



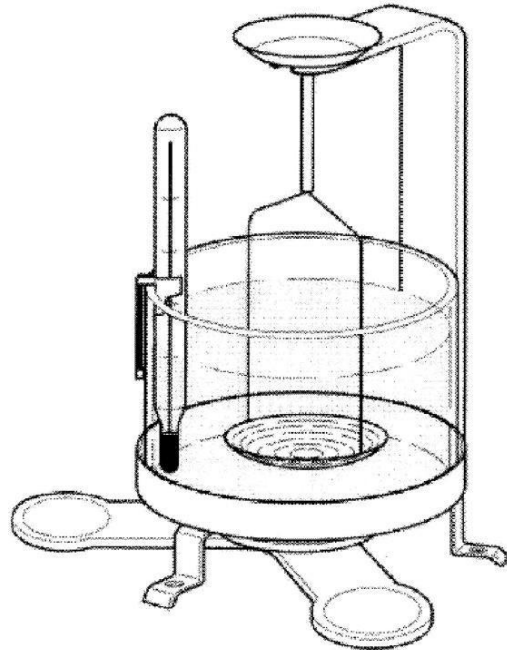
## **Density Determination Kit Instruction Manual**

## **Kit de determinación de densidad Manual de uso**

## **Kit de détermination de la densité Manuel d'instruction**

## **Dichtebestimmungs-Kit Bedienungs-anleitung**

## **Kit di Determinazione della Densità Manuale di Istruzioni**



This Kit is compatible with OHAUS<sup>®</sup> Adventurer<sup>™</sup>, Adventurer<sup>™</sup> Pro (except AV53x), Adventurer<sup>™</sup> SL (except AS153x), Pioneer, Explorer<sup>®</sup> Pro, Voyager<sup>®</sup> and Voyager<sup>®</sup> Pro models with capacities up to 610g and readability of 0.1mg and 1mg, Explorer<sup>®</sup> models with capacities up to 1100g and readability of 0.1mg and 1mg. Before using this accessory, carefully read these instructions.

Este kit es compatible con OHAUS<sup>®</sup> Adventurer<sup>™</sup>, Adventurer<sup>™</sup> Pro (excepto AV53x), Adventurer<sup>™</sup> SL (excepto AS153x), Pioneer, Explorer<sup>®</sup> Pro, Voyager<sup>®</sup> y los modelos de Voyager<sup>®</sup> Pro con capacidad hasta 610 g y resolución de 0,1 mg y 1 mg; modelos de Explorer<sup>®</sup> con capacidad hasta 1100 g y resolución de 0,1 mg y 1 mg. Antes de utilizar este accesorio, lea estas instrucciones con atención.

Le présent kit est compatible avec les modèles OHAUS<sup>®</sup> Adventurer<sup>™</sup>, Adventurer<sup>™</sup> Pro (except AV53x), Adventurer<sup>™</sup> SL (except AS153x), Pioneer, Explorer<sup>®</sup> Pro, Voyager<sup>®</sup> and Voyager<sup>®</sup> Pro ayant des capacités atteignant jusqu'à 610g et une lisibilité de 0,1mg et 1mg, mes modèles Explorer<sup>®</sup> avec des capacités atteignant jusqu'à 1100g et une lisibilité de 0,1mg et 1mg. Avant de commencer à utiliser cet accessoire, veuillez lire attentivement les présentes instructions.

Dieses Kit ist kompatibel mit OHAUS<sup>®</sup> Adventurer<sup>™</sup>, Adventurer<sup>™</sup> Pro (ausgenommen AV53x), Adventurer<sup>™</sup> SL (ausgenommen AS153x), Pioneer, Explorer<sup>®</sup> Pro, Voyager<sup>®</sup> und Voyager<sup>®</sup> Pro-Modelle mit den Kapazitäten bis zu 610g und Ablesbarkeit von 0,1mg und 1mg, Explorer<sup>®</sup>-Modelle mit den Kapazitäten bis zu 1100g und Ablesbarkeit von 0,1mg und 1mg. Bevor Sie dieses Zubehör verwenden, lesen Sie diese Anweisungen sorgfältig durch.

Questo Kit è compatibile con i modelli OHAUS<sup>®</sup> Adventurer<sup>™</sup>, Adventurer<sup>™</sup> Pro (salvo AV53x), Adventurer<sup>™</sup> SL (salvo AS153x), Pioneer, Explorer<sup>®</sup> Pro, Voyager<sup>®</sup> e Voyager<sup>®</sup> Pro con portata fino a 610g e risoluzione di lettura di 0,1mg e 1mg, modelli Explorer<sup>®</sup> con portata fino a 1100g e risoluzione di lettura di 0,1mg e 1mg. Leggere attentamente le istruzioni prima di utilizzare questo accessorio.



# Table of Contents

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>EN-1</b>
1.1	Before we begin.....	EN-1
1.2	Standard equipment .....	EN-1
<b>2</b>	<b>Preparing the balance for density determinations .....</b>	<b>EN-3</b>
<b>3</b>	<b>Principle of the density determination .....</b>	<b>EN-3</b>
<b>4</b>	<b>Density determination of solids .....</b>	<b>EN-4</b>
4.1	Fundamentals.....	EN-4
4.2	Performing the density determination of solids.....	EN-4
4.3	Improving the accuracy of the result.....	EN-6
<b>5</b>	<b>Density determination of liquids .....</b>	<b>EN-6</b>
5.1	Fundamentals.....	EN-6
5.2	Performing the density determination of liquids.....	EN-7
5.3	Improving the accuracy of the result.....	EN-8
<b>6</b>	<b>Supplementary information .....</b>	<b>EN-8</b>
6.1	Influencing factors .....	EN-8
6.2	Density table for distilled water .....	EN-10
6.3	Density table for ethanol.....	EN-11



# 1 Introduction

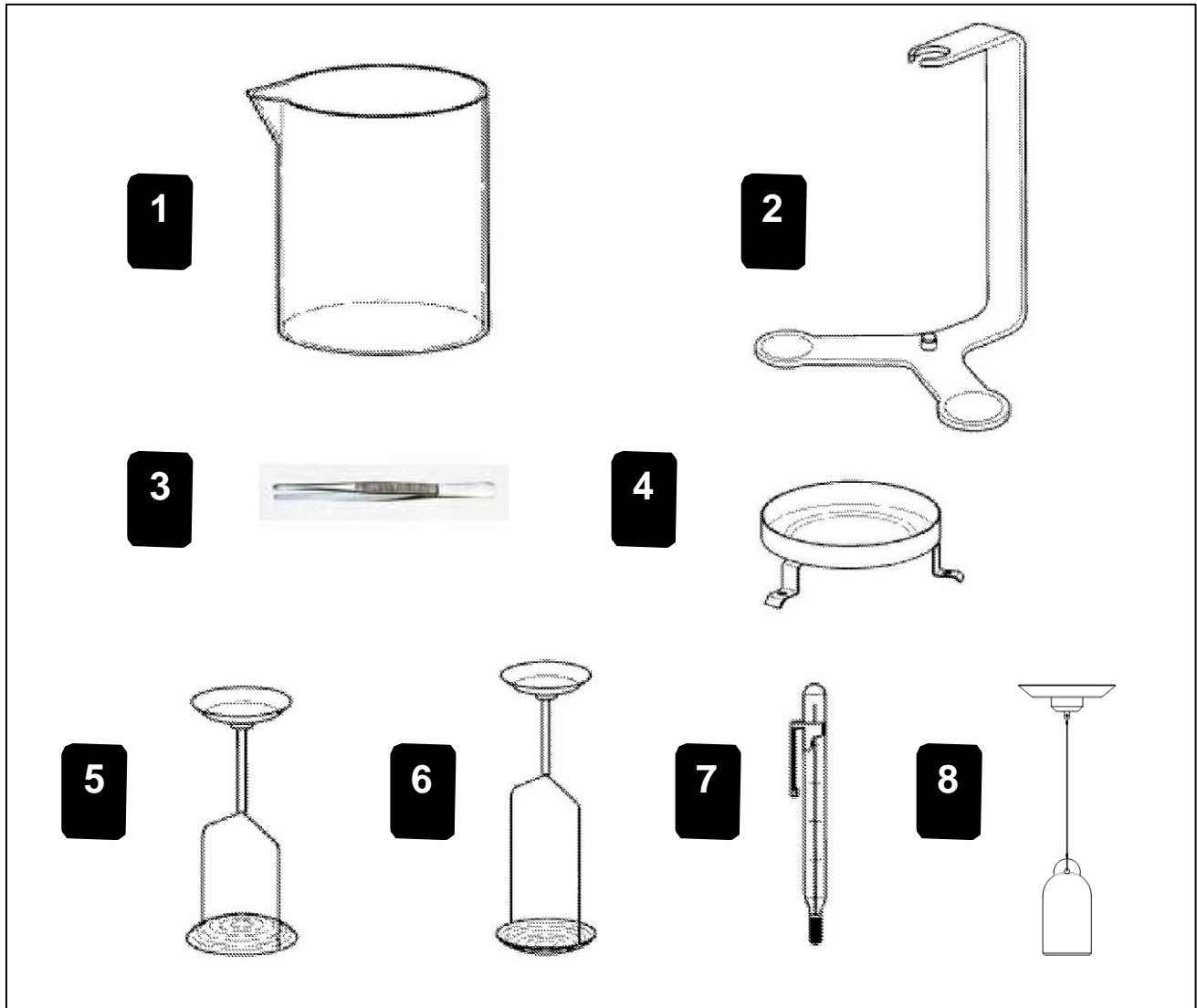
## 1.1 Before we begin

Thanks for purchasing the density determination kit for your OHAUS balances. With the aid of this kit you can use your balance for the determination of the density of solids and liquids.

## 1.2 Standard equipment

The kit contains the individual parts shown in the illustration below.

For the density determination of liquids, you need the kit and also the optional 10ml sinker.



**1** Glass beaker

**3** Forceps

**5** Holder for floating solids

**7** Precision thermometer with holder

**2** Bracket

**4** Platforms

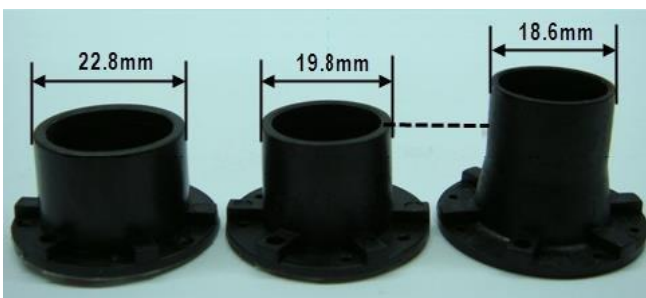
**6** Holder for non floating solids

**8** Sinker 10ml (optional equipment)



**9** Pan support (Height = 38.1mm)  
For AR 0.1mg/EP/VP

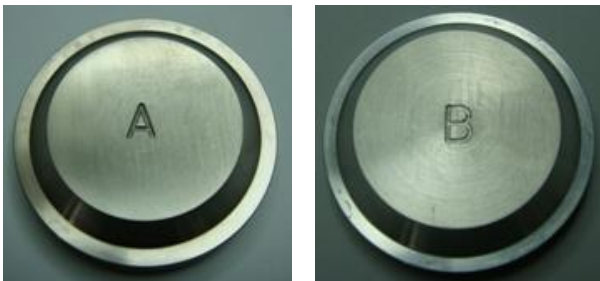
**10** Pan support (Height = 23.5mm)  
For PA 0.1mg/CP 0.1mg



**11** Pan support (Diameter = 22.8mm)  
For PA1mg/CP1mg/AR1mg/EX 1mg

**12** Pan support (Diameter = 19.8mm)  
For AV/CAV

**13** Pan support (Diameter = 18.6mm)  
For EX 0.1mg



**14** Off setting weights A

**15** Off setting weights B

Balances	Weights NO.	Quantity
EX 1mg	A	1
AV 1mg	A	1
EP/VP 1mg	A	3
PA/CP 1mg	B	1



**16** Pan support DV



**17** Pan support EX5(0.01mg)



**18** Pan support AX (1mg)

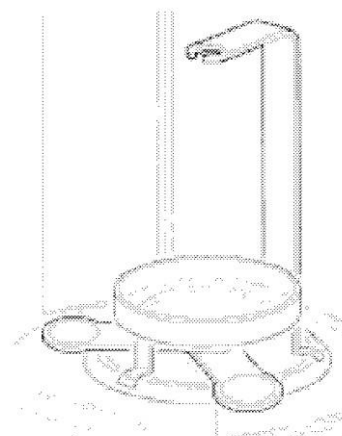
## 2 Preparing the balance for density determinations

This section describes how you can convert your balance to determine densities. Please follow the steps as below.

Select the pan support according to your balance as described in Section 1.2. Remove the cover of tape on the pan support, and adhere centrally to the bottom of the bracket (2).

1. Open the draft shield door and remove the weighing pan.
2. Place the bracket with the pan support on the weighing cone.
3. Place the platform (4) above the bracket. The three support feet should be between the weighing arms of bracket and stand stably on the bottom plate of draft shield.

**Note: The bracket must not touch the platform under any circumstances!**



## 3 Principle of the density determination

The density  $\rho$  is the quotient of the mass  $m$  and the volume  $V$ .

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

The international system of units specifies  $\text{Kg/m}^3$  as the unit of density. However, the unit  $\text{g/cm}^3$  is better suited to lab purposes.

Density determinations are frequently performed by **Archimedes' principle**, which is also used with the density determination kit for the balances. This principle states that every solid body immersed in a fluid apparently loses weight by an amount equal to that of the fluid it displaces.

The procedure for the density determination by Archimedes' principle depends on whether the **density of solids or liquids** has to be determined.

## 4 Density determination of solids

### 4.1 Fundamentals

The density of a solid is determined with the aid of a liquid whose density  $\rho_0$  is known (water or ethanol are usually used as auxiliary liquids). The solid is weighed in air (A) and then in the auxiliary liquid (B). The density  $\rho$  can be calculated from the two weighings as follows:

$$\text{Density: } \rho = \frac{A}{A-B} (\rho_0 - \rho_L) + \rho_L$$

$\rho$  = Density of sample

A = Weight of sample in air

B = Weight of sample in the auxiliary liquid

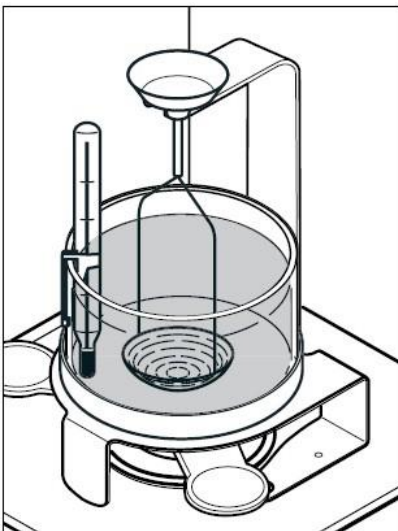
$\rho_0$  = Density of the auxiliary liquid

$\rho_L$  = Air density (0.0012 g/cm<sup>3</sup>)

$\alpha$  = Balance correction factor (0.99985), takes air buoyancy of the adjustment weight into account.

$$\text{Volume: } V = \alpha \frac{A-B}{\rho_0 - \rho_L}$$

### 4.2 Performing the density determination of solids



**Note:** These instructions explain how to work with the density determination kit. They describe the procedure for performing a density determination manually.

If you need information about operating your balance, please refer to the instruction manual provided with the balance.

For the density determination of solids, use the glass beaker (2) and one of the two holders for solids which float (5) or sink (6). For certain OHAUS 1mg balances, use off setting weights according to your balance as described in Section 1.2.

Prepare the balance for the density determination (install platform and bracket) as described in Section 2.

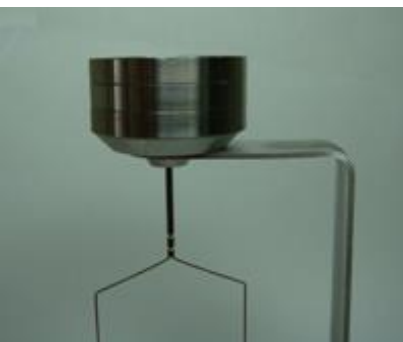
Suspend the supplied thermometer (7) from the edge of the beaker (1). Place the beaker on the platform and fill it with auxiliary liquid (liquid of known density  $\rho_0$ , usually distilled water or ethanol). Add enough liquid to ensure the solid is covered by at least 1 cm liquid after immersion.

Suspend the suitable holder (5) or (6) for solids which float or sink from the bracket (the adjacent illustration shows the holder for solid which sink).

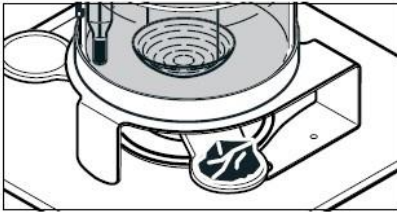
Ensure that no air bubbles adhere to the immersed part of the holder (Remove any air bubbles by moving the holder or by means of a fine brush).

For certain OHAUS 1mg balances, place off setting weights on the holder (the adjacent illustration shows the weights for EP/VP 1mg balances).

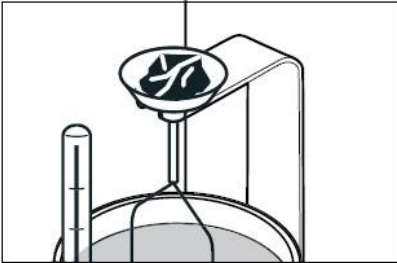
Close the draft shield doors and tare the balance.







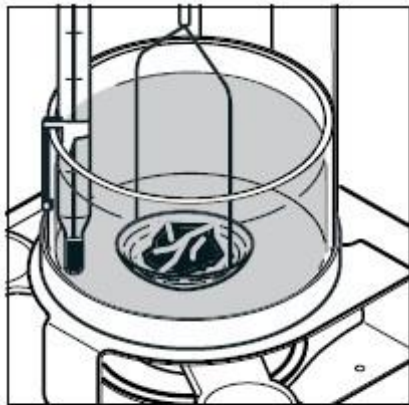
Place the solid in one of the two weighing pans of the bracket (2). Wait until the weight display of the balance is stable and note the displayed weight A (weight of sample in air).



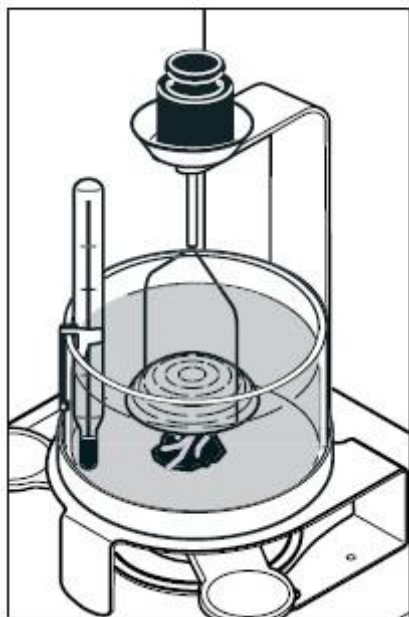
**Note for 0.1mg models**

When **solids with a weight greater than 20g** are weighed in air, place in the pan at the top of the holder (above 20g corner load errors may appear on one arm in the weighing).

Remove the solid from the pan, close the draft shield doors and tare the balance.



Place the solid after in the holder (6). Ensure that no air bubbles adhere to the solid (remove any air bubbles with a fine brush).



**Note**

With **solids with a density less than  $1\text{g/cm}^3$**  the holder for floating solids (5) must be used as it holds the solid body below the surface of the auxiliary liquid. If the buoyancy of the solid is greater than the weight of the holder, the holder must be weighted by placing an additional weight on the top weighing pan of the bracket. **After loading the additional weight, tare the balance and restart the density determination procedure by first weighing the solid in air (A) and then in the auxiliary liquid (B).**

Wait until the balance has reached stability and note the displayed weight B (weight of sample in the auxiliary liquid).

Now determine the density  $\rho$  of the solid according to the preceding formula (Section 4.1).

### 4.3 Improving the accuracy of the result

The following tips should help you improve the accuracy of the results in the **density determination of solids**.

#### Temperature

Solids are generally so insensitive to temperature fluctuations that the corresponding density changes are of no consequence. However, as work is performed with an auxiliary liquid in the density determination of solids following Archimedes' principle, their temperature must be taken into account as the temperature has a great effect with liquids and causes density changes of order of magnitude 0.1 to 1% per °C. This effect is already apparent in the third decimal place of the result.

**To obtain accurate results, we recommend that you always take the temperature of the auxiliary liquid into account in all density determinations.** You can take the appropriate values from a book of tables. You will find tables for distilled water and ethanol in Section 6.

#### Surface tension of the auxiliary liquid

Adhesion of the auxiliary liquid to the suspension wires of the holder causes an apparent weight increase of up to 3mg.

As the holder is immersed in the auxiliary liquid in both weighings of the solid (in air and in the auxiliary liquid) and the balance is tared before every measurement, the influence of the apparent weight increase can be neglected.

If the greatest possible accuracy is required, use a few drops of the wetting agent.

## 5 Density determination of liquids

### 5.1 Fundamentals

The density of a liquid is determined using a sinker of known volume. The sinker is weighed in air and then in the liquid whose density is to be determined. The density  $\rho$  can be determined from the two weighings as follows:

$$\text{Density: } \rho = \alpha \frac{A-B}{V} + \rho_L$$

With an electronic balance it is possible to determine the weight of the displaced liquid  $P$  ( $P=A-B$ ), and thus the buoyancy, allowing the preceding formula to be simplified to:

$$\rho = \alpha \frac{P}{V} + \rho_L$$

$\rho$  = Density of liquid

$A$  = Weight of sinker in air

$B$  = Weight of sinker in the liquid

$V$  = Volume of sinker

$\rho_L$  = Air density (0.0012 g/cm<sup>3</sup>)

$\alpha$  = Balance correction factor (0.99985), takes air buoyancy of the adjustment weight into account

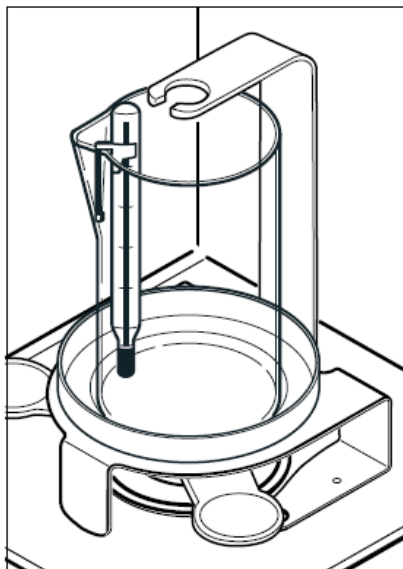
$P$  = Weight of displaced liquid ( $P = A - B$ )

## 5.2 Performing the density determination of liquids

**Note:** These instructions explain how to work with the density determination kit. They describe the procedure for performing a density determination manually.

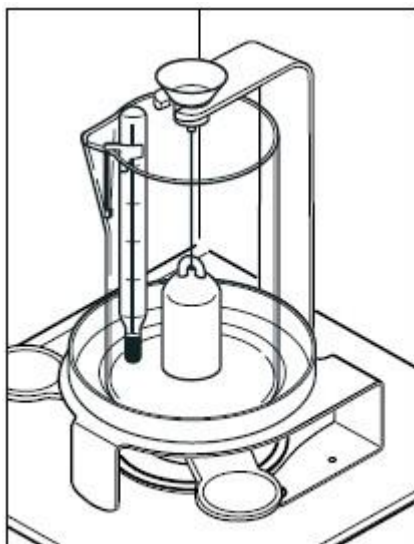
If you need information about operating your balance, please refer to the instruction manual which you received with the balance.

For the density determination of liquids, use the glass beaker (1) and the optional sinker (8).



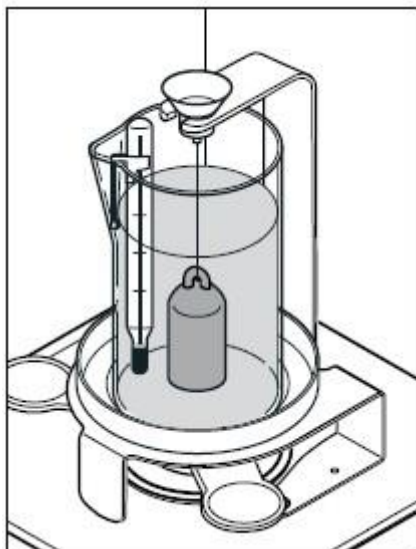
Prepare the balance for the density determination (install the platform and bracket) as described in Section 2.

Place the empty beaker (1) on the platform and suspend the thermometer supplied (7) from the edge of the beaker.



Suspend the sinker (8) from the bracket and ensure that it does not touch either the beaker or the thermometer.

Tare the balance.



Add the liquid whose density you wish to determine to the beaker (up to approx. 1 cm above the suspension eye of the sinker). Ensure that no air bubbles adhere to the sinker (remove any air bubbles with a fine brush).

Wait until the weight display of the balance is stable and note the displayed value  $P$  (weight of displaced liquid)

Now determine the density  $\rho$  of the liquid (at the temperature read off on the thermometer), according to the preceding formula (Section 5.1).

### 5.3 Improving the accuracy of the result

The following tips will help you improve the accuracy of the results in the **density determination of liquids**.

#### Volume tolerance of the sinker

The optional sinker recommended for the density determination of liquids corresponds to the requirements of the German Weights and Measures Regulation (EO 13-4, paragraph 9.21). The volume of the sinker including the upper half of the suspension wire is so adjusted that the maximum error in the density determination of water at a temperature of 20°C is  $\pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$

## 6 Supplementary information

This section offers information on the influencing factors which can have an adverse effect on the accuracy of the experimental results. In addition, you will find density tables for distilled water and ethanol in this section.

### 6.1 Influencing factors

In addition to temperature, air buoyancy and surface tension of the liquid, the following factors can affect the experimental results:

- Immersion depth of the holder or the sinker
- Air bubbles
- Porosity of the solid body

#### Immersion depth of the holder or sinker

The sinker for the **density determination of liquids** is suspended from a platinum wire of **0.2 mm diameter**. In water the wire experiences a **buoyancy of approximately 0.3 mg per 10mm immersion depth**.

**Example:** If the liquid is 10mm above the suspension eye of the sinker, approx. 40mm wire is immersed. This results in a buoyancy of 1.2mg at densities around 1. Owing to division of the buoyancy by  $10\text{cm}^3$  (=volume of the sinker), the error in the result is negligibly small and need not be corrected.

The immiscible part of the holders for the **density determination of solids** comprises 2 wires **each of diameter 0.7mm**. With a liquid density of 1, this results in a **buoyancy of approx. 0.4mg millimeter immersion depth**.

In the weighing of the solid in air, the immersion depth of the holder remains the same. The buoyancy force on the holder is thus constant and can therefore be neglected. However, it is important to ensure that the **liquid level is not changed** between weighings (the change in the liquid level by immersion of the solid is usually insignificant).

#### Air bubbles

With poorly wetting liquids (e.g. water without wetting agent), it is possible that air bubbles remain adhered to the immersed parts (solid, sinker, and holder) and influence the result owing to their buoyancy. A bubble with a diameter of 1 mm causes a buoyancy of 0.5 mg, whereas one of diameter 2 mm results in buoyancy as high as

4 mg. To avoid air bubbles, we advise the following **precautionary measures**:

- Degrease solvent-resistant solids
- Clean holders and sinker at regular intervals, never touched parts which are immersed with your hand
- Gently shake holders and sinker on first-time immersion to dislodge any air bubbles.
- Remove tenaciously adhering air bubbles with a fine brush.
- Use enclosed or commercial wetting agent or organic liquids (the density change experienced by distilled water on the addition of wetting agent can be neglected).

**Porosity of the solid**

When solid bodies are immersed in a liquid, usually not all the air in the pores is displaced. This leads to buoyancy errors and thus the density of porous bodies can only be determined approximately.

**6.2 Density table for distilled water**

T/°C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10.	0.99973	0.99972	0.99971	0.99970	0.99969	0.99968	0.99967	0.99966	0.99965	0.99964
11.	0.99963	0.99962	0.99961	0.99960	0.99959	0.99958	0.99957	0.99956	0.99955	0.99954
12.	0.99953	0.99951	0.99950	0.99949	0.99948	0.99947	0.99946	0.99944	0.99943	0.99942
13.	0.99941	0.99939	0.99938	0.99937	0.99935	0.99934	0.99933	0.99931	0.99930	0.99929
14.	0.99927	0.99926	0.99924	0.99923	0.99922	0.99920	0.99919	0.99917	0.99916	0.99914
15.	0.99913	0.99911	0.99910	0.99908	0.99907	0.99905	0.99904	0.99902	0.99900	0.99899
16.	0.99897	0.99896	0.99894	0.99892	0.99891	0.99889	0.99887	0.99885	0.99884	0.99882
17.	0.99880	0.99879	0.99877	0.99875	0.99873	0.99871	0.99870	0.99868	0.99866	0.99864
18.	0.99862	0.99860	0.99859	0.99857	0.99855	0.99853	0.99851	0.99849	0.99847	0.99845
19.	0.99843	0.99841	0.99839	0.99837	0.99835	0.99833	0.99831	0.99829	0.99827	0.99825
20.	0.99823	0.99821	0.99819	0.99817	0.99815	0.99813	0.99811	0.99808	0.99806	0.99804
21.	0.99802	0.99800	0.99798	0.99795	0.99793	0.99791	0.99789	0.99786	0.99784	0.99782
22.	0.99780	0.99777	0.99775	0.99773	0.99771	0.99768	0.99766	0.99764	0.99761	0.99759
23.	0.99756	0.99754	0.99752	0.99749	0.99747	0.99744	0.99742	0.99740	0.99737	0.99735
24.	0.99732	0.99730	0.99727	0.99725	0.99722	0.99720	0.99717	0.99715	0.99712	0.99710
25.	0.99707	0.99704	0.99702	0.99699	0.99697	0.99694	0.99691	0.99689	0.99686	0.99684
26.	0.99681	0.99678	0.99676	0.99673	0.99670	0.99668	0.99665	0.99662	0.99659	0.99657
27.	0.99654	0.99651	0.99648	0.99646	0.99643	0.99640	0.99637	0.99634	0.99632	0.99629
28.	0.99626	0.99623	0.99620	0.99617	0.99614	0.99612	0.99609	0.99606	0.99603	0.99600
29.	0.99597	0.99594	0.99591	0.99588	0.99585	0.99582	0.99579	0.99576	0.99573	0.99570
30.	0.99567	0.99564	0.99561	0.99558	0.99555	0.99552	0.99549	0.99546	0.99543	0.99540

### 6.3 Density table for ethanol

T/°C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10.	0.79784	0.79775	0.79767	0.79758	0.79750	0.79741	0.79733	0.79725	0.79716	0.79708
11.	0.79699	0.79691	0.79682	0.79674	0.79665	0.79657	0.79648	0.79640	0.79631	0.79623
12.	0.79614	0.79606	0.79598	0.79589	0.79581	0.79572	0.79564	0.79555	0.79547	0.79538
13.	0.79530	0.79521	0.79513	0.79504	0.79496	0.79487	0.79479	0.79470	0.79462	0.79453
14.	0.79445	0.79436	0.79428	0.79419	0.79411	0.79402	0.79394	0.79385	0.79377	0.79368
15.	0.79360	0.79352	0.79343	0.79335	0.79326	0.79318	0.79309	0.79301	0.79292	0.79284
16.	0.79275	0.79267	0.79258	0.79250	0.79241	0.79232	0.79224	0.79215	0.79207	0.79198
17.	0.79190	0.79181	0.79173	0.79164	0.79156	0.79147	0.79139	0.79130	0.79122	0.79113
18.	0.79105	0.79096	0.79088	0.79079	0.79071	0.79062	0.79054	0.79045	0.79037	0.79028
19.	0.79020	0.79011	0.79002	0.78994	0.78985	0.78977	0.78968	0.78960	0.78951	0.78943
20.	0.78934	0.78926	0.78917	0.78909	0.78900	0.78892	0.78883	0.78874	0.78866	0.78857
21.	0.78849	0.78840	0.78832	0.78823	0.78815	0.78806	0.78797	0.78789	0.78780	0.78772
22.	0.78763	0.78755	0.78746	0.78738	0.78729	0.78720	0.78712	0.78703	0.78695	0.78686
23.	0.78678	0.78669	0.78660	0.78652	0.78643	0.78635	0.78626	0.78618	0.78609	0.78600
24.	0.78592	0.78583	0.78575	0.78566	0.78558	0.78549	0.78540	0.78532	0.78523	0.78515
25.	0.78506	0.78497	0.78489	0.78480	0.78472	0.78463	0.78454	0.78446	0.78437	0.78429
26.	0.78420	0.78411	0.78403	0.78394	0.78386	0.78377	0.78368	0.78360	0.78351	0.78343
27.	0.78334	0.78325	0.78317	0.78308	0.78299	0.78291	0.78282	0.78274	0.78265	0.78256
28.	0.78248	0.78239	0.78230	0.78222	0.78213	0.78205	0.78196	0.78187	0.78179	0.78170
29.	0.78161	0.78153	0.78144	0.78136	0.78127	0.78118	0.78110	0.78101	0.78092	0.78084
30.	0.78075	0.78066	0.78058	0.78049	0.78040	0.78032	0.78023	0.78014	0.78006	0.77997

Density values of C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH taken from "American Institute of Physics Handbook".





# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>EN-1</b>
1.1	Antes de empezar.....	EN-1
1.2	Equipamiento estándar .....	EN-1
<b>2</b>	<b>Preparación de la balanza para determinar la densidad .....</b>	<b>EN-3</b>
<b>3</b>	<b>Principio de determinación de densidad .....</b>	<b>EN-3</b>
<b>4</b>	<b>Determinación de densidad de sólidos.....</b>	<b>EN-4</b>
4.1	Principios básicos .....	EN-4
4.2	Puesta en práctica de la determinación de densidad.....	EN-4
4.3	Mejorar la precisión de los resultados.....	EN-6
<b>5</b>	<b>Determinación de densidad de líquidos .....</b>	<b>EN-6</b>
5.1	Principios básicos .....	EN-6
5.2	Puesta en práctica de la determinación de densidad de líquidos .....	EN-7
5.3	Mejorar la precisión de los resultados.....	EN-8
<b>6</b>	<b>Información complementaria .....</b>	<b>EN-8</b>
6.1	Factores influyentes.....	EN-8
6.2	Cuadro de densidad para el agua destilada .....	EN-10
6.3	Cuadro de densidad para el etanol.....	EN-11



## 1 Introducción

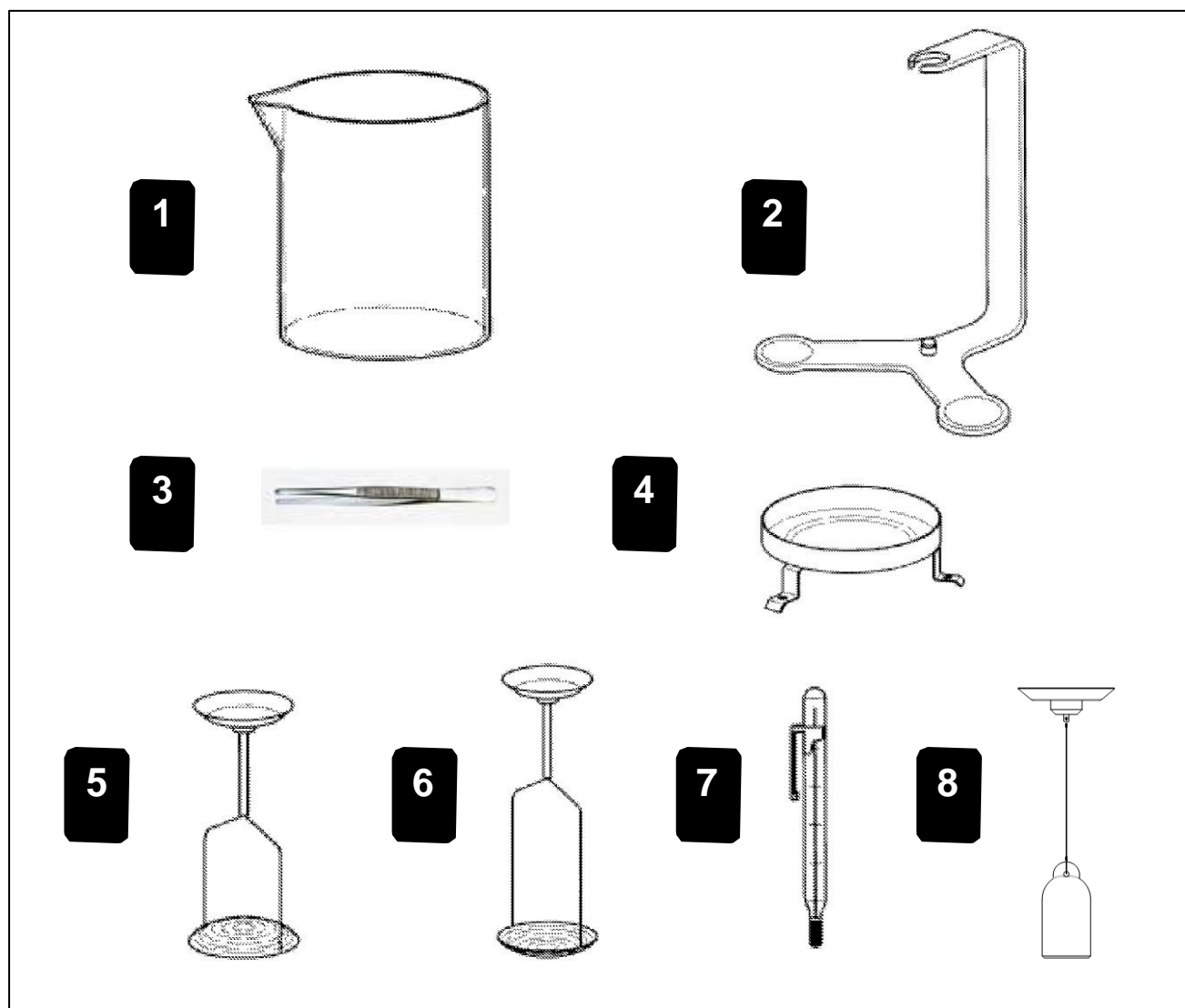
### 1.1 Antes de empezar

Muchas gracias por comprar el kit de determinación de densidad para sus balanzas OHAUS. Mediante este kit, podrá utilizar su balanza para determinar la densidad de sólidos y líquidos.

### 1.2 Equipamiento estándar

El kit contiene las piezas individuales que se pueden observar en la siguiente imagen.

Para determinar la densidad de los líquidos, necesita el kit y también la pesa de plomo opcional de 10 ml.



**1** Vaso de precipitado

**3** Pinzas

**5** Cesta para sólidos flotantes

**7** Termómetro de precisión con sujeción

**2** Estructura soporte

**4** Base trípode

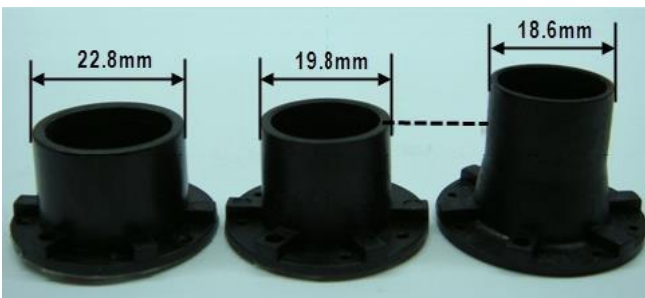
**6** Cesta para sólidos sumergibles

**8** Pesa de plomo de 10 ml  
(equipamiento opcional)



**9** Soporte para platillo (Altura = 38,1 mm)  
Para AR 0,1 mg/EP/VP

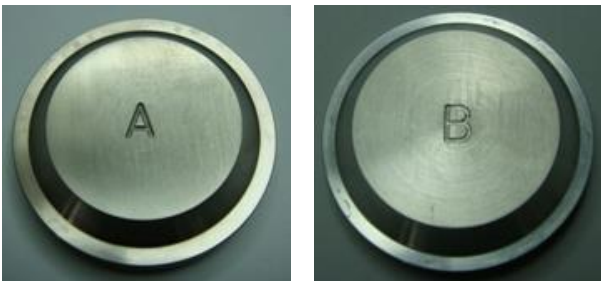
**10** Soporte para platillo (Altura = 23,5 mm)  
Para PA 0,1 mg/CP 0,1mg



**11** Soporte para platillo (Diámetro = 22,8 mm)  
Para PA 1 mg/CP 1 mg/AR 1 mg/EX 1 mg

**12** Soporte para platillo (Diámetro = 19,8 mm)  
Para AV/CAV

**13** Soporte para platillo (Diámetro = 18,6 mm)  
Para EX 0,1 mg



**14** Pesas de compensación A

**15** Pesas de compensación B

Balanzas	Nomenclatura de pesas	Cantidad
EX 1 mg	A	1
AV 1 mg	A	1
EP/VP 1 mg	A	3
PA/CP 1 mg	B	1



**16** Soporte para platillo DV



**17** Soporte para platillo EX5  
(0,01 mg)



**18** Soporte para platillo AX  
(1 mg)

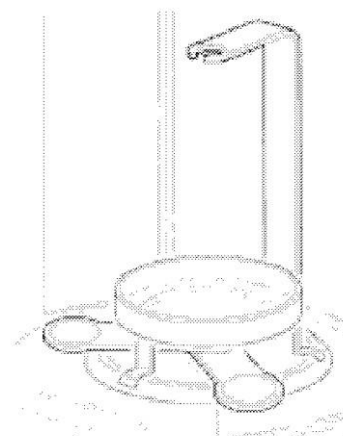
## 2 Preparación de la balanza para determinar la densidad

En esta sección se describe cómo puede convertir su balanza para determinar densidades. Siga los pasos tal como se indican a continuación.

Seleccione el soporte para platillo según su balanza, tal como se describe en la sección 1.2. Quite la cobertura de cinta del soporte del platillo y adhiera este último de forma central en la parte inferior de la estructura (2).

1. Abra la escotilla de protección contra la brisa y remueva el platillo de pesaje.
2. Coloque la estructura con el soporte de platillo en el cono de pesaje.
3. Coloque la base trípode (4) sobre la estructura. Los tres pies de la estructura deben estar posicionados entre los brazos de pesaje de esta y estar erectos de forma estable en el plato inferior de la escotilla de protección.

**Nota:** La estructura no debe tocar la plataforma bajo ninguna circunstancia.



## 3 Principio de determinación de densidad

La densidad  $\rho$  es el cociente de la masa  $m$  y el volumen  $V$ .

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

El sistema internacional de unidades especifica  $\text{Kg/m}^3$  como unidad de densidad. No obstante, la unidad  $\text{g/cm}^3$  es más adecuada para uso en laboratorios.

Frecuentemente, las determinaciones de densidad se realizan mediante el **principio de Arquímedes**, que también se utiliza con el kit de determinación de densidad para las balanzas. Este principio establece que cada cuerpo sólido inmerso en un fluido, aparentemente pierde peso en una cantidad igual a aquella que desplaza el fluido.

El procedimiento de determinación de densidad del principio de Arquímedes depende de si se debe determinar la **densidad de sólidos o líquidos**.

## 4 Determinación de densidad de sólidos

### 4.1 Principios básicos

La densidad de un sólido se determina con la ayuda de un líquido cuya densidad  $\rho_0$  se conoce (generalmente, se utilizan el agua o el etanol como líquidos auxiliares). El sólido se pesa en aire (A) y luego en el líquido auxiliar (B). La densidad  $\rho$  puede calcularse de los dos pesajes de la siguiente manera:

$$\text{Density: } \rho = \frac{A}{A-B} (\rho_0 - \rho_L) + \rho_L$$

$\rho$  = Densidad de la muestra

A = Peso de la muestra en aire

B = Peso de la muestra en el líquido auxiliar

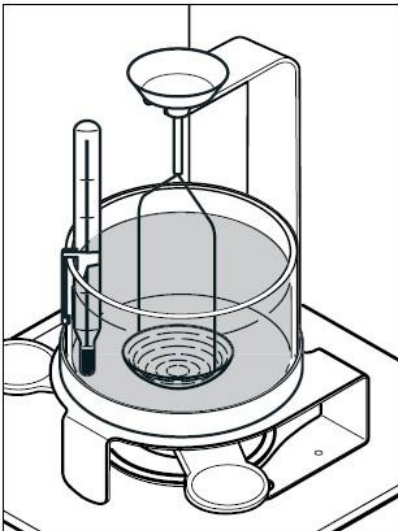
$$\text{Volume: } V = \alpha \frac{A-B}{\rho_0 - \rho_L}$$

$\rho_0$  = Densidad del líquido auxiliar

$\rho_L$  = Densidad del aire (0,0012 g/cm<sup>3</sup>)

$\alpha$  = Factor de corrección de la balanza (0,99985), toma en consideración la flotabilidad del aire del peso de ajuste.

### 4.2 Puesta en práctica de la determinación de densidad de sólidos



**Nota:** Estas instrucciones explican cómo trabajar con el kit de determinación de densidad. Asimismo, describen el procedimiento para realizar una determinación de densidad de forma manual.

Si necesita información sobre cómo utilizar su balanza, lea el manual de instrucciones provisto junto con la balanza.

Para determinar la densidad de sólidos, utilice el vaso de precipitado (1) y uno de las dos cestas para sólidos flotantes (5) o sólidos sumergibles (6). Para determinadas balanzas OHAUS de 1 mg, utilice pesas de compensación según su balanza, tal como se describe en la sección 1.2.

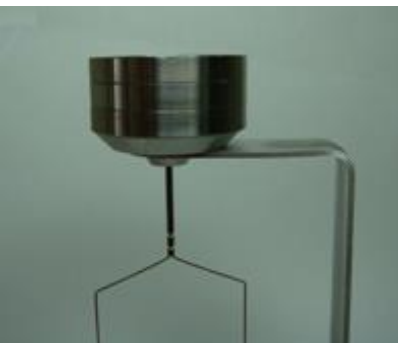
Prepare la balanza para determinar la densidad (instale la plataforma y la estructura) tal como se describe en la sección 2.

Deje el termómetro provisto suspendido (7) desde el borde del vaso (1). Coloque el vaso sobre la plataforma y llénelo con líquido auxiliar (generalmente, el agua destilada y el etanol son líquidos de densidad  $\rho_0$  conocida). Añada suficiente líquido para asegurarse de que el sólido está cubierto en, como mínimo, 1 cm de líquido luego de haberlo sumergido.

Deje en suspensión la cesta adecuado (5) o (6) para sólidos flotantes o sumergibles de la estructura (la imagen contigua muestra la cesta para sólidos sumergibles).

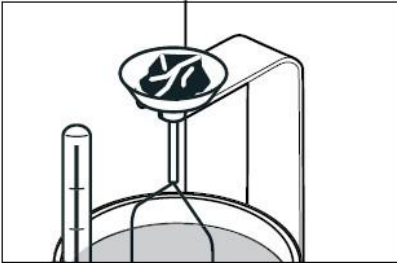
Asegúrese de que no haya burbujas de aire adheridas a la parte sumergida del contenedor (elimine todas las burbujas de aire moviendo el contenedor o por medio de un pincel fino).

Para determinadas balanzas OHAUS de 1 mg, coloque pesas de compensación en la cesta (la imagen contigua muestra las pesas para balanzas EP/VP 1 mg). Cierre la escotilla de protección y ponga la balanza en cero.





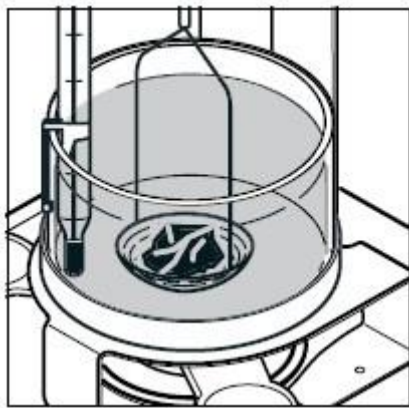
Coloque el sólido en uno de los dos platillos de pesaje de la estructura (2). Espere a que el visualizador de peso de la balanza esté estable y anote el peso (A) que aparece en el visualizador (peso de la muestra en el aire).



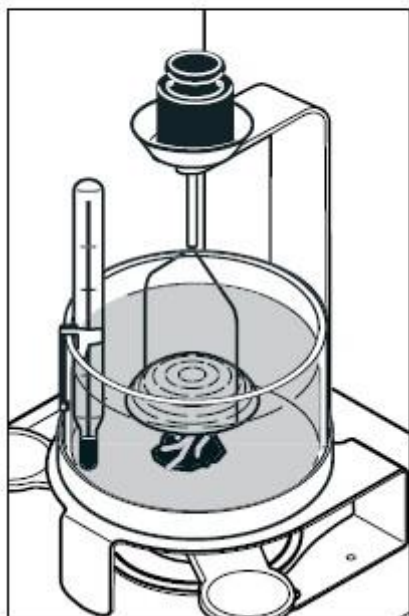
**Nota para modelos de 0,1 mg**

Cuando los **sólidos con un peso mayor a 20 g** se pesan en aire, colóquelos en el platillo en la parte superior la cesta (con los pesos superiores a 20 g pueden aparecer errores de carga en un extremo durante el pesaje).

Quite el sólido del platillo, cierre las escotillas de protección y ponga la balanza en cero.



Posteriormente, coloque el sólido en la cesta (6). Asegúrese de que no haya burbujas de aire adheridas al sólido (elimine todas las burbujas con un pincel fino).



**Nota:**

Para los **sólidos con una densidad menor a 1 g/cm<sup>3</sup>**, se debe utilizar la **cesta para sólidos flotantes (5)**, ya que sostiene al cuerpo sólido debajo de la superficie del líquido auxiliar. Si la flotabilidad del sólido es superior al peso de la cesta, se debe pesar este último colocando una pesa adicional en el platillo de pesaje superior de la estructura. **Luego de cargar la pesa adicional, ponga la balanza en cero y reinicie el procedimiento de determinación de densidad comenzando por pesar el sólido en aire (A) y luego en el líquido auxiliar (B).**

Espere a que el visualizador de peso de la balanza esté estable y anote el peso B (peso de la muestra en el líquido auxiliar).

Ahora determine la densidad  $\rho$  del sólido sobre la base de la fórmula anterior (sección 4.1).

### 4.3 Mejorar la precisión de los resultados

Los siguientes consejos lo ayudarán a mejorar la precisión de los resultados en la **determinación de densidad de sólidos**.

#### Temperatura

Generalmente, los sólidos son tan insensibles a las fluctuaciones en la temperatura que los cambios correspondientes en su densidad son de poca importancia. Sin embargo, debido a que el trabajo se realiza con un líquido auxiliar en la determinación de densidad de sólidos conforme con el principio de Arquímedes, se debe considerar su temperatura, ya que esta tiene una gran influencia sobre los líquidos y produce cambios en la densidad en órdenes de magnitud de 0,1 a 1% por grado Celsius. Este efecto ya es aparente en el tercer decimal del resultado.

**Para obtener resultados precisos, le recomendamos que siempre tome en consideración la temperatura del líquido auxiliar en cada determinación de densidad.** Puede tomar los valores correspondientes de un libro con cuadros informativos. Encontrará cuadros para el agua destilada y el etanol en la sección 6.

#### Tensión superficial del líquido auxiliar

La adhesión del líquido auxiliar a los cables de suspensión de la cesta causa un aumento aparente en el peso de hasta 3 mg.

A medida que la cesta se sumerge en el líquido auxiliar en ambos pesajes del sólido (tanto en aire como en líquido auxiliar) y la balanza se pone en cero antes de cada medición, se puede desatender la influencia del aumento aparente del peso.

Si se requiere de la mayor precisión posible, utilice unas gotas de agente humectante.

## 5 Determinación de densidad de líquidos

### 5.1 Principios básicos

La densidad de un líquido se determina con el uso de una pesa de plomo de volumen conocido. Se pesa la pesa en aire y luego en el líquido cuya densidad se desea determinar. La densidad  $\rho$  puede determinarse de los dos pesajes de la siguiente manera:

$$\text{Density: } \rho = \alpha \frac{A-B}{V} + \rho_L$$

Con una balanza electrónica es posible determinar el peso del líquido desplazado  $P$  ( $P=A-B$ ) y, por lo tanto, su flotabilidad, lo que permite simplificar la fórmula de esta manera:

$$\rho = \alpha \frac{P}{V} + \rho_L$$

$\rho$  = Densidad del líquido

$A$  = Peso de la pesa en aire

$B$  = Peso de la pesa en el líquido

$V$  = Volumen de la pesa

$\rho_L$  = Densidad del aire ( $0,0012 \text{ g/cm}^3$ )

$\alpha$  = Factor de corrección de la balanza ( $0,99985$ ), toma en consideración la flotabilidad del aire del peso de ajuste

$P$  = Peso del líquido desplazado ( $P = A - B$ )

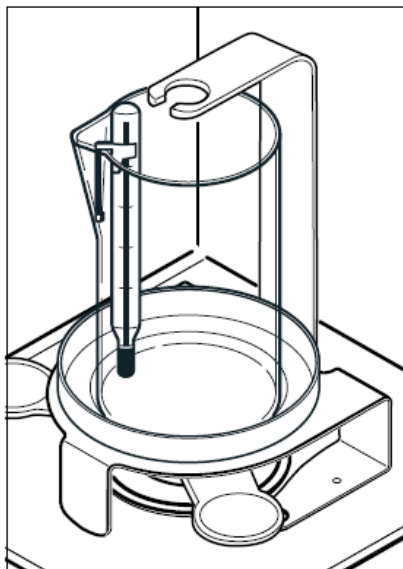


## 5.2 Puesta en práctica de la determinación de densidad de líquidos

**Nota:** Estas instrucciones explican cómo trabajar con el kit de determinación de densidad. Describen el procedimiento para realizar una determinación de densidad de forma manual.

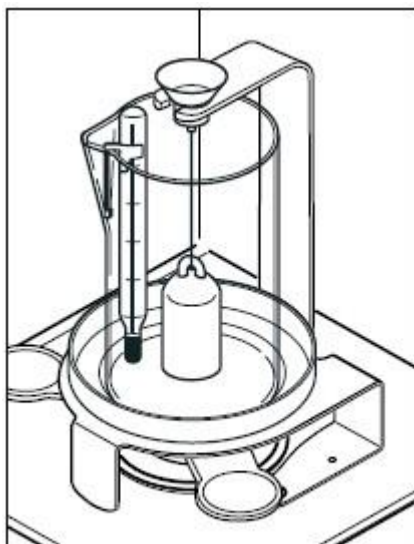
Si necesita información sobre cómo utilizar su balanza, lea el manual de instrucciones que recibió junto con la balanza.

Para determinar la densidad de líquidos, utilice el vaso de precipitado (1) y la pesa opcional (8).



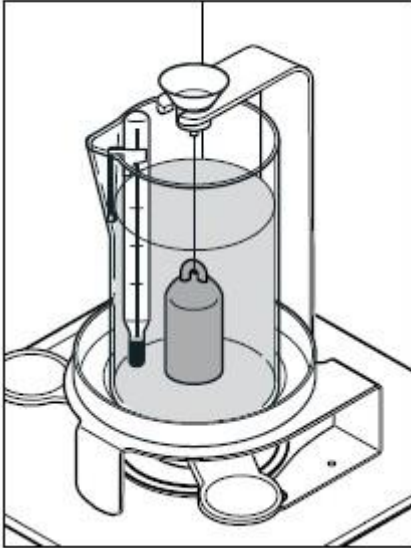
Prepare la balanza para determinar la densidad (instale la plataforma y la estructura) tal como se describe en la sección 2.

Coloque el vaso vacío (1) en la plataforma y deje suspender el termómetro provisto (7) desde el borde del vaso.



Suspenda la pesa de plomo (8) de la estructura y asegúrese de que no entre en contacto con el vaso ni con el termómetro.

Ponga la balanza en cero.



Añada el líquido cuya densidad desea determinar al vaso (hasta aproximadamente 1 cm sobre el borde de suspensión del vaso). Asegúrese de que no haya burbujas de aire adheridas a la pesa de plomo (elimine todas las burbujas con un pincel fino).

Aguarde a que el visualizador de peso de la balanza esté estable y anote el peso  $P$  que aparezca en el visualizador (peso del líquido desplazado).

Ahora determine la densidad  $\rho$  del líquido (a la temperatura que se observa en el termómetro) sobre la base de la fórmula anterior (sección 5.1).

### 5.3 Mejorar la precisión de los resultados

Los siguientes consejos lo ayudarán a mejorar la precisión de los resultados en la **determinación de densidad de líquidos**.

#### Tolerancia de volumen de la pesa de plomo

La pesa de plomo opcional que se recomienda para determinar la densidad de líquidos corresponde con los requisitos establecidos en la Reglamentación Alemana de Pesos y Medidas (EO 13-4, párrafo 9.21). El volumen de la pesa de plomo, incluyendo la mitad superior del cable de suspensión está ajustado de tal manera que el máximo error en la determinación de densidad del agua a una temperatura de 20° C sea  $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$ .

## 6 Información complementaria

Esta sección ofrece información sobre los factores influyentes que pueden producir un efecto adverso en la precisión de los resultados experimentales. Además, encontrará tablas de densidad para el agua destilada y el etanol.

### 6.1 Factores influyentes

Además de la temperatura, la flotabilidad del aire y la tensión superficial del líquido, los siguientes factores pueden afectar los resultados experimentales:

- Profundidad de inmersión del recipiente o la pesa.
- Burbujas de aire.
- Porosidad del cuerpo sólido.

#### Profundidad de inmersión del recipiente o la pesa

La pesa utilizada para **determinar la densidad de los líquidos** se suspende de un cable de platino de **0,2 mm de diámetro**. En el agua, el cable experimenta una **flotabilidad de aproximadamente 0,3 mg por cada 10 mm de profundidad de inmersión**.

**Ejemplo:** Si el líquido está a 10 mm por sobre el ojo de suspensión de la pesa, el cable está sumergido, aproximadamente, 40 mm. Esto da como resultado una flotabilidad de 1,2 mg en densidades próximas a 1. Debido a la división de la flotabilidad por  $10 \text{ cm}^3$  (= volumen de la pesa), el error en el resultado es mínimo y no necesita ser corregido.

La parte inmisible de las cestas para la **determinación de densidad de sólidos** comprende dos cables, **donde cada uno tiene 0,7 mm de diámetro**. Con una densidad líquida de 1, esto da como resultado una **flotabilidad aproximada de 0,4 mg por cada milímetro de profundidad de inmersión**.

En el pesaje del sólido en el aire, la profundidad de inmersión de la cesta permanece igual. Como resultado, la fuerza de la flotabilidad en la cesta es constante y, por lo tanto, puede omitirse. No obstante, es importante cerciorarse de que el **nivel del líquido no se modifique** durante los pesajes (el cambio en el nivel del líquido por inmersión del sólido suele ser insignificante).

**Burbujas de aire**

Con líquidos de mala humectación (p. ej. agua sin agente humectante), es posible que las burbujas de aire permanezcan adheridas a las partes inmersas (sólido, pesa de plomo y cesta) y que influyan sobre el resultado a causa de su flotabilidad. Una burbuja con un diámetro de 1 mm genera una flotabilidad de 0,5 mg, mientras que una con 2 mm de diámetro produce una flotabilidad que puede llegar a ser tan alta como 4 mg. Para evitar la formación de burbujas de aire, le recomendamos que tome las siguientes **medidas de precaución**:

- Desengrase sólidos resistentes a los solventes.
- Limpie las cestas y la pesa de plomo de forma periódica. Nunca toque con sus manos las partes que estén inmersas.
- Sacuda las cestas y la pesa con delicadeza durante la primera inmersión para sacar las burbujas de aire.
- Quite las burbujas de aire adheridas con tenacidad con un pincel fino.
- Use un agente humectante cerrado o comercial, o líquidos orgánicos (puede ignorarse el cambio en la densidad experimentado por el agua destilada al agregar el agente humectante).

**Porosidad del sólido**

Cuando los cuerpos sólidos se sumergen en un líquido, generalmente no se desplaza todo el aire en los poros. Esto resulta en errores de flotabilidad y, por lo tanto, la densidad de los cuerpos porosos solo puede determinarse de forma aproximada.

**6.2 Cuadro de densidad para el agua destilada**

T/°C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10.	0,99973	0,99972	0,99971	0,99970	0,99969	0,99968	0,99967	0,99966	0,99965	0,99964
11.	0,99963	0,99962	0,99961	0,99960	0,99959	0,99958	0,99957	0,99956	0,99955	0,99954
12.	0,99953	0,99951	0,99950	0,99949	0,99948	0,99947	0,99946	0,99944	0,99943	0,99942
13.	0,99941	0,99939	0,99938	0,99937	0,99935	0,99934	0,99933	0,99931	0,99930	0,99929
14.	0,99927	0,99926	0,99924	0,99923	0,99922	0,99920	0,99919	0,99917	0,99916	0,99914
15.	0,99913	0,99911	0,99910	0,99908	0,99907	0,99905	0,99904	0,99902	0,99900	0,99899
16.	0,99897	0,99896	0,99894	0,99892	0,99891	0,99889	0,99887	0,99885	0,99884	0,99882
17.	0,99880	0,99879	0,99877	0,99875	0,99873	0,99871	0,99870	0,99868	0,99866	0,99864
18.	0,99862	0,99860	0,99859	0,99857	0,99855	0,99853	0,99851	0,99849	0,99847	0,99845
19.	0,99843	0,99841	0,99839	0,99837	0,99835	0,99833	0,99831	0,99829	0,99827	0,99825
20.	0,99823	0,99821	0,99819	0,99817	0,99815	0,99813	0,99811	0,99808	0,99806	0,99804
21.	0,99802	0,99800	0,99798	0,99795	0,99793	0,99791	0,99789	0,99786	0,99784	0,99782
22.	0,99780	0,99777	0,99775	0,99773	0,99771	0,99768	0,99766	0,99764	0,99761	0,99759
23.	0,99756	0,99754	0,99752	0,99749	0,99747	0,99744	0,99742	0,99740	0,99737	0,99735
24.	0,99732	0,99730	0,99727	0,99725	0,99722	0,99720	0,99717	0,99715	0,99712	0,99710
25.	0,99707	0,99704	0,99702	0,99699	0,99697	0,99694	0,99691	0,99689	0,99686	0,99684
26.	0,99681	0,99678	0,99676	0,99673	0,99670	0,99668	0,99665	0,99662	0,99659	0,99657
27.	0,99654	0,99651	0,99648	0,99646	0,99643	0,99640	0,99637	0,99634	0,99632	0,99629
28.	0,99626	0,99623	0,99620	0,99617	0,99614	0,99612	0,99609	0,99606	0,99603	0,99600
29.	0,99597	0,99594	0,99591	0,99588	0,99585	0,99582	0,99579	0,99576	0,99573	0,99570
30.	0,99567	0,99564	0,99561	0,99558	0,99555	0,99552	0,99549	0,99546	0,99543	0,99540

**6.3 Cuadro de densidad para el etanol**

T/*C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10.	0,79784	0,79775	0,79767	0,79758	0,79750	0,79741	0,79733	0,79725	0,79716	0,79708
11.	0,79699	0,79691	0,79682	0,79674	0,79665	0,79657	0,79648	0,79640	0,79631	0,79623
12.	0,79614	0,79606	0,79598	0,79589	0,79581	0,79572	0,79564	0,79555	0,79547	0,79538
13.	0,79530	0,79521	0,79513	0,79504	0,79496	0,79487	0,79479	0,79470	0,79462	0,79453
14.	0,79445	0,79436	0,79428	0,79419	0,79411	0,79402	0,79394	0,79385	0,79377	0,79368
15.	0,79360	0,79352	0,79343	0,79335	0,79326	0,79318	0,79309	0,79301	0,79292	0,79284
16.	0,79275	0,79267	0,79258	0,79250	0,79241	0,79232	0,79224	0,79215	0,79207	0,79198
17.	0,79190	0,79181	0,79173	0,79164	0,79156	0,79147	0,79139	0,79130	0,79122	0,79113
16.	0,79105	0,79096	0,79088	0,79079	0,79071	0,79062	0,79054	0,79045	0,79037	0,79028
19.	0,79020	0,79011	0,79002	0,78994	0,78985	0,78977	0,78968	0,78960	0,78951	0,78943
20.	0,78934	0,78926	0,78917	0,78909	0,78900	0,78892	0,78883	0,78874	0,78866	0,78857
21.	0,78849	0,78840	0,78832	0,78823	0,78815	0,78806	0,78797	0,78789	0,78780	0,78772
22.	0,78763	0,78755	0,78746	0,78738	0,78729	0,78720	0,78712	0,78703	0,78695	0,78686
23.	0,78678	0,78669	0,78660	0,78652	0,78643	0,78635	0,78626	0,78618	0,78609	0,78600
24.	0,78592	0,78583	0,78575	0,78566	0,78558	0,78549	0,78540	0,78532	0,78523	0,78515
25.	0,78506	0,78497	0,78489	0,78480	0,78472	0,78463	0,78454	0,78446	0,78437	0,78429
26.	0,78420	0,78411	0,78403	0,78394	0,78386	0,78377	0,78368	0,78360	0,78351	0,78343
27.	0,78334	0,78325	0,78317	0,78308	0,78299	0,78291	0,78282	0,78274	0,78265	0,78256
28.	0,78248	0,78239	0,78230	0,78222	0,78213	0,78205	0,78196	0,78187	0,78179	0,78170
29.	0,78161	0,78153	0,78144	0,78136	0,78127	0,78118	0,78110	0,78101	0,78092	0,78084
30.	0,78075	0,78066	0,78058	0,78049	0,78040	0,78032	0,78023	0,78014	0,78006	0,77997



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>FR-1</b>
1.1	Avant de commencer.....	FR-1
1.2	Équipement standard .....	FR-1
<b>2</b>	<b>Préparation de la balance pour les déterminations de densité .....</b>	<b>FR-3</b>
<b>3</b>	<b>Principe de la détermination de la densité .....</b>	<b>FR-3</b>
<b>4</b>	<b>Détermination de la densité des solides.....</b>	<b>FR-4</b>
4.1	Fondamentaux .....	FR-4
4.2	Effectuer la détermination de la densité des solides .....	FR-4
4.3	Amélioration de la fiabilité du résultat.....	FR-6
<b>5</b>	<b>Détermination de la densité des liquides.....</b>	<b>FR-6</b>
5.1	Fondamentaux.....	FR-6
5.2	Effectuer la détermination de la densité des liquides.....	FR-7
5.3	Amélioration de la fiabilité du résultat.....	FR-8
<b>6</b>	<b>Information complémentaire .....</b>	<b>FR-8</b>
6.1	Facteurs d'influence.....	FR-8
6.2	Tableau de densité de l'eau distillée .....	FR-10
6.3	Tableau de densité pour l'éthanol.....	FR-11





## 1 Introduction

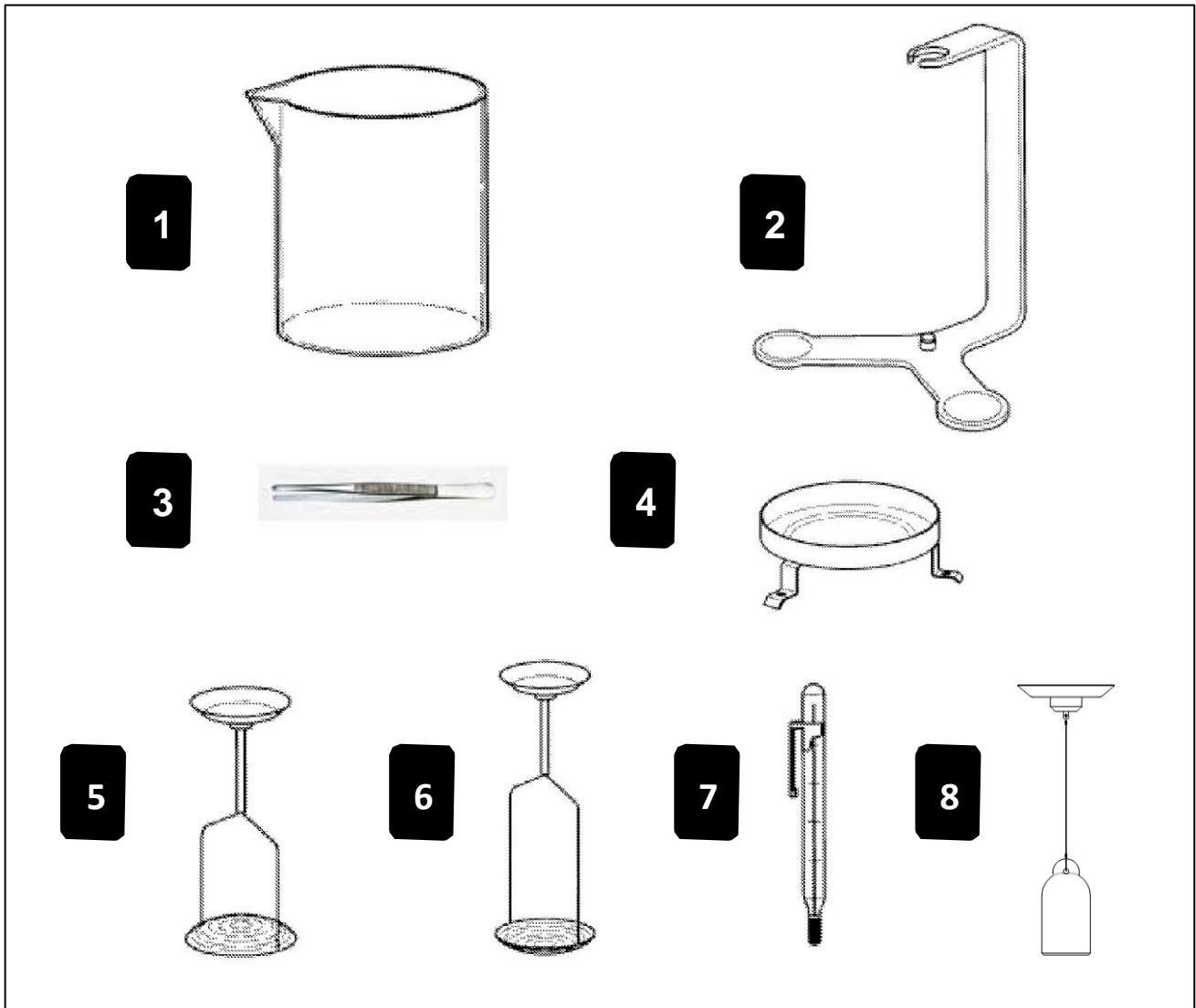
### 1.1 Avant de commencer

Nous vous remercions d'avoir acheté le kit de détermination de la densité pour vos balances OHAUS. Avec l'aide de ce kit, vous pourrez utiliser la balance pour la détermination de la densité des solides et des liquides.

### 1.2 Équipement standard

Le kit contient des parties individuelles présentées dans l'illustration suivante.

Pour la détermination de la densité des liquides, vous avez besoin d'un kit et d'un plomb optionnel.



**1** Bécher en verre

**3** Forceps

**5** Support pour solides flottants

**7** Thermomètre de précision avec support

**2** Support

**4** Plateformes

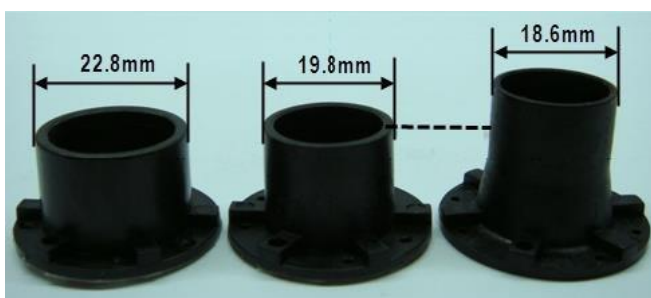
**6** Support pour solides non flottants

**8** Plomb 10ml ( équipement optionnel)



**9** Support du plateau (Taille = 38,1mm)  
Pour AR 0,1mg/EP/VP

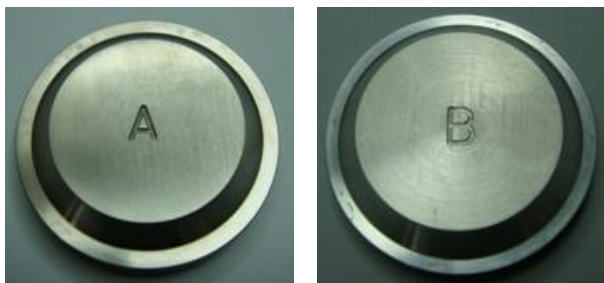
**10** Support du plateau (Taille = 23,5mm)  
Pour PA 0,1mg



**11** Support du plateau (Diamètre = 22,8mm)  
Pour PA1mg/CP1mg/AR1mg/EX 1mg

**12** Support du plateau (Diamètre = 19,8mm)  
Pour AV/CAV

**13** Support du plateau (Diamètre = 18,6mm)  
Pour EX 0,1mg



**14** Réglages de poids A

**15** Réglages de poids B

Balances	Poids NO.	Quantité
EX 1mg	A	1
AV 1mg	A	1
EP/VP 1mg	A	3
PA/CP 1mg	B	1



**16** Support du plateau DV



**17** Support du plateau  
EX5(0,01mg)

**18** Support du plateau  
AX(1mg)

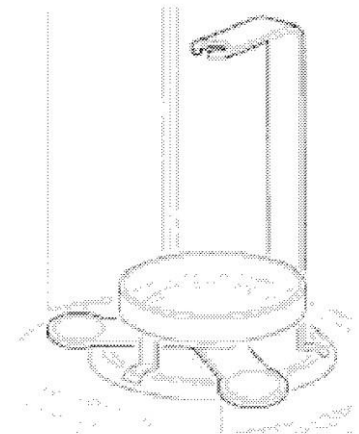
## 2 Préparation de la balance pour la détermination de la densité

Cette section décrit la manière de convertir votre balance pour déterminer les densités. Veuillez suivre les étapes suivantes.

Sélectionner le support du plateau suivant votre balance tel que décrit dans la section 1.2. Retirer le couvercle du ruban du support du plateau, et adhérer au centre du bas du support (2).

1. Ouvrir le paravent de la porte et retirer le plateau de pesée.
2. Placer l'appui et le support du plateau sur le cône de pesée.
3. Placer la plateforme (4) au-dessus du support. Les trois pieds de support doivent être entre les bras de pesage du support et rester stable sur la plaque de base du paravent.

**Remarque :** Le support ne doit en aucun cas toucher la plateforme!



## 3 Principe de la détermination de la densité

La densité  $\rho$  est le quotient de la masse  $m$  et du volume  $V$ .

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

Le système international des unités spécifie  $\text{Kg/m}^3$  comme unité de densité. Cependant, l'unité  $\text{g/cm}^3$  est mieux adaptée aux besoins des laboratoires.

La détermination de la densité est généralement effectuée par le **principe d'Archimède**, également utilisé avec le kit de détermination de la densité pour les balances. Ce principe stipule que chaque corps solide immergé dans un fluide perd apparemment le poids d'une quantité égale à celui du fluide qu'il déplace.

La procédure pour la détermination de la densité par le principe d'Archimède dépend de la détermination de la **densité des solides ou des liquides**.

## 4 Détermination de la densité des solides

### 4.1 Fondamentaux

La densité d'un solide est déterminée avec l'aide d'un liquide dont la densité  $\rho_0$  est connue (l'eau ou l'éthanol sont généralement utilisés comme liquides auxiliaires). Le solide est pesé dans l'air (A) et ensuite dans le liquide auxiliaire (B). La densité  $\rho$  pourrait être calculée à partir de deux pesages comme suivant :

$$\text{Density: } \rho = \frac{A}{A-B} (\rho_0 - \rho_L) + \rho_L$$

$\rho$  = Densité de l'échantillon

A = Poids de l'échantillon dans l'air

B = Poids de l'échantillon dans le liquide auxiliaire

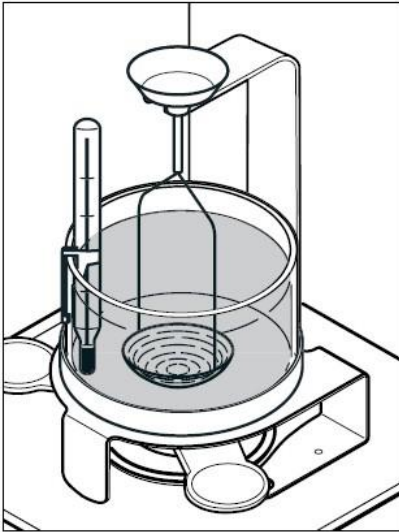
$\rho_0$  = Densité du liquide auxiliaire

$\rho_L$  = Densité de l'air (0,0012 g/cm<sup>3</sup>)

$\alpha$  = Facteur de correction de balance (0,99985), prend en compte la poussée de l'air dans le réglage du poids.

$$\text{Volume: } V = \alpha \frac{A-B}{\rho_0 - \rho_L}$$

### 4.2 Effectuer la détermination de la densité des solides



**Remarque :** Ces instructions expliquent la manière de travailler avec le kit de détermination de la densité. Elles décrivent la procédure pour effectuer une détermination de densité manuellement.

Si vous avez besoin des informations concernant le fonctionnement de votre balance, veuillez-vous référer au manuel d'instruction fourni avec la balance.

Pour la détermination de la densité des solides, utiliser un bécher en verre (2) et un ou deux supports de solides avec flotte (5) ou plomb (6). Pour certains OHAUS

1mg balances, l'utilisation des réglages de poids suivant votre balance tel que décrit dans la Section 1.2.

Préparer la balance pour la détermination de la densité (installer la plateforme et le support) tel que décrit dans la section 2.

Suspendre le thermomètre fourni (7) à partir du côté du bécher (1) (1). Placer le bécher sur la plateforme et remplir avec un liquide auxiliaire 'liquide de densité connue  $\rho_0$ , généralement distillée dans de l'eau ou de l'éthanol). Ajouter assez de liquide afin de s'assurer que le solide est couvert par au moins 1 cm de celui-ci après l'immersion.

Suspendre le support approprié (5) ou (6) pour les solides ayant la flotte et la coulée à partir du support (l'illustration ci-dessus présente le support pour le solide qui coule).

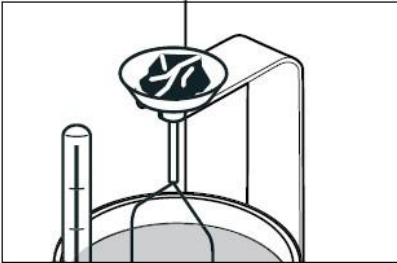
S'assurer qu'il n'y a pas de bulles d'air qui adhèrent à la partie immergée du support (Retirer toutes les bulles d'air en enlevant le support ou via une fine brosse).

Pour certains OHAUS 1mg balances, placer le réglage de poids sur le support (l'illustration adjacente présente le poids des balances EP/VP 1mg). Fermer les portes du paravent et effectuer la tare de la balance.





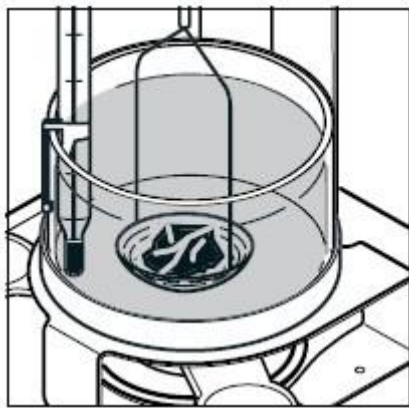
Placer le solide sur un ou deux plateaux de pesée du support (2). Attendre jusqu'à ce que l'affichage du poids de la balance soit stable et noter le poids affiché (poids de l'échantillon dans l'air).



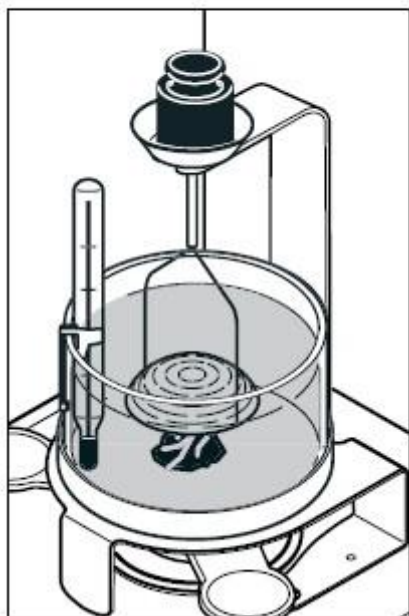
#### Remarque pour les modèles 0,1mg

Lorsque les **solides ayant un poids supérieur à 20g** sont pesés dans air, placer le panneau sur la partie supérieure du support (au-dessus de 20g des erreurs de charge d'angle pourraient apparaître sur l'un des bras du pesage).

Enlever le solide du panneau, fermer les portes du paravent et effectuer la tare de la balance.



Placer le solide ensuite dans le support (6). S'assurer qu'aucune bulle d'air n'adhère au solide (enlever les bulles d'air avec une brosse fine).



#### Remarque

Avec les **solides ayant une densité inférieure à  $1\text{g/cm}^3$**  le **support pour les solides flottants (5)** doit être utilisé puisqu'il maintient le corps du solide en bas de la surface du liquide auxiliaire. Si la poussée du solide est supérieure au poids du support, le support devrait être pesé en plaçant un poids supplémentaire sur le panneau de pesage supérieur du support. **Après le chargement du poids supplémentaire, effectuer la tare de la balance et redémarrer la procédure de détermination de la densité en pesant premièrement le solide dans l'air (A) et ensuite dans le liquide auxiliaire (B).**

Attendre que la balance atteigne la stabilité et noter le poids affiché B (Poids de l'échantillon dans le liquide auxiliaire).

Déterminer à présent la densité  $\rho$  du solide en fonction de la formule précédente (Section 4.1).

### 4.3 Amélioration de la fiabilité du résultat

Les astuces suivantes pourraient vous aider à améliorer la fiabilité des résultats dans la **détermination de la densité des solides**.

#### Température :

Les solides sont généralement tellement insensibles aux fluctuations de température que les changements de densité n'ont aucune conséquence. Cependant, lorsque le travail est effectué avec un liquide auxiliaire dans la détermination de la densité des solides suivant le principe d'Archimède, leur température devrait être prise en compte puisque la température a un grand effet sur les liquides et cause des changements de densité de l'ordre de magnitude 0,1 à 1% par °C. L'effet est déjà apparent dans la troisième décimale du résultat.

**Pour obtenir des résultats précis, nous vous recommandons de toujours prendre en compte la température du liquide dans toutes les déterminations de densité.** Vous pouvez prendre les valeurs appropriées à partir d'un tableau. Vous trouverez les tableaux pour l'eau distillée et l'éthanol dans la section 6.

#### Tension de surface du liquide auxiliaire

L'adhésion du liquide auxiliaire aux fils de suspension du support cause un poids apparent augmentant jusqu'à 3mg.

Étant donné que le support est immergé dans le liquide auxiliaire dans les deux pesages du solide (dans l'air et dans le liquide auxiliaire) et qu'on procède à la tare de la balance avant chaque mesure, l'influence de l'augmentation du poids apparent ne saurait être négligée.

Si la plus grande fiabilité est requises, utiliser quelques gouttes d'agent de mouillage.

## 5 Détermination de la densité des liquides

### 5.1 Fondamentaux

La densité d'un liquide est déterminée à l'aide d'un plomb au volume connu. Le plomb est pesé dans l'air et ensuite dans le liquide dont la densité doit être déterminée. La densité  $\rho$  pourrait être déterminée à partir de deux pesages comme suivant:

$$\text{Density: } \rho = \alpha \frac{A-B}{V} + \rho_L$$

A l'aide d'une balance électronique, il est possible de déterminer le poids d'un liquide déplacé  $P$  ( $P=A-B$ ), ainsi que la poussée, autorisant la formule précédente à être simplifiée en:

$$\rho = \alpha \frac{P}{V} + \rho_L$$

$\rho$  = Densité du liquide

$A$  = Poids du plomb dans l'air

$B$  = Poids du plomb dans le liquide

$V$  = Volume du plomb

$\rho_L$  = Densité de l'air (0,0012 g/cm)

$\alpha$  = Facteur de correction de la balance (0,99985), prenant en considération la poussée du poids de réglage

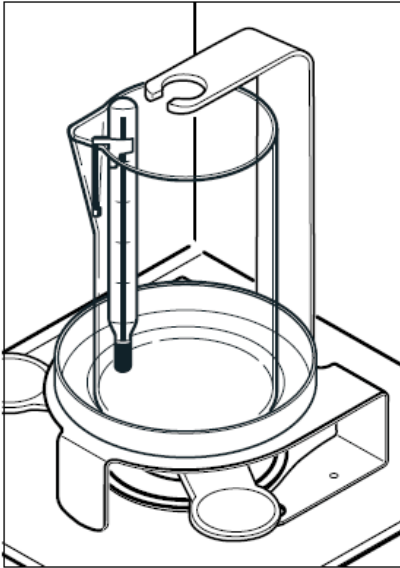
$P$  = Poids du liquide déplacé ( $P = A - B$ )

## 5.2 Effectuer la détermination de densité des liquides

**Remarque :** Ces instructions expliquent la manière de travailler avec le kit de détermination de la densité. Elles décrivent la procédure pour effectuer une détermination de densité manuellement.

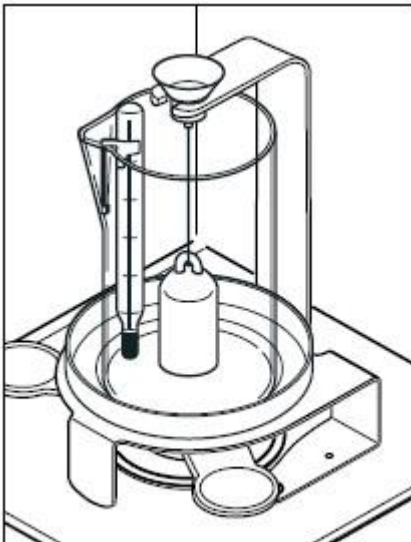
Si vous avez besoin des informations concernant le fonctionnement de votre balance, veuillez-vous référer au manuel d'instruction fourni avec la balance.

Pour la détermination de la densité des liquides, utiliser un bécher en verre (1) et un plomb optionnel (8).



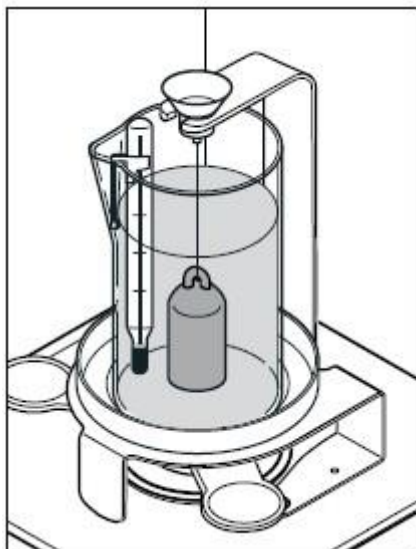
Préparer la balance pour la détermination de la densité (installer la plateforme et le support) tel que décrit dans la section 2.

Placer le bécher vide (1) sur la plateforme et suspendre le thermomètre fourni (7) sur le côté du bécher.



Suspendre le plomb (8) à partir du support et s'assurer qu'il ne touche ni le bécher, ni le thermomètre.

Effectuer la tare de la balance.



Ajouter le liquide dont vous souhaitez déterminer la densité dans le bécher (jusqu'à environ 1 cm au-dessus de la suspension des yeux du plomb). S'assurer qu'aucune bulle d'air n'adhère au bécher (enlever les bulles d'air avec une brosse fine).

Attendre jusqu'à ce que l'affichage du poids de la balance soit stable et noter la valeur P affichée (poids de l'unité déplacée).

Déterminer à présent la densité  $\rho$  du liquide (au niveau du lecteur de température sur le thermomètre), suivant la formule précédente (Section 5.1).

### 5.3 Amélioration de la fiabilité du résultat

Les astuces suivantes pourraient vous aider à améliorer la fiabilité des résultats dans la **détermination de la densité des liquides**.

#### Tolérance du volume du plomb

Le plomb optionnel recommandé pour la détermination de la densité des liquides correspond aux exigences du règlement allemand relatif aux poids et mesures (EO 13-4, paragraphe 9.21). Le volume du plomb y compris la moitié supérieure du fil de suspension est tellement réglé que l'erreur maximale dans la détermination de densité de l'eau à une température de 20°C est  $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$

## 6 Information complémentaire

Cette section présente des informations sur les facteurs pouvant avoir des effets graves sur la fiabilité des résultats d'expérience. En outre, Vous trouverez les tableaux pour l'eau distillée et l'éthanol dans cette section.

### 6.1 Facteurs d'influence

Outre la température, la poussée de l'air et la surface de tension du liquide sont des facteurs susceptibles d'affecter les résultats :

- Profondeur d'immersion du support ou du plomb
- Bulles d'air
- Porosité du corps solide

#### Profondeur d'immersion du support ou du plomb

Le plomb pour la **détermination de la densité des liquides** est suspendu à un fil en platine de **0,2 mm de diamètre**. Dans l'eau, les fils ont une **poussée d'environ 0,3 mg par 10mm de profondeur d'immersion**.

**Exemple:** Si le liquide est à 10mm au-dessus de la suspension des yeux du plomb, environ 40mm de fil est immergé. Ceci débouche sur une poussée de 1,2mg avec une densité autour de 1. En divisant la poussée par  $10\text{cm}^3$  (=volume du plomb), l'erreur dans le résultat est négligeable et ne pourrait pas être corrigée.

La partie immiscible des supports pour la **détermination de la densité des solides** comprend 2 fils ayant **chacun un diamètre de 0,7mm**. Avec une densité de liquide de 1, ce résultat dans la **poussée d'environ 0,4 mg par millimètre de profondeur d'immersion**.

Dans le pesage du solide dans l'air, la profondeur d'immersion du support demeure inchangée. La force de poussée sur le support est constante et pourrait être négligée. Cependant, il est important de s'assurer que le **niveau de liquide ne change pas** entre les pesages (le changement dans le niveau de liquide par immersion du solide est généralement insignifiant).



**Bulles d'air**

Avec des liquides de mouillage faible (par exemple, l'eau sans agent de mouillage), il est possible que des bulles d'air restent adhérentes aux parties immergées (solide, plomb et support) et influencent les résultats sur leurs poussées. Une bulle avec un diamètre de 1mm cause une poussée de 0,5 mg pendant que l'un des diamètres de 2 mm résulte en une poussée égale à 4 mg. Pour éviter des bulles d'air ; nous conseillons les **mesures de précaution suivantes**:

- Dégraisser les solides résistants aux solvants
- Nettoyer les supports et le plomb à des intervalles réguliers, ne jamais toucher les parties immergées avec vos mains
- Secouer doucement les supports et le plomb lors de la première immersion afin de dégager les bulles d'air.
- Retirer les bulles d'air tenaces à l'aide d'une fine brosse.
- Utiliser un agent de mouillage commercial ou clos ou des liquides organiques (la densité change par distillation dans l'eau et l'addition d'agent de mouillage pourrait être négligée).

**Porosité du solide**

Lorsque les corps solides sont immergés dans un liquide, ce n'est généralement pas tout l'air dans les pores qui se déplace. Ceci conduit à des erreurs de poussée et la densité des corps poreux pourrait uniquement être déterminée approximativement.

**6.2 Tableau de densité de l'eau distillée**

T/°C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10.	0.99973	0.99972	0.99971	0.99970	0.99969	0.99968	0.99967	0.99966	0.99965	0.99964
11.	0.99963	0.99962	0.99961	0.99960	0.99959	0.99958	0.99957	0.99956	0.99955	0.99954
12.	0.99953	0.99951	0.99950	0.99949	0.99948	0.99947	0.99946	0.99944	0.99943	0.99942
13.	0.99941	0.99939	0.99938	0.99937	0.99935	0.99934	0.99933	0.99931	0.99930	0.99929
14.	0.99927	0.99926	0.99924	0.99923	0.99922	0.99920	0.99919	0.99917	0.99916	0.99914
15.	0.99913	0.99911	0.99910	0.99908	0.99907	0.99905	0.99904	0.99902	0.99900	0.99899
16.	0.99897	0.99896	0.99894	0.99892	0.99891	0.99889	0.99887	0.99885	0.99884	0.99882
17.	0.99880	0.99879	0.99877	0.99875	0.99873	0.99871	0.99870	0.99868	0.99866	0.99864
18.	0.99862	0.99860	0.99859	0.99857	0.99855	0.99853	0.99851	0.99849	0.99847	0.99845
19.	0.99843	0.99841	0.99839	0.99837	0.99835	0.99833	0.99831	0.99829	0.99827	0.99825
20.	0.99823	0.99821	0.99819	0.99817	0.99815	0.99813	0.99811	0.99808	0.99806	0.99804
21.	0.99802	0.99800	0.99798	0.99795	0.99793	0.99791	0.99789	0.99786	0.99784	0.99782
22.	0.99780	0.99777	0.99775	0.99773	0.99771	0.99768	0.99766	0.99764	0.99761	0.99759
23.	0.99756	0.99754	0.99752	0.99749	0.99747	0.99744	0.99742	0.99740	0.99737	0.99735
24.	0.99732	0.99730	0.99727	0.99725	0.99722	0.99720	0.99717	0.99715	0.99712	0.99710
25.	0.99707	0.99704	0.99702	0.99699	0.99697	0.99694	0.99691	0.99689	0.99686	0.99684
26.	0.99681	0.99678	0.99676	0.99673	0.99670	0.99668	0.99665	0.99662	0.99659	0.99657
27.	0.99654	0.99651	0.99648	0.99646	0.99643	0.99640	0.99637	0.99634	0.99632	0.99629
28.	0.99626	0.99623	0.99620	0.99617	0.99614	0.99612	0.99609	0.99606	0.99603	0.99600
29.	0.99597	0.99594	0.99591	0.99588	0.99585	0.99582	0.99579	0.99576	0.99573	0.99570
30.	0.99567	0.99564	0.99561	0.99558	0.99555	0.99552	0.99549	0.99546	0.99543	0.99540

**6.3 Tableau de densité pour l'éthanol**

T/°C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10.	0.79784	0.79775	0.79767	0.79758	0.79750	0.79741	0.79733	0.79725	0.79716	0.79708
11.	0.79699	0.79691	0.79682	0.79674	0.79665	0.79657	0.79648	0.79640	0.79631	0.79623
12.	0.79614	0.79606	0.79598	0.79589	0.79581	0.79572	0.79564	0.79555	0.79547	0.79538
13.	0.79530	0.79521	0.79513	0.79504	0.79496	0.79487	0.79479	0.79470	0.79462	0.79453
14.	0.79445	0.79436	0.79428	0.79419	0.79411	0.79402	0.79394	0.79385	0.79377	0.79368
15.	0.79360	0.79352	0.79343	0.79335	0.79326	0.79318	0.79309	0.79301	0.79292	0.79284
16.	0.79275	0.79267	0.79258	0.79250	0.79241	0.79232	0.79224	0.79215	0.79207	0.79198
17.	0.79190	0.79181	0.79173	0.79164	0.79156	0.79147	0.79139	0.79130	0.79122	0.79113
18.	0.79105	0.79096	0.79088	0.79079	0.79071	0.79062	0.79054	0.79045	0.79037	0.79028
19.	0.79020	0.79011	0.79002	0.78994	0.78985	0.78977	0.78968	0.78960	0.78951	0.78943
20.	0.78934	0.78926	0.78917	0.78909	0.78900	0.78892	0.78883	0.78874	0.78866	0.78857
21.	0.78849	0.78840	0.78832	0.78823	0.78815	0.78806	0.78797	0.78789	0.78780	0.78772
22.	0.78763	0.78755	0.78746	0.78738	0.78729	0.78720	0.78712	0.78703	0.78695	0.78686
23.	0.78678	0.78669	0.78660	0.78652	0.78643	0.78635	0.78626	0.78618	0.78609	0.78600
24.	0.78592	0.78583	0.78575	0.78566	0.78558	0.78549	0.78540	0.78532	0.78523	0.78515
25.	0.78506	0.78497	0.78489	0.78480	0.78472	0.78463	0.78454	0.78446	0.78437	0.78429
26.	0.78420	0.78411	0.78403	0.78394	0.78386	0.78377	0.78368	0.78360	0.78351	0.78343
27.	0.78334	0.78325	0.78317	0.78308	0.78299	0.78291	0.78282	0.78274	0.78265	0.78256
28.	0.78248	0.78239	0.78230	0.78222	0.78213	0.78205	0.78196	0.78187	0.78179	0.78170
29.	0.78161	0.78153	0.78144	0.78136	0.78127	0.78118	0.78110	0.78101	0.78092	0.78084
30.	0.78075	0.78066	0.78058	0.78049	0.78040	0.78032	0.78023	0.78014	0.78006	0.77997

Valeurs de densité C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH issus de "American Institute of Physics Handbook.



# INHALTSANGABE

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>EN-1</b>
1.1	Bevor wir anfangen .....	EN-1
1.2	Standardausrüstung .....	EN-1
<b>2</b>	<b>Vorbereitung der Waage für Dichtebestimmungen .....</b>	<b>EN-3</b>
<b>3</b>	<b>Prinzip der Dichtebestimmung .....</b>	<b>EN-3</b>
<b>4</b>	<b>Dichtebestimmung von Festkörpern .....</b>	<b>EN-4</b>
4.1	Grundlagen .....	EN-4
4.2	Durchführung von Dichtebestimmungen von Festkörpern .....	EN-4
4.3	Verbesserung der Ergebnisgenauigkeit .....	EN-6
<b>5</b>	<b>Dichtebestimmung von Flüssigkeiten.....</b>	<b>EN-6</b>
5.1	Grundlagen .....	EN-6
5.2	Durchführung der Dichtebestimmung von Flüssigkeiten .....	EN-7
5.3	Verbesserung der Ergebnisgenauigkeit .....	EN-8
<b>6</b>	<b>Zusätzliche Informationen .....</b>	<b>EN-8</b>
6.1	Beeinflussende Faktoren .....	EN-8
6.2	Dichtetabelle für destilliertes Wasser .....	EN-10
6.3	Dichtetabelle für Ethanol .....	EN-11



# 1 Einleitung

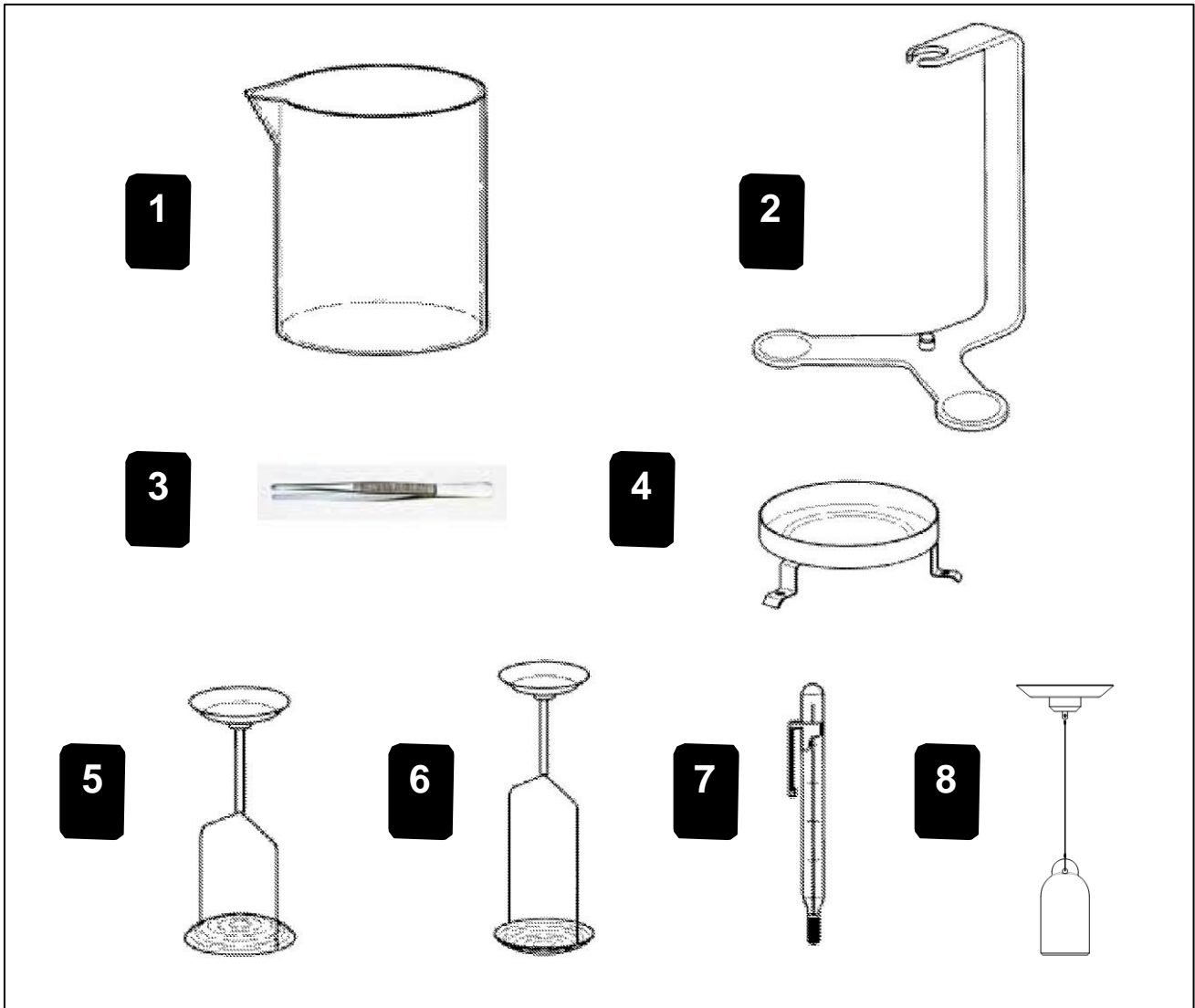
## 1.1 Bevor wir anfangen

Vielen Dank für den Kauf des Dichtebestimmungs-Kits für Ihre OHAUS-Waage. Mit Hilfe dieses Kits können Sie Ihre Waage für die Bestimmung der Dichte von Festkörpern und Flüssigkeiten verwenden.

## 1.2 Standardausrüstung

Das Kit enthält die einzelnen Teile, die in der unteren Abbildung gezeigt werden.

Für die Dichtebestimmung von Flüssigkeiten benötigen Sie das Kit und auch das optionale 10ml-Senkblei.



**1** Becherglas

**3** Pinzetten

**5** Halterung von schwimmenden Festkörpern

**7** Präzisionsthermometer mit Halterung

**2** Klemme

**4** Plattformen

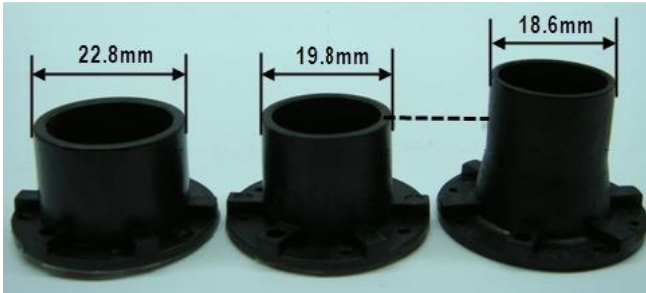
**6** Halterung von nicht schwimmenden Festkörpern

**8** Senkblei 10ml (optionale Ausrüstung)



**9** Schalenstütze (Höhe = 38,1mm)  
Für AR 0,1mg/EP/VP

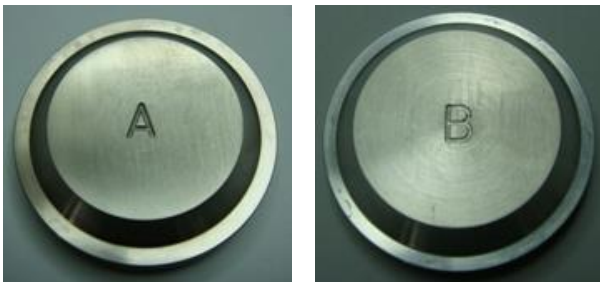
**10** Schalenstütze (Höhe = 23,5mm)  
für PA 0,1mg/CP 0,1mg



**11** Schalenstütze (Durchmesser = 22,8mm)  
für PA1mg/CP1mg/AR1mg/EX 1mg

**12** Schalenstütze (Durchmesser = 19,8mm)  
für AV/CAV

**13** Schalenstütze (Durchmesser = 18,6mm)  
für EX 0,1mg



**14** Versatzgewichte A

**15** Versatzgewichte B

Waagen	Gewichte Nr.	Menge
EX 1mg	A	1
AV 1mg	A	1
EP/VP 1mg	A	3
PA/CP 1mg	B	1



**16** Schalenstütze DV



**17** Schalenstütze EX5  
(0,01mg)



**18** Schalenstütze AX  
(1mg)



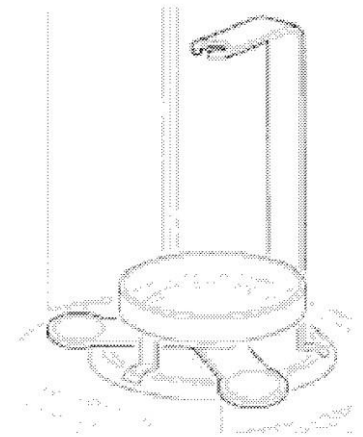
## 2 Vorbereitung der Waage für Dichtebestimmungen

Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie Ihre Waage zur Dichtebestimmung umwandeln können. Bitte befolgen Sie die Schritte wie nachfolgend angegeben.

Wählen Sie die Schalenstütze entsprechend Ihrer Waage, wie in Abschnitt 1.2 beschrieben. Entfernen Sie die Klebebandabdeckung auf der Schalenstütze und bringen Sie sie zentral auf dem Boden der Klemme (2) an.

1. Öffnen Sie die Windschutztür und entfernen Sie die Waagschale.
2. Platzieren Sie die Klemme mit der Schalenstütze auf den Waagekegel
3. Setzen Sie die Plattform (4) über die Klemme. Die drei Stützfüße sollten sich zwischen den Wiegearmen der Klemme befinden und sollten stabil auf der unteren Ebene des Windschutzes stehen.

**Hinweis:** Die Klemme darf die Plattform unter keinen Umständen berühren!



## 3 Prinzip der Dichtebestimmung

Die Dichte  $\rho$  ist der Quotient der Masse  $m$  und des Volumens  $V$ .

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

Das internationale System der Maßeinheiten spezifiziert  $\text{Kg/m}^3$  als die Maßeinheit der Dichte. Doch die Maßeinheit  $\text{g/cm}^3$  eignet sich besser zu Laborzwecken.

Dichtebestimmungen werden häufig nach dem **Prinzip des Archimedes** durchgeführt, das auch beim Dichtebestimmungs-Kit für Waagen benutzt wird. Dieses Prinzip besagt, dass jeder Festkörper, der in eine Flüssigkeit eingetaucht wird scheinbar an Gewicht verliert, entsprechend der Menge der Flüssigkeit, die er verdrängt.

Das Verfahren für die Dichtebestimmung nach dem Prinzip des Archimedes hängt davon ab, **ob die Dichte von Festkörpern oder Flüssigkeiten** bestimmt werden soll.

## 4 Dichtebestimmung von Festkörpern

### 4.1 Grundlagen

Die Dichte eines Festkörpers wird mit der Hilfe einer Flüssigkeit, deren Dichte  $\rho_0$  bekannt ist bestimmt (Wasser oder Ethanol werden normalerweise als Hilfsflüssigkeiten benutzt). Der Festkörper wird in der Luft (a) und dann in der Hilfsflüssigkeit (b) gewogen. Das Dichte  $\rho$  kann von den zwei Wiegeungen wie folgt berechnet werden:

$$\text{Density: } \rho = \frac{A}{A-B} (\rho_0 - \rho_L) + \rho_L$$

$\rho$  = Dichte der Probe

A = Gewicht der Probe in der Luft

B = Gewicht der Probe in der Hilfsflüssigkeit

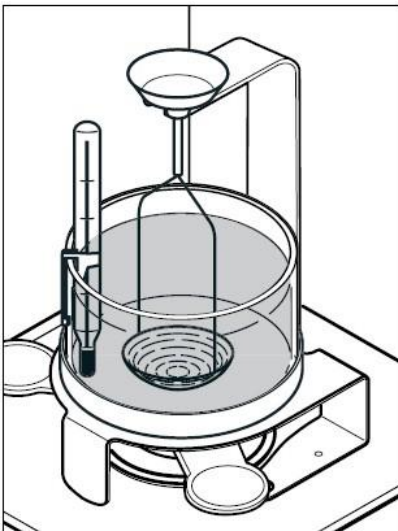
$\rho_0$  = Dichte der Hilfsflüssigkeit

$\rho_L$  = Luftdichte (0,0012 g/cm<sup>3</sup>)

$\alpha$  = Waage-Korrekturfaktor (0,99985), berücksichtigt den Auftrieb des Justiergewichts.

$$\text{Volume: } V = \alpha \frac{A-B}{\rho_0 - \rho_L}$$

### 4.2 Durchführung von Dichtebestimmung von Festkörpern



**Hinweis:** Diese Anweisungen erklären, wie mit dem Dichtebestimmungs-Kit zu arbeiten ist. Sie beschreiben das Verfahren für eine manuelle Dichtebestimmung.

Wenn Sie Informationen über den Betrieb der Waage benötigen, ziehen Sie bitte die Betriebsanleitung zu Rate, die mit der Waage mitgeliefert wird.

Für die Dichtebestimmung der Festkörper, benutzen Sie das Becherglas (2) und einen der zwei Halterungen für Festkörper, die schwimmen (5) oder sinken (6). Benutzen Sie für bestimmte OHAUS

Bereiten Sie die Waage für die Dichtebestimmung vor (installieren Sie die Plattform und die Klammer), wie in Abschnitt 2 beschrieben.

Lassen Sie das mitgelieferte Thermometer (7) vom Rand des Bechers (1). Stellen Sie den Becher auf die Plattform und füllen Sie ihn mit Hilfsflüssigkeit (Flüssigkeit mit einer bekannten Dichte  $\rho_0$  normalerweise destilliertes Wasser oder Ethanol). Fügen Sie genügend Flüssigkeit hinzu, um sicherzustellen, dass der Festkörper nach dem Eintauchen von mindestens 1 cm Flüssigkeit bedeckt wird.

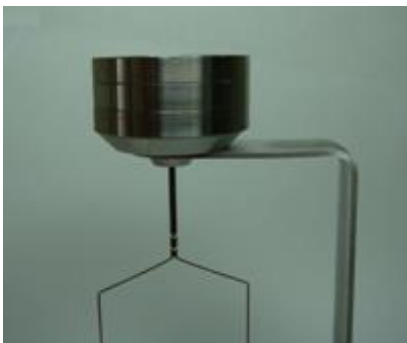
Lassen Sie die geeignete Halterung (5) oder (6) für Festkörper, die von der Klammer schwimmen oder sinken hängen (die nebenstehende Abbildung zeigt die Halterung für Festkörper, die sinken).

Stellen Sie sicher, dass keine Luftblasen am untergetauchten Teil der Halterung haften (entfernen Sie aller möglichen Luftblasen, indem Sie die Halterung bewegen oder eine feine Bürste verwenden).

Für bestimmte OHAUS 1mg-Waagen versetzen Sie die Versatzgewichte auf der Halterung

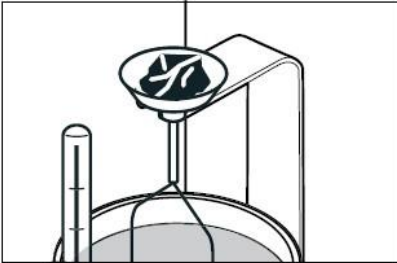
(die nebenstehende Abbildung zeigt die Gewichte für EP/VP 1mg-

Waagen). Schließen Sie die Windschutztüren und tarieren Sie die Waage.





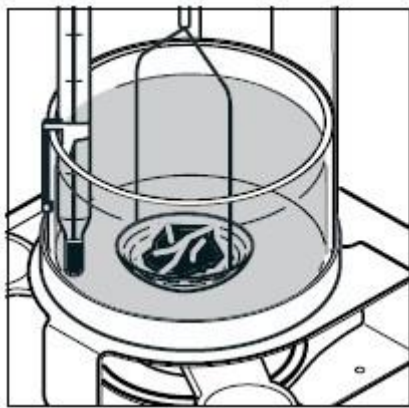
Legen Sie den Festkörper in eine der zwei Waagschalen der Klemme (2). Warten Sie bis die Gewichtsanzeige der Waage stabil ist und vermerken Sie das angezeigte Gewicht A (Gewicht der Probe in der Luft).



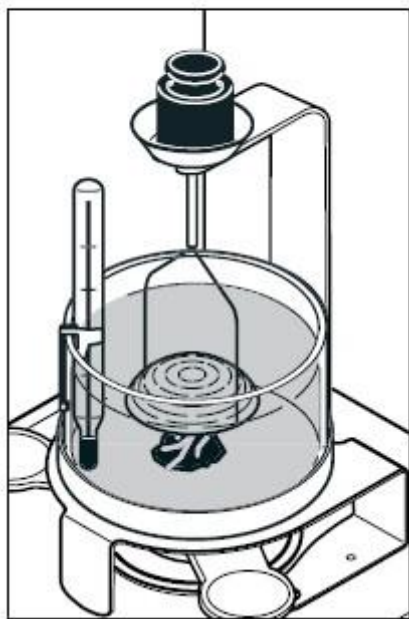
#### Hinweis für 0,1mg-Modelle

Wenn **Festkörper in der Luft gewogen werden, deren Gewicht größer ist als 20g**, legen sie ihn in die Schale auf der Halterung (bei der Wiegung können bei mehr als 20g Eckbelastfehler auf einem Arm auftreten)

Entfernen Sie den Festkörper von der Schale, schließen Sie die Windschutztür und tarieren Sie die Waage.



Stellen Sie den Festkörper danach in die Halterung (6). Stellen Sie sicher, dass keine Luftblasen am Festkörper anhaften (entfernen Sie alle Luftblasen mit einer feinen Bürste).



#### Hinweis

Bei **Festkörpern mit einer Dichte von weniger als  $1\text{g/cm}^3$** , muss die **Halterung für schwimmende Festkörper (5)**, benutzt werden, da sie den Festkörper unter der Oberfläche der Hilfsflüssigkeit hält. Wenn der Auftrieb des Festkörpers größer ist als das Gewicht der Halterung, muss die Halterung gewogen werden, indem ein zusätzliches Gewicht oben auf die Waagschale der Klammer gelegt wird. **Nachdem Sie das zusätzliche Gewicht geladen haben, tarieren Sie die Waage aus und beginnen Sie erneut mit dem Dichtebestimmungsverfahren, indem Sie zuerst den Körper in der Luft (A) und dann in der Hilfsflüssigkeit (b) wiegen.**

Warten Sie, bis die Waage stabil ist und notieren Sie das angezeigte Gewicht B (Gewicht der Probe in der Hilfsflüssigkeit).

Bestimmen Sie nun die Dichte  $\rho$  des Festkörpers gemäß der vorangehenden Formel (Abschnitt 4.1).

### 4.3 Verbesserung der Ergebnisgenauigkeit

Die folgenden Tipps sollten Ihnen helfen, die Genauigkeit der Ergebnisse bei der **Dichtebestimmung von Festkörpern zu verbessern**.

#### Temperatur

Festkörper sind im Allgemeinen so unempfindlich gegenüber Temperaturschwankungen, dass die entsprechenden Dichteveränderungen ohne Konsequenz sind. Da aber die Arbeit bei der Dichtebestimmung von Festkörpern gemäß dem Prinzip des Archimedes durchgeführt wird, muss ihre Temperatur berücksichtigt werden, da die Temperatur eine große Auswirkung auf Flüssigkeiten hat und Dichteveränderungen innerhalb einer Größenordnung von 0,1 bis 1% pro °C verursacht. Dieser Effekt ist bereits in der dritten Dezimalstelle des Resultats offensichtlich.

**Um genaue Ergebnisse zu erhalten, empfehlen wir, dass Sie stets die Temperatur der Hilfsflüssigkeit bei allen Dichtebestimmungen berücksichtigen.** Sie können die entsprechenden Werte aus einem Tabellenbuch entnehmen. In Abschnitt 6 finden Sie Tabellen für destilliertes Wasser und Ethanol.

#### Oberflächenspannung der Hilfsflüssigkeit

Das Anhaften der Hilfsflüssigkeit an den Aufhängungsdrähten der Halterung sorgen für einen merklichen Gewichtsanstieg von bis zu 3mg.

Da die Halterung bei beiden Wiegungen (in der Luft und in der Hilfsflüssigkeit) des Festkörper in die Hilfsflüssigkeit getaucht, und die Waage vor jeder Messung austariert wird, kann der Einfluss der merklichen Gewichtszunahme vernachlässigt werden.

Wenn die größtmögliche Genauigkeit erforderlich ist, benutzen Sie ein paar Tropfen des Benetzungsmittels.

## 5 Dichtebestimmung von Flüssigkeiten

### 5.1 Grundlagen

Die Dichte einer Flüssigkeit wird durch Verwendung eines Senkbleis mit bekanntem Volumen bestimmt. Das Senkblei wird in der Luft und dann in der Flüssigkeit gewogen, der Dichte bestimmt werden soll. Die Dichte  $\rho$  kann wie folgt aus zwei Wiegungen bestimmt werden:

$$\text{Density: } \rho = \alpha \frac{A-B}{V} + \rho_L$$

Mit einer elektronischen Waage ist es möglich, das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit  $P$  ( $P=A-B$ ) und folglich den Auftrieb festzustellen, wodurch die vorangehende Formel vereinfacht werden kann auf:

$$\rho = \alpha \frac{P}{V} + \rho_L$$

$\rho$  = Dichte der Flüssigkeit

$A$  = Gewicht des Senkbleis in der Luft

$B$  = Gewicht des Senkbleis in der Flüssigkeit

$V$  = Volumen des Senkbleis

$\rho_L$  = Luftdichte (0,0012 g/cm)<sup>3</sup>

$\alpha$  = Waage-Korrekturfaktor (0,99985), berücksichtigt den Luftauftrieb des Justiergewichts

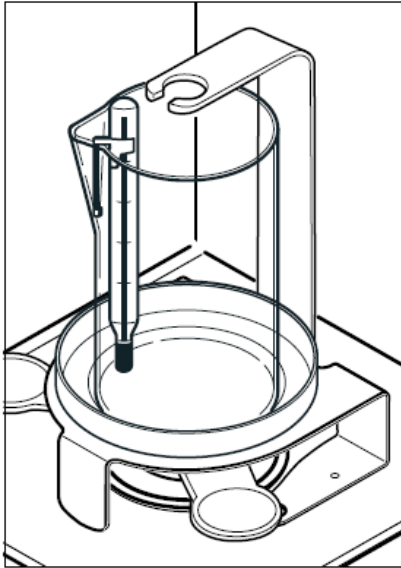
$P$  = Gewicht der verdrängten Flüssigkeit ( $P = A - B$ )

## 5.2 Durchführung der Dichtebestimmung von Flüssigkeiten

**Anmerkung:** Diese Anleitungen erläutern die Arbeitsweise mit dem Dichtebestimmungs-Kit. Sie beschreiben das Verfahren für die Durchführung einer manuellen Dichtebestimmung.

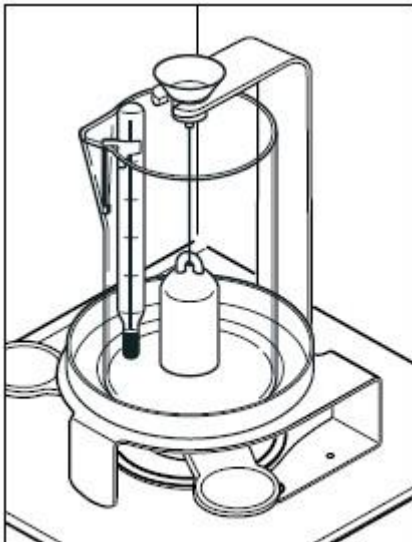
Wenn Sie Informationen über den Betrieb Ihrer Waage benötigen, siehe bitte die Betriebsanleitung, die Sie mit der Waage erhalten haben.

Benutzen Sie für die Dichtebestimmung von Flüssigkeiten das Becherglas (1) und das optionale Senkblei (8).



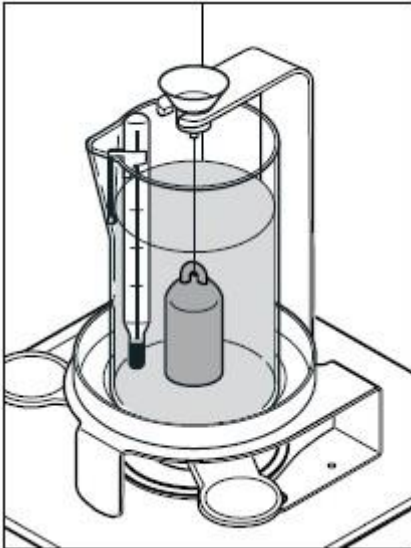
Bereiten Sie die Waage auf die Dichtebestimmung (installieren Sie die Plattform und die Klammer) wie in Abschnitt 2 beschrieben vor.

Stellen Sie den leeren Becher (1) auf die Plattform und lassen Sie das mitgelieferte Thermometer (7) vom Rand des Bechers hängen.



Hängen Sie das Senkblei (8) von der Klammer herab und stellen Sie sicher, dass es weder den Becher noch das Thermometer berührt.

Tarieren der Waage



Geben Sie die Flüssigkeit, deren Dichte Sie bestimmen möchten, in den Becher (bis zu ca. 1 cm über der Aufhängungsöse des Senkbleis). Stellen Sie sicher, dass keine Luftblasen am Senkblei anhaften (entfernen Sie alle Luftblasen mit einer feinen Bürste).

Warten Sie bis die Gewichtsanzeige auf der Waage stabil ist und notieren Sie den angezeigten Wert  $P$  (Gewicht der verdrängten Flüssigkeit)

Bestimmen Sie nun die Dichte  $\rho$  der Flüssigkeit (bei der Temperaturablesung auf dem Thermometer), gemäß der vorangehenden Formel (Abschnitt 5.1).

### 5.3 Verbesserung der Genauigkeit des Ergebnisses

Die folgenden Tipps werden Ihnen helfen, die Genauigkeit der Resultate bei der **Dichtbestimmung von Flüssigkeiten zu verbessern**.

#### Volumentoleranz des Senkbleis

Das optionale Senkblei, das für die Dichtebestimmung von Flüssigkeiten empfohlen wird, entspricht den Anforderungen der Deutschen Eichordnung (EO 13-4, Abschnitt 9.21). Das Volumen des Senkbleis einschließlich der oberen Hälfte des Aufhängungsdrahtes ist so angepasst, dass der maximale Fehler bei der Dichtebestimmung des Wassers bei einer Temperatur von  $20^{\circ}\text{C} \pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$  beträgt.

## 6 Zusätzliche Informationen

Dieser Abschnitt bietet Informationen über die beeinflussenden Faktoren, die eine schädliche Auswirkung auf die Genauigkeit der experimentellen Ergebnisse haben können. Zusätzlich finden Sie in diesem Abschnitt Dichtetabellen für destilliertes Wasser und Ethanol.

### 6.1 Beeinflussende Faktoren

Neben Temperatur, Luftauftrieb und Oberflächenspannung der Flüssigkeit, können die folgenden Faktoren die experimentellen Ergebnisse beeinflussen:

- Eintauchtiefe der Halterung oder des Senkbleis
- Luftblasen
- Porosität des Festkörpers

#### Eintauchtiefe der Halterung oder des Senkbleis

Das Senkblei für die **Dichtebestimmung von Flüssigkeiten** wird von einem Plastikkabel mit **einem Durchmesser von 0,2 mm herabgehängt**. Im Wasser erfährt das Kabel einen **Auftrieb von ungefähr 0,3 mg pro 10mm Eintauchtiefe**.

**Beispiel:** Wenn sich die Flüssigkeit 10mm über der Aufhängungsöse des Senkbleis befindet, werden 40mm des Kabels eingetaucht. Dies führt zu einem Auftrieb von 1,2mg bei Dichten um 1. Durch die Division des Auftriebs um  $10\text{cm}^3$  (=Volumen des Senkbleis) ist der Fehler im Ergebnis vernachlässigbar gering und muss nicht korrigiert werden.

Der unvermischbare Teil der Halterungen zur **Dichtebestimmung von Festkörpern** umfasst 2 Kabel, **jedes mit einem Durchmesser von 0,7mm**. Mit einer Flüssigkeitsdichte von 1, führt dies zu einem **Auftrieb von ungefähr 0,4mg pro Millimeter Eintauchtiefe**.

Bei der Wiegung des Festkörpers in der Luft, bleibt die Eintauchtiefe der Halterung unverändert. Die Auftriebskraft der Halterung ist somit konstant und kann daher vernachlässigt werden. Allerdings ist es wichtig zu gewährleisten, dass der **Flüssigkeitsstand zwischen den Wiegungen** nicht verändert wird (die Veränderung des Flüssigkeitsstands bei Eintauchen des Festkörpers ist normalerweise bedeutungslos).

#### Luftblasen

Mit schwachen Benetzungsflüssigkeiten (z.B. Wasser ohne Benetzungsmittel), ist es möglich, dass Luftblasen an den eingetauchten Teilen haften bleiben (Festkörper, Senkblei und Halterung) und das

Ergebnis hinsichtlich des Auftriebs beeinflussen. Eine Blase mit einem Durchmesser von 1 mm verursacht einen Auftrieb von 0,5 mg, wohingegen ein Durchmesser von 2 mm zu einem Auftrieb von 4 mg führt. Um Luftblasen zu vermeiden, raten wir zu den folgenden **Vorsichtsmaßnahmen**:

- Entfetten von Lösungsmittel-resistenten Festkörpern
- Halterungen und Senkblei in regelmäßigen Abständen reinigen, niemals Teile, die untergetaucht werden, mit Händen berühren
- Die Halter und das Senkblei leicht beim ersten Eintauchen leicht schütteln, um Luftblasen zu verdrängen.
- Zäh anheftende Luftblasen mit einer feinen Bürste entfernen.
- Beigefügten oder im Handel erhältliches Benetzungsmittel oder organische Flüssigkeiten entfernen (die Veränderung hinsichtlich der Dichte von destilliertem Wasser bei Zugabe eines Benetzungsmittels kann vernachlässigt werden).

**Porosität von Festkörpern**

Wenn Festkörper in eine Flüssigkeit eingetaucht werden, wird üblicherweise nicht die gesamte Luft in den Poren verdrängt. Dies führt zu Störungen hinsichtlich des Auftriebs. Daher kann die Dichte von porösen Körpern nur annähernd bestimmt werden.

## 6.2 Dichtetabelle für destilliertes Wasser

T/°C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10.	0.99973	0.99972	0.99971	0.99970	0.99969	0.99968	0.99967	0.99966	0.99965	0.99964
11.	0.99963	0.99962	0.99961	0.99960	0.99959	0.99958	0.99957	0.99956	0.99955	0.99954
12.	0.99953	0.99951	0.99950	0.99949	0.99948	0.99947	0.99946	0.99944	0.99943	0.99942
13.	0.99941	0.99939	0.99938	0.99937	0.99935	0.99934	0.99933	0.99931	0.99930	0.99929
14.	0.99927	0.99926	0.99924	0.99923	0.99922	0.99920	0.99919	0.99917	0.99916	0.99914
15.	0.99913	0.99911	0.99910	0.99908	0.99907	0.99905	0.99904	0.99902	0.99900	0.99899
16.	0.99897	0.99896	0.99894	0.99892	0.99891	0.99889	0.99887	0.99885	0.99884	0.99882
17.	0.99880	0.99879	0.99877	0.99875	0.99873	0.99871	0.99870	0.99868	0.99866	0.99864
18.	0.99862	0.99860	0.99859	0.99857	0.99855	0.99853	0.99851	0.99849	0.99847	0.99845
19.	0.99843	0.99841	0.99839	0.99837	0.99835	0.99833	0.99831	0.99829	0.99827	0.99825
20.	0.99823	0.99821	0.99819	0.99817	0.99815	0.99813	0.99811	0.99808	0.99806	0.99804
21.	0.99802	0.99800	0.99798	0.99795	0.99793	0.99791	0.99789	0.99786	0.99784	0.99782
22.	0.99780	0.99777	0.99775	0.99773	0.99771	0.99768	0.99766	0.99764	0.99761	0.99759
23.	0.99756	0.99754	0.99752	0.99749	0.99747	0.99744	0.99742	0.99740	0.99737	0.99735
24.	0.99732	0.99730	0.99727	0.99725	0.99722	0.99720	0.99717	0.99715	0.99712	0.99710
25.	0.99707	0.99704	0.99702	0.99699	0.99697	0.99694	0.99691	0.99689	0.99686	0.99684
26.	0.99681	0.99678	0.99676	0.99673	0.99670	0.99668	0.99665	0.99662	0.99659	0.99657
27.	0.99654	0.99651	0.99648	0.99646	0.99643	0.99640	0.99637	0.99634	0.99632	0.99629
28.	0.99626	0.99623	0.99620	0.99617	0.99614	0.99612	0.99609	0.99606	0.99603	0.99600
29.	0.99597	0.99594	0.99591	0.99588	0.99585	0.99582	0.99579	0.99576	0.99573	0.99570
30.	0.99567	0.99564	0.99561	0.99558	0.99555	0.99552	0.99549	0.99546	0.99543	0.99540



### 6.3 Dichtetabelle für Ethanol

T/°C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10.	0.79784	0.79775	0.79767	0.79758	0.79750	0.79741	0.79733	0.79725	0.79716	0.79708
11.	0.79699	0.79691	0.79682	0.79674	0.79665	0.79657	0.79648	0.79640	0.79631	0.79623
12.	0.79614	0.79606	0.79598	0.79589	0.79581	0.79572	0.79564	0.79555	0.79547	0.79538
13.	0.79530	0.79521	0.79513	0.79504	0.79496	0.79487	0.79479	0.79470	0.79462	0.79453
14.	0.79445	0.79436	0.79428	0.79419	0.79411	0.79402	0.79394	0.79385	0.79377	0.79368
15.	0.79360	0.79352	0.79343	0.79335	0.79326	0.79318	0.79309	0.79301	0.79292	0.79284
16.	0.79275	0.79267	0.79258	0.79250	0.79241	0.79232	0.79224	0.79215	0.79207	0.79198
17.	0.79190	0.79181	0.79173	0.79164	0.79156	0.79147	0.79139	0.79130	0.79122	0.79113
18.	0.79105	0.79096	0.79088	0.79079	0.79071	0.79062	0.79054	0.79045	0.79037	0.79028
19.	0.79020	0.79011	0.79002	0.78994	0.78985	0.78977	0.78968	0.78960	0.78951	0.78943
20.	0.78934	0.78926	0.78917	0.78909	0.78900	0.78892	0.78883	0.78874	0.78866	0.78857
21.	0.78849	0.78840	0.78832	0.78823	0.78815	0.78806	0.78797	0.78789	0.78780	0.78772
22.	0.78763	0.78755	0.78746	0.78738	0.78729	0.78720	0.78712	0.78703	0.78695	0.78686
23.	0.78678	0.78669	0.78660	0.78652	0.78643	0.78635	0.78626	0.78618	0.78609	0.78600
24.	0.78592	0.78583	0.78575	0.78566	0.78558	0.78549	0.78540	0.78532	0.78523	0.78515
25.	0.78506	0.78497	0.78489	0.78480	0.78472	0.78463	0.78454	0.78446	0.78437	0.78429
26.	0.78420	0.78411	0.78403	0.78394	0.78386	0.78377	0.78368	0.78360	0.78351	0.78343
27.	0.78334	0.78325	0.78317	0.78308	0.78299	0.78291	0.78282	0.78274	0.78265	0.78256
28.	0.78248	0.78239	0.78230	0.78222	0.78213	0.78205	0.78196	0.78187	0.78179	0.78170
29.	0.78161	0.78153	0.78144	0.78136	0.78127	0.78118	0.78110	0.78101	0.78092	0.78084
30.	0.78075	0.78066	0.78058	0.78049	0.78040	0.78032	0.78023	0.78014	0.78006	0.77997

Dichtewerte von C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, entnommen aus dem "American Institute of Physics Handbook" (Handbuch des amerikanischen Physikinstituts).



# Sommario

<b>1</b>	<b>Premessa</b> .....	<b>EN-1</b>
1.1	Prima di incominciare.....	EN-1
1.2	Apparecchiature standard .....	EN-1
<b>2</b>	<b>Preparare la bilancia per le determinazioni della densità</b> .....	<b>EN-3</b>
<b>3</b>	<b>Principio della determinazione della densità</b> .....	<b>EN-3</b>
<b>4</b>	<b>Determinazione della densità dei solidi</b> .....	<b>EN-4</b>
4.1	Elementi fondamentali .....	EN-4
4.2	Eeguire la determinazione della densità dei solidi .....	EN-4
4.3	Migliorare l'accuratezza dei risultati .....	EN-6
<b>5</b>	<b>Determinazione della densità dei liquidi</b> .....	<b>EN-6</b>
5.1	Elementi fondamentali .....	EN-6
5.2	Eeguire la determinazione della densità dei liquidi .....	EN-7
5.3	Migliorare l'accuratezza dei risultati .....	EN-8
<b>6</b>	<b>Informazioni Supplementari</b> .....	<b>EN-8</b>
6.1	Fattori di influenza .....	EN-8
6.2	Tabella di densità per l'acqua distillata .....	EN-10
6.3	Tabella di densità per l'etanolo .....	EN-11



## 1 Premessa

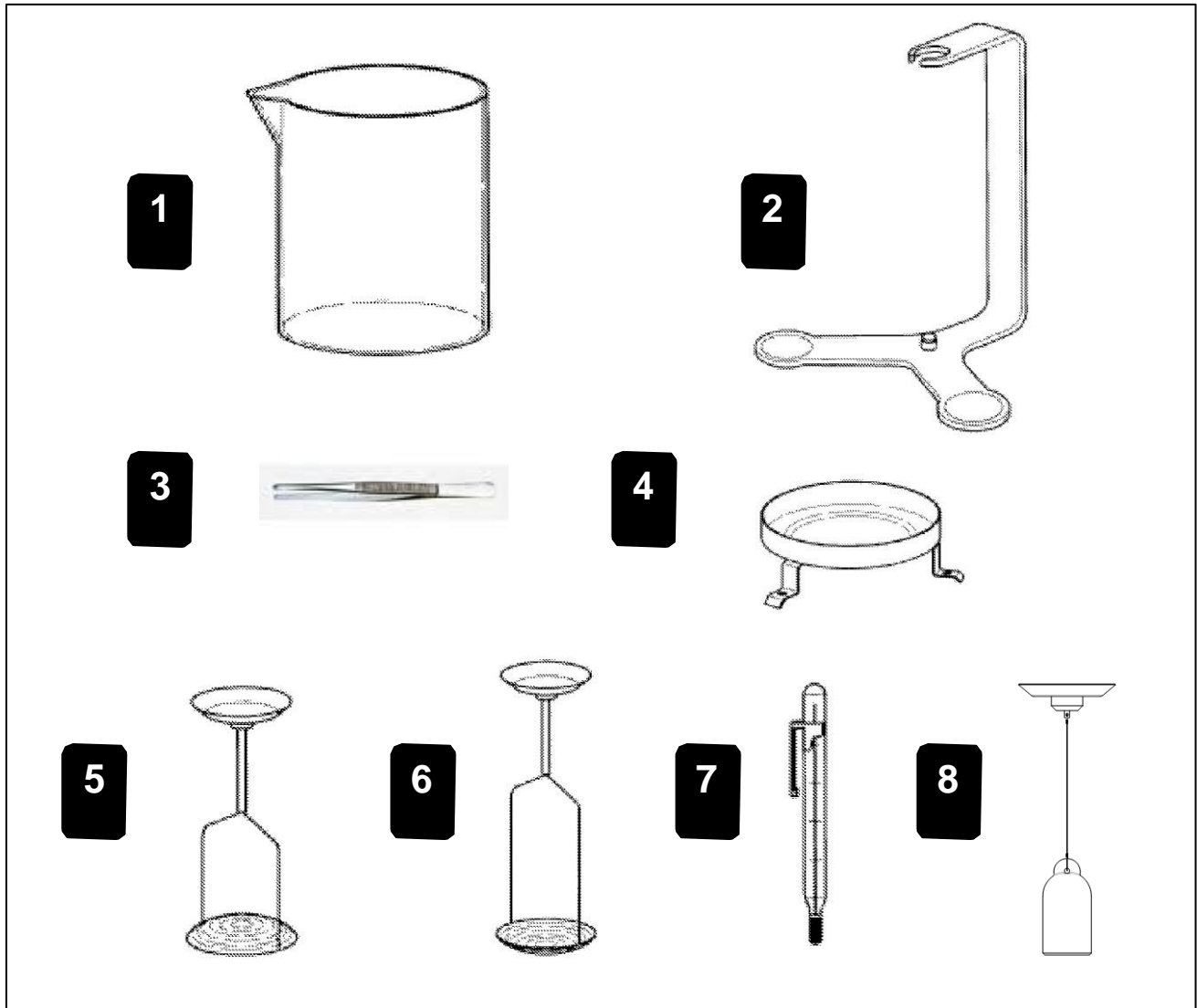
### 1.1 Prima di incominciare

Grazie per aver acquistato il kit di determinazione della densità per le vostre bilance OHAUS. Con l'aiuto di questo kit, potrete utilizzare la vostra bilancia per determinare la densità di solidi e liquidi.

### 1.2 Apparecchiature standard

Il kit contiene i singoli componenti mostrati nell'illustrazione qui di seguito.

per la determinazione della densità dei liquidi, è necessario il kit e anche il pescante opzionale da 10ml.



**1** Becher di vetro

**3** Pinzetta

**5** Sostegno per solidi che galleggiano

**7** Termometro di precisione con sostegno

**2** Staffa

**4** Treppiede

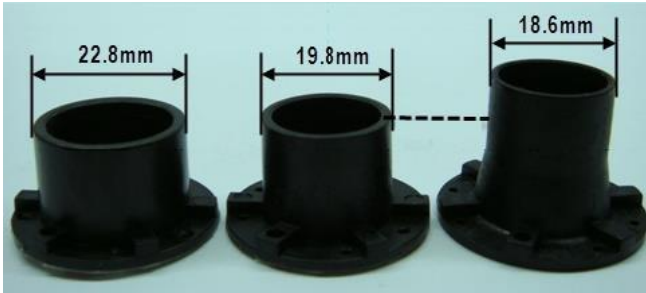
**6** Sostegno per solidi non-flottanti

**8** Pescante 10ml (apparecchiatura optional)



**9** Supporto piatto (Altezza = 38.1mm) Per  
AR 0.1mg/EP/VP

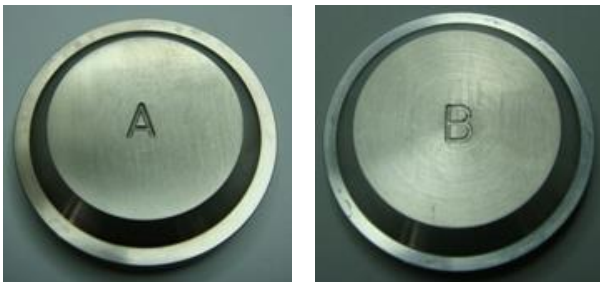
**10** Supporto piatto (Altezza = 23.5mm) Per  
PA 0.1mg/CP 0.1mg



**11** Supporto piatto (Diametro = 22.8mm) Per  
PA1mg/CP1mg/AR1mg/EX 1mg

**12** Supporto piatto (Diametro= 19.8mm) Per  
AV/CAV

**13** Supporto piatto (Diametro= 18.6mm) Per  
EX 0.1mg



**14** Pesi di equalizzazione A

**15** Pesi di equalizzazione B

Bilance	Pesi N°	Quantità
EX 1mg	A	1
AV 1mg	A	1
EP/VP 1mg	A	3
PA/CP 1mg	B	1



**16** Supporto piatto DV



**17** Supporto piatto  
EX5(0.01mg)

**18** Supporto piatto AX  
(1mg)

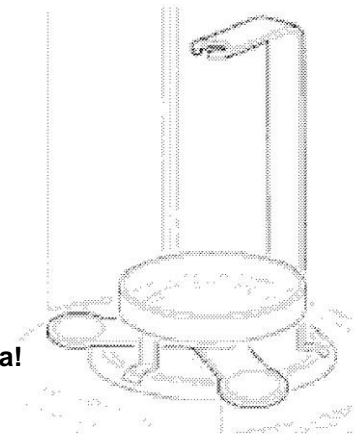
## 2 Preparare la bilancia per le determinazioni della densità

Questa sezione descrive come preparare la bilancia perché determini le densità. Si prega di seguire le fasi qui di seguito.

Selezionare il supporto del piatto a seconda della vostra bilancia come è descritto alla Sezione 1.2 Rimuovere la copertura del nastro adesivo e farlo aderire in posizione centrale sulla parte sotto della staffa (2)

1. Aprire la porta del paravento in vetro e rimuovere il piatto di pesatura.
2. Posizionare la staffa con il supporto del piatto sul cono di pesatura.
3. Posizionare il treppiede (4) al di sopra della staffa. I tre piedini di supporto devono essere fra i bracci di pesatura della staffa e posizionarsi stabilmente sulla piastra di fondo della camera di pesata.

**Nota:** La staffa non deve toccare la piattaforma in nessuna circostanza!



## 3 Principio della determinazione della densità

La densità  $\rho$  è il quoziente della massa  $m$  e del volume  $V$ .

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

Il sistema internazionale indica  $\text{Kg/m}^3$  quale unità di misura della densità. Tuttavia, l'unità  $\text{g/cm}^3$  è più appropriata ai fini di laboratorio.

Le determinazioni di densità sono spesso eseguite con il **Principio di Archimede**, che è anche quello utilizzato con il kit di determinazione della densità per le bilance. Il principio afferma che ogni corpo solido immerso in un liquido perde apparentemente peso per una quantità pari a quella del liquido spostato.

La procedura per la determinazione della densità secondo il principio di Archimede varia a seconda se si deve determinare la **densità di solidi oppure di liquidi**.

## 4 Determinazione della densità dei solidi

### 4.1 Elementi fondamentali

La densità di un solido è determinata con l'aiuto di un liquido la cui densità  $\rho_0$  è conosciuta (quali liquidi ausiliari si utilizzano normalmente l'acqua o l'etanolo). Il solido è pesato nell'aria (A) e poi nel liquido ausiliario (B). La densità  $\rho$  può essere calcolata mediante le due pesate nel modo seguente:

$$\text{Density: } \rho = \frac{A}{A-B} (\rho_0 - \rho_L) + \rho_L$$

$\rho$  = Densità del campione

A = Peso del campione nell'aria

B = Peso del campione nel liquido ausiliario

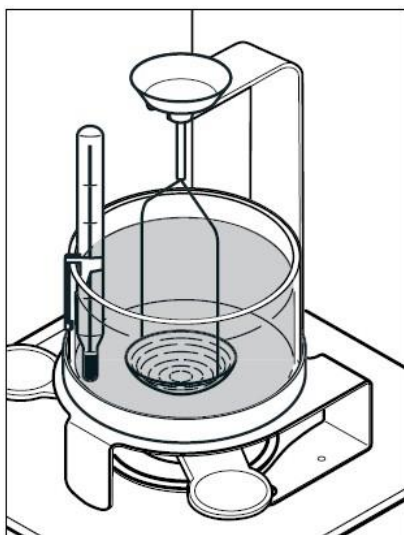
$\rho_0$  = Densità del liquido ausiliario

$\rho_L$  = Densità dell'aria (0.0012 g/cm<sup>3</sup>)

$\alpha$  = Fattore di correzione della bilancia (0.99985), prende in considerazione la spinta dell'aria del peso di regolazione.

$$\text{Volume: } V = \alpha \frac{A-B}{\rho_0 - \rho_L}$$

### 4.2 Eseguire la determinazione della densità dei solidi



**Nota:** Queste istruzioni spiegano come operare con il kit di determinazione della densità. Esse descrivono la procedura per eseguire manualmente una determinazione della densità.

Se servono informazioni per quanto attiene il funzionamento della bilancia, si prega di fare riferimento al manuale di istruzioni fornito con la bilancia stessa.

Per determinare la densità dei solidi, utilizzare il bechero di vetro (2) e uno dei due sostegni per solidi che galleggiano (5) o affondano (6). Per alcune bilance OHAUS da 1mg, utilizzare i pesi a seconda delle bilance come descritto alla Sezione 1.2.

Preparare la bilancia per la determinazione della densità (installare il treppiede e la staffa) come descritto alla Sezione 2.

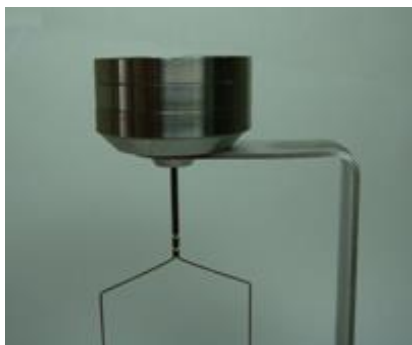
Sospendere il termometro fornito (7) dal bordo del bechero (1). Porre il bechero sulla piattaforma e riempirlo con liquido ausiliario (liquido di densità  $\rho_0$  conosciuta, normalmente acqua distillata o etanolo). Aggiungere liquido sufficiente per garantire che il solido sia coperto da almeno 1 cm di liquido dopo l'immersione.

Posizionare il sostegno appropriato (5) o (6) per solidi che galleggiano o affondano sulla staffa (l'illustrazione adiacente mostra il sostegno per un solido che affonda).

Accertarsi che non vi siano bolle d'aria che aderiscono alla parte immersa del sostegno (Rimuovere le eventuali bolle d'aria muovendo il sostegno o mediante una spazzola fine)-

Per alcune bilance OHAUS da 1mg, porre i pesi sul sostegno (l'illustrazione adiacente mostra i pesi per le bilance EP/VP da 1mg).

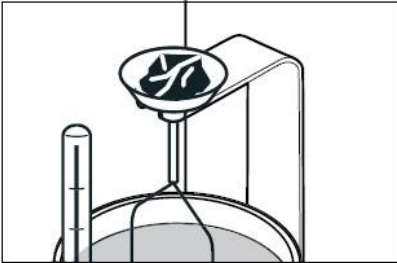
Chiudere le porte del paravento in vetro e tarare la bilancia.







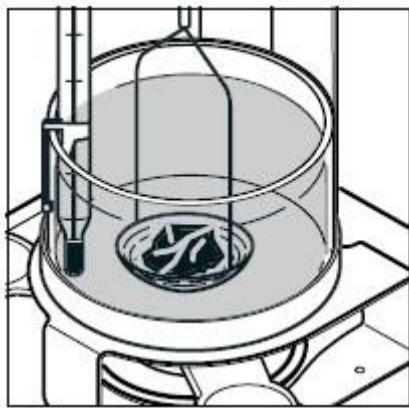
Posizionare il solido in uno dei due piatti di pesatura della staffa (2). Attendere la stabilizzazione della pesata e annotare il peso visualizzato A (peso del campione nell'aria).



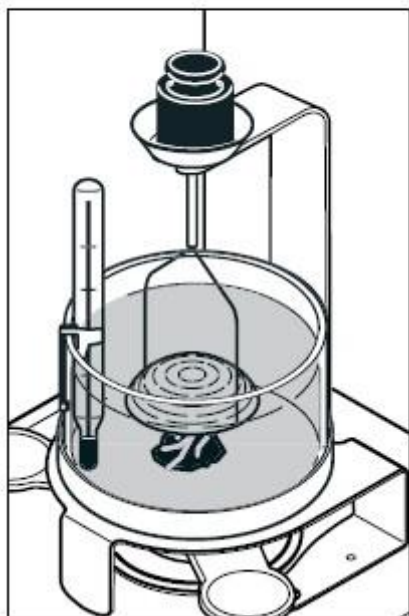
#### Nota per modelli da 0.1mg

Quando si pesano nell'aria **solidi con un peso superiore a 20g**, posizionare il piatto sulla parte superiore del sostegno (con un carico angolare superiore a 20g, possono apparire degli errori sul braccio durante la pesatura).

Rimuovere il solido dal piatto, chiudere le porte del paravento in vetro e tarare la bilancia.



Posizionare quindi il solido sul sostegno (6). Accertarsi che non vi siano bolle d'aria che aderiscano al solido (rimuovere le eventuali bolle d'aria con una spazzola fine).



#### Note

Con **solidi di una densità inferiore a  $1\text{g/cm}^3$**  si deve utilizzare il **sostegno per solidi che galleggiano (5)**, poiché trattiene il corpo solido sotto la superficie del liquido ausiliario. Se la galleggiabilità del solido è superiore al peso del sostegno, il sostegno deve essere modificato ponendo un peso supplementare sul piatto di pesatura superiore della staffa. **Dopo aver caricato il peso supplementare, tarare la bilancia e riavviare la procedura di determinazione della densità pesando prima il solido nell'aria (A) e poi nel liquido ausiliario (B).**

Attendere la stabilizzazione della pesata e annotare il peso visualizzato. B (peso del campione nel liquido ausiliario).

Adesso determinare la densità  $\rho$  del solido secondo la formula precedente (Sezione 4.1).

### 4.3 Migliorare l'accuratezza dei risultati

I suggerimenti che seguono dovrebbero aiutarvi a migliorare la precisione dei risultati nella **determinazione della densità dei solidi**.

#### Temperatura

I solidi sono generalmente così poco sensibili alle fluttuazioni di temperatura che la densità corrispondente non crea conseguenze. Tuttavia, quando si lavora con un liquido ausiliario nella determinazione della densità dei solidi secondo il principio di Archimede, occorre tenere conto della loro temperatura poiché la temperatura ha un ruolo importante con i liquidi e provoca modifiche alla densità nell'ordine di grandezza da 0.1 a 1% per °C. Questo effetto è già apparente nel terzo decimale del risultato.

**Al fine di ottenere risultati accurati, consigliamo di tenere sempre conto della temperatura del liquido ausiliario in tutte le determinazioni di densità.**

E' possibile dedurre i valori appropriati da un libro di tabelle. Tabelle per l'acqua distillata e per l'etanolo sono riportate alla Sezione 6

#### Tensione di superficie del liquido ausiliario

L'adesione del liquido ausiliario ai fili di sospensione del sostegno provoca un aumento di peso apparente fino a 3 mg.

Quando il sostegno è immerso nel liquido ausiliario in entrambe le pesature del solido (nell'aria e nel liquido ausiliario) e si tara la bilancia prima di ogni misura, l'influenza dell'aumento del peso apparente può essere trascurata.

Se è necessaria la massima precisione possibile, utilizzare qualche goccia di un agente chimico umidificante.

## 5 Determinazione della densità dei liquidi

### 5.1 Elementi fondamentali

La densità di un liquido è determinata utilizzando un pescante di volume conosciuto. Si pesa il pescante nell'aria e poi nel liquido di cui si deve determinare la densità. La densità  $\rho$  può essere determinata mediante le due pesate nel modo seguente:

$$\text{Density: } \rho = \alpha \frac{A-B}{V} + \rho_L$$

Con una bilancia elettronica, è possibile determinare il peso del liquido spostato  $P$  ( $P=A-B$ ), e quindi la Spinta, consentendo di semplificare la formula precedente in:

$$\rho = \alpha \frac{P}{V} + \rho_L$$

$\rho$  = Densità del liquido

$A$  = Peso del pescante nell'aria

$B$  = Peso del pescante nel liquido

$V$  = Volume del pescante

$\rho_L$  = Densità dell'aria (0.0012<sup>g</sup>/cm)

$\alpha$  = Fattore di correzione della bilancia (0.99985), tiene conto della spinta dell'aria del peso di regolazione

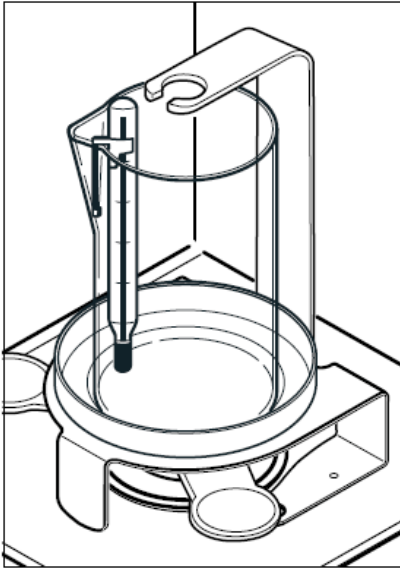
$P$  = Peso del liquido spostato ( $P = A - B$ )

## 5.2 Eseguire la determinazione della densità dei liquidi

**Nota:** Queste istruzioni spiegano come operare con il kit di determinazione della densità. Esse descrivono la procedura per eseguire manualmente una determinazione della densità.

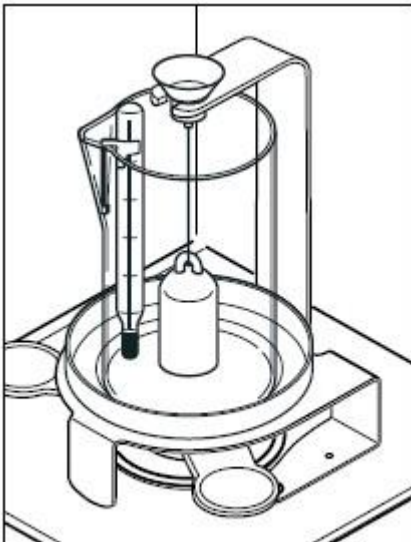
Se servono informazioni per quanto attiene il funzionamento della bilancia, si prega di fare riferimento al manuale di istruzioni che avete ricevuto con la bilancia stessa.

Per determinare la densità dei liquidi, utilizzare il becher di vetro (1) e il pescante opzionale (8).



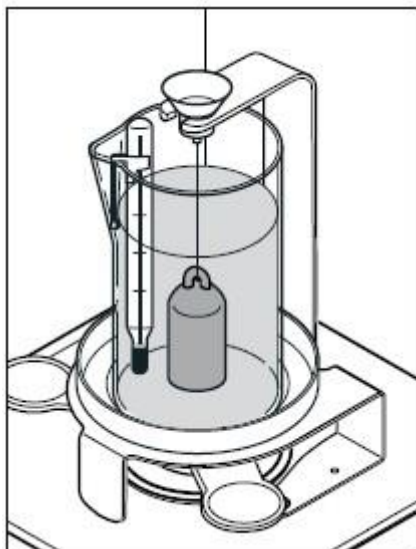
Preparare la bilancia per la determinazione della densità (installare la piattaforma e la staffa) come descritto alla Sezione 2.

Posizionare il becher vuoto (1) sulla piattaforma e sospendere il termometro fornito (7) dal bordo del becher.



Appendere il pescante (8) alla staffa e accertarsi che non tocchi il becher o il termometro.

Tarare la bilancia.



Aggiungere al bechero il liquido di cui si vuole determinare la densità (fino a circa 1 cm sopra l'occhiello di sospensione al pescante). Accertarsi che non vi siano bolle d'aria che aderiscano alla platina (rimuovere le eventuali bolle d'aria con una spazzola fine).

Attendere la stabilizzazione della pesata e annotare il valore visualizzato P (peso del liquido spostato).

Adesso determinare la densità  $\rho$  del liquido (alla temperatura letta sul termometro), secondo la formula precedente (Sezione 5.1).

### 5.3 Migliorare l'accuratezza dei risultati

I suggerimenti che seguono vi aiuteranno a migliorare la precisione dei risultati nella **determinazione della densità dei liquidi**.

#### Tolleranza di volume del pescante

Il pescante opzionale consigliato per la determinazione della densità dei liquidi corrisponde ai requisiti del Regolamento Pesi e Misure Tedesco (EO 13-4, paragrafo 9.21). Il volume del pescante, compresa la metà superiore del filo di sospensione è regolato in modo tale che il massimo errore nella determinazione della densità dell'acqua a una temperatura di 20°C è  $\pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$

## 6 Informazioni Supplementari

Questa sezione offre informazioni sui fattori di influenza che possono avere un effetto avverso sulla precisione dei risultati sperimentali. Inoltre, troverete tabelle di densità per l'acqua distillata e per l'etanolo

### 6.1 Fattori di influenza

Oltre la temperatura, la galleggibilità e la tensione di superficie del liquido, i fattori seguenti possono influenzare i risultati sperimentali.

- Profondità di immersione del sostegno o del pescante
- Bolle d'aria
- Porosità del corpo solido

#### Profondità di immersione del sostegno o del pescante

Il pescante per **determinare la densità dei liquidi** è sospeso a un filo di platino **di diametro 0.2 mm**. Nell'acqua, il filo subisce una **spinta di circa 0.3 mg per 10mm di profondità di immersione**.

**Esempio:** Se il liquido si trova 10mm sopra l'occhiello di sospensione del pescante, sono immersi circa 40mm di filo. Ciò crea una spinta di 1.2mg a densità di circa 1. Per via della divisione della spinta per  $10\text{cm}^3$  (=volume del pescante), l'errore nel risultato è trascurabile e non è necessario correggerlo.

La parte immiscibile dei sostegni per la **determinazione della densità dei solidi** comprende 2 fili, **ciascuno di diametro 0.7mm**. Con una densità del liquido di 1, ciò genera una **spinta di circa 0.4mg per millimetro di profondità di immersione**.

Nella pesatura del solido nell'aria, la profondità di immersione del sostegno rimane la stessa. La forza di spinta sul sostegno è quindi costante e perciò non può essere trascurata. Tuttavia, è importante accertarsi che **il livello del liquido non cambi** fra le pesate (il cambiamento nel livello del liquido per immersione del solido è normalmente insignificante).

#### Bolle d'aria

Con liquidi a scarsa umidità (es: acqua senza pescante umidificante), è possibile che bolle d'aria rimangano in aderenza alle parti immerse (solido, pescante e sostegno) e che influenzino i risultati per via del loro spostamento. Una bolla di diametro 1 mm provoca una spinta di 0.5 mg, mentre una di diametro 2 mm provoca una spinta fino a 4 mg.

Al fine di evitare bolle d'aria, consigliamo le seguenti **misure precauzionali**:

- Sgrassare i solidi resistenti al solvente
- Pulire i sostegni e il pescante a intervalli regolari, non toccare mai con le mani le parti immerse
- Scuotere delicatamente i sostegni il pescante alla prima immersione al fine di eliminare le eventuali bolle d'aria.
- Rimuovere le bolle d'aria che aderiscono più tenacemente con una spazzola fine.
- Utilizzare un agente chimico umidificante o liquidi organici (la modifica di densità dell'acqua distillata con l'aggiunta di un agente chimico umidificante può essere trascurata).

#### **Porosità del solido**

Quando corpi solidi sono immersi in un liquido, normalmente non tutta l'aria nei pori si sposta. Ciò comporta errori di spostamento e quindi la densità dei corpi porosi può essere determinata solo in maniera approssimativa.

**6.2 Tabella di densità per l'acqua distillata**

T/°C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10.	0.99973	0.99972	0.99971	0.99970	0.99969	0.99968	0.99967	0.99966	0.99965	0.99964
11.	0.99963	0.99962	0.99961	0.99960	0.99959	0.99958	0.99957	0.99956	0.99955	0.99954
12.	0.99953	0.99951	0.99950	0.99949	0.99948	0.99947	0.99946	0.99944	0.99943	0.99942
13.	0.99941	0.99939	0.99938	0.99937	0.99935	0.99934	0.99933	0.99931	0.99930	0.99929
14.	0.99927	0.99926	0.99924	0.99923	0.99922	0.99920	0.99919	0.99917	0.99916	0.99914
15.	0.99913	0.99911	0.99910	0.99908	0.99907	0.99905	0.99904	0.99902	0.99900	0.99899
16.	0.99897	0.99896	0.99894	0.99892	0.99891	0.99889	0.99887	0.99885	0.99884	0.99882
17.	0.99880	0.99879	0.99877	0.99875	0.99873	0.99871	0.99870	0.99868	0.99866	0.99864
18.	0.99862	0.99860	0.99859	0.99857	0.99855	0.99853	0.99851	0.99849	0.99847	0.99845
19.	0.99843	0.99841	0.99839	0.99837	0.99835	0.99833	0.99831	0.99829	0.99827	0.99825
20.	0.99823	0.99821	0.99819	0.99817	0.99815	0.99813	0.99811	0.99808	0.99806	0.99804
21.	0.99802	0.99800	0.99798	0.99795	0.99793	0.99791	0.99789	0.99786	0.99784	0.99782
22.	0.99780	0.99777	0.99775	0.99773	0.99771	0.99768	0.99766	0.99764	0.99761	0.99759
23.	0.99756	0.99754	0.99752	0.99749	0.99747	0.99744	0.99742	0.99740	0.99737	0.99735
24.	0.99732	0.99730	0.99727	0.99725	0.99722	0.99720	0.99717	0.99715	0.99712	0.99710
25.	0.99707	0.99704	0.99702	0.99699	0.99697	0.99694	0.99691	0.99689	0.99686	0.99684
26.	0.99681	0.99678	0.99676	0.99673	0.99670	0.99668	0.99665	0.99662	0.99659	0.99657
27.	0.99654	0.99651	0.99648	0.99646	0.99643	0.99640	0.99637	0.99634	0.99632	0.99629
28.	0.99626	0.99623	0.99620	0.99617	0.99614	0.99612	0.99609	0.99606	0.99603	0.99600
29.	0.99597	0.99594	0.99591	0.99588	0.99585	0.99582	0.99579	0.99576	0.99573	0.99570
30.	0.99567	0.99564	0.99561	0.99558	0.99555	0.99552	0.99549	0.99546	0.99543	0.99540

**6.3 Tabella di densità per l'etanolo**

T/°C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10.	0.79784	0.79775	0.79767	0.79758	0.79750	0.79741	0.79733	0.79725	0.79716	0.79708
11.	0.79699	0.79691	0.79682	0.79674	0.79665	0.79657	0.79648	0.79640	0.79631	0.79623
12.	0.79614	0.79606	0.79598	0.79589	0.79581	0.79572	0.79564	0.79555	0.79547	0.79538
13.	0.79530	0.79521	0.79513	0.79504	0.79496	0.79487	0.79479	0.79470	0.79462	0.79453
14.	0.79445	0.79436	0.79428	0.79419	0.79411	0.79402	0.79394	0.79385	0.79377	0.79368
15.	0.79360	0.79352	0.79343	0.79335	0.79326	0.79318	0.79309	0.79301	0.79292	0.79284
16.	0.79275	0.79267	0.79258	0.79250	0.79241	0.79232	0.79224	0.79215	0.79207	0.79198
17.	0.79190	0.79181	0.79173	0.79164	0.79156	0.79147	0.79139	0.79130	0.79122	0.79113
18.	0.79105	0.79096	0.79088	0.79079	0.79071	0.79062	0.79054	0.79045	0.79037	0.79028
19.	0.79020	0.79011	0.79002	0.78994	0.78985	0.78977	0.78968	0.78960	0.78951	0.78943
20.	0.78934	0.78926	0.78917	0.78909	0.78900	0.78892	0.78883	0.78874	0.78866	0.78857
21.	0.78849	0.78840	0.78832	0.78823	0.78815	0.78806	0.78797	0.78789	0.78780	0.78772
22.	0.78763	0.78755	0.78746	0.78738	0.78729	0.78720	0.78712	0.78703	0.78695	0.78686
23.	0.78678	0.78669	0.78660	0.78652	0.78643	0.78635	0.78626	0.78618	0.78609	0.78600
24.	0.78592	0.78583	0.78575	0.78566	0.78558	0.78549	0.78540	0.78532	0.78523	0.78515
25.	0.78506	0.78497	0.78489	0.78480	0.78472	0.78463	0.78454	0.78446	0.78437	0.78429
26.	0.78420	0.78411	0.78403	0.78394	0.78386	0.78377	0.78368	0.78360	0.78351	0.78343
27.	0.78334	0.78325	0.78317	0.78308	0.78299	0.78291	0.78282	0.78274	0.78265	0.78256
28.	0.78248	0.78239	0.78230	0.78222	0.78213	0.78205	0.78196	0.78187	0.78179	0.78170
29.	0.78161	0.78153	0.78144	0.78136	0.78127	0.78118	0.78110	0.78101	0.78092	0.78084
30.	0.78075	0.78066	0.78058	0.78049	0.78040	0.78032	0.78023	0.78014	0.78006	0.77997

Valori di densità C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH presi dal "Manuale dell'American Institute of Physics".



Ohaus Corporation  
7 Campus Drive  
Suite 310  
Parsippany, NJ 07054, USA  
Tel: (973) 377-9000  
Fax: (973) 593-0359  
[www.ohaus.com](http://www.ohaus.com)  
With offices worldwide



P/N 30401674B © 2017 Ohaus Corporation, all rights reserved

Printed in China