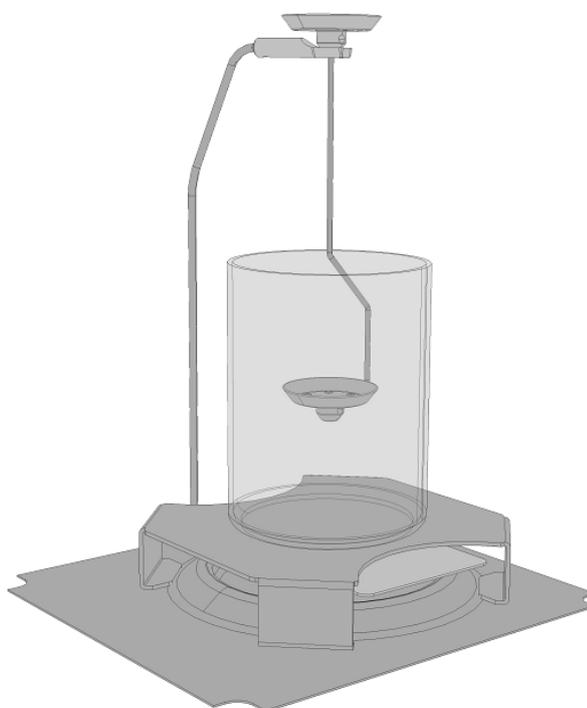


**Instrução de uso**  
**Kit para cálculo densimétrico**  
**para as balanças analíticas e de precisão**  
**KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F, ALS-A / ALJ-A,**  
**PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N**

**KERN ALT-A02 / PLT A01**

Versão 1.0  
01/2013  
P





# KERN ALT-A02 / PLT A01

Versão 1.0 01/2013

**Instrução de uso**

**Kit para cálculo densimétrico**

**para as balanças analíticas e de precisão**

**KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F, ALS-A / ALJ-A,**

**PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N**

## Índice:

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
1.1	EXTENSÃO DE FORNECIMENTO .....	4
<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>PREPARAÇÃO DA BALANÇA .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>INSTALAÇÃO DO KIT PARA CÁLCULO DENSIMÉTRICO .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>CÁLCULO DENSIMÉTRICO DE CORPOS SÓLIDOS.....</b>	<b>10</b>
5.1	BALANÇAS COM VISOR GRÁFICO (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F).....	13
5.2	BALANÇAS COM VISOR LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N).....	17
<b>6</b>	<b>CÁLCULO DENSIMÉTRICO DE LÍQUIDOS .....</b>	<b>20</b>
6.1	BALANÇAS COM VISOR GRÁFICO (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F).....	21
6.2	BALANÇAS COM VISOR LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N).....	25
<b>7</b>	<b>CONDIÇÕES PARA MEDIÇÕES PRECISAS .....</b>	<b>28</b>
7.1	CÁLCULO DE RESULTADOS .....	28
7.2	FATORES QUE INFLUENCIAM O ERRO DE MEDIÇÃO .....	28
7.2.1	Bolhas de ar .....	28
7.2.2	Temperatura .....	28
7.2.3	Amostra do corpo sólido .....	29
7.2.4	Líquidos .....	29
7.2.5	Superfície.....	29
7.3	INFORMAÇÕES GERAIS.....	29
7.3.1	Densidade / densidade relativa .....	29
7.3.2	Deriva de indicação da balança.....	29
<b>8</b>	<b>TABELA DE DENSIDADE DE LÍQUIDOS .....</b>	<b>30</b>
<b>9</b>	<b>INDICAÇÕES DE USO .....</b>	<b>31</b>

# 1 Introdução

Kits para cálculo densimétrico ALT-02 e PLT-01 diferenciam-se pela fixação do prato de pesagem. O kit para cálculo densimétrico adequado para sua balança pode ser escolhido segundo a especificação abaixo.

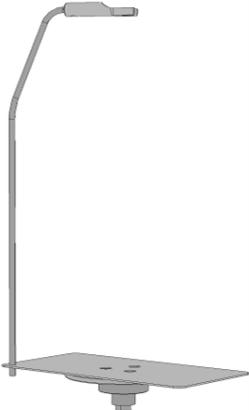
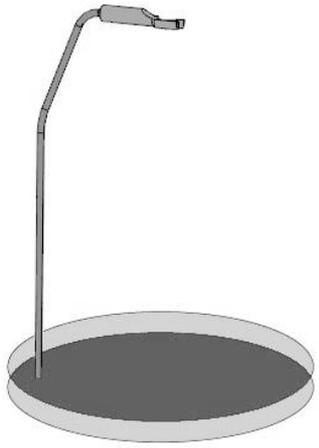
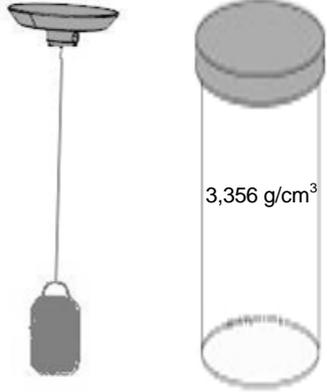
<b>KERN ALT-A02</b>	<b>KERN PLT-A01</b>
Kit para cálculo densimétrico para as balanças analíticas e de precisão d = 0,1 mg / 1 mg	Kit para cálculo densimétrico para as balanças de precisão d = 10 mg
<b>KERN ALT-B / PLT-A / PLT-F, ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N</b>	<b>KERN PLT-A, PLT-F PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F</b>



- 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.

		
<p>Punho da cesta de mergulho</p>	<p>Cesta de mergulho universal para corpos sólidos flutuantes e caindo</p>	<p>Descanso do recipiente de vidro</p>
	 <p>Ø 70 mm, altura 95 mm</p>	 <p>Ø 55 mm, altura 150 mm</p>
<p>Punho do deslocador</p>	<p>Proveta graduada de vidro para cálculo densimétrico de corpos sólidos</p>	<p>Proveta graduada de vidro para cálculo densimétrico de líquidos</p>
	 <p>3,356 g/cm<sup>3</sup></p>	
<p>Termômetro</p>	<p>Deslocador com lata de armazenagem</p>	<p>Chave Allen</p>

## 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  $1 \text{ kg}$  ocupa volume de  $1 \text{ m}^3$ .

Outras unidades freqüentemente utilizadas são:

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

Utilizando o nosso kit para cálculo densimétrico em combinação com nossas balanças KERN ABS/ABJ pode-se determinar rapida e seguramente a densidade dos corpos sólidos e líquidos. 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.

Assim, a densidade é calculada segundo as seguintes fórmulas:

### No cálculo densimétrico de corpos sólidos

Corpo sólido pode ser pesado por meio das nossas balanças tanto no ar [  $A$  ] como na água [  $B$  ]. Se a densidade do agente empurrado [  $\rho_0$  ] for conhecida, a densidade do corpo sólido [  $\rho$  ] calcula-se da seguinte maneira:

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

$\rho$  = Densidade da amostra

$A$  = O peso da amostra no ar

$B$  = O peso da amostra no líquido auxiliar

$\rho_0$  = Densidade do líquido auxiliar

### 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-de-ensaio

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
- ⇒ Mudança do volume do deslocador
- ⇒ Tensão superficial de fluido
- ⇒ Bolhas de ar
- ⇒ Profundidade de mergulho do prato para a pesagem de amostras ou deslocador
- ⇒ Porosidade do corpo sólido

### 3 Preparação da balança

Se o kit para cálculo densimétrico for instalado, o ajustamento correto não será possível.

O ajustamento requerido deve ser feito com prato de pesagem padrão antes da instalação do kit para cálculo densimétrico.

No caso das balanças com peso de calibração interno (**ALT / PLT, ALJ-A, PLJ-A, PLJ-F**) conduzir o ajustamento interno. Após finalizar o ajustamento com sucesso, ativar no menu o modo de ajustamento „Ajustamento externo”. Isso permitirá evitar a necessidade de conduzir ajustamento interno ao kit para cálculo densimétrico instalado.

No caso das balanças com peso de calibração externo (**ALS-A, PLS-A, PLS-F, PLE-N**) conduzir o ajustamento externo.

Modo de fazer, veja a instrução de uso anexa à balança correspondente.

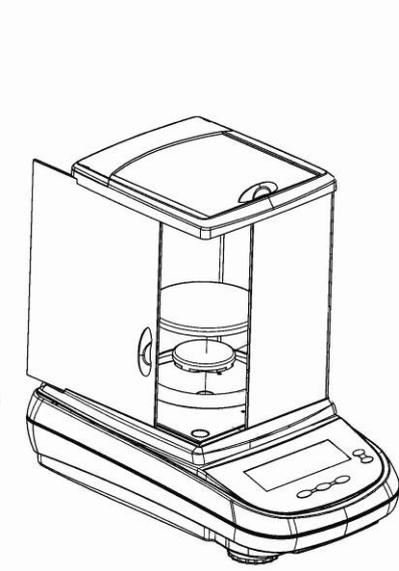
## 4 Instalação do kit para cálculo densimétrico



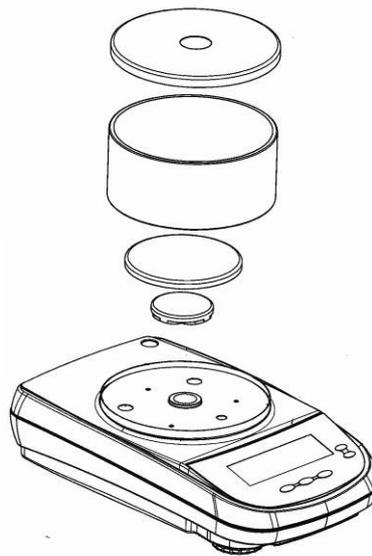
- Se o kit para cálculo densimétrico for instalado, o ajustamento correto não será possível.
- Para ajustar é preciso remover o kit para cálculo densimétrico e colocar prato de pesagem normal.

⇒ Desconectar a alimentação elétrica da balança.

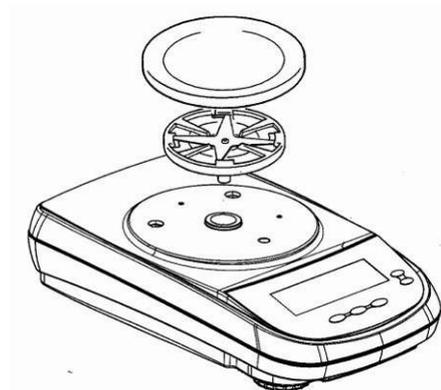
⇒ Retirar o prato de pesagem padrão de maneira mostrada na ilustração.



Modelos ALT, ALS/ALJ



Modelos PLE, PLS/PLJ, PLT;  $d = 0,1 \text{ mg} - 1 \text{ mg}$

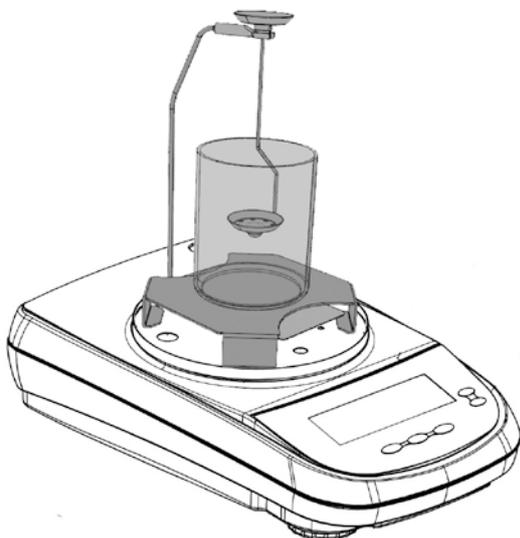


Modelos PLS/PLJ, PLT;  $d = 10 \text{ mg}$

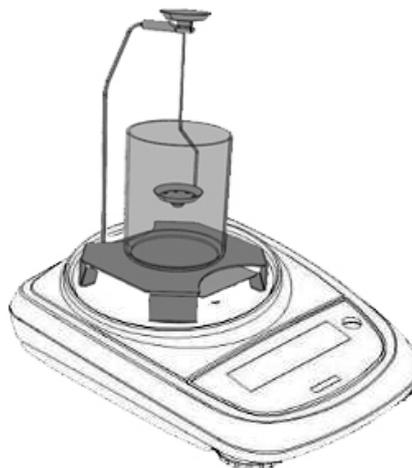
- ⇒ Instalar o kit para cálculo densimétrico.  
(para corpos sólidos, ver cap. 5, para líquidos, ver cap. 6)

Kit para cálculo densimétrico de corpos sólidos instalado - „balanças de precisão”

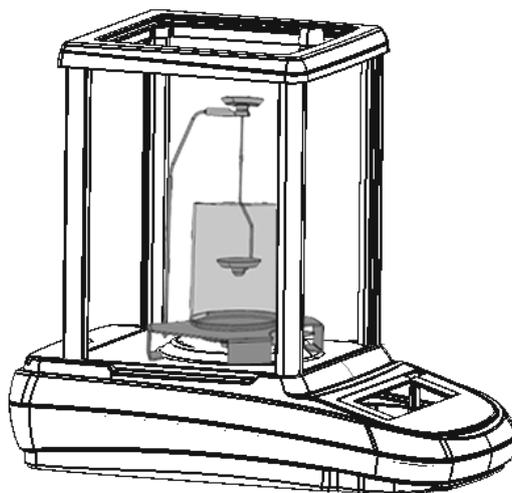
$d = 10 \text{ mg}$



$d = 0,1 \text{ mg} - 1 \text{ mg}$



Kit para cálculo densimétrico de corpos sólidos instalado - „balanças analíticas”



## 5 Cálculo densimétrico de corpos sólidos

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

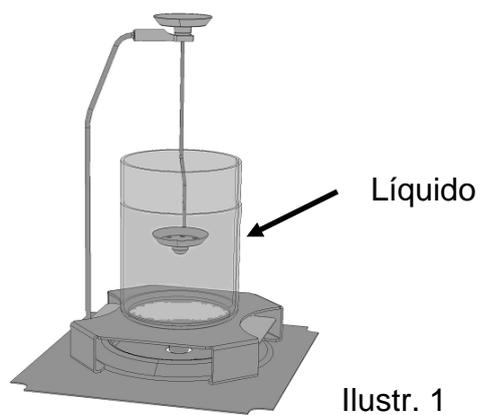
Como líquido auxiliar usa-se mais frequentemente água destilada ou etanol; tabelas de densidade, ver cap. 8.

Preparar a balança de modo descrito no cap. 3 „Instalação do kit para cálculo densimétrico”.

- ⇒ Colocar o punho da cesta de mergulho no cone do prato de pesagem.
- ⇒ Colocar o descanso do recipiente de vidro assim que não toque no punho da cesta de mergulho.
- ⇒ Pôr a proveta graduada de vidro no centro do descanso. Ela não pode tocar no punho nem na cesta de mergulho.
- ⇒ Pendurar a cesta de mergulho no punho. Ela deve ser pendurada centricamente no recorte.
- ⇒ Deitar o líquido auxiliar na proveta graduada de vidro. Botar tanto líquido para que o corpo sólido após mergulho esteja pelo menos 1 cm debaixo do espelho do líquido. Mergulhar o termômetro.
- ⇒ Regular a temperatura do líquido auxiliar/instrumentos/amostra por tanto tempo até ser estável. Tomar em consideração o tempo de aquecimento da balança.
- ⇒ Conectar a balança à tensão de alimentação, o autodiagnóstico da balança está sendo realizado. Ligar a balança por meio da tecla **ON/OFF** e esperar até aparecer a indicação em gramas.

Para cálculo densimétrico de corpos sólidos deve-se usar a cesta de mergulho universal para corpos sólidos flutuantes ( $d > 1 \text{ g/cm}^3$ ) e caindo ( $d < 1 \text{ g/cm}^3$ ).

➤  $d > 1 \text{ g/cm}^3$



Pendurar a cesta de mergulho para corpos sólidos caindo de maneira mostrada na ilustr. 1.

➤  $d < 1 \text{ g/cm}^3$

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

**Método 1:**

Como líquido auxiliar usa-se um líquido 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.

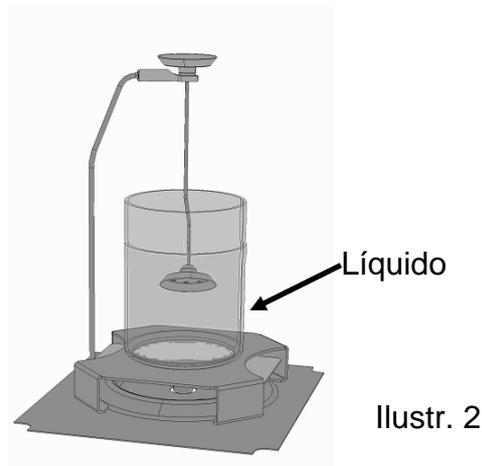
Antes de usar etanol, verificar se o corpo sólido não será danificado.

⚠ 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 para a pesagem de amostras. Com este propósito, aproveitando a chave Allen fornecida junto com o kit, é preciso montar ao contrário o prato para a pesagem de amostras da cesta de mergulho, de maneira mostrada na ilustr. 2.

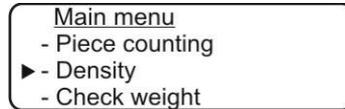
Se a força ascensional da amostra for tão grande que a cesta de mergulho eleve-se, é preciso carregá-la com peso adicional e tarar durante a pesagem no ar.



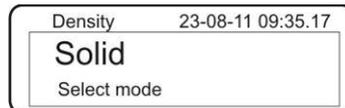
Pendurar a cesta de mergulho para corpos sólidos flutuantes de maneira mostrada na ilustr. 2.

## 5.1 Balanças com visor gráfico (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

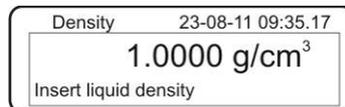
- ⇒ No modo de pesagem pressionar a tecla **MENU**. Aparecerá o menu principal.
- ⇒ Utilizando as teclas de navegação  $\updownarrow$  escolher o ponto do menu „Densidade”.



- ⇒ Confirmar através da tecla **PRINT**, o parâmetro atual será projetado.
- ⇒ Utilizando as teclas de navegação  $\updownarrow$  escolher o ajuste „Corpo sólido”.



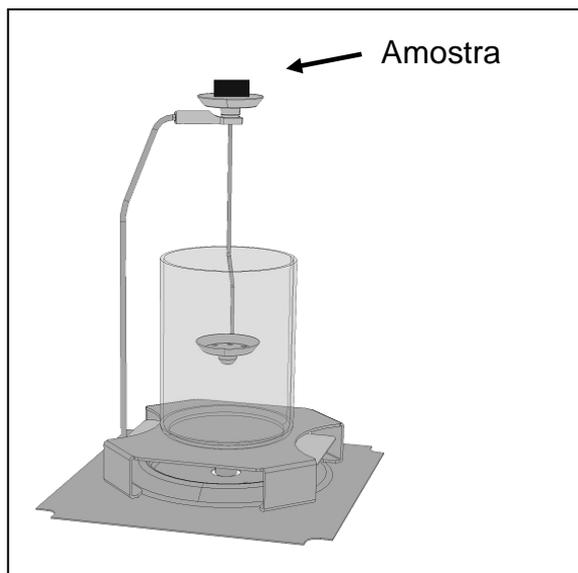
- ⇒ Confirmar apertando a tecla **PRINT**, a densidade do líquido auxiliar acertada atualmente será projetada (ajuste de fábrica 1,0000 g/cm<sup>3</sup> para água destilada em temperatura de 20°C).



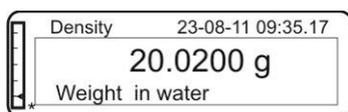
- ⇒ Para modificar (veja a tabela, cap. 8) apertar a tecla **TARE**. Para anular manter pressionada a tecla **TARE**. Por meio das teclas de navegação  $\updownarrow$  aumentar ou diminuir o algarismo. Mediante a tecla **TARE** escolher o seguinte algarismo. Deve-se repetir este processo para cada algarismo.
- ⇒ Confirmar, pressionando a tecla **PRINT**, a indicação que serve para calcular o peso no ar será projetada. Se a indicação da balança não for zero, pressionar a tecla **TARE**.



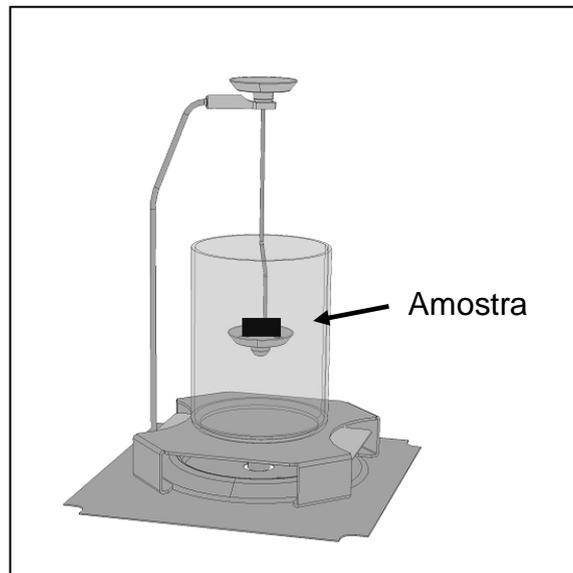
⇒ Pôr a amostra no prato superior para a pesagem de amostras.



⇒ Esperar pela projeção do indicador de estabilização [✱], depois interceptar o valor do peso apertando a tecla **PRINT**.



- ⇒ Aguardar a projeção da indicação que serve para calcular o peso da amostra no líquido auxiliar. Retirar a amostra e se for preciso zerar a balança, pressionando a tecla **TARE**.
- ⇒ Colocar a amostra debaixo do prato inferior para a pesagem de amostras e mergulhar no líquido auxiliar, evitando na medida do possível a formação de bolhas de ar.  
A amostra deve estar mergulhada pelo menos 1 cm.



- ⇒ Esperar pela projeção do indicador de estabilização [**\***], depois interceptar o valor do peso apertando a tecla **PRINT**. A densidade da amostra será projetada.



⇒ Conectada uma impressora opcional, o valor da indicação pode ser imprimido através da tecla **PRINT**.

Exemplo de impressão (KERN YKB-01N):

07-09-11	11:14:57
d: 8.0700 g/cm <sup>3</sup>	

No caso de erros durante o cálculo densimétrico, o comunicado „d-----” aparecerá.

**i**

Density	23-08-11 09:35.17
Dens: -----	g/cm <sup>3</sup>

⇒ Para fazer medições sucessivas, retornar ao modo de cálculo densimétrico apertando a tecla **MENU**.

Density	23-08-11 09:35.17
Solid	
Select mode	

⇒ Retornar ao modo de pesagem, apertando o botão **ON/OFF**.

	23-08-11 09:35.17
	0.0000 g
*-0-	

## 5.2 Balanças com visor LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇒ No modo de pesagem pressionar a tecla **MENU**. O primeiro ponto de menu „count” será projetado.

A rectangular LCD display showing the word "Count" in a large, black, monospace-style font.

⇒ Pressionar a tecla **MENU**.

A rectangular LCD display showing the text "dEnS" in a large, black, monospace-style font.

⇒ Confirmar através da tecla **PRINT**, o parâmetro atual será projetado.

⇒ Utilizando a tecla **MENU** escolher opção „d SoLid”.

A rectangular LCD display showing the text "d5oL id" in a large, black, monospace-style font.

⇒ Confirmar pressionando a tecla **PRINT**. A densidade do líquido auxiliar acertada atualmente será projetada (ajuste de fábrica 1,0000 g/cm<sup>3</sup> para água destilada em temperatura de 20°C).

A rectangular LCD display showing the text "dL 1.0000" in a large, black, monospace-style font.

⇒ A fim de mudar, entrar a densidade do fluido de medição através das teclas de setas ↓ ↑ ←.

⇒ Confirmar o valor inserido pressionando a tecla **PRINT**.

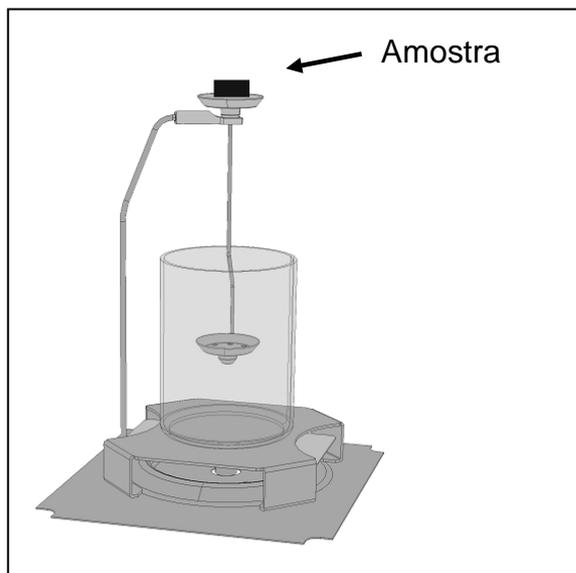
⇒ A indicação para determinação do peso de amostra no ar será projetada.

UE , Air

⇒ Confirmar pressionando a tecla **PRINT**.

⇒ Se a indicação da balança não for zero, pressionar a tecla **TARE**.

⇒ Pôr o corpo sólido no prato superior para a pesagem de amostras.



⇒ Esperar pela projeção do indicador de estabilização [**\***], depois interceptar o valor do peso da amostra no ar apertando a tecla **PRINT**.

⇒ Aguardar a projeção da indicação que serve para calcular o peso da amostra no líquido auxiliar.

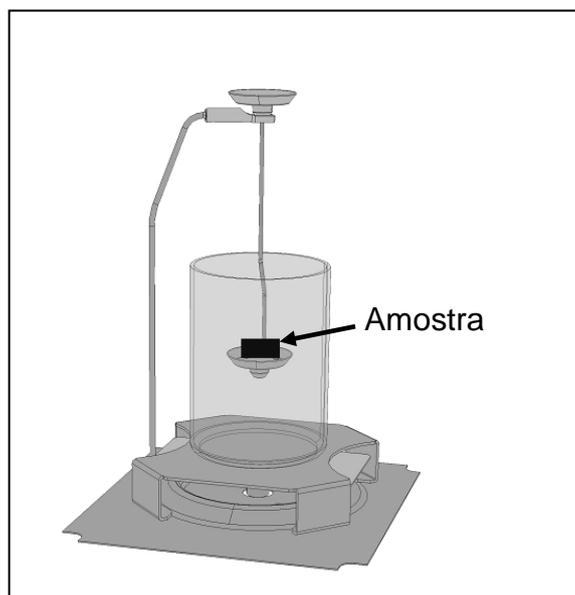
UE , L19

⇒ Confirmar pressionando a tecla **PRINT**.

⇒ Retirar a amostra e se for preciso zerar a balança, pressionando a tecla **TARE**.

- ⇒ Colocar a amostra debaixo do prato inferior para a pesagem de amostras e mergulhar no líquido auxiliar, evitando na medida do possível a formação de bolhas de ar.

A amostra deve estar mergulhada pelo menos 1 cm.



- ⇒ Esperar pela projeção do indicador de estabilização [**\***], depois interceptar o valor do peso da amostra no líquido auxiliar apertando a tecla **PRINT**. A densidade da amostra será projetada.



- ⇒ Conectada uma impressora opcional, o valor da indicação pode ser imprimido através da tecla **PRINT**.

Exemplo de impressão (KERN YKB-01N):

d: 2.0000 g/cm<sup>3</sup>

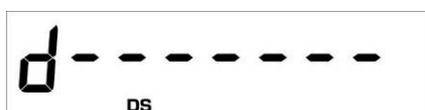
### Volta ao modo de pesagem

- ⇒ Apertar o botão **ON/OFF**.



- ⇒ Ou iniciar um novo ciclo de medição pressionando a tecla **MENU**.

No caso de erros durante o cálculo densimétrico, o comunicado „d-----” aparecerá.

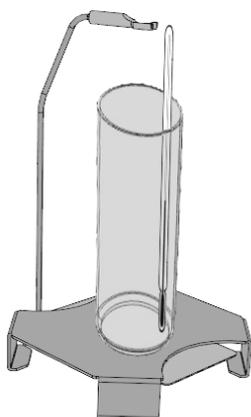


## 6 Cálculo densimétrico de líquidos

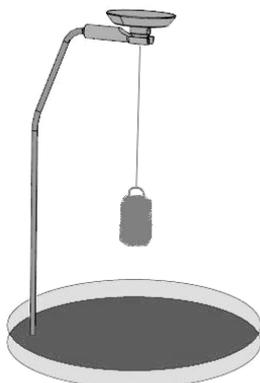
No cálculo densimétrico de líquidos usa-se um deslocador de vidro de volume conhecido. O deslocador de vidro é primeiro pesado no ar, e depois no líquido cuja densidade tem que ser calculada. Da diferença de massas resulta a força ascensional que o programa converte em densidade.

Preparar a balança de modo descrito no cap. 3 „Instalação do kit para cálculo densimétrico”.

- ⇒ Colocar o punho da cesta de mergulho no cone do prato de pesagem.
- ⇒ Colocar o descanso do recipiente de vidro assim que não toque no punho da cesta de mergulho.
- ⇒ Pôr uma alta proveta graduada de vidro no centro do descanso. Pendurar o termômetro.



- ⇒ Preparar o deslocador.

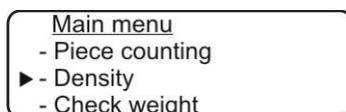


- ⇒ Regular a temperatura do líquido examinado/instrumentos/deslocador por tanto tempo até ser estável. Tomar em consideração o tempo de aquecimento da balança.
- ⇒ Conectar a balança à tensão de alimentação, o autodiagnóstico da balança está sendo realizado. Ligar a balança por meio da tecla **ON/OFF** e esperar até aparecer a indicação em gramas.

## 6.1 Balanças com visor gráfico (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

⇒ No modo de pesagem pressionar a tecla **MENU**. Aparecerá o menu principal.

⇒ Utilizando as teclas de navegação  $\updownarrow$  escolher o ponto do menu „Densidade”.

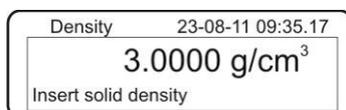


⇒ Confirmar através da tecla **PRINT**, o parâmetro atual será projetado.

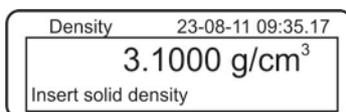
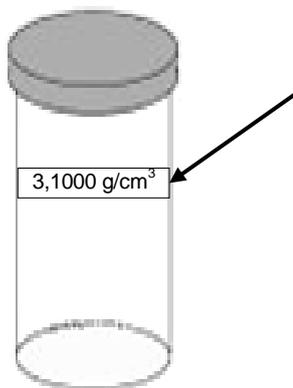
⇒ Utilizando as teclas de navegação  $\updownarrow$  escolher o ajuste „Líquido”.



⇒ Confirmar, pressionando a tecla **PRINT**, a densidade do deslocador acertada atualmente será projetada (ajuste de fábrica 3,0000 g/cm<sup>3</sup>).



⇒ Ler a densidade do deslocador da lata de armazenagem e entrá-la. Para anular manter pressionada a tecla **TARE**. Por meio das teclas de navegação  $\updownarrow$  aumentar ou diminuir o algarismo. Mediante a tecla **TARE** escolher o seguinte algarismo. Deve-se repetir este processo para cada algarismo.

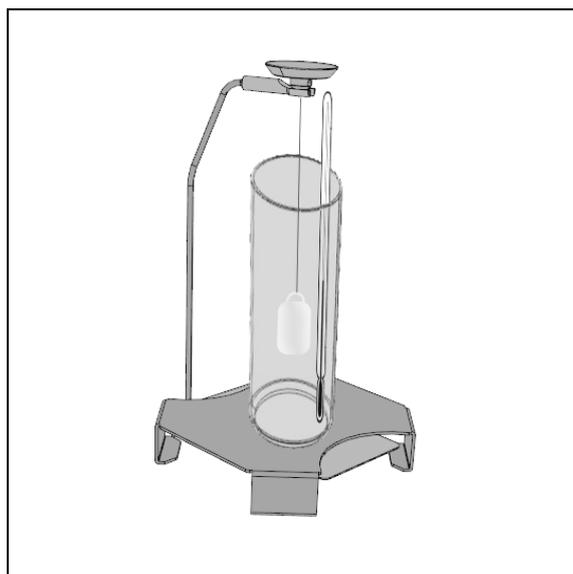


⇒ Confirmar pressionando a tecla **PRINT**. A indicação para determinação do peso do deslocador no ar será projetada.

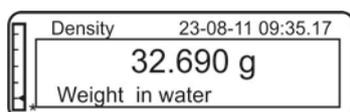
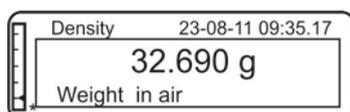


⇒ Se a indicação da balança não for zero, pressionar a tecla **TARE**.

⇒ Pendurar o deslocador.



⇒ Esperar pela projeção do indicador de estabilização [**\***], depois interceptar o valor do peso apertando a tecla **PRINT**.

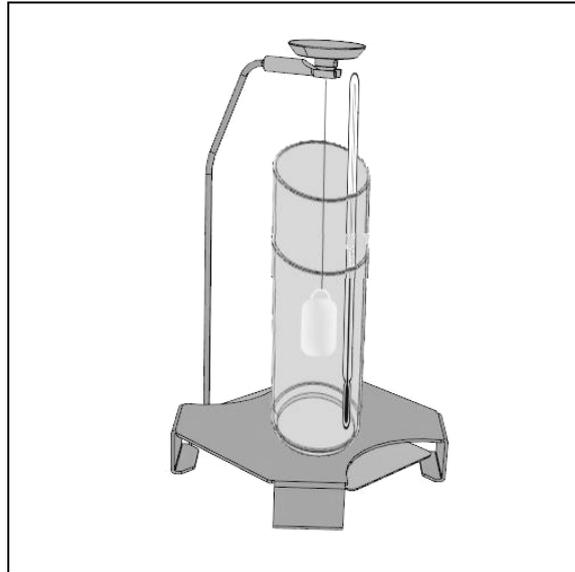


⇒ Aguardar a projeção da indicação que serve para calcular o peso do deslocador no líquido examinado.

Retirar o deslocador e se for preciso zerar a balança, pressionando a tecla **TARE**.

⇒ Encher a proveta graduada de vidro com líquido examinado.

- ⇒ Mergulhar o deslocador no líquido examinado, evitando na medida do possível a formação de bolhas de ar.  
O deslocador deve estar mergulhado pelo menos 1 cm.

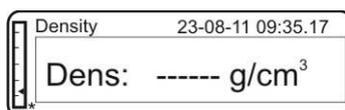


- ⇒ Esperar pela projeção do indicador de estabilização [\*], depois interceptar o valor do peso apertando a tecla **PRINT**. Aparecerá a densidade do líquido examinado à temperatura indicada no termômetro.



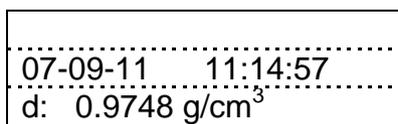
No caso de erros durante o cálculo densimétrico, o comunicado „d-----” aparecerá.

**i**

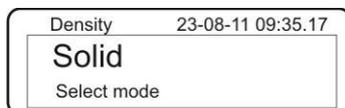


⇒ Após ligar uma impressora opcional, o valor da indicação pode ser imprimido apertando o botão **PRINT**.

Exemplo de impressão (KERN YKB-01N):



⇒ Para fazer medições sucessivas, retornar ao modo de cálculo densimétrico apertando a tecla **MENU**.



⇒ Retornar ao modo de pesagem, apertando o botão **ON/OFF**.



## 6.2 Balanças com visor LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇒ No modo de pesagem pressionar a tecla **MENU**. O primeiro ponto de menu „count” será projetado.

A rectangular LCD display showing the word "Count" in a large, black, monospaced font.

⇒ Pressionar a tecla **MENU**.

A rectangular LCD display showing "dEn5" in a large, black, monospaced font.

⇒ Confirmar através da tecla **PRINT**, o parâmetro atual será projetado.

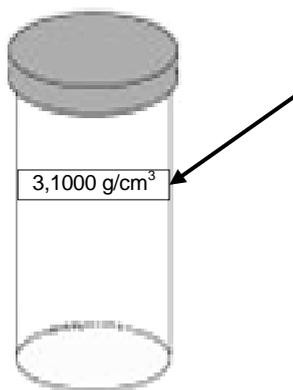
⇒ Utilizando a tecla **MENU** escolher opção „d Liquid”.

A rectangular LCD display showing "dL 1901d" in a large, black, monospaced font.

⇒ Confirmar, pressionando a tecla **PRINT**, a densidade do deslocador acertada atualmente será projetada (ajuste de fábrica  $3,0000 \text{ g/cm}^3$ ).

A rectangular LCD display showing "d5 3.0000" in a large, black, monospaced font.

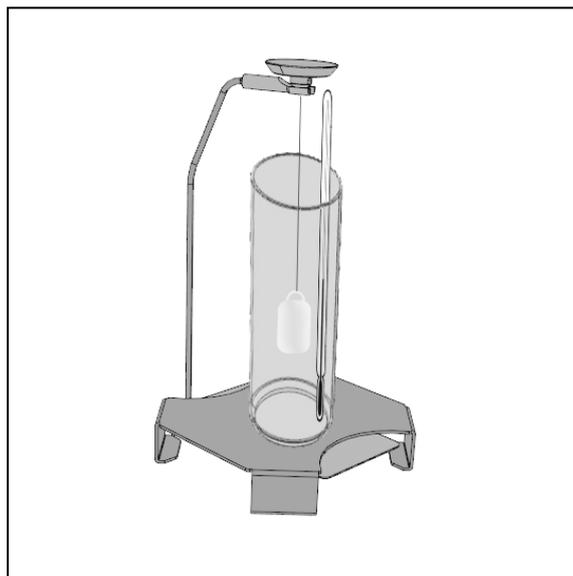
⇒ Ler a densidade do deslocador da lata de armazenagem ou pendura e entrá-la. Para anular manter pressionada a tecla **TARE**. Por meio das teclas de navegação  $\downarrow \uparrow$  aumentar ou diminuir o algarismo. Mediante a tecla **TARE** escolher o seguinte algarismo. Deve-se repetir este processo para cada algarismo.



- ⇒ Confirmar o valor inserido pressionando a tecla **PRINT**. A indicação para determinação do peso do deslocador no ar será projetada.

UE , A 1r

- ⇒ Confirmar pressionando a tecla **PRINT**.  
Se a indicação da balança não for zero, pressionar a tecla **TARE**.
- ⇒ Pendurar o deslocador no meio.

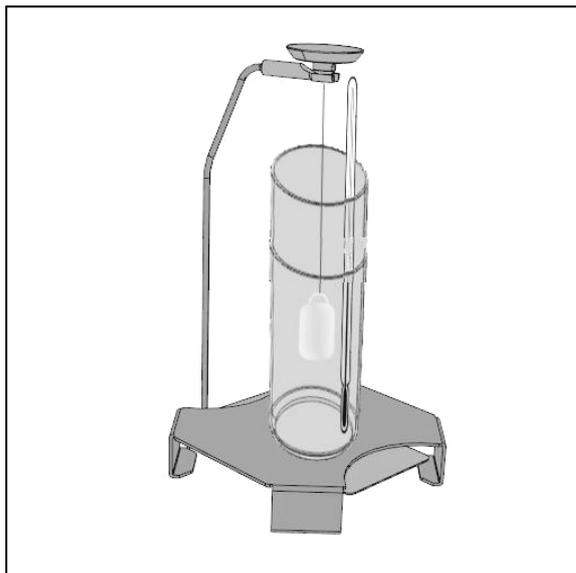


- ⇒ Esperar pela projeção do indicador de estabilização [✱], depois interceptar o valor do peso do deslocador no ar apertando a tecla **PRINT**.
- ⇒ Aguardar a projeção da indicação que serve para calcular o peso do deslocador no líquido examinado.

UE , L 19

- ⇒ Confirmar pressionando a tecla **PRINT**.
- ⇒ Retirar o deslocador e se for preciso zerar a balança, pressionando a tecla **TARE**.
- ⇒ Encher a proveta graduada de vidro com líquido examinado.

- ⇒ Mergulhar o deslocador no líquido examinado, evitando na medida do possível a formação de bolhas de ar.  
O deslocador deve estar mergulhado pelo menos 1 cm.

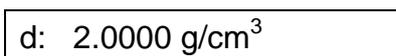


- ⇒ Esperar pela projeção do indicador de estabilização [**\***], depois interceptar o valor do peso do deslocador no líquido examinado apertando a tecla **PRINT**. Aparecerá a densidade do líquido examinado à temperatura indicada no termômetro.



- ⇒ Conectada uma impressora opcional, o valor da indicação pode ser imprimido através da tecla **PRINT**.

Exemplo de impressão (KERN YKB-01N):



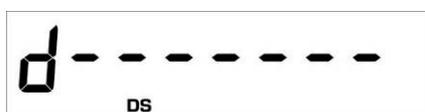
### Volta ao modo de pesagem

- ⇒ Apertar o botão **ON/OFF**.



- ⇒ Ou iniciar um novo ciclo de medição pressionando a tecla **MENU**.

No caso de erros durante o cálculo densimétrico, o comunicado „d-----” aparecerá.



## 7 Condições para medições precisas

Há muitas possibilidades de erros durante o cálculo densimétrico.

O conhecimento detalhado e cautela são indispensáveis a fim de obter resultados precisos ao usar este kit para cálculo densimétrico em combinação com balança.

### 7.1 Cálculo 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 tratar de maneira crítica os resultados de pesagem usados para cálculos.

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.

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

$\rho$  = Densidade da amostra

A = O peso da amostra no ar

B = O peso da amostra no líquido auxiliar

$\rho_o$  = Densidade do líquido auxiliar

### 7.2 Fatores que influenciam o erro de medição

#### 7.2.1 Bolhas de ar

Uma pequena bolha de diâmetro 1 mm causa força ascensional 0,5 mg, enquanto que a bolha de diâmetro 2 mm produz a força ascensional de 4 mg.

É preciso portanto cuidar para que bolhas de ar não se grudem nos corpos sólidos ou deslocadores mergulhados no líquido.

Superfície oleada causa a formação de bolhas de ar ao mergulhar no líquido, por isso:

- desengordurar a amostra do corpo sólido resistente aos dissolventes,
- limpar com regularidade todos os elementos mergulhados e não tocá-los com dedos.

Não colocar amostras de corpo sólido (em particular objetos chatos) no prato para a pesagem de amostras fora do líquido porque durante um mergulho comum formam-se bolhas de ar.

#### 7.2.2 Temperatura

Corpos sólidos são geralmente insensíveis à alteração de temperatura, portanto mudanças de densidade decorrentes disso são omitíveis. Na realidade é necessário prestar atenção para temperatura do líquido usado para cálculo densimétrico de corpos sólidos, porque cada alteração de temperatura por um °C causa alteração de densidade de 0,1 a 1%. Este efeito influencia a terceira posição decimal do resultado.

### **7.2.3 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 causa mergulho da parte da suspensão do prato para a pesagem de amostras, e assim aumenta a força ascensional. Como resultado, a massa da amostra no líquido diminuir-se-á. Não se pode fazer medições para amostras de volume variável ou que absorvem líquidos.

### **7.2.4 Líquidos**

Em princípio, corpos sólidos são tão pouco sensíveis a oscilações de temperatura, que alterações de densidade decorrentes delas não são levadas em conta. Contudo, já que o cálculo densimétrico de corpos sólidos realiza-se com emprego do „princípio de Arquimedes” mediante o líquido auxiliar, sua temperatura deve ser tomada em consideração. No caso de líquido a temperatura exerce maior influência e na maioria dos casos causa alterações de densidade aprox. de 0,1 a 1‰ para cada °C. Isso já influencia o resultado na terceira casa depois da vírgula.

### **7.2.5 Superfície**

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

## **7.3 Informações gerais**

### **7.3.1 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.

### **7.3.2 Deriva de indicação da balança**

A deriva da balança (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.

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.

## 8 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

## 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 elemento auxiliar.
- Para evitar aderência das bolhas de ar, alisar antes a amostra de superfície áspera.
- Durante a pesagem água da pinça não pode gotejar para o prato superior para amostras.
- Para reduzir a tensão superficial de água e atrito entre líquido e arame, adicionar ao líquido 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 mergulho no fluido de medição, só uma parte do ar é empurrada dos poros, o que leva a erros de medição relacionados com força ascensional.
- Para evitar fortes abalos da balança, inserir amostra com cautela.
- Evitar descargas estáticas, p. ex. limpar o 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 deslocadores de vidro (perda do direito à garantia no caso de danificação).
- Para evitar danos do kit para cálculo densimétrico causados pela corrosão, não deixá-lo mergulhado no líquido por um longo período de tempo.