sumergible en el agua

ρ_w = Densidad del agua

2.1 Valores que influyen en los resultados y orígenes de errores

⇒ Presión atmosférica

⇒ Temperatura

⇒ Desviación del volumen del cuerpo sumergible ($\pm 0,005 \text{ cm}^3$)

⇒ Tensión superficial del líquido

⇒ Burbujas de aire

⇒ Profundidad de inmersión del platillo o del cuerpo sumergible

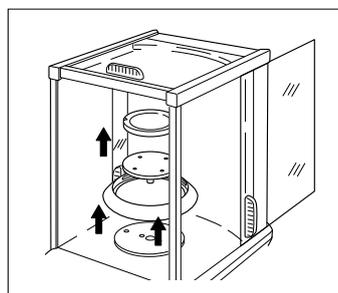
⇒ Porosidad del cuerpo sólido

3 Instalación del set para determinación de densidad

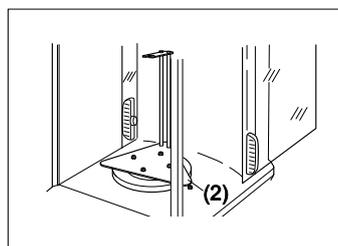
- i**
- Si es necesario, proceder a los ajustes antes de instalar el set para determinación de densidad.
 - Los ajustes correctos no pueden ser realizados con el set para determinación de densidad instalado.
 - Para proceder a los ajustes es indispensable quitar el set para determinación de densidad y colocar el platillo estándar de la balanza.

1. Apagar la balanza y desconectarla de la fuente de alimentación eléctrica.

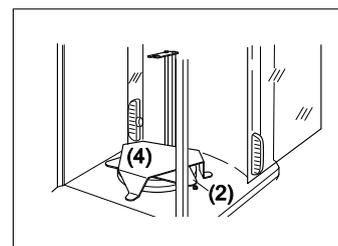
2. Quitar el platillo estándar de la balanza, el anillo de protección y el soporte del platillo de la balanza.



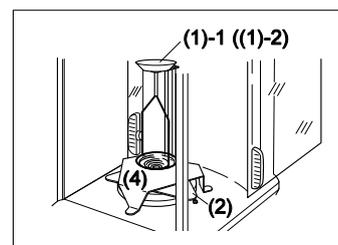
3. Colocar con cuidado el soporte de sujeción del plato.



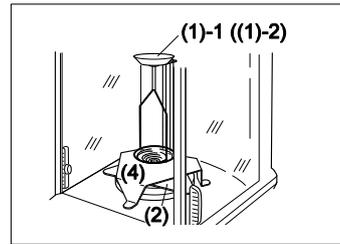
4. Colocar el soporte del recipiente de vidrio de modo a que no entre en contacto con el soporte de sujeción del plato.



5. Colgar el platillo universal. Asegurarse de que se encuentre centrado sobre la ranura del soporte de sujeción del plato.



6. Cerrar la puerta de vidrio. Conectar la balanza a la fuente de alimentación eléctrica. El aparato procede a realizar el autodiagnóstico. En el caso de las balanzas de la serie ABJ el aparato procede al ajuste usando la masa interna de calibrado.



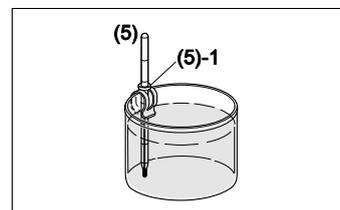
Esperar hasta la aparición del mensaje „off”.



7. Presionar la tecla **ON/OFF**. Aparecerá una indicación en gramos.



8. Colocar el termómetro sobre el recipiente de vidrio, como aparece indicado en el dibujo. Llenar el recipiente de líquido de medida o del líquido a analizar.



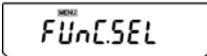
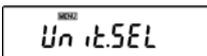
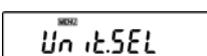
9. Quitar el platillo universal y colocar en el centro del soporte el recipiente de vidrio.
10. Volver a colgar el platillo universal. Evitar que el soporte entre en contacto con el borde del recipiente de vidrio.
11. Regular la temperatura del líquido, de los instrumentos o del cuerpo sumergible hasta que sea estable. Respetar el tiempo de preparación de la balanza.

4 Definir la densidad de cuerpos sólidos

Para definir la densidad de un cuerpo sólido es necesario primero pesar el cuerpo en el aire y, a continuación, en el líquido de medición. La diferencia de las masas indica el valor del empuje que el programa de la balanza transforma en densidad.

4.1 Puesta en marcha de la función

En el menú „Unit.SEL” existe la posibilidad de activar la función de determinación de densidad de cuerpos sólidos „U- ▼d”, accesible a partir de ese momento para el usuario sin necesidad de volver a entrar en el menú. La función activada es a continuación accesible directamente mediante la tecla **UNIT/** .

	⇒ En el caso de indicación en gramos, presionar repetidamente la tecla CAL/MENU hasta la aparición del mensaje "FUnC.SEL".
	
	⇒ Presionar la tecla TARE/  .
 (Ejemplo)	⇒ Presionar repetidamente la tecla CAL/MENU hasta que aparezca el mensaje „Unit.SEL”.
	⇒ Presionar la tecla TARE/  .
 (inactivo)	⇒ Presionar repetidamente la tecla CAL/MENU hasta que aparezca el mensaje "U- ▼d".
 (activo)	Si la función de determinación de densidad de cuerpos sólidos está ya activa, aparecerá el índice de estabilización (→). En ese caso, presionar la tecla ON/OFF . La balanza vuelve automáticamente al menú/modo de pesaje.
	Si la función de determinación de densidad de cuerpos sólidos se encuentra inactiva, activarla mediante la tecla TARE/  .
	Aparecerá el índice de estabilización (→).
	Presionar repetidamente la tecla ON/OFF . La balanza vuelve automáticamente al menú/modo de pesaje.

4.2 Introducción de la “densidad del líquido de medida”

⇒ En el caso de indicación en gramos, presionar repetidamente la tecla **CAL/MENU** hasta la aparición del mensaje “SettinG”.

⇒ Presionar la tecla **TARE/** .

⇒ Presionar repetidamente la tecla **CAL/MENU** hasta que aparezca el mensaje „LSG SET”.

(Ejemplo)

⇒ Presionar la tecla **TARE/** . En el display aparecerá el valor ajustado de densidad. En la parte superior del campo de indicadores permanece el símbolo **MENU** y # que informa que la balanza está en el modo de introducción manual de datos. El primer dígito estará parpadeando y es modificable.

(Ejemplo)

⇒ Para aumentar el valor del número que parpadea presionar la tecla **UNIT/** . Seleccionar el número de la derecha mediante la tecla **PRINT/** . El nuevo dígito activo parpadeará. Validar el valor introducido mediante la tecla **TARE/** .

⇒ Presionar repetidamente la tecla **ON/OFF** hasta que la balanza vuelva automáticamente al modo de pesaje.

4.3 Medición de la “densidad del cuerpo sólido”

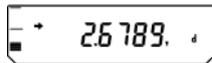


1. Presionar la tecla **UNIT/**  varias veces para que la balanza entre en el modo de definición de densidad de cuerpos sólidos „▼d”. En el caso de medida de la masa en el aire, además aparece la letra “g”.



2. Presionar la tecla **TARE/** . Colocar la muestra en el platillo superior para muestras.

3. Después de un correcto control de estabilización, volver a presionar la tecla **CAL/MENU**



4. Colocar la muestra en el platillo inferior con un tamiz. Después de un correcto control de estabilización, el display mostrará el valor de la densidad de la muestra. Quitar la muestra.

Puede aparecer el mensaje „oL” que no es un mensaje de error y se puede ignorar.

5. Para proceder a más mediciones volver al paso 2 presionando la tecla **CAL/MENU**.

4.3.1 Definición de la densidad de los cuerpos sólidos cuya densidad es inferior a 1 g/cm³.

En el caso de los cuerpos líquido cuya densidad es inferior a 1 g/cm³, la definición de la densidad es posible mediante dos métodos diferentes.

Método 1:

Como líquido de medida se utiliza un líquido cuya densidad es inferior a la del cuerpo sólido, p. ej. etanol – aproximadamente 0,8 g/cm³.

Este método se aplica si la densidad del cuerpo sólido difiere ligeramente de la densidad del agua destilada.

Antes de usar el etanol es preciso verificar si el cuerpo sólido no es dañado por este.



Durante el manejo del etanol se han de cumplir las normas de seguridad.

Método 2:

En ese caso la muestra no se coloca encima sino **debajo** del platillo con el tamiz. Para este fin sirve el platillo universal de la balanza (1) -2.

⇒ Activar la función, véase el capítulo 4.1.

⇒ Introducir los parámetros del líquido de medida, véase el capítulo 4.2.

⇒ La medición de la densidad, véase el capítulo 4.3. En el paso 4 colocar la muestra por debajo del platillo con tamiz. Si la fuerza de empuje levanta el platillo, cargarlo con masa supletoria, tarada mediante el pesaje en el aire.

5 Determinación de la densidad de los líquidos

Preparar el cuerpo sumergible de vidrio con una densidad conocida para poder definir la densidad. El cuerpo sumergible primero se pesa en el aire y a continuación en el líquido, cuya densidad ha de ser definida. La diferencia de las masas indica el valor de empuje que el programa transforma en densidad.

5.1 Puesta en marcha de la función

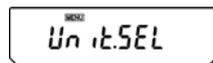
En el menú „Unit.SEL” existe la posibilidad de activar la función de determinación de densidad de cuerpos sólidos „U- d”, accesible a partir de ese momento para el usuario sin necesidad de volver a entrar en el menú. La función activada es, a partir de ese momento, accesible directamente mediante la tecla **UNIT/** .



⇒ En el modo de pesaje presionar repetidamente la tecla **CAL/MENU** hasta la aparición del mensaje “FUnC.SEL”.

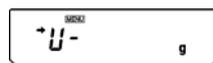


⇒ Presionar la tecla **TARE/** .



(Ejemplo)

⇒ Presionar repetidamente la tecla **CAL/MENU** hasta que aparezca el mensaje „Unit.SEL”.



⇒ Presionar la tecla **TARE/** .



(inactivo)

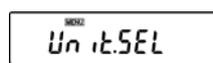
⇒ Presionar repetidamente la tecla **TARE/**  hasta que aparezca el mensaje „U- d”.



(activo)

Si la función de determinación de densidad de cuerpos sólidos está ya activa, aparecerá el índice de estabilización (→). En ese caso, presionar la tecla **ON/OFF**. La balanza vuelve automáticamente al menú/modo de pesaje.

Si la función de determinación de densidad de cuerpos sólidos está apagada, activarla mediante la tecla **TARE/** . Aparecerá el índice de estabilización (→). Presionar repetidamente la tecla **ON/OFF**. La balanza vuelve automáticamente al menú/modo de pesaje.



5.2 Determinar la densidad del cuerpo sumergible de vidrio

Si el volumen del cuerpo sumergible es desconocido, se puede determinar y calcular de siguiente modo:

- ⇒ Verter el agua en el recipiente y ajustar su temperatura hasta que esta sea estable. Leer la temperatura en el termómetro.
- ⇒ En caso de necesidad presionar la tecla **UNIT/** . Aparecerá una indicación en gramos.
- ⇒ Si fuera necesario, quitar el platillo universal. Puede aparecer el mensaje „oL” que no es un mensaje de error y se puede ignorar.
- ⇒ Colgar el cuerpo sumergible de vidrio y tararlo mediante la tecla **TARE** .
- ⇒ Colocar el recipiente con el agua encima del soporte y sumergir el cuerpo sumergible de vidrio. La balanza indicara la diferencia “la masa en el aire - la masa en el agua”. Anotar su valor absoluto (sin tener en cuenta el signo que acompaña al valor) y calcular el volumen del cuerpo sumergible de vidrio según la siguiente fórmula:

$$V = \frac{M}{\rho}$$

V = Volumen del cuerpo sumergible

M = Diferencia “la masa en el aire - la masa en el agua”

ρ = Densidad del agua teniendo en cuenta su temperatura, véase el cuadro 1

Cuadro 1: Cuadro de densidad del agua

Temperatura [°C]	Densidad ρ [g/cm ³]	Temperatura [°C]	Densidad ρ [g/cm ³]	Temperatura [°C]	Densidad ρ [g/cm ³]
10	0,9997	19	0,9984	28	0,9963
11	0,9996	20	0,9982	29	0,9960
12	0,9995	21	0,9980	30	0,9957
13	0,9994	22	0,9978	31	0,9954
14	0,9993	23	0,9976	32	0,9951
15	0,9991	24	0,9973	33	0,9947
16	0,9990	25	0,9971	34	0,9944
17	0,9988	26	0,9968	35	0,9941
18	0,9986	27	0,9965		

5.3 Introducción del volumen del cuerpo sumergido



⇒ En el caso de indicación en gramos, presionar repetidamente la tecla **CAL/MENU** hasta la aparición del mensaje “SettinG”.



⇒ Presionar la tecla **TARE** .

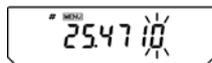


⇒ Presionar repetidamente la tecla **TARE** hasta que aparezca el mensaje „Sv SEt”.



(Ejemplo)

⇒ Presionar la tecla **TARE** , en el display aparecerá el volumen ajustado actualmente. En la parte superior del campo de indicadores permanece el símbolo **MENU** y # que informa que la balanza está en el modo de introducción manual de datos. El primer dígito estará parpadeando y es modificable.

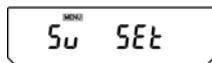


(Ejemplo)

⇒ Para aumentar el valor del número parpadeando presionar la tecla **UNIT** .

Seleccionar el número de la derecha mediante la tecla **PRINT** . El nuevo dígito activo parpadeará.

Validar el valor introducido mediante la tecla **TARE** .



⇒ Presionar repetidamente la tecla **ON/OFF** hasta que la balanza vuelva automáticamente al modo de pesaje.

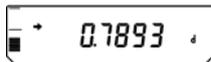


5.4 Medición de la “densidad de líquidos”

1. Colgar el cuerpo sumergible.
Si el cuerpo sumergible no está colgado, puede aparecer el mensaje „oL” que no es un mensaje de error y se puede ignorar.
2. Presionar la tecla **UNIT/**  varias veces para que la balanza entre en el modo de definición de densidad de líquidos „d”. En el caso de medida de la masa en el aire, además aparece la letra “g”.



3. Presionar la tecla **TARE/** .
4. Después de un correcto control de estabilización, volver a presionar la tecla **CAL/MENU**.
5. Quitar el cuerpo sumergible.
6. Colocar el recipiente con líquido analizado en el centro del soporte.
7. Volver a colgar el cuerpo sumergible y sumergirlo enteramente en el líquido, evitando la creación de burbujas.
8. Después de un correcto control de estabilización, el display mostrará el valor de la densidad del líquido examinado.
Quitar el cuerpo sumergible y el recipiente.
Si el cuerpo sumergible no está colgado, puede aparecer el mensaje „oL” que no es un mensaje de error y se puede ignorar.



Para seguir la medición:

- ⇒ Limpiar y secar cuidadosamente el recipiente y el cuerpo sumergible
- ⇒ Volver a colgar el cuerpo sumergible.
- ⇒ Presionar la tecla **CAL/MENU**.
- ⇒ Seguir el proceso a partir del paso 3.

6 Condiciones para medir con precisión

En la determinación de la densidad existen varias posibilidades de error. Para llegar a unos resultados de precisión, en el uso de nuestro set para determinación de la densidad acoplado a la balanza, es indispensable tener los conocimientos apropiados y proceder con atención.

6.1 Obtención de los resultados

Los resultados de cálculo de la densidad realizados por la balanza aparecen siempre con cuatro decimales. No obstante eso no significa que los resultados son precisos hasta el último dígito, como en el caso del cálculo del valor. Así, es necesario mantener una aptitud crítica con referencia a los resultados obtenidos en los pesajes.

Ejemplo de definición de densidad de un cuerpo sólido:

Para garantizar un alto nivel de fiabilidad de los resultados, tanto el numerador como el denominador de la siguiente fórmula han de ser respectivamente precisos. Si uno de los valores es inestable o erróneo, el resultado saldrá también inestable y erróneo.

EMBED CoreID-
RAW.Graphic.12

$$\rho = \frac{A}{A-B} \rho_o$$

ρ = Densidad de la mues-

A = Masa de la muestra en el aire

B = Masa de la muestra en el líquido de medida

ρ_o = Densidad del líquido de medida

tra

Si la muestra tiene un alto peso, el resultado se ve afectado por ello. El numerador es más alto. Si la muestra es más ligera, el resultado se ve afectado igualmente, porque el empuje (A-B) es superior. El resultado del denominador es mayor. Se ha de tener en cuenta el hecho que la exactitud de la densidad del líquido de medida ρ_o puede modificar el numerador e influye en la exactitud del resultado.

El resultado de la densidad de la muestra no puede ser más exacto que el más inexacto de los valores que componen la fórmula.

6.2 Factores que influyen en una medición errónea

6.2.1 Burbujas de aire

Una pequeña burbuja, de p. ej. de 1 mm³ interfiere de manera notable en la medición si la muestra es pequeña. Su presencia aumenta el empuje en casi 1 mg, y conlleva un error de 2 dígitos. Así es necesario asegurarse que no se adhiera ninguna burbuja de aire al cuerpo sumergible en el líquido, La misma regla se refiere al cuerpo sumergible en el líquido examinado.

Si las burbujas del aire se pueden quitar con el movimiento del cuerpo, agitarlo con cuidado, sin derramar el líquido, sin mojar la suspensión del platillo con el tamiz por salpicaduras de agua. La suspensión del platillo con tamiz humedecido provoca el aumento de masa.

No tocar las muestras de cuerpo sólido ni del cuerpo sumergible directamente con los dedos. Las superficies con grasa provocan burbujas de aire en cuanto el objeto analizado sea sumergible en el líquido.

Las muestras de los cuerpos sólidos (en particular objetos planos) no se han de colocar sobre el platillo con tamiz fuera del líquido dado que la inmersión de ambos elementos provoca la aparición de burbujas. Además, recomendamos el control del fondo del platillo con tamiz después de su inmersión para verificar la posible aparición de burbujas de aire.

6.2.2 Muestra del cuerpo sólido

Si la muestra es demasiado voluminosa y ha sido sumergida en el líquido, subirá el nivel del líquido en la probeta. En consecuencia, una parte de la suspensión del platillo con tamiz se sumergirá y el empuje aumentará. Así, la masa de la muestra en el líquido bajará.

No es posible medir las muestras con volumen inestable o las que absorben el líquido.

6.2.3 Líquidos

Es necesario tener en consideración la temperatura del agua. La densidad del agua cambia aproximadamente 0,01% por grado centígrado. Si la toma de temperatura es errónea en 1 grado centígrado, el cuarto dígito de medición será inexacto.

6.2.4 Superficie

La suspensión del platillo con tamiz atraviesa la superficie del líquido. El estado cambia permanentemente. Si la muestra o el cuerpo sumergible son relativamente pequeños, la tensión superficial empeora la repetibilidad de los resultados. Añadir una pequeña cantidad de detergente lavavajillas permite omitir el factor de tensión superficial y aumenta la reproducibilidad de los resultados.

6.2.5 Cuerpo sumergible de vidrio para mediciones de líquidos

Para economizar el líquido analizado durante la determinación de densidad del líquido se recomienda el uso de probetas de vidrio y de cuerpos sumergibles de vidrio. Se ha de tener en cuenta que un cuerpo sumergible de mayor tamaño ofrece una mayor exactitud.

El objetivo es que tanto el empuje como el volumen del cuerpo sumergible se definan de forma más exacta posible. Los resultados son aplicados en el momento de cálculo de densidad del líquido tanto en el numerador como en el denominador de la fórmula.

6.3 Informaciones generales

6.3.1 Densidad / densidad relativa

La densidad relativa es la masa del cuerpo analizado dividida por la masa del agua (a la temperatura de 4 °C) de volumen equivalente. Por esta razón la densidad relativa no se expresa con ninguna unidad. La densidad es la masa dividida por el volumen.

Si en lugar de la densidad del líquido en la fórmula se indica la densidad relativa, el resultado es incorrecto. Únicamente en el caso de un líquido la densidad es un dato exacto.

6.3.2 La deriva de la indicación de la balanza

La deriva (cambio sistemático de los resultados en un sentido determinado) no ejerce influencia sobre el resultado final de determinación de densidad, aunque la masa se refiera al pesaje en el aire. Un valor exacto es necesario únicamente si la densidad del líquido está definida mediante el uso del cuerpo sumergible de vidrio. En el caso de cambio de temperatura ambiental o de la reubicación de los aparatos, es necesario proceder al reajuste de la balanza. Para proceder a los ajustes es indispensable quitar el set para determinación de densidad y efectuar el ajuste con el platillo estándar de la balanza (véase el manual de instrucciones adjunto a la balanza).

7 Cuadro de densidad del agua

Temperatura [°C]	Densidad ρ [g/cm ³]		
	agua	Alcohol etílico	Alcohol metílico
10	0,9997	0,7978	0,8009
11	0,9996	0,7969	0,8000
12	0,9995	0,7961	0,7991
13	0,9994	0,7953	0,7982
14	0,9993	0,7944	0,7972
15	0,9991	0,7935	0,7963
16	0,9990	0,7927	0,7954
17	0,9988	0,7918	0,7945
18	0,9986	0,7909	0,7935
19	0,9984	0,7901	0,7926
20	0,9982	0,7893	0,7917
21	0,9980	0,7884	0,7907
22	0,9978	0,7876	0,7898
23	0,9976	0,7867	0,7880
24	0,9973	0,7859	0,7870
25	0,9971	0,7851	0,7870
26	0,9968	0,7842	0,7861
27	0,9965	0,7833	0,7852
28	0,9963	0,7824	0,7842
29	0,9960	0,7816	0,7833
30	0,9957	0,7808	0,7824
31	0,9954	0,7800	0,7814
32	0,9951	0,7791	0,7805
33	0,9947	0,7783	0,7896
34	0,9944	0,7774	0,7886
35	0,9941	0,7766	0,7877

8 Carácter aleatorio de los resultados en la determinación de densidad de los cuerpos sólidos

El cuadro presenta el valor aproximado de lectura de la balanza acoplada al set de determinación de densidad. Recordamos que los valores presentados son definidos matemáticamente y no tienen en cuenta los valores que los afectan, descritos en el capítulo 6.

Indicaciones aproximadas de las mediciones de densidad (con uso de una balanza con rango de lectura de 0,1 mg)						
Masa de la muestra (g) Densidad de la muestra (g/cm ³)	1	5	10	100	200	300
1	0.001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3	0,002	0,0004	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001
5	0,003	0,001	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002
8	0,004	0,001	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
10	0,005	0,001	0,0008	0,0004	0,0003	0,0003
12	0,006	0,002	0,001	0,0004	0,0004	0,0004
20	0,01	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001

Ejemplo de lectura del cuadro:

En el caso de una balanza con rango de lectura de 0,0001 g y de una muestra de 5 g de masa, cuya densidad es de 3 g/cm³ los tramos de resultado son de 0,004 g/cm³.

9 Consejos prácticos

- Para la creación de un valor de repetición medio, es necesario tomar varias medidas de densidad.
- La muestra / el cuerpo sumergible / el recipiente de vidrio resistentes a los disolventes han de ser desengrasados.
- Los platillos de las muestras / el cuerpo sumergible / el recipiente de vidrio se han de limpiar de manera regular. No tocar con las manos los elementos a sumergir.
- La muestra / el cuerpo sumergible / la pinza se han de secar después de cada medición.
- El tamaño de la muestra ha de ser ajustado al tamaño del platillo para muestras (el tamaño ideal de la muestra > 5 g).
- Usar únicamente agua destilada.
- Tras la primera inmersión agitar levemente el platillo de muestras y el cuerpo sumergible para quitar las burbujas de aire que puedan estar adheridas a estos.
- Observar atentamente que no aparezcan en el líquido burbujas de aire en la nueva inmersión. La mejor solución es colocar la muestra mediante una pinza.
- Las burbujas de aire más resistentes pueden ser eliminadas mediante la pinza u otro accesorio.
- Para evitar la adhesión de las burbujas de aire, la muestra con una superficie porosa ha de ser alisada.
- Observar si durante el pesaje el agua no gotea de la pinza sobre el platillo superior con la muestra.
- Para reducir la tensión superficial del agua y la fricción del agua contra el alambre, añadir al agua de medida tres gotas de un agente de superficie activa (líquido lavavajillas) (la modificación de la densidad del agua destilada con el agente de superficie activa se puede omitir).
- Las muestras ovales se pueden fácilmente coger mediante las entalladuras de la pinza.
- La densidad de las sustancias sólidas porosas se puede determinar únicamente por aproximación. Durante la inmersión en el líquido de medida, el aire sale de los poros, provocando errores de empuje.
- Para evitar sacudidas fuertes de la balanza, la muestra se ha de colocar con cuidado.
- Evitar las descargas estáticas, p. ej. el cuerpo sumergible de vidrio se ha de limpiar únicamente con un paño de algodón.
- Si la densidad del cuerpo sólido es ligeramente diferente a la del agua destilada, aconsejamos que se utilice, como líquido de medida, etanol. Previamente es preciso verificar si la muestra es resistente a los disolventes. Además, durante el manejo del etanol se han de cumplir las normas vigentes de seguridad.
- Manejar con cuidado los cuerpos sumergibles de vidrio (la garantía caduca en caso de ser dañados).