

# Instrução de uso

## Kit para cálculo densimétrico para as balanças analíticas KERN ABJ / ABS

### KERN ABS-A02

Versão 1.0

04/2010

P



ABS-A02-BA-p-1010



# KERN ABS-A02

Versão 1.0 04/2010

Instrução de uso

Kit para cálculo densimétrico para balanças analíticas KERN  
ABJ / ABS

## Índice:

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>3</b>
1.1	EXTENSÃO DE FORNECIMENTO .....	3
<b>2</b>	<b>PRINCÍPIO DO CÁLCULO DENSIMÉTRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1	GRANDEZAS ENTRANTES E FONTES DE ERROS .....	6
<b>3</b>	<b>INSTALAÇÃO DO KIT PARA CÁLCULO DENSIMÉTRICO</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>CÁLCULO DENSIMÉTRICO DE CORPOS SÓLIDOS</b> .....	<b>9</b>
4.1	ATIVAÇÃO DA FUNÇÃO .....	9
4.2	ENTRADA DA „DENSIDADE DO FLUIDO DE MEDIÇÃO” .....	10
4.3	CÁLCULO „DENSIMÉTRICO DO CORPO SÓLIDO” .....	11
4.3.1	Cálculo densimétrico de corpos sólidos de densidade menor que 1 g/cm <sup>3</sup> .....	11
<b>5</b>	<b>CÁLCULO DENSIMÉTRICO DE LÍQUIDOS</b> .....	<b>12</b>
5.1	ATIVAÇÃO DA FUNÇÃO .....	12
5.2	CÁLCULO DENSIMÉTRICO DO DESLOCADOR DE VIDRO .....	13
5.3	INSERÇÃO DO VOLUME DO DESLOCADOR DE VIDRO .....	14
5.4	CÁLCULO „DENSIMÉTRICO DE LÍQUIDOS” .....	15
<b>6</b>	<b>CONDIÇÕES PARA MEDIÇÕES PRECISAS</b> .....	<b>16</b>
6.1	CONVERSÃO DE RESULTADOS .....	16
6.2	FATORES QUE INFLUENCIAM O ERRO DE MEDIÇÃO .....	17
6.2.1	Bolhas de ar.....	17
6.2.2	Amostra do corpo sólido .....	17
6.2.3	Líquidos .....	17
6.2.4	Superfície.....	17
6.2.5	Deslocador de vidro para medições de líquidos.....	18
6.3	INFORMAÇÕES GERAIS.....	18
6.3.1	Densidade / densidade relativa .....	18
6.3.2	Deriva de indicação da balança.....	18
<b>7</b>	<b>TABELA DE DENSIDADE DE LÍQUIDOS</b> .....	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>INEXATIDÃO DE MEDIDA NO CÁLCULO DENSIMÉTRICO DE CORPOS SÓLIDOS</b> .....	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>INDICAÇÕES DE USO</b> .....	<b>21</b>

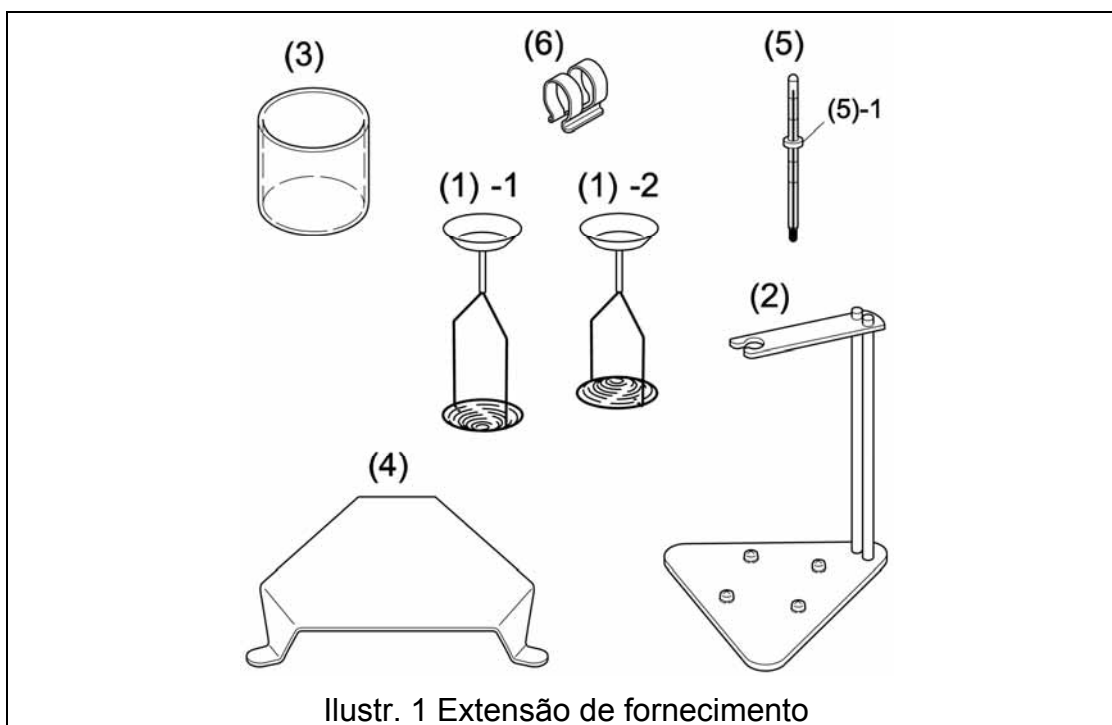
# 1 Introdução



- Para garantir um funcionamento infalível e sem problemas, é preciso ler atentamente a instrução de uso.
- Esta instrução descreve só trabalhos executados com o kit para cálculo densimétrico. Maiores informações sobre manuseamento da balança encontram-se na instrução de uso anexa a cada balança.

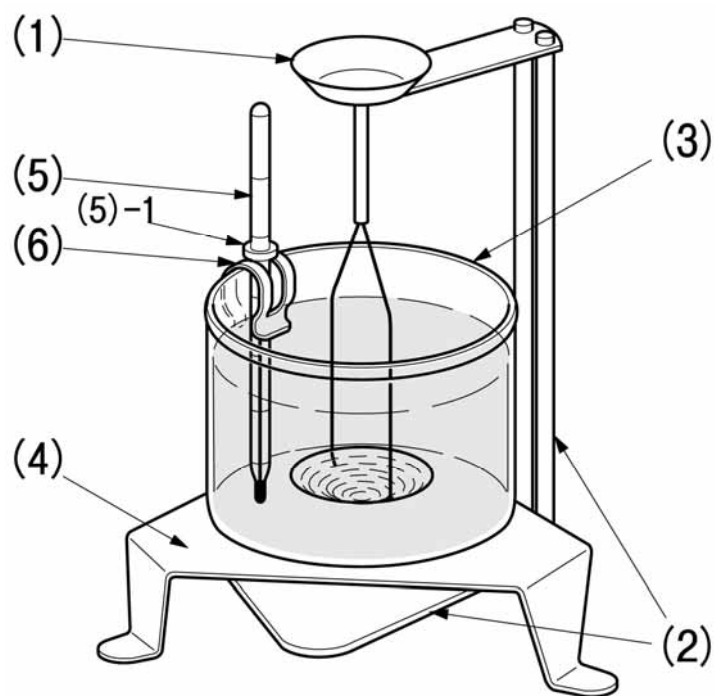
## 1.1 Extensão de fornecimento

- ⇒ Imediatamente após a desembalagem verificar se a embalagem e kit para cálculo densimétrico não estão danificados externamente.
- ⇒ Assegurar-se que todas as peças disponíveis estão completas.

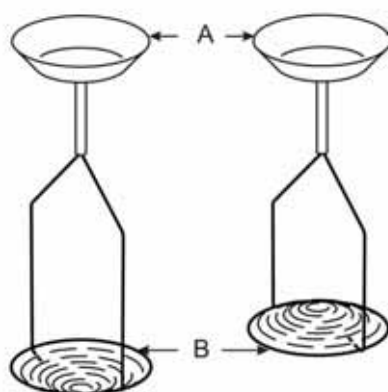


Ilustr. 1 Extensão de fornecimento

No.	Designação	Número
(1) -1	Prato de pesagem universal (para amostras $d > 1 \text{ g/cm}^3$ )	1
(1) -2	Prato de pesagem universal (para amostras $d < 1 \text{ g/cm}^3$ )	1
(2)	Punho do prato de pesagem	1
(3)	Recipiente de vidro	1
(4)	Descanso para recipiente de vidro	1
(5)	Termômetro	1
(5) -1	Tampão de borracha do termômetro	1
(6)	Punho do termômetro	1
	Deslocador de vidro, ver ilustr. 4	1
	Instrução de uso	1



Ilustr. 2: Kit para cálculo densimétrico **KERN ABS-A02** instalado



Ilustr. 3: Pratos de pesagem universais

- A Prato de pesagem superior (peso da amostra no ar)
- B Prato de pesagem inferior (peso da amostra no fluido de medição)



Ilustr. 4: Deslocador de vidro

## 2 Princípio do cálculo densimétrico

As três grandezas físicas importantes são: **volume** e **massa** dos corpos, como também **densidade** de substâncias. Massa e volume são ligados mutuamente através da densidade:

**Densidade [  $\rho$  ] é a proporção da massa [  $m$  ] para o volume [  $V$  ].**

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

A unidade de densidade no sistema SI é um quilograma por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ).  $1 \text{ kg/m}^3$  é igual à densidade do corpo homogêneo que ao pesar 1 kg ocupa volume de  $1 \text{ m}^3$ .

Outras unidades freqüentemente utilizadas são:

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

Graças à utilização do nosso kit para cálculo densimétrico em combinação com nossas balanças KERN ABS/ABJ pode-se determinar rápida e seguramente a densidade dos corpos sólidos e fluidos. No modo de funcionamento do kit para cálculo densimétrico utiliza-se „**princípio de Arquimedes**”:

A FORÇA ASCENSIONAL CONSTITUI UMA FORÇA. ELA AGE SOBRE O CORPO MERGULHADO NUM LÍQUIDO. A FORÇA ASCENSIONAL DO CORPO É DIRETAMENTE PROPORCIONAL À FORÇA DA GRAVIDADE DO LÍQUIDO EMPURRADO POR ELE. A FORÇA ASCENSIONAL AGE PERPENDICULARMENTE PARA CIMA.

Por isso, a densidade é calculada segundo as seguintes fórmulas:

### No cálculo densimétrico de corpos sólidos

Corpos sólidos podem ser pesados por meio das nossas balanças tanto no ar [ A ] como na água [ B ]. Se a densidade do agente empurrado [  $\rho_o$  ] for conhecida, a densidade do corpo sólido [  $\rho$  ] calcula-se da seguinte maneira:

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

$\rho$  = Densidade da amostra

A = O peso da amostra no ar

B = O peso da amostra no fluido de medição

$\rho_o$  = Densidade do fluido de medição

### No cálculo densimétrico de líquidos

A densidade dum líquido é determinada por meio dum deslocador cujo volume [ V ] é conhecido. O deslocador é pesado tanto no ar [ A ] como no fluido examinado [ B ]. Segundo o princípio de Arquimedes, a força ascensional [ G ] age sobre o corpo mergulhado num líquido. Esta força é diretamente proporcional à força da gravidade (peso) do líquido empurrado pelo volume do corpo. O volume [ V ] do corpo submerso é igual ao volume do líquido empurrado.

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

G = Força ascensional do deslocador

Força ascensional do deslocador =

A massa do deslocador no ar [ A ] – Massa do deslocador no fluido examinado [ B ]

Por conseguinte:

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

$\rho$  = Densidade do fluido examinado

A = O peso do deslocador no ar

B = O peso do deslocador no fluido examinado

V = Volume do deslocador\*

\* Se o volume do deslocador não for conhecido, pode-se determiná-lo através da medição da densidade do corpo sólido, p.ex. em água e calculá-lo da seguinte maneira.

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

V = Volume do deslocador

A = O peso do deslocador no ar

B = O peso do deslocador em água

$\rho_w$  = Densidade de água

### 2.1 Grandezas entrantes e fontes de erros

⇒ Pressão de ar

⇒ Temperatura

⇒ Desvio de volume do deslocador ( $\pm 0,005 \text{ cm}^3$ )

⇒ Tensão superficial de fluido

⇒ Bolhas de ar

⇒ Profundidade de mergulho do prato para a pesagem de amostras ou deslocador

⇒ Porosidade do corpo sólido

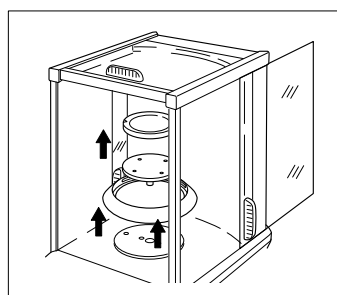
### 3 Instalação de kit para cálculo densimétrico



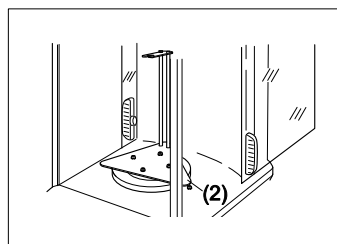
- Se for preciso, antes da instalação do kit para cálculo densimétrico realizar o ajustamento requerido.
- Se o kit para cálculo densimétrico for instalado, o ajustamento correto não será possível.
- Para ajustar é preciso remover o kit para cálculo densimétrico e colocar prato de pesagem normal.

1. Desligar a balança e desconectar da tensão de alimentação.

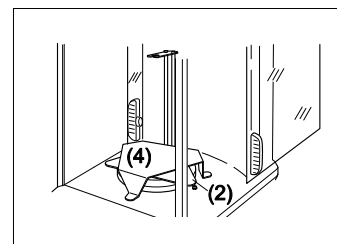
2. Remover o prato de pesagem normal, anel de proteção e suporte do prato de pesagem.



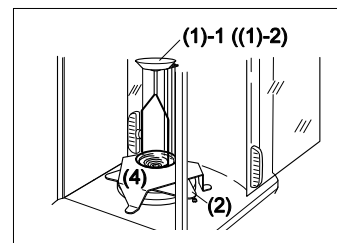
3. Pôr com cuidado o punho do prato de pesagem



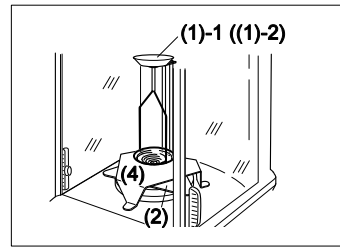
4. Colocar o descanso para recipiente de vidro assim que não toque no punho do prato de pesagem.



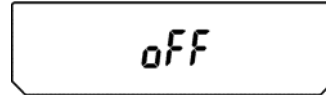
5. Pendurar o prato de pesagem universal. Prestar atenção para que esteja suspenso centricamente no recorte do punho do prato de pesagem.



6. Fechar as portinholas de vidro.  
Conectar a balança à tensão de alimentação, o autodiagnóstico da balança está sendo realizado. No caso de balanças da série ABJ, adicionalmente realiza-se o ajustamento por meio do peso de calibração interno.



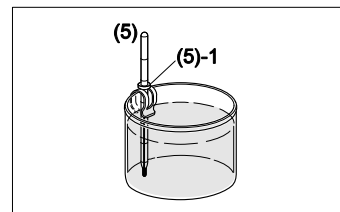
Esperar até que apareça o comunicado „off”.



7. Apertar o botão **ON/OFF**, a indicação em gramas será projetada.



8. Fixar o termômetro no recipiente de vidro de maneira mostrada na ilustração. Encher o recipiente de vidro com fluido de medição ou líquido examinado.




9. Remover o prato de pesagem universal e colocar o recipiente de vidro no meio do descanso.
10. Pendurar outra vez o prato de pesagem universal. Tomar cuidado para que ele não toque no recipiente de vidro.
11. Regular a temperatura do líquido, instrumentos ou deslocador por tanto tempo até ser estável. Observar o tempo de aquecimento da balança.

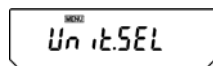
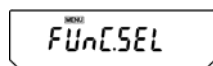


## 4 Cálculo densimétrico de corpos sólidos

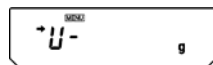
Ao cálculo densimétrico de corpos sólidos, o corpo sólido deve ser primeiro pesado no ar e depois no fluido de medição. Da diferença de massas resulta a força ascensional que o programa converte em densidade.

### 4.1 Ativação da função

No menu „Unit.SEL” pode-se ativar a função de cálculo densimétrico de corpos sólidos „U- ▼d”, que depois é disponível para usuário sem necessidade de entrar a cada vez no menu. A função ativada pode ser depois chamada diretamente através da tecla **UNIT/** .



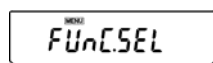
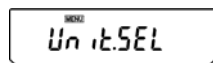
(exemplo)




(inativo)



(ativo)



⇒ À indicação em gramas pressionar algumas vezes a tecla **CAL/MENU** até que surja o comunicado „FUnC.SEL”.

⇒ Apertar o botão **TARE/** .


⇒ Pressionar algumas vezes a tecla **CAL/MENU**, até que surja o comunicado „Unit.SEL”.

⇒ Apertar o botão **TARE/** .

⇒ Pressionar algumas vezes a tecla **CAL/MENU**, até que surja o comunicado „U- ▼d”.

Se a função de cálculo densimétrico de corpos sólidos já está ativa, aparecerá o indicador de estabilização (→).

Neste caso pressionar algumas vezes a tecla **ON/OFF**, a balança retorna ao menu / modo de pesagem.

Se a função de cálculo densimétrico de corpos sólidos está desligada, inativa, ativá-la por meio da tecla **TARE/** . O indicador de estabilização (→) será projetado. Pressionar algumas vezes a tecla **ON/OFF**, a balança retorna ao menu / modo de pesagem.

## 4.2 Entrada da „densidade do fluido de medição”

⇒ À indicação em gramas pressionar algumas vezes a tecla **CAL/MENU** até que surja o comunicado „SettinG”.

⇒ Apertar o botão **TARE/**

⇒ Pressionar múltiplas vezes a tecla **CAL/MENU**, até que surja o comunicado „LSG SET”.

(Exemplo)

⇒ Pressionar a tecla **TARE/** , a densidade atualmente acertada será projetada. Na parte de cima do campo de visores há o símbolo **MENU** e sinal # indicando que a balança está no modo de inserção numérica. Primeira posição pisca e pode ser mudada.

(Exemplo)

⇒ A pressão da tecla **UNIT/** aumenta valor numérico do algarismo piscante.

Através da tecla **PRINT/** escolher algarismos do lado direito, posição ativa pisca a cada vez.

Confirmar o valor entrado pressionando a tecla **TARE/** .

⇒ Apertar o botão **ON/OFF** várias vezes até que a balança passe para o modo de pesagem.

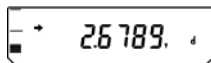
### 4.3 Cálculo „densimétrico do corpo sólido”



1. Pressionar a tecla **UNIT/** algumas vezes até a balança ser comutada para o modo de cálculo densimétrico de corpos sólidos „▼d”. No caso de medição do peso no ar, projeta-se adicionalmente a letra „g”.



2. Apertar o botão **TARE/**. Pôr a amostra no prato superior para a pesagem de amostras.



3. Quando o controle de estabilização for terminado com sucesso, apertar o botão **CAL/MENU**.
4. Pôr a amostra no prato inferior com coador. Quando o controle de estabilização for terminado com sucesso, a densidade da amostra surgirá no visor. Tirar a amostra. O comunicado „oL” pode ser projetado, mas neste passo não é nenhum comunicado de erro e pode ser ignorado.
5. Com o objetivo de outras medições lançar o passo 2, apertando o botão **CAL/MENU**.

#### 4.3.1 Cálculo densimétrico de corpos sólidos de densidade menor que $1 \text{ g/cm}^3$

No caso de corpos sólidos de densidade menor que  $1 \text{ g/cm}^3$ , o cálculo densimétrico é possível com dois métodos diferentes.

##### Método 1:

Como fluido de medição usa-se um fluido de densidade menor que a densidade do corpo sólido, p. ex. etanol aprox.  $0,8 \text{ g/cm}^3$ .

O método deve ser usado quando a densidade do corpo sólido difere só um pouco da densidade da água destilada.

Antes de usar etanol, verificar se o corpo sólido não será danificado.



É indispensável observar regras de segurança vigentes durante trabalhos com etanol.

##### Método 2:


Neste caso a amostra não é colocada sobre, mas **debaixo** do prato com coador. Usar para este fim o prato de pesagem universal (1) -2.

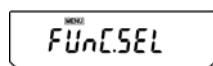
- ⇒ Ativar a função, veja cap. 4.1.
- ⇒ Entrar parâmetros do fluido de medição, ver cap. 4.2.
- ⇒ Medição de densidade, ver cap. 4.3, no passo 4 colocar a amostra debaixo do prato com coador. Se a força ascensional da amostra for tão grande que o prato de pesagem universal eleva-se, é preciso carregá-lo com peso simulado e tarar durante a pesagem no ar.

## 5 Cálculo densimétrico de líquidos

No cálculo densimétrico de líquidos usa-se um deslocador de vidro de volume conhecido. O deslocador de vidro é primeiro pesado no ar, e depois no líquido cuja densidade tem que ser calculada. Da diferença de massas resulta a força ascensional que o programa converte em densidade.

### 5.1 Ativação da função

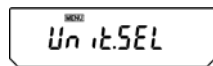
No menu „Unit.SEL” pode-se ativar a função de cálculo densimétrico de líquido „U- d”, que depois é disponível para usuário sem necessidade de entrar a cada vez no menu. A função ativada pode ser depois chamada diretamente através da tecla **UNIT/** .



⇒ No modo de pesagem pressionar algumas vezes a tecla **CAL/MENU** até que surja o comunicado „FUnC.SEL”.

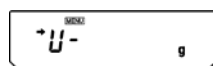


⇒ Apertar o botão **TARE/** .

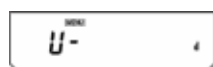


(exemplo)

⇒ Pressionar algumas vezes a tecla **CAL/MENU**, até que surja o comunicado „Unit.SEL”.



⇒ Apertar o botão **TARE/** .



(inativo)


⇒ Pressionar algumas vezes a tecla **CAL/MENU**, até que surja o comunicado „U- d”.

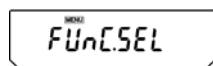
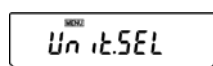


(ativo)

Se a função de cálculo densimétrico de corpos sólidos já está ativa, aparecerá o indicador de estabilização (→).



Neste caso pressionar algumas vezes a tecla **ON/OFF**, a balança retorna ao menu / modo de pesagem.

Se a função de cálculo densimétrico de corpos sólidos está desligada, inativa, ativá-la por meio da tecla **TARE/** . O indicador de estabilização (→) será projetado. Pressionar algumas vezes a tecla **ON/OFF**, a balança retorna ao menu / modo de pesagem.



## 5.2 Cálculo densimétrico do deslocador de vidro

Em caso do volume desconhecido do deslocador de vidro, é preciso marcá-lo e calculá-lo da seguinte maneira.

- ⇒ Botar água no recipiente e regular sua temperatura por tanto tempo até ser estável. Ler a temperatura no termômetro.
- ⇒ Caso seja necessário, apertar o botão **UNIT/** , a indicação em gramas será projetada.
- ⇒ Se for preciso, remover o prato de pesagem universal. O comunicado „ol” pode ser projetado, mas neste passo não é nenhum comunicado de erro e pode ser ignorado.
- ⇒ Pendurar o deslocador de vidro e tarar a balança pressionando a tecla **TARE** .
- ⇒ Colocar o recipiente com água no descanso e mergulhar o deslocador de vidro. A diferença „peso no ar – peso em água” visualiza-se na balança. Anotar o valor (sem sinal de valor) e calcular o volume do deslocador de vidro de acordo com a fórmula abaixo.

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

- V = Volume do deslocador de vidro
- M = Diferença „peso no ar – peso em água”
- $\rho$  = Densidade de água ao tomar em consideração a temperatura, veja a tabela 1

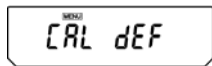
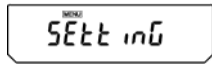
Tab. 1: Tabela de densidade da água

Temperatura [°C]	Densidade $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Temperatura [□]	Densidade $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Temperatura [□]	Densidade $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]
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 Inserção do volume do deslocador de vidro



⇒ À indicação em gramas pressionar algumas vezes a tecla **CAL/MENU** até que surja o comunicado „SettinG”.



⇒ Apertar o botão **TARE/** .

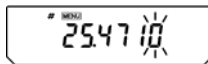


⇒ Pressionar múltiplas vezes a tecla **CAL/MENU**, até que surja o comunicado „Sv SET”.



(Exemplo)

⇒ Pressionar a tecla **TARE/** , o volume atualmente acertado será projetado. Na parte de cima do campo de visores há o símbolo **MENU** e sinal # indicando que a balança está no modo de inserção numérica. Primeira posição pisca e pode ser mudada.

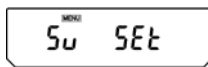


(Exemplo)

⇒ A pressão da tecla **UNIT/** aumenta valor numérico do algarismo piscante.

Através da tecla **PRINT/** escolher algarismos do lado direito, posição ativa pisca a cada vez.


Confirmar entrada pressionando a tecla **TARE/** .




⇒ Apertar o botão **ON/OFF** várias vezes até que a balança passe para o modo de pesagem.

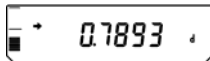


## 5.4 Cálculo „densimétrico de líquidos”

1. Pendurar o deslocador de vidro.  
Ao deslocador de vidro não pendurado, o comunicado „oL” pode eventualmente ser projetado, mas neste passo não é nenhum comunicado de erro e pode ser ignorado.
2. Pressionar a tecla **UNIT/**  algumas vezes até a balança ser comutada para o modo de cálculo densimétrico de líquidos „d”. No caso de medição do peso no ar, projeta-se adicionalmente a letra „g”.



3. Apertar o botão **TARE/** .
4. Quando o controle de estabilização for terminado com sucesso, apertar o botão **CAL/MENU**.
5. Remover o deslocador de vidro.
6. Pôr o recipiente com fluido examinado no centro do descanso.



7. Pendurar de novo o deslocador de vidro e mergulhá-lo por completo no líquido sem que se formem bolhas.
8. Quando o controle de estabilização for terminado com sucesso, a densidade do fluido examinado surgirá no visor. Remover o deslocador de vidro e recipiente.  
Ao deslocador de vidro não pendurado, o comunicado „oL” pode eventualmente ser projetado, mas neste passo não é nenhum comunicado de erro e pode ser ignorado.

Com o fim de outras medições:

- ⇒ limpar com diligência e secar o recipiente e deslocador,
- ⇒ pendurar novamente o deslocador de vidro,
- ⇒ pressionar a tecla **CAL/MENU**,
- ⇒ lançar o processo a partir do passo 3.

## 6 Condições para medições precisas

Há muitas possibilidades de erros durante o cálculo densimétrico. O conhecimento exato e cautela são indispensáveis a fim de obter resultados precisos ao usar este kit para cálculo densimétrico em combinação com balança.

### 6.1 Conversão de resultados

Durante o cálculo densimétrico realizado pela balança os resultados são visualizados sempre com 4 casas depois da vírgula. Isto não significa contudo que resultados são precisos até à última casa projetada como ao calcular valores. Por isso, é preciso usar conversões dos resultados de pesagem de maneira crítica.

Exemplo de cálculo densimétrico dum corpo sólido:

Para garantir a maior qualidade dos resultados, tanto numerador como denominador da seguinte fórmula devem ter precisão exigida. Se um deles for instável ou incorreto, então o resultado também será instável e incorreto.

$$\rho = \frac{A}{A-B} \rho_0$$

$\rho$  = Densidade da amostra

A = O peso da amostra no ar

B = O peso da amostra no fluido de medição

$\rho_0$  = Densidade do fluido de medição

Se a amostra for pesada, isto se reflete na exatidão do resultado. Isto aumenta o valor do numerador. Se a amostra for leve, isto também se refletirá na exatidão do resultado porque a força ascensional (A-B) é maior. Resultado no denominador é aumentado. É necessário também tomar em conta que exatidão de densidade do fluido de medição  $\rho_0$  transfere-se para numerador e também influencia significativamente a exatidão do resultado.

O resultado da densidade da amostra não pode ser mais exato que a mais inexata das acima mencionadas grandezas singulares.



## **6.2 Fatores que influenciam o erro de medição**

### **6.2.1 Bolhas de ar**

Uma pequena bolha, por exemplo  $1 \text{ mm}^3$ , influencia a medição de maneira significativa se a amostra é pequena. Por causa dela a força ascensional aumenta em quase 1 mg, o que imediatamente significa erro de 2 algarismos. É preciso portanto cuidar para que bolhas de ar não se grudem no corpo sólido mergulhado no líquido. O mesmo se aplica ao deslocador de vidro submerso no fluido examinado. Se bolhas de ar podem ser removidas através de rotação, realizar isto com cautela sem respingar o líquido e sem molhar com água de borrifo a pendura do prato com coador. Molhamento da pendura do prato com coador leva ao aumento de peso. Não tocar com os dedos nus as amostras do corpo sólido ou deslocador de vidro. Superfícies oleadas causam bolhas de ar quando o objeto examinado for mergulhado num líquido.

Não colocar amostras de corpo sólido (em particular objetos chatos) no prato com coador fora do líquido porque durante um mergulho comum formam-se bolhas de ar. Adicionalmente, é preciso controlar o fundo do prato com coador com respeito à ocorrência de bolhas de ar após mergulhar o objeto examinado num líquido.

### **6.2.2 Amostra do corpo sólido**

Se a amostra for volumosa demais e for mergulhada num líquido, o nível de líquido na proveta graduada de vidro elevar-se-á. Isto fará com que uma parte de suspensão do prato com coador mergulhar-se-á e força ascensional aumentar-se-á. Como resultado, a massa da amostra no líquido diminuir-se-á. Amostras de volume variável ou que absorvem líquido não podem ser medidas.

### **6.2.3 Líquidos**

Temperatura de água também precisa ser tomada em conta. Densidade da água muda-se em apróx. 0,01% por grau Celsius. Se a medição de temperatura contém erro de 1 grau Celsius, 4. casa da medição é inexata.

### **6.2.4 Superfície**

A suspensão do prato com coador traspassa a superfície do líquido. O estado muda-se de maneira contínua. Se a amostra ou deslocador de vidro são relativamente pequenos, a tensão superficial piora a reprodutibilidade dos resultados. Adição de pequena quantidade do detergente para lavar louça permite omitir tensão superficial e aumenta repetividade dos resultados.

### **6.2.5 Deslocador de vidro para medições de líquidos**

Para poupar o fluido examinado no cálculo densimétrico de fluidos, usar pequenas provetas graduadas de vidro e deslocadores de vidro adequados. Na realidade é bom lembrar que maior deslocador de vidro significa maior exatidão.

É recomendável determinar força ascensional e volume do deslocador de vidro com a maior precisão possível. Estes resultados são usados na conversão da densidade de líquido, tanto no denominador como no numerador da fórmula.

## **6.3 Informações gerais**

### **6.3.1 Densidade / densidade relativa**

A densidade relativa é a massa de corpo examinado dividida pela massa de água (a 4°C) do mesmo volume. Por isto a densidade relativa não tem nenhuma unidade. A densidade é massa dividida pelo volume.

Se na fórmula aparecer densidade relativa em vez da densidade de líquido, o resultado sairá errado. Para fluido só a sua densidade é competente.

### **6.3.2 Deriva de indicação da balança**

A deriva (alteração sistemática dos resultados em determinada direção) não exerce nenhuma influência sobre resultado final do cálculo densimétrico apesar de massa exibida concernir pesagem no ar. Valores exatos são requeridos só quando a densidade de líquido é calculada por meio dum deslocador de vidro.

No caso da alteração de temperatura ambiente ou localização, o ajustamento da balança é requerido. Para isso, é preciso tirar o kit para cálculo densimétrico e ajustar a balança com prato de pesagem normal (ver instrução de uso anexa à balança).

## 7 Tabela de densidade de líquidos

Temperatura [°C]	Densidade $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]		
	água	Álcool etílico	Álcool 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 Inexatidão de medida no cálculo densimétrico de corpos sólidos

Esta tabela apresenta exatidão aproximada de leitura da balança em conjunção com kit para cálculo densimétrico. É necessário lembrar que estes valores foram determinados só matematicamente e não levam em conta a influência das grandezas descritas no cap. 6.

Indicação aproximada às medições de densidade (usando a balança com precisão de leitura 0,1 mg)						
Peso da amostra (g) Densidade da amostra (g/cm <sup>3</sup> )	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

Exemplo de leitura da tabela:

No caso da balança com resolução 0,0001 g e amostra de peso 5 g e densidade 3 g/cm<sup>3</sup>, saltos de indicação são de 0,004 g/cm<sup>3</sup>.

## 9 Indicações de uso

- Algumas medições de densidade são necessárias para definir o valor médio reproduzível.
- Desengordurar amostra/deslocador de vidro/proveta graduada de vidro resistentes aos dissolventes.
- Limpar regularmente pratos para a pesagem de amostras/deslocador de vidro/proveta graduada de vidro, não tocar com as mãos a parte submersa.
- Após cada medição secar amostra/deslocador de vidro/pinça.
- Adaptar o tamanho da amostra ao prato para a pesagem de amostras (tamanho ideal da amostra > 5 g).
- Usar só água destilada.
- Ao primeiro mergulho agitar um pouco o prato para a pesagem de amostras e deslocador para livrar eventuais bolhas de ar.
- Deve-se prestar muita atenção para que à nova submersão no líquido não se formem adicionais bolhas de ar; o melhor seria introduzir amostra por meio duma pinça.
- Bolhas de ar que aderem muito devem ser tiradas por meio duma pinça ou outro meio auxiliar.
- Para evitar aderência das bolhas de ar, alisar antes a amostra de superfície áspera.
- Cuidar para que água da pinça não pingue no prato superior para amostras durante a pesagem.
- Para reduzir a tensão superficial de água e atrito entre água e arame, adicionar ao fluido de medição três gotas do agente de superfície disponível no comércio (detergente para lavar louça) (é possível omitir alteração da densidade de água destilada resultante de adição do agente de superfície).
- Amostras ovais podem ser facilmente pegadas com pinça pelos contornos de entalhes.
- A densidade de substâncias sólidas porosas pode ser calculada apenas aproximadamente. Durante a submersão no fluido de medição não todo o ar é empurrado dos poros, o que leva a erros de força ascensional.
- Para evitar fortes abalos da balança, inserir amostra com cautela.
- Evitar descargas estáticas, p. ex. limpar o corpo (deslocador) de vidro só por meio dum pano de algodão.
- Se a densidade do corpo sólido diferir só um pouco da água destilada, pode-se usar etanol como fluido de medição. Mas antes é preciso verificar se amostra é resistente aos dissolventes. Além disso é indispensável observar regras de segurança vigentes durante trabalhos com etanol.
- Manusear com cuidado corpos (deslocadores) de vidro (perda do direito à garantia no caso de danificação).