



**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**

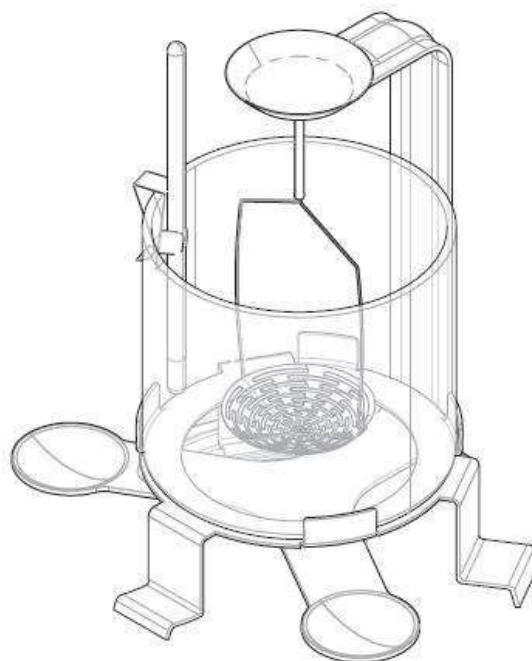


Table of Contents

1	Introduction	EN-1
1.1	Before we begin	EN-1
1.2	Standard equipment.....	EN-1
2	Preparing the balance for density determinations	EN-3
3	Principle of the density determination	EN-3
4	Density determination of solids	EN-3
4.1	Fundamentals	EN-3
4.2	Performing the density determination of solids	EN-4
4.3	Improving the accuracy of the result	EN-5
5	Density determination of liquids	EN-6
5.1	Fundamentals	EN-6
5.2	Performing the density determination of liquids	EN-6
5.3	Improving the accuracy of the result	EN-7
6	Supplementary information	EN-8
6.1	Precautions for density determination.....	EN-8
6.2	Reference standard.....	EN-9
6.3	Spare parts and accessories.....	EN-9
6.4	Density table for distilled water	EN-10
6.5	Density table for ethanol	EN-10

1 Introduction

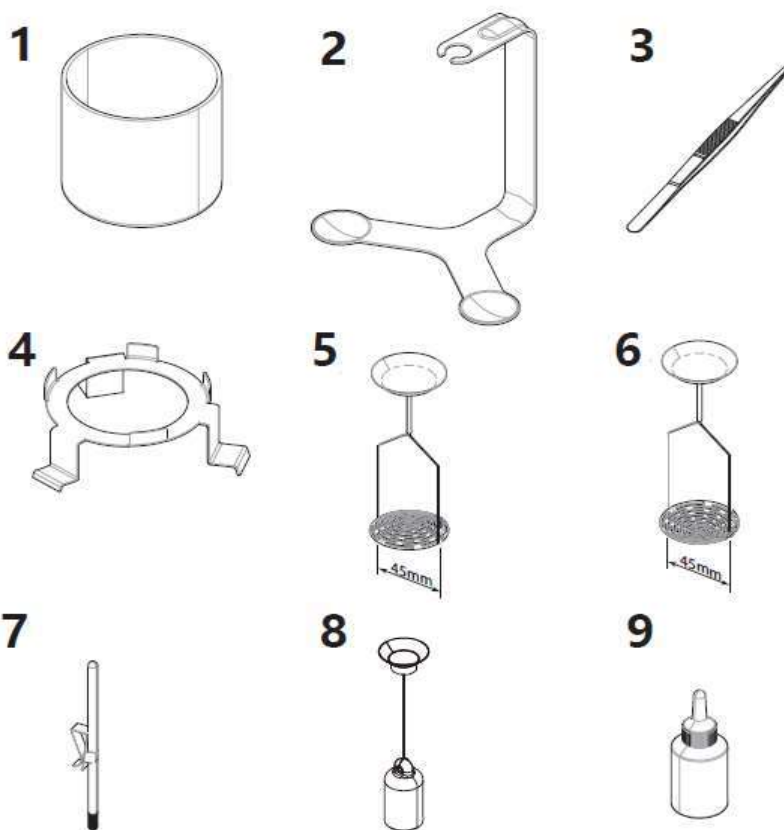
1.1 Before we begin

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. It is compatible with OHAUS Pioneer, Adventurer and Explorer models with readability of 1mg, 0.1mg and 0.01mg.

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 (45 mm)

7 Precision thermometer with holder

9 Wetting agent

2 Bracket

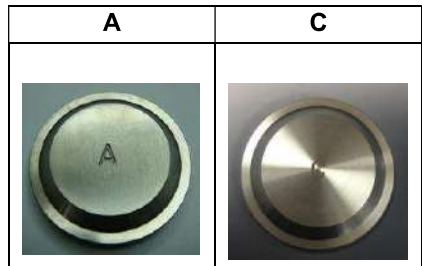
4 Platforms

6 Holder for non floating solids (45 mm)

8 Sinker 10ml

Note: choose different test components according to test samples.

- The holder for floating solids is suitable for solid samples with a density lower than the auxiliary liquid (such as distilled water);
- The holder for non floating solids is suitable for solid samples with a density greater than the auxiliary liquid (such as distilled water).
- Sinker is suitable for testing liquid samples.

Offsetting Weight**Pan Support**

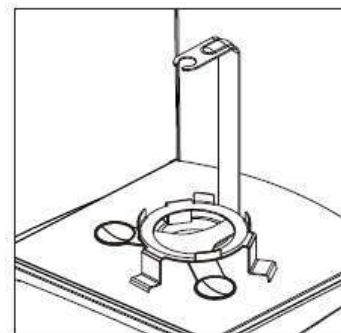
Series \ Readability	0.01mg	0.1mg		1mg	
	Pan Support	Pan Support	Offsetting Weight	Pan Support	Offsetting Weight
EX	F	D	/	E	A
AX	/	D	C	E	/
PX	F	D	C	E	/
PXP/PR/PJX	/	D	C	E	/

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 ρ is the quotient of the mass m and the volume V .

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

The international system of units specifies Kg/m^3 as the unit of density. However, the unit 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 to be tested** 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 ρ_0 is known (distilled 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 ρ can be calculated from the two weighings as follows:

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

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

ρ = Density of sample

A = Weight of sample in air

B = Weight of sample in the auxiliary liquid

ρ_0 = Density of the auxiliary liquid

ρ_L = Air density (0.0012 g/cm^3)

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

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.

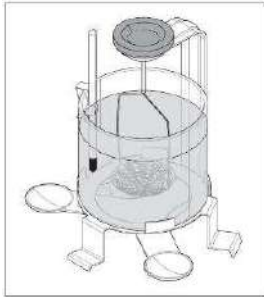


Figure 4.2-1

1. Prepare for the solid density test:
 - Suspend the supplied thermometer from the edge of the beaker.
 - Place the beaker on the platform and fill it with auxiliary liquid (liquid of known density, usually distilled water). Add enough liquid to ensure the solid is covered by at least 1 cm liquid after immersion.
 - Add an appropriate amount of wetting agent (not more than 0.1% of the volume of auxiliary liquid).
 - Suspend a suitable holder from the bracket to ensure that it does not touch the wall of the beaker or the thermometer*. If underload is displayed, use the offsetting weight as described in Chapter 1 (check figure 4.2-1 as an example).
 - Close the draft shield doors, and wait for the wetting agent to completely dissolve and air bubbles disappear. If the sample can easily generate air bubbles in liquid (such as metals), place the sample in the holder and keep it immersed in liquid at the same time.
 - After air bubbles are removed, open the draft shield doors, take out the sample and clean it. Ensure that there are no water droplets on the sample surface.
 - According to the thermometer reading, input the auxiliary liquid temperature, close the draft shield doors and tare.

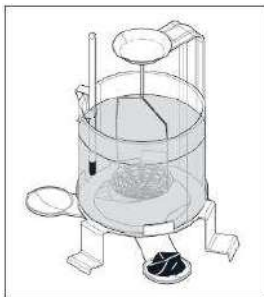


Figure 4.2-2-1

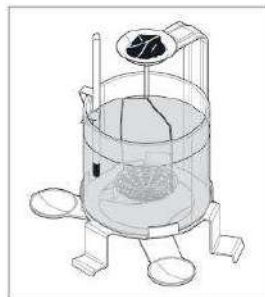


Figure 4.2-2-2

2. Measure the weight of the sample in the air.
 - Open the draft shield doors and place the solid in one of the two weighing pans of the bracket. When solids with a weight greater than 20g are weighed in air, place it in the pan at the top of the holder. (See figure 4.2-2-2).
 - Close the draft shield doors. Wait until the weight display of the balance is stable and record the displayed weight A.
 - Open the draft shield doors, remove the solid from the pan, close the draft shield doors and tare the balance.

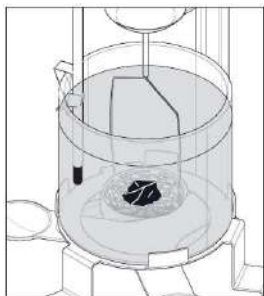


Figure 4.2-3

3. Measure the weight of the sample in the liquid.
 - Open the draft shield doors, place the solid in the holder (see figure 4.2-3). Ensure that no air bubbles adhere to the solid (remove any air bubbles with a fine brush).
 - Close the draft shield doors. Wait until the liquid level, the holder and the balance has reached stability, record the displayed weight B.
4. The balance automatically calculates and displays the density of the solid to be measured according to the internal density formula.

5. Take out the solid, wipe it clean and ensure that there are no water droplets on the surface of the sample and tweezers. Then repeat steps 2 and 3 at least 3 times. Average the results to determine the sample density.

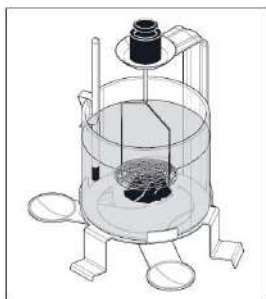


Figure 4.2-4

Note

*Holder Selection:

- If the density of the solid to be measured is greater than the density of the auxiliary liquid, use a holder for non-floating solids.
- If the density of the solid to be measured is less than the density of the auxiliary liquid, use a holder for floating solids (with additional weights if necessary). Immerse the solid to be measured completely under the auxiliary liquid surface, check figure 4.2-4.

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

Temperature has a great influence on the density of the auxiliary liquid. The effect of temperature on liquids can cause density changes of order of magnitude 0.1 to 1 ‰ per °C, which will directly affect the accuracy of the third decimal place of the density result. In order to obtain accurate density result, it is necessary to input the temperature of the auxiliary liquid into the balance before determining the density of the solid:

1. Use a thermometer to measure the temperature of the auxiliary liquid.
2. If the auxiliary liquid is ethanol, find the corresponding density value in Appendix 2 according to the measured temperature.

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.

In order to obtain accurate weighing results, an appropriate amount of wetting agent (not exceeding 0.1% of the auxiliary liquid volume) should be added dropwise to the auxiliary liquid before the solid density measurement.

Air Bubbles

Air bubbles may adhere 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:

- a) Before density determination, use enclosed wetting agent (no more than 0.1% of the liquid). If the sample can easily generate air bubbles in liquid (such as metals), place the sample in the holder and keep it immersed in liquid at the same time.
- b) Remove grease traces from solvent-resistant solids.
- c) Clean holder at regular intervals.
- d) Never touched parts which are immersed with your hand.
- e) Gently shake holders on first-time immersion to dislodge any air bubbles.
- f) Remove tenaciously adhering air bubbles with a fine brush.

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 ρ can be determined from the two weighings as follows:

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

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

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:

ρ = Density of liquid

A = Weight of sinker in air

B = Weight of sinker in the liquid

V = Volume of sinker

ρ_L = Air density (0.0012 g/cm^3)

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

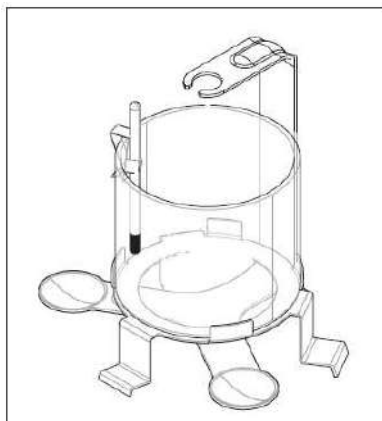
P = Weight of displaced liquid ($P = A - B$)

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.

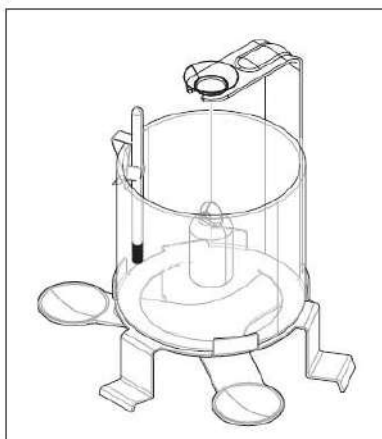
If you need information about operating your balance, please refer to the instruction manual which you received with the balance.

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



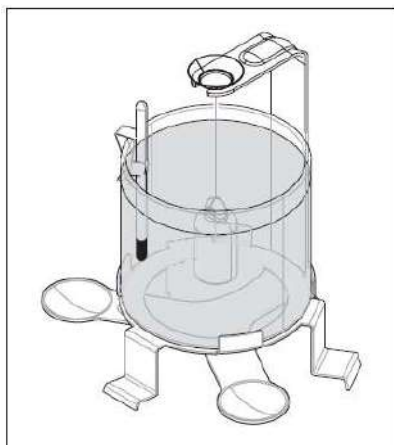
Prepare the balance for the density determination (install the platform and bracket) as described in Section 2.

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 ρ 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 10ml 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 $\pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$

Air Bubbles

Air bubbles may adhere 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:

- a) Before density determination, use enclosed wetting agent (no more than 0.1% of the liquid).
- b) Remove grease traces from solvent-resistant solids.
- c) Clean sinker at regular intervals.
- d) Gently shake the sinker on first-time immersion to dislodge any air bubbles.
- e) Remove tenaciously adhering air bubbles with a fine brush.

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 Precautions for density determination

1. 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 10cm^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).

2. Selection of samples

Not every sample is suitable for density measurement.

- When a porous material is 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.
- A highly viscous liquid will contaminate the sinker and affect the test results.

3. Test environment

The temperature has a great effect with liquids and causes density changes of order of magnitude 0.1 to 1% per °C. Therefore, during the density test, keep the temperature change at ± 0.5 °C.

4. Standards for density determination

Different samples have different density determination standards. It is recommended to refer to the requirements of international standards, prepare samples, and select the balance and the required weighing accuracy. For example, "ISO 1183-1 Plastics — Methods for Determining the Density of Non-Cellular Plastics" specifies that the density result is accurate to 0.001g/cm^3 ; while "ISO 3369 Impermeable Sintered Metal Materials and Hardmetals — Determination of Density" specifies that the density result is accurate to 0.01g/cm^3 .

6.2 Reference standard

ISO 1183-1	Plastics — Methods for Determining the Density of Non-Cellular Plastics
OIML G 14	Density Measurement Guidance for Inspectors
ASTM-D-792	Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics
ISO 3369	Impermeable Sintered Metal Materials and Hardmetals — Determination of Density
ISO 2781	Rubber, Vulcanized or Thermoplastic — Determination of Density

6.3 Spare Parts and Accessories

Part Number	Description
83034024	Sinker 10ml
30585297	Set of offsetting weights (composed of one A, one B and one C)
30596885	Set of holders (composed of one holder for floating solids and one holder for non-floating solids)

6.4 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

6.5 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 C₂H₅OH taken from "American Institute of Physics Handbook".

Índice

1	Introducción.....	ES-1
1.1	Antes de empezar.....	ES-1
1.2	Equipamiento estándar.....	ES-1
2	Preparación de la balanza para determinar la densidad.....	ES-3
3	Principio de determinación de densidad.....	ES-3
4	Determinación de densidad de sólidos.....	ES-3
4.1	Principios básicos.....	ES-3
4.2	Puesta en práctica de la determinación de densidad de sólidos.....	ES-4
4.3	Mejorar la precisión de los resultados.....	ES-5
5	Determinación de densidad de líquidos.....	ES-6
5.1	Principios básicos.....	ES-6
5.2	Puesta en práctica de la determinación de densidad de líquidos.....	ES-6
5.3	Mejorar la precisión de los resultados.....	ES-7
6	Información complementaria.....	ES-8
6.1	Precauciones para determinar la densidad.....	ES-8
6.2	Estándares de referencia.....	ES-8
6.3	Repuestos y accesorios.....	ES-8
6.4	Cuadro de densidad para el agua destilada.....	ES-9
6.5	Cuadro de densidad para el etanol.....	ES-10

1 Introducción

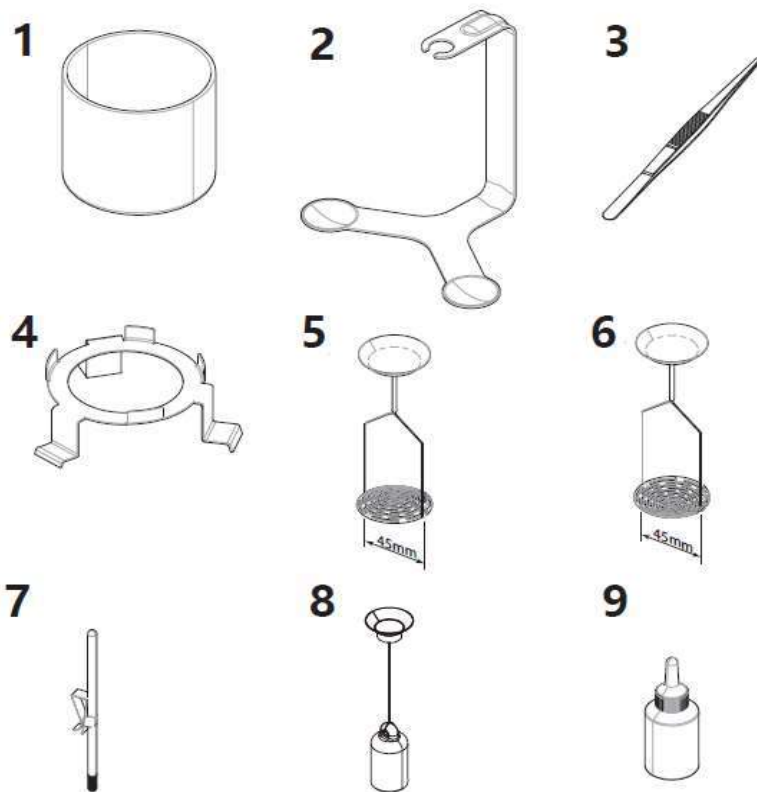
1.1 Antes de empezar

Gracias por adquirir el kit de determinación de densidad para sus básculas OHAUS. Con la ayuda de este kit podrá utilizar su báscula para la determinación de la densidad de sólidos y líquidos. Es compatible con los modelos Pioneer, Adventurer y Explorer de OHAUS con una legibilidad de 1 mg, 0,1 mg y 0,01 mg

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

2 Estructura soporte

3 Pinzas

4 Base trípode

5 Cesta para sólidos flotantes (45 mm)

6 Cesta para sólidos sumergibles (45 mm)

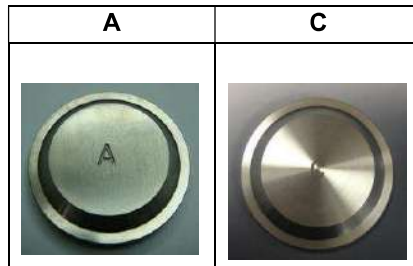
7 Termómetro de precisión con sujeción

8 Pesa de plomo de 10 ml

9 Agente humectante

Nota: seleccione diferentes componentes de prueba de acuerdo con las muestras de prueba.

- La cesta para sólidos flotantes es adecuada para muestras sólidas con una densidad inferior a la del líquido auxiliar (como el agua destilada);
- La cesta para sólidos no flotantes es adecuada para muestras sólidas con una densidad superior a la del líquido auxiliar (como el agua destilada).
- La pesa es adecuada para las pruebas con muestras líquidas.

Pesas de compensación**Soporte para platillo**

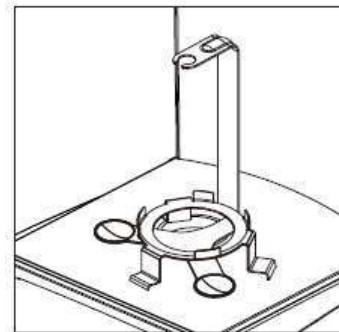
Sensibilidad Serie	0.01mg	0.1mg		1mg	
	Soporte para platillo	Soporte para platillo	Pesas de compensación	Soporte para platillo	Pesas de compensación
EX	F	D	/	E	A
AX	/	D	C	E	/
PX	F	D	C	E	/
PXP/PR/PJX	/	D	C	E	/

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: ¡EL SOPORTE NO DEBE TOCAR LA PLATAFORMA EN NINGÚN MOMENTO!

3 Principio de determinación de densidad

La densidad ρ es el cociente de la masa m y el volumen V .

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

El sistema internacional de unidades especifica Kg/m^3 como unidad de densidad. No obstante, la unidad 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 para determinar la densidad siguiendo el principio de Arquímedes depende en si hay que determinar la **densidad de los sólidos o de los líquidos que se van a examinar**.

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 ρ_0 es conocida (se suele usar agua destilada o etanol como líquidos auxiliares). El sólido se pesa en aire (A) y a continuación en el líquido auxiliar (B). La densidad ρ se puede calcular a partir de los dos pesajes de la siguiente forma:

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

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

ρ = Densidad de la muestra

A = Peso de la muestra en aire

B = Peso de la muestra en el líquido auxiliar

ρ_0 = Densidad del líquido auxiliar

ρ_L = Densidad del aire (0,0012 g/cm³)

α = 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.

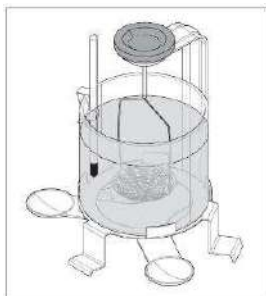


Figura 4.2-1

1. Preparación para el test de densidad del sólido:
 - Suspense el termómetro suministrado del borde del matraz.
 - Coloque el matraz en la plataforma y llénelo de líquido auxiliar (líquido de densidad conocida, normalmente agua destilada). Añada suficiente líquido para que el sólido quede cubierto por al menos 1 cm de líquido tras la inmersión.
 - Añada una cantidad adecuada de agente humectante (no más del 0,1 % del volumen del líquido auxiliar).
 - Suspense una cesta portaobjetos adecuada del soporte para asegurarse de que no toca la pared del matraz ni el termómetro*. Si aparece la señal de carga insuficiente, utilice el peso de compensación tal y como se describe en el Capítulo 1 (consulte la figura 4,2-1 como ejemplo).
 - Cierre las puertas del protector contra corrientes de aire y espere a que el agente humectante se disuelva completamente y desaparezcan las burbujas de aire. Si la muestra puede generar burbujas de aire fácilmente en el líquido (como los metales), coloque la muestra en la cesta portaobjetos y manténgala sumergida en el líquido al mismo tiempo.
 - Una vez que hayan desaparecido las burbujas, abra las puertas del protector contra corrientes de aire, extraiga la muestra y límpiela. Asegúrese de que no quedan gotas de agua en la superficie de la muestra.
 - Según la lectura del termómetro, introduzca la temperatura del líquido auxiliar, cierre las puertas del protector contra corrientes de aire y proceda con la tara.

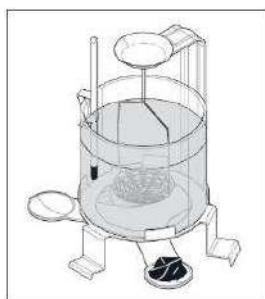


Figura 4.2 4.2-1



Figura 4.2 4.2-2

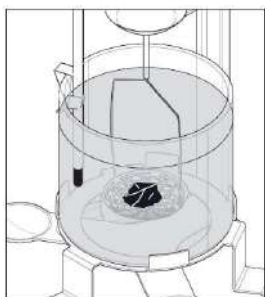


Figura 4.2-3

2. Mida el peso de la muestra al aire.
 - Abra las puertas del protector contra corrientes y coloque el sólido en una de las dos bandejas de pesaje del soporte. Si se pesan sólidos con un peso superior a los 20 g, cóloquelos en la bandeja en la parte superior de la cesta portaobjetos. (Ver figura 4.2 -2-2).
 - Cierre las puertas del protector contra corrientes. Espere hasta que la pantalla de peso de la balanza esté estable y registre el peso que aparece indicado como A.
 - Abra las puertas del protector contra corrientes, retire el sólido de la bandeja, cierre las puertas del protector contra corrientes y tare la báscula.
3. Mida el peso de la muestra en el líquido.
 - Abra las puertas del protector contra corrientes, coloque el sólido en la cesta portaobjetos (ver figura 4.2-3). Asegúrese de que no se adhieran burbujas de aire al sólido (elimine las burbujas de aire con un cepillo fino).

- Cierre las puertas del protector contra corrientes. Espere hasta que el nivel del líquido, la cesta portaobjetos y la báscula estén estables, y registre el peso que aparece indicado como B.
4. La báscula calcula y muestra automáticamente la densidad del sólido que se va a medir de acuerdo con la fórmula de densidad interna.
 5. Retire el sólido, límpielo y asegúrese de que no hay gotas de agua sobre la superficie de la muestra y de las pinzas. A continuación repita los pasos 2 y 3 al menos 3 veces. Realice la media de los resultados para determinar la densidad de la muestra.

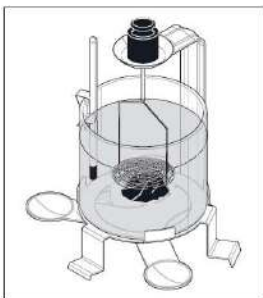


Figura 4.2-4

Nota***Selección de la cesta portaobjetos:**

- Si la densidad del sólido que se va a medir es superior a la densidad del líquido auxiliar, utilice una cesta portaobjetos para sólidos que no floten.
- Si la densidad del sólido que se va a medir es inferior a la densidad del líquido auxiliar, utilice una cesta portaobjetos para sólidos que floten (con pesos adicionales si es necesario). Sumerja el sólido que se va a medir completamente bajo la superficie del líquido auxiliar, consulte la figura 4.2-4.

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

La temperatura ejerce una gran influencia en la densidad del líquido auxiliar. El efecto de la temperatura en los líquidos puede provocar cambios de densidad del orden de una magnitud de 0,1 a 1 ‰ por °C, lo que afectará directamente a la precisión del tercer decimal de la cifra para la densidad. Para obtener un resultado de densidad preciso, es necesario introducir la temperatura del líquido auxiliar en la báscula antes de determinar la densidad del sólido:

1. Utilice un termómetro para medir la temperatura del líquido auxiliar.
2. Si el líquido auxiliar es etanol, consulte el Apéndice 2 para conocer el valor de densidad correspondiente de acuerdo con la temperatura medida.

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.

Para obtener unos resultados de pesaje precisos, antes de la medición de la densidad de los sólidos debe añadirse gota a gota al líquido auxiliar una cantidad adecuada de agente humectante (no debe superar 0,1 % del volumen del líquido auxiliar).

Burbujas de aire

Las burbujas de aire pueden adherirse a las partes sumergidas (sólido, pesa y cesta portaobjetos) e influir en el resultado debido a su flotabilidad.

Una burbuja de 1 mm de diámetro provoca una flotabilidad de 0,5 mg, mientras que una de 2 mm de diámetro provoca una flotabilidad de hasta 4 mg. Para evitar las burbujas de aire, aconsejamos las siguientes medidas de precaución:

- Antes de determinar la densidad, utilice uno de los agentes humectantes adjuntos (no más del 0,1 % del líquido). Si la muestra puede generar burbujas de aire fácilmente en el líquido (como los metales), coloque la muestra en la cesta portaobjetos y manténgala sumergida en el líquido al mismo tiempo.
- Elimine los restos de grasa de los sólidos resistentes a los disolventes.
- Limpie la cesta portaobjetos regularmente.
- No toque nunca las partes sumergidas con sus manos.
- Agite suavemente las cestas portaobjetos en la primera inmersión para eliminar las burbujas de aire.
- Elimine las burbujas de aire que se hayan adherido firmemente con un cepillo fino.

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 ρ puede determinarse de los dos pesajes de la siguiente manera:

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

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

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:

ρ = Densidad del líquido

A = Peso de la pesa en aire

B = Peso de la pesa en el líquido

V = Volumen de la pesa

ρ_L = Densidad del aire (0,0012 g/cm³)

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

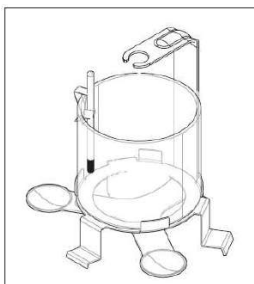
P = Peso del líquido desplazado ($P = A - B$)

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.

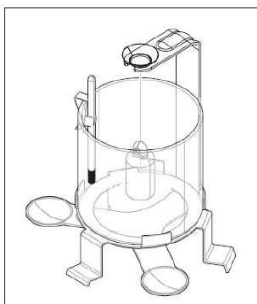
Si necesita información sobre cómo utilizar su balanza, lea el manual de instrucciones que recibió junto con la balanza.

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



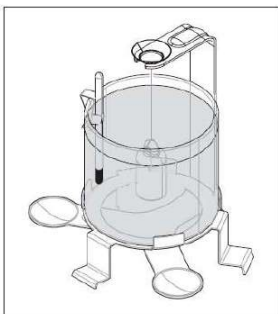
Prepare la balanza para determinar la densidad (instale la plataforma y la estructura) tal como se describe en la sección 2.

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 ρ 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 opcional de 10 ml recomendada para la determinación de la densidad de líquidos corresponde a los Requisitos de la Regulación Alemana en materia de Pesos y Medidas (EO, 13-4, párrafo 9.21.). El volumen de la pesa, incluida la mitad superior del hilo de suspensión, se ajusta de manera que el error máximo en la determinación de la densidad del agua a una temperatura de 20 °C es de $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$

Burbujas de aire

Las burbujas de aire pueden adherirse a las partes sumergidas (sólido, pesa y cesta portaobjetos) e influir en el resultado debido a su flotabilidad.

Una burbuja de 1 mm de diámetro provoca una flotabilidad de 0,5 mg, mientras que una de 2 mm de diámetro provoca una flotabilidad de hasta 4 mg. Para evitar las burbujas de aire, aconsejamos las siguientes medidas de precaución:

- Antes de determinar la densidad, utilice uno de los agentes humectantes adjuntos (no más del 0,1 % del líquido).
- Elimine los restos de grasa de los sólidos resistentes a los disolventes.
- Limpie la pesa regularmente.
- Agite suavemente la pesa en la primera inmersión para eliminar las burbujas de aire.
- Elimine las burbujas de aire que se hayan adherido firmemente con un cepillo fino.

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 Precauciones para determinar la densidad

1. Profundidad de inmersión de la cesta portaobjetos o de 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 cm³ (= volumen de la pesa), el error en el resultado es mínimo y no necesita ser corregido.

La parte inmiscible 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).

2. Selección de muestras

No todas las muestras son adecuadas para medir su densidad.

- Cuando se sumerge un material poroso en un líquido, normalmente no se desplaza todo el aire de los poros. Esto provoca errores de flotabilidad; por lo tanto, la densidad de los cuerpos porosos solo puede determinarse de forma aproximada.
- Un líquido muy viscoso contaminará la pesa y afectará a los resultados de la prueba.

3. Entorno de las pruebas

La temperatura ejerce un gran efecto con los líquidos y provoca cambios de densidad del orden de una magnitud de 0,1 a 1 % por °C. Por lo tanto, durante la prueba de densidad, mantenga las variaciones de temperatura a $\pm 0,5$ °C.

4. Estándares para la determinación de la densidad

Las diferentes muestras tienen diferentes estándares para la determinación de la densidad. Se recomienda consultar los requisitos de los estándares internacionales, preparar las muestras y seleccionar la báscula y la precisión de pesaje correspondientes. Por ejemplo, la norma «ISO 1183-1 Plásticos - Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares» especifica que el resultado de la densidad tiene una precisión de 0,001g/cm³. Por su parte, la norma «ISO 3369 Materiales metálicos sinterizados impermeables y metales duros - Determinación de la densidad» especifica que el resultado de la densidad tiene una precisión de 0,01g/cm³.

6.2 Estándares de referencia

ISO 1183-1	Plásticos - Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares
OIML G 14	Directrices de medición de la densidad para inspectores
ASTM-D-792	Métodos de prueba estándar para la densidad y la gravedad específica (densidad relativa) de los plásticos
ISO 3369	Materiales metálicos sinterizados impermeables y metales duros - Determinación de la densidad
ISO 2781	Goma, vulcanizados o termoplásticos - Determinación de la densidad

6.3 Repuestos y accesorios

Número de pieza	Descripción
83034024	Pesa de 10 ml
30585297	Juego de pesos de compensación (compuesto de una A, una B y una C)
30596885	Juego de cestas portaobjetos (compuesto de una cesta portaobjetos para sólidos que floten y una cesta portaobjetos para sólidos que no floten)

6.4 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

6.5 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

1	Introduction	1
1.1	Avant de commencer	1
1.2	Équipement standard.....	1
2	Préparation de la balance pour la détermination de la densité	3
3	Principe de la détermination de la densité	3
4	Détermination de la densité des solides	3
4.1	Fondamentaux	3
4.2	Effectuer la détermination de la densité des solides.....	4
4.3	Amélioration de la fiabilité du résultat.....	5
5	Détermination de la densité des liquides	6
5.1	Fondamentaux	6
5.2	Effectuer la détermination de densité des liquides	6
5.3	Amélioration de la fiabilité du résultat	7
6	Information complémentaire	8
6.1	Précautions à prendre pour la détermination de la densité	8
6.2	Norme de référence	8
6.3	Pièces détachées et accessoires.....	8
6.4	Tableau de densité de l'eau distillée.....	9
6.5	Tableau de densité pour l'éthanol	10

1 Introduction

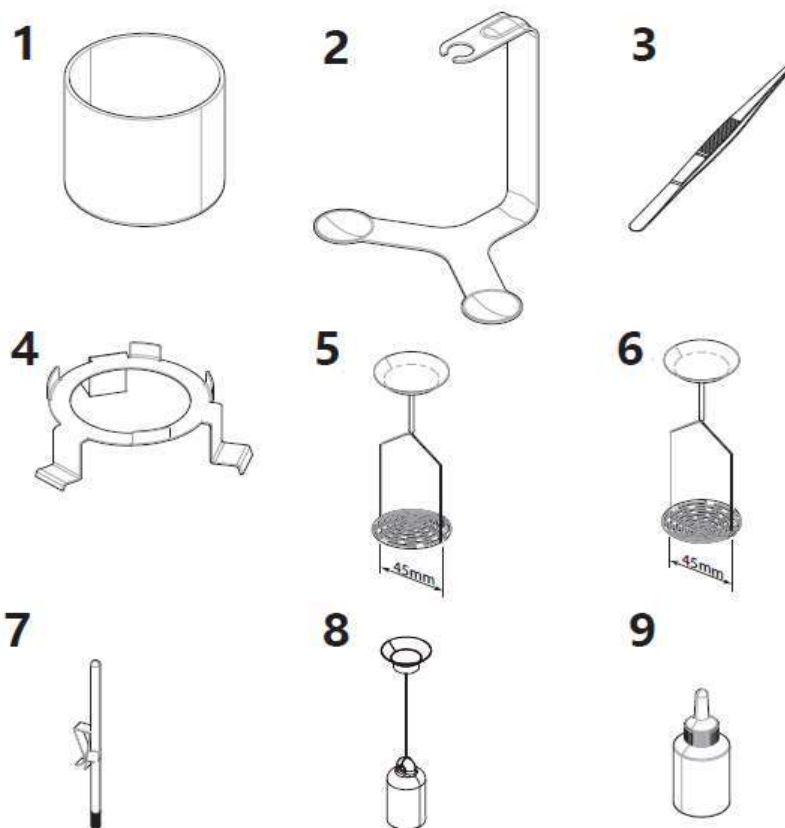
1.1 Avant de commencer

Merci d'avoir acheté le kit de détermination de la densité pour vos balances OHAUS. À l'aide de ce kit, vous pouvez utiliser votre balance pour déterminer la densité des solides et des liquides. Il est compatible avec les modèles OHAUS Pioneer, Adventurer et Explorer avec une lisibilité de 1 mg, 0,1 mg et 0,01 mg.

1.2 Équipement standard

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

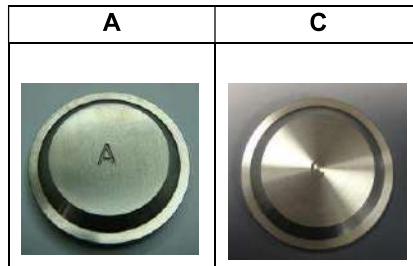
Pour la détermination de la densité des liquides, vous avez besoin d'un kit et d'un plomb optionnel.



- | | |
|--|--|
| 1 Bêcher en verre | 2 Support |
| 3 Forceps | 4 Plateformes |
| 5 Support pour solides flottants (45 mm) | 6 Support pour solides non flottants (45 mm) |
| 7 Thermomètre de précision avec support | 8 Plomb 10 ml |
| 9 Agent mouillant | |

Remarque : choisissez différents composants de test en fonction des échantillons de test.

- Le support pour solides flottants convient aux échantillons solides dont la densité est inférieure à celle du liquide auxiliaire (comme l'eau distillée) ;
- Le support pour solides non flottants convient aux échantillons solides dont la densité est supérieure à celle du liquide auxiliaire (tel que l'eau distillée).
- Le plomb convient pour tester les échantillons liquides.

Réglages de poids**Support du plateau**

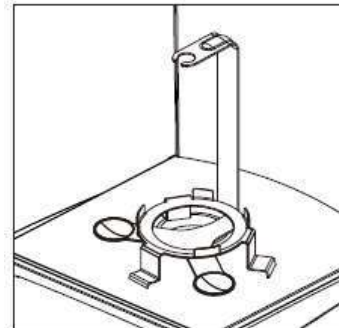
n Séries	Précisio	0.01mg	0.1mg		1mg	
		Support du plateau	Support du plateau	Réglages de poids	Support du plateau	Réglages de poids
EX		F	D	/	E	A
AX		/	D	C	E	/
PX		F	D	C	E	/
PXP/PR/PJX		/	D	C	E	/

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 PLATE-FORME !

3 Principe de la détermination de la densité

La densité ρ est le quotient de la masse m et du volume V .

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

Le système international des unités spécifie **Kg/m³** comme unité de densité. Cependant, l'unité **g/cm³** 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 de détermination de la masse volumique par le principe d'Archimède dépend de la nécessité de déterminer ou non la **densité des solides ou des liquides à tester**.

4 Détermination de la densité des solides

4.1 Fondamentaux

La densité d'un solide est déterminée à l'aide d'un liquide dont la densité ρ_0 est connue (eau distillée ou l'éthanol sont généralement utilisés comme liquides auxiliaires). Le solide est pesé dans l'air (A) puis dans le liquide auxiliaire (B). La densité ρ peut être calculée à partir des deux pesées comme suit :

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

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

ρ = Densité de l'échantillon

A = Poids de l'échantillon dans l'air

B = Poids de l'échantillon dans le liquide auxiliaire

ρ_0 = Densité du liquide auxiliaire

ρ_L = Densité de l'air (0,0012 g/cm³)

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

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.

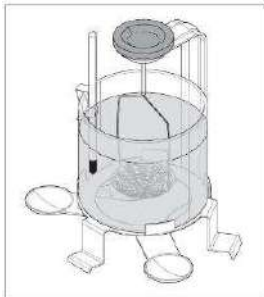


Figure 4.2-1

1. Préparez le test de densité solide :
 - Suspendez le thermomètre fourni au bord du bécher.
 - Placez le bécher sur la plate-forme et remplissez-le de liquide auxiliaire (liquide de densité connue, généralement de l'eau distillée). Ajoutez suffisamment de liquide pour que le solide soit recouvert d'au moins 1 cm de liquide après l'immersion.
 - Ajoutez une quantité appropriée d'agent mouillant (pas plus de 0,1 % du volume du liquide auxiliaire).
 - Suspendez un support approprié pour vous assurer qu'il ne touche pas la paroi du bécher ou le thermomètre*. Si une sous-charge est affichée, utilisez le poids compensateur comme décrit au chapitre 1 (voir la figure 4.2-1 à titre d'exemple).
 - Fermez les portes du paravent et attendez que l'agent mouillant se dissolve complètement et que les bulles d'air disparaissent. Si l'échantillon peut facilement générer des bulles d'air dans le liquide (comme les métaux), placez l'échantillon dans le support et maintenez-le immergé dans le liquide en même temps.
 - Une fois les bulles d'air éliminées, ouvrez les portes du paravent, sortez l'échantillon et nettoyez-le. Assurez-vous qu'il n'y a pas de gouttelettes d'eau sur la surface de l'échantillon.
 - En fonction de la lecture du thermomètre, entrez la température du liquide auxiliaire, fermez les portes du paravent et tarer.

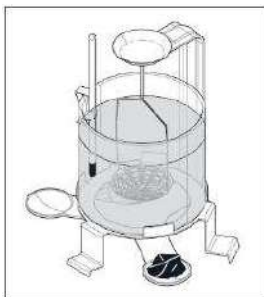


Figure 4.2-2-1



Figure 4.2-2-2

2. Mesurez le poids de l'échantillon dans l'air.
 - Ouvrez les portes du paravent et placez le solide sur l'un des deux plateaux de pesée du support. Lorsque des solides d'un poids supérieur à 20 g sont pesés dans l'air, placez-les dans le bac situé en haut du support. (Voir la figure 4.2-2-2).
 - Fermez les portes du paravent. Attendez que l'affichage du poids de la balance soit stable et notez le poids affiché A.
 - Ouvrez les portes du paravent, retirez le solide du plateau, fermez les portes du paravent et tarez la balance.



Figure 4.2-3

3. Mesurez le poids de l'échantillon dans le liquide.
 - Ouvrez les portes du paravent, placez le solide dans le support (voir figure 4.2-3). Assurez-vous qu'aucune bulle d'air n'adhère au solide (éliminez les bulles d'air avec une brosse fine).
 - Fermez les portes du paravent. Attendez que le niveau du liquide, le support et la balance soient stables, enregistrez le poids affiché B.
4. La balance calcule et affiche automatiquement la densité du solide à mesurer selon la formule de densité interne.



Figure 4.2-4

5. Retirez le solide, essuyez-le et assurez-vous qu'il n'y a pas de gouttelettes d'eau à la surface de l'échantillon ni des pinces. Répétez les étapes 2 et 3 au moins 3 fois. Faites la moyenne des résultats pour déterminer la densité de l'échantillon.

Remarque

*Sélection du support :

- Si la densité du solide à mesurer est supérieure à la densité du liquide auxiliaire, utilisez un support pour solides non flottants.
- Si la densité du solide à mesurer est inférieure à la densité du liquide auxiliaire, utilisez un support pour solides flottants (avec des poids supplémentaires si nécessaire). Immergez complètement le solide à mesurer sous la surface du liquide auxiliaire, voir figure 4.2-4.

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

La température a une grande influence sur la densité du liquide auxiliaire. The effect of temperature on liquids can cause density changes of order of magnitude 0.1 to 1 %_o per °C, which will directly affect the accuracy of the third decimal place of the density result. In order to obtain accurate density result, it is necessary to input the temperature of the auxiliary liquid into the balance before determining the density of the solid:

1. Utilisez un thermomètre pour mesurer la température du liquide auxiliaire.
2. Si le liquide auxiliaire est de l'éthanol, trouver la valeur de densité correspondante dans le Appendice 2 en fonction de la température mesurée.

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.

Afin d'obtenir des résultats de pesée précis, une quantité appropriée d'agent mouillant (ne dépassant pas 0,1 % du volume du liquide auxiliaire) doit être ajoutée goutte à goutte au liquide auxiliaire avant la mesure de la densité solide.

Bulles d'air

Des bulles d'air peuvent adhérer aux parties immergées (solide, plomb et support) et influencer le résultat en raison de leur flottabilité.

Une bulle d'un diamètre de 1 mm entraîne une flottabilité de 0,5 mg, tandis qu'une bulle de 2 mm de diamètre entraîne une flottabilité de 4 mg. Pour éviter les bulles d'air, nous conseillons les mesures de précaution suivantes :

- a) Avant la détermination de la densité, utilisez l'agent mouillant joint (pas plus de 0,1 % du liquide). Si l'échantillon peut facilement générer des bulles d'air dans le liquide (comme les métaux), placez l'échantillon dans le support et maintenez-le immergé dans le liquide en même temps.
- b) Éliminer les traces de graisse des solides résistant aux solvants.
- c) Nettoyez le support à intervalles réguliers.
- d) Ne touchez jamais avec la main les pièces qui sont immergées.
- e) Secouez doucement les supports lors de la première immersion pour déloger les éventuelles bulles d'air.
- f) Éliminez les bulles d'air tenaces à l'aide d'une brosse fine.

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 ρ pourrait être déterminée à partir de deux pesages comme suivant:

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

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

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:

ρ = Densité du liquide

A = Poids du plomb dans l'air

B = Poids du plomb dans le liquide

V = Volume du plomb

ρ_L = Densité de l'air (0,0012 g/cm³)

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

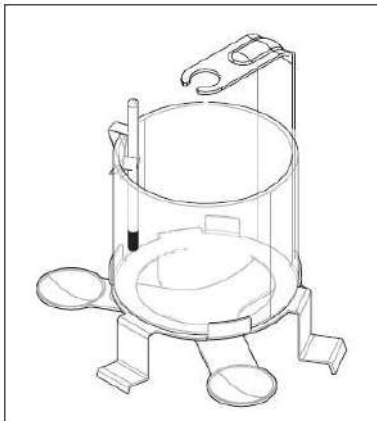
P = Poids du liquide déplacé ($P = A - B$)

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.

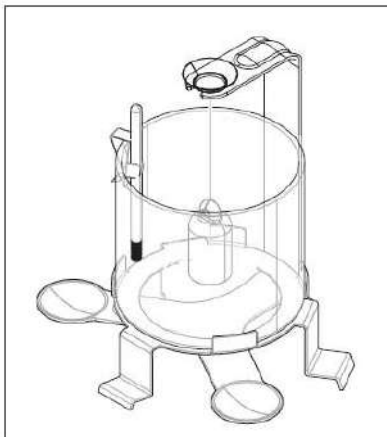
Si vous avez besoin des informations concernant le fonctionnement de votre balance, veuillez-vous référer au manuel d'instruction fourni avec la balance.

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



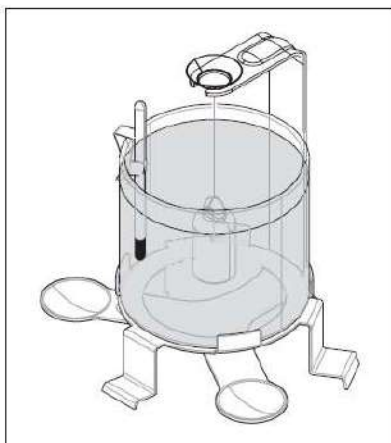
Préparer la balance pour la détermination de la densit  (installer la plateforme et le support) tel que décrit dans la section 2.

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



Suspendre le plomb (8)   partir du support et s'assurer qu'il ne touche ni le b cher, 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 ρ 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 de 10 ml en option recommandé pour déterminer la densité des liquides correspond aux exigences du règlement allemand sur les poids et mesures (EO 13-4, paragraphe 9.21). Le volume du plomb, y compris la moitié supérieure du fil de suspension, est réglé de telle sorte que l'erreur maximale dans la détermination de la densité de l'eau à une température de 20 °C soit de $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$

Bulles d'air

Des bulles d'air peuvent adhérer aux parties immergées (solide, plomb et support) et influencer le résultat en raison de leur flottabilité.

Une bulle d'un diamètre de 1 mm entraîne une flottabilité de 0,5 mg, tandis qu'une bulle de 2 mm de diamètre entraîne une flottabilité de 4 mg. Pour éviter les bulles d'air, nous conseillons les mesures de précaution suivantes :

- Avant la détermination de la densité, utilisez l'agent mouillant joint (pas plus de 0,1 % du liquide).
- Éliminer les traces de graisse des solides résistant aux solvants.
- Nettoyez le plomb à intervalles réguliers.
- Secouez doucement le plomb lors de la première immersion pour déloger les bulles d'air.
- Éliminez les bulles d'air tenaces à l'aide d'une brosse fine.

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 Précautions à prendre pour la détermination de la densité

1. 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 10cm^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).

2. Sélection des échantillons

Tous les échantillons ne conviennent pas à la mesure de la densité.

- Lorsqu'un matériau poreux est immergé dans un liquide, l'air contenu dans les pores n'est généralement pas entièrement déplacé. Ceci entraîne des erreurs de flottabilité et la densité des corps poreux ne peut donc être déterminée qu'approximativement.
- Un liquide très visqueux contaminera le plomb et affectera les résultats du test.

3. Environnement de test

La température a un effet important sur les liquides et provoque des changements de densité de l'ordre de 0,1 à 1 % par °C. Par conséquent, pendant le test de densité, maintenez le changement de température à $\pm 0,5$ °C.

4. Normes pour la détermination de la densité

Les normes de détermination de la densité varient selon les échantillons. Il est recommandé de se référer aux exigences des normes internationales, de préparer des échantillons et de choisir la balance et la précision de pesage nécessaire. Par exemple, la norme « ISO 1183-1 Plastiques - Méthodes de détermination de la masse volumique des plastiques non alvéolaires » spécifie que le résultat de la masse volumique est précis à $0,001 \text{ g/cm}^3$; tandis que la norme « ISO 3369 Matériaux en métal fritté imperméable et métaux durs - Détermination de la masse volumique » spécifie que le résultat de la masse volumique est précis à $0,01 \text{ g/cm}^3$.

6.2 Norme de référence

ISO 1183-1	Plastiques - Méthodes de détermination de la masse volumique des plastiques non alvéolaires
OIML G 14	Guide de mesure de la densité pour les inspecteurs
ASTM-D-792	Normes de méthodes de test de la masse volumique et de la densité spécifique (densité relative) des plastiques
ISO 3369	Matériaux en métal fritté imperméable et métaux durs - Détermination de la masse volumique
ISO 2781	Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la masse volumique

6.3 Pièces détachées et accessoires

Numéro de pièce	Description
83034024	Plomb 10 ml
30585297	Ensemble de poids de compensation (composé d'un A, un B et un C)
30596885	Ensemble de supports (composé d'un support pour les solides flottants et d'un support pour les solides non flottants)

6.4 Tableau de densité de l'eau distillée

T/°	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	0.9991 1	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

6.5 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 C₂H₅OH issus de "American Institute of Physics Handbook.

INHALTSANGABE

1	Einleitung	1
1.1	Bevor wir anfangen	1
1.2	Standardausrüstung	1
2	Vorbereitung der Waage für Dichtebestimmungen.....	3
3	Prinzip der Dichtebestimmung	3
4	Dichtebestimmung von Festkörpern	3
4.1	Grundlagen	3
4.2	Durchführung von Dichtebestimmung von Festkörpern.....	4
4.3	Verbesserung der Ergebnisgenauigkeit	5
5	Dichtebestimmung von Flüssigkeiten	6
5.1	Grundlagen	6
5.2	Durchführung der Dichtebestimmung von Flüssigkeiten	6
5.3	Verbesserung der Genauigkeit des Ergebnisses	7
6	Zusätzliche Informationen	8
6.1	Vorsichtsmaßnahmen bei der Dichtebestimmung.....	8
6.2	Referenznormal	8
6.3	Ersatzteile und Zubehör	8
6.4	Dichtetabelle für destilliertes Wasser.....	9
6.5	Dichtetabelle für Ethanol	10

1 Einleitung

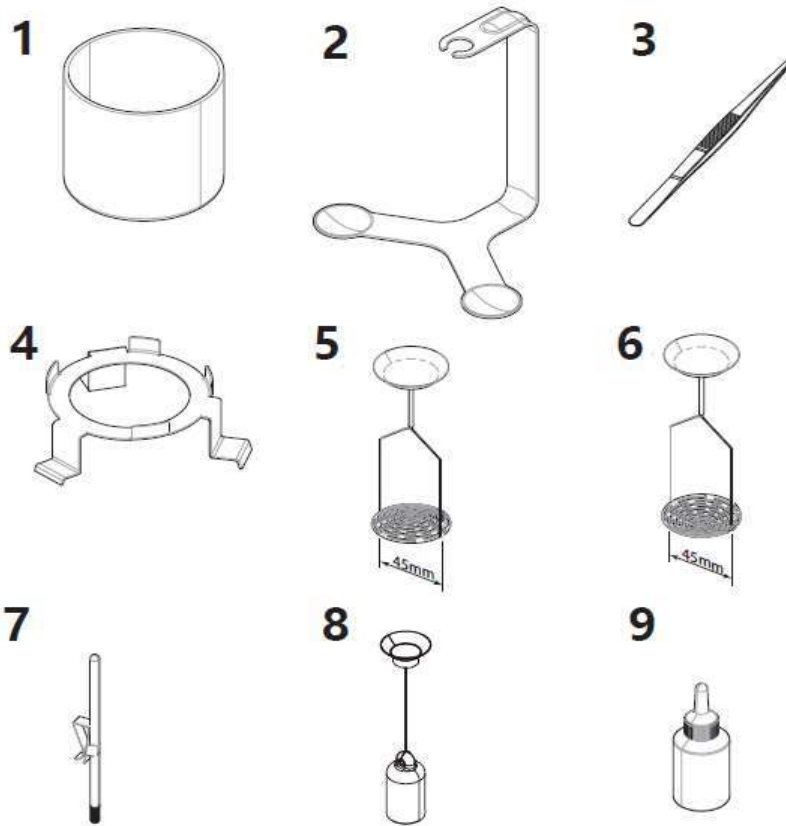
1.1 Bevor wir anfangen

Wir danken Ihnen für den Einkauf des Dichtungsbestimmungs-Kits für Ihre OHAUS-Waagen. Mit diesem Kit können Sie Ihre Waage zur Dichtebestimmung von Feststoffen und Flüssigkeiten verwenden. Das Kit ist kompatibel mit den OHAUS Pioneer-, Adventurer- und Explorer-Modellen und verfügt über eine Ablesbarkeit von 1mg, 0,1mg und 0,01mg.

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
(45 mm)

7 Präzisionsthermometer mit Halterung

9 Benetzungsmittel

2 Klemme

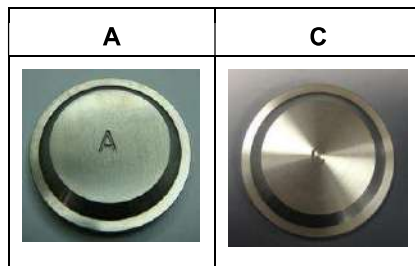
4 Plattformen

6 Halterung von nicht schwimmenden
Festkörpern (45 mm)

8 Senkblei 10 ml

Anmerkung: wählen Sie je nach Proben unterschiedliche Testkomponenten.

- Die Halterung für schwimmende Festkörper ist für feste Proben mit einer geringeren Dichte als die der Hilfsflüssigkeit (wie z. B. destilliertes Wasser) geeignet;
- Die Halterung für nicht schwimmende Feststoffe ist für feste Proben mit einer größeren Dichte als die der Hilfsflüssigkeit (wie z. B. destilliertes Wasser) geeignet.
- Das Senkblei ist zum Testen flüssiger Proben geeignet.

Versatzgewichte**Schalenstütze**

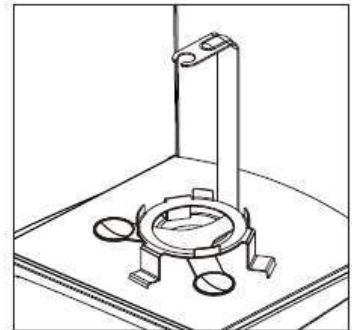
Serie \ Ablesbarkeit	0.01mg	0.1mg		1mg	
	Schalenstütze	Schalenstütze	Versatzgewichte	Schalenstütze	Versatzgewichte
EX	F	D	/	E	A
AX	/	D	C	E	/
PX	F	D	C	E	/
PXP/PR/PJX	/	D	C	E	/

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.



ANMERKUNG: DIE KLEMME DARF UNTER KEINEN UMSTÄNDEN DIE PLATTFORM BERÜHREN!

3 Prinzip der Dichtebestimmung

Die Dichte ρ ist der Quotient der Masse m und des Volumens V .

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

Das internationale System der Maßeinheiten spezifiziert **Kg/m³** als die Maßeinheit der Dichte. Doch die Maßeinheit **g/cm³** 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.

Nach dem Archimedischen Prinzip hängt die Vorgangsweise für die Dichtebestimmung davon ab, ob **die Dichte von zu prüfenden Festkörpern oder Flüssigkeiten** bestimmt werden soll.

4 Dichtebestimmung von Festkörpern

4.1 Grundlagen

Die Dichte eines Festkörpers wird mittels einer Flüssigkeit bestimmt, deren Dichte ρ_0 bekannt ist (als Hilfsmittel werden meist destilliertes Wasser oder Ethanol verwendet). Der Feststoff wird zuerst in Luft (A) und dann in der Hilfsflüssigkeit (B) gewogen. Die Dichte ρ kann aus den beiden Wägungen wie nachstehend berechnet werden:

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

ρ = Dichte der Probe

A = Gewicht der Probe in der Luft

B = Gewicht der Probe in der Hilfsflüssigkeit

ρ_0 = Dichte der Hilfsflüssigkeit

ρ_L = Luftdichte (0,0012 g/cm³)

α = 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.

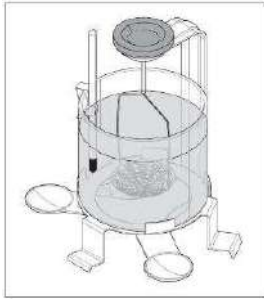


Abb. 4.2-1

1. Vorbereitung auf die Festkörperdichteprüfung:
 - Hängen Sie das mitgelieferte Thermometer an den Becherglasrand.
 - Stellen Sie das Becherglas auf die Plattform und füllen Sie es mit Hilfsflüssigkeit (Flüssigkeit mit bekannter Dichte, normalerweise destilliertes Wasser). Geben Sie soviel Flüssigkeit hinzu, dass der Feststoff nach dem Eintauchen mit mindestens 1 cm Flüssigkeit bedeckt ist.
 - Fügen Sie eine entsprechende Menge Benetzungsmittel hinzu (nicht mehr als 0,1% des Volumens der Hilfsflüssigkeit).
 - Hängen Sie eine geeignete Halterung an die Klemme, um zu gewährleisten, dass er nicht die Becherglaswand oder das Thermometer* berührt. Falls Unterlast angezeigt wird, verwenden Sie, wie in Kapitel 1 beschrieben, das Ausgleichsgewicht (siehe Abbildung 4.2-1 als Beispiel).
 - Schließen Sie die Windschutztüren und warten Sie, bis das Benetzungsmittel aufgelöst ist und die Luftblasen weg sind. Falls die Probe leicht Luftblasen erzeugt (wie z. B. Metalle), geben Sie die Probe in die Halterung und lassen Sie sie gleichzeitig in Flüssigkeit eingetaucht.
 - Nachdem die Luftblasen weg sind, öffnen Sie die Windschutztüren, nehmen Sie die Probe heraus und reinigen Sie sie. Vergewissern Sie sich, dass sich auf der Probenoberfläche keine Wassertropfen befinden.
 - Geben Sie je nach Thermometerstand die Hilfsflüssigkeitstemperatur ein, schließen Sie die Windschutztüren und tarieren Sie.

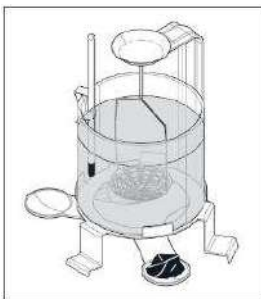


Abb. 4.2-2-1



Abb. 4.2-2-2

2. Messen des Probegewichts in der Luft.
 - Öffnen Sie die Windschutztüren und legen Sie den Festkörper in eine der beiden Waagschalen der Klemme. Wenn Festkörper mit einem Gewicht von mehr als 20 g in der Luft gewogen werden, legen Sie sie in die Schale am oberen Ende der Halterung. (Siehe Abbildung 4.2-2-2).
 - Schließen Sie die Windschutztüren. Warten Sie bis die Gewichtsanzeige der Waage stabilisiert ist und notieren Sie das angezeigte Gewicht A.
 - Öffnen Sie die Windschutztüren, nehmen Sie den Festkörper aus der Schale, schließen Sie die Windschutztüren und tarieren Sie die Waage.

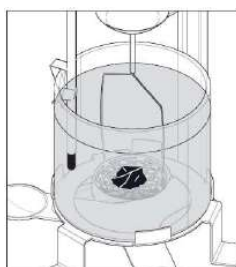


Abb. 4.2-3

3. Messen des Probegewichts in Flüssigkeit.
 - Öffnen Sie die Windschutztüren und legen Sie den Festkörper in die Halterung (siehe Abbildung 4.2-3). Vergewissern Sie sich, dass keine Luftblasen am Festkörper anhaften (entfernen Sie jegliche Luftblasen mit einer Bürste).
 - Schließen Sie die Windschutztüren. Warten Sie bis der Flüssigkeitsstand, die Halterung und die Waage stabilisiert sind, und notieren Sie das angezeigte Gewicht B.

4. Die Waage berechnet automatisch die Dichte des zu messenden Festkörpers gemäß der Innendichtformel und zeigt diese an.
5. Nehmen Sie den Festkörper heraus, wischen Sie ihn ab und vergewissern Sie sich, dass sich auf der Oberfläche der Probe und der Pinzette keine Wassertropfen befinden. Wiederholen Sie dann Schritte 2 und 3 mindestens 3-mal. Mitteln Sie die Ergebnisse, um die Probendichte zu bestimmen.

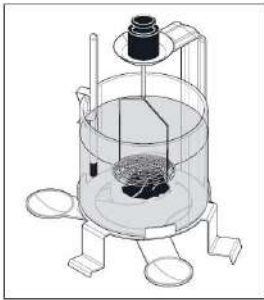


Figure 4.2-4

Anmerkung***Halterungswahl:**

- Wenn die Dichte des zu messenden Festkörpers größer als die Dichte der Hilfsflüssigkeit ist, verwenden Sie die Halterung für nicht schwimmende Festkörper.
- Wenn die Dichte des zu messenden Festkörpers geringer als die Dichte der Hilfsflüssigkeit ist, verwenden Sie die Halterung für schwimmende Festkörper (wenn nötig mit weiteren Gewichten). Tauchen Sie den zu messenden Festkörper komplett unter der Hilfsflüssigkeitsoberfläche ein, siehe Abbildung 4.2-4.

4.3 Verbesserung der Ergebnisgenauigkeit

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

Temperatur

Die Temperatur hat großen Einfluss auf die Dichte der Hilfsflüssigkeit. Der Temperatureinfluss auf Flüssigkeiten kann zu Dichteänderungen von 0,1 bis 1 ‰ pro °C führen, was sich direkt auf die Genauigkeit der dritten Dezimalstelle des Dichteergebnisses auswirkt. Um ein genaues Dichteergebnis zu erhalten, ist es notwendig die Temperatur der Hilfsflüssigkeit in die Waage einzugeben, bevor die Festkörperdichte bestimmt wird:

1. Verwenden Sie das Thermometer, um die Temperatur der Hilfsflüssigkeit zu messen.
2. Wenn die Hilfsflüssigkeit Ethanol ist, finden Sie den entsprechenden Dichtewert gemäß der zu messenden Temperatur in Appendix 2.

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.

Um genaue Wägeregebnisse zu erhalten, sollte der Hilfsflüssigkeit vor der Festkörperdichtungsmessung eine geeignete Menge Benetzungsmittel (nicht mehr als 0,1% des Hilfsflüssigkeitsvolumens) tropfenweise beigelegt werden.

Luftblasen

Den eingetauchten Teilen können Luftblasen anhaften (Festkörper, Senkblei, und Halterung) und dadurch kann das Ergebnis durch ihren Auftrieb beeinträchtigt werden.

Eine Luftblase von 1 mm Durchmesser bewirkt einen Auftrieb von 0,5 mg, während eine mit einem Durchmesser von 2 mm einen Auftrieb von bis zu 4 mg bewirkt. Um Luftblasen zu vermeiden, empfehlen wir folgende Vorsichtsmaßnahmen:

- a) Verwenden Sie vor der Dichtebestimmung das beigelegte Benetzungsmittel (nicht mehr als 0,1% der Flüssigkeit). Wenn die Probe leicht Luftblasen in der Flüssigkeit erzeugt (wie z. B. Metalle), legen Sie dieselbe Probe in die Halterung, während sie gleichzeitig in Flüssigkeit eingetaucht ist.
- b) Entfernen Sie Fettreste von Lösungsmittelbeständigen Festkörpern.
- c) Reinigen Sie die Halterung regelmäßig.
- d) Berühren Sie niemals eingetauchte Teile mit Ihrer Hand.
- e) Schütteln Sie die Halterung vorsichtig beim erstmaligen Eintauchen, um Luftblasen zu entfernen.
- f) Entfernen Sie hartnäckig anhaftende Luftblasen mit einer feinen Bürste.

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 ρ kann wie folgt aus zwei Wiegunen bestimmt werden:

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

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

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:

ρ = Dichte der Flüssigkeit

A = Gewicht des Senkbleis in der Luft

B = Gewicht des Senkbleis in der Flüssigkeit

V = Volumen des Senkbleis

ρ_L = Luftdichte ($0,0012 \text{ g/cm}^3$)

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

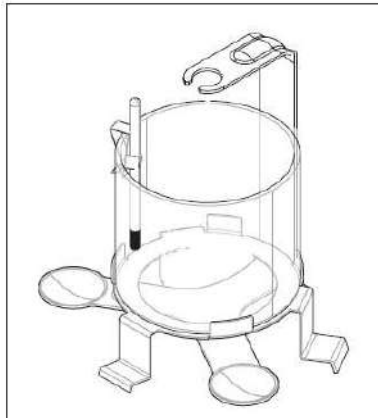
P = Gewicht der verdrängten Flüssigkeit ($P = A - B$)

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.

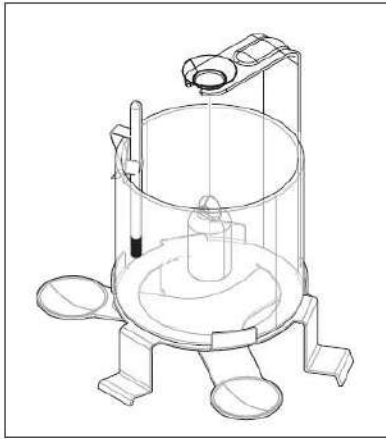
Wenn Sie Informationen über den Betrieb Ihrer Waage benötigen, siehe bitte die Betriebsanleitung, die Sie mit der Waage erhalten haben.

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

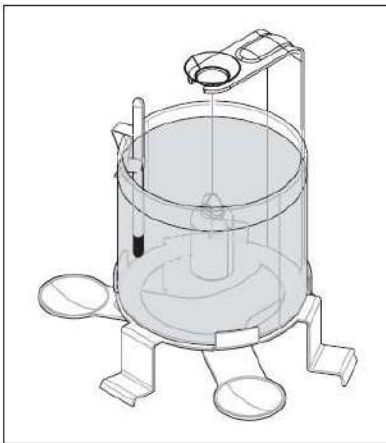


Bereiten Sie die Waage auf die Dichtebestimmung (installieren Sie die Plattform und die Klammer) wie in Abschnitt 2 beschrieben vor.

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 ρ 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 für die Dichtebestimmung von Flüssigkeiten empfohlene optionale 10-ml-Senkblei entspricht den Anforderungen der deutschen Eichverordnung (EO 13-4, Abschnitt 9.21). Das Volumen des Senkbleis, einschließlich der oberen Hälfte des Aufhängedrahtes ist so angepasst, dass der größtmögliche Fehler bei der Dichtebestimmung von Wasser mit einer Temperatur von $20^\circ\text{C} \pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$ beträgt.

Luftblasen

Den eingetauchten Teilen können Luftblasen anhaften (Festkörper, Senkblei, und Halterung) und dadurch kann das Ergebnis durch ihren Auftrieb beeinträchtigt werden.

Eine Luftblase von 1 mm Durchmesser bewirkt einen Auftrieb von 0,5 mg, während eine mit einem Durchmesser von 2 mm einen Auftrieb von bis zu 4 mg bewirkt. Um Luftblasen zu vermeiden, empfehlen wir folgende Vorsichtsmaßnahmen:

- Verwenden Sie vor der Dichtebestimmung das beigegefügte Benetzungsmittel (nicht mehr als 0,1% der Flüssigkeit).
- Entfernen Sie Fettreste von lösungsmittelbeständigen Festkörpern.
- Reinigen Sie das Senkblei regelmäßig.
- Schütteln Sie das Senkblei vorsichtig beim erstmaligen Eintauchen, um Luftblasen zu entfernen.
- Entfernen Sie hartnäckig anhaftende Luftblasen mit einer feinen Bürste.

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 Vorsichtsmaßnahmen bei der Dichtebestimmung

1. 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 10cm^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).

2. Probenwahl

Nicht jede Probe ist für die Dichtemessung geeignet.

- Wenn poröses Material in eine Flüssigkeit eingetaucht wird, wird gewöhnlich nicht die gesamte Luft in den Poren verdrängt. Dies führt zu Auftriebsfehlern, wodurch die Dichte von porösen Körpern nur ungefähr bestimmt werden kann.
- Eine hochviskose Flüssigkeit verunreinigt das Senkblei und beeinträchtigt die Testergebnisse.

3. Testumgebung

Die Flüssigkeitstemperatur hat einen starken Effekt und führt zu Dichteveränderungen in der Größenordnung von 0,1 bis 1% pro °C. Achten Sie daher darauf, dass die Temperaturänderung während der Dichteprüfung bei $\pm 0,5\text{ °C}$ bleibt.

4. Normen zur Dichtebestimmung

Verschiedene Proben haben verschiedene Normen zur Dichtebestimmung. Es wird empfohlen sich auf die Anforderungen der internationalen Normen zu beziehen, Proben vorzubereiten und die Waage sowie die erforderliche Wägegenauigkeit auszuwählen. Zum Beispiel gibt die „ISO 1183-1 Kunststoffe – Verfahren zur Dichtebestimmung nicht-zellulärer Kunststoffe“ an, dass das Dichteergebnis auf $0,001\text{ g/cm}^3$ genau ist; während die „ISO 3369 Undurchlässige gesinterte Metallwerkstoffe - Dichtebestimmung“ angibt, dass das Dichteergebnis auf $0,01\text{ g/cm}^3$ genau ist.

6.2 Referenznormal

ISO 1183-1	Kunststoffe - Methoden zur Dichtebestimmung von nicht-zellulären Kunststoffen
OIML G 14	Leitfaden zur Dichtemessung für Inspektoren
ASTM-D-792	Standardprüfverfahren für Dichte und spezifisches Gewicht (relative Dichte) von Kunststoffen
ISO 3369	Undurchlässige gesinterte Metallwerkstoffe und Hartmetalle - Dichtebestimmung
ISO 2781	Gummi, vulkanisiert oder thermoplastisch - Dichtebestimmung

6.3 Ersatzteile und Zubehör

Teilenummer	Beschreibung
83034024	Senkblei 10 ml
30585297	Satz von Kompensationsgewichten (bestehend aus einem A , einem B und einem C)
30596885	Halterungssatz (bestehend aus einer Halterung für schwimmende Festkörper und einer Halterung für nicht schwimmende Festkörper)

6.4 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

6.5 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 C₂H₅OH, entnommen aus dem "American Institute of Physics Handbook" (Handbuch des amerikanischen Physikinstituts)

Sommario

1	Premessa	1
1.1	Prima di incominciare	1
1.2	Apparecchiature standard	1
2	Preparare la bilancia per le determinazioni della densità	3
3	Principio della determinazione della densità	3
4	Determinazione della densità dei solidi	3
4.1	Elementi fondamentali	3
4.2	Eeguire la determinazione della densità dei solidi	4
4.3	Migliorare l'accuratezza dei risultati	5
5	Determinazione della densità dei liquidi	6
5.1	Elementi fondamentali	6
5.2	Eeguire la determinazione della densità dei liquidi	6
5.3	Migliorare l'accuratezza dei risultati	7
6	Informazioni Supplementari	8
6.1	Precauzioni per la determinazione della densità	8
6.2	Standard di riferimento	8
6.3	Parti di ricambio e accessori	8
6.4	Tabella di densità per l'acqua distillata	9
6.5	Tabella di densità per l'etanolo	10

1 Premessa

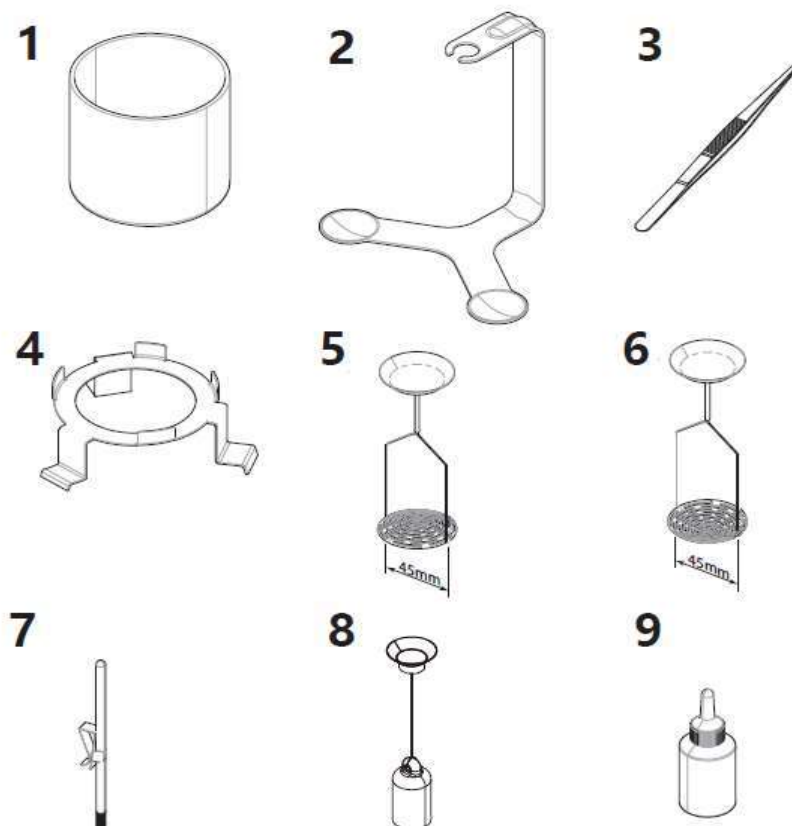
1.1 Prima di incominciare

Grazie per aver acquistato il kit di determinazione della densità per le bilance OHAUS. Con l'aiuto di questo kit è possibile usare la bilancia per la determinazione della densità di solidi e liquidi. È compatibile con i modelli Pioneer, Adventurer ed Explorer di OHAUS con leggibilità di 1 mg, 0,1 mg e 0,01 mg.

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

2 Staffa

3 Pinzetta

4 Treppiede

5 Sostegno per solidi che galleggiano (45 mm)

6 Sostegno per solidi non-flottanti (45 mm)

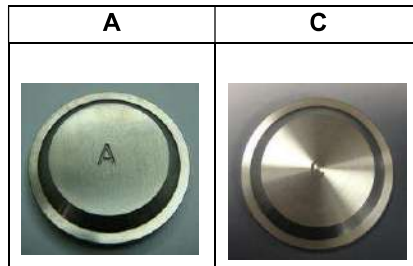
7 Termometro di precisione con sostegno

8 Pescante 10 ml

9 Agente umettante

Nota: scegliere diversi componenti di prova secondo i campioni di prova.

- Il supporto per solidi galleggianti è adatto a campioni solidi con una densità inferiore al liquido ausiliario (come l'acqua distillata);
- Il supporto per solidi non galleggianti è adatto a campioni solidi con una densità maggiore del liquido ausiliario (come l'acqua distillata).
- Il pescante è adatto per testare campioni liquidi.

Pesi di equalizzazione**Supporto piatto**

Leggibilità \ Serie	0.01mg	0.1mg		1mg	
	Supporto piatto	Supporto piatto	Pesi di equalizzazione	Supporto piatto	Pesi di equalizzazione
EX	F	D	/	E	A
AX	/	D	C	E	/
PX	F	D	C	E	/
PXP/PR/PJX	/	D	C	E	/

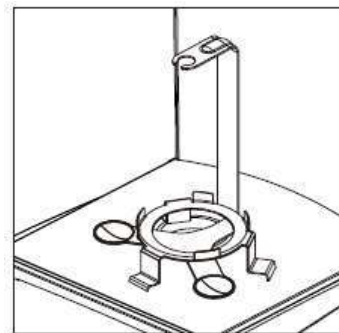
2 Preparare la bilancia per le determinazioni della densità

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 NESSUN CASO!



3 Principio della determinazione della densità

La densità ρ è il quoziente della massa m e del volume V .

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

Il sistema internazionale indica **Kg/m³** quale unità di misura della densità. Tuttavia, l'unità **g/cm³** 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 dipende dal fatto che si debba determinare la **densità dei solidi o dei liquidi da testare**.

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 ρ_0 è nota (di solito come liquidi ausiliari si usano acqua distillata o etanolo). Il solido viene pesato in aria (A) e poi nel liquido ausiliario (B). La densità ρ può essere calcolata dalle due pesate come segue:

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

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

ρ = Densità del campione

A = Peso del campione nell'aria

B = Peso del campione nel liquido ausiliario

ρ_0 = Densità del liquido ausiliario

ρ_L = Densità dell'aria (0.0012 g/cm³)

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

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.

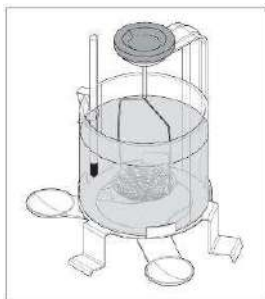


Figura 4.2-1

1. Preparare il test della densità dei solidi:
 - Sospendere il termometro in dotazione dal bordo del becher.
 - Posizionare il becher sulla piattaforma e riempirlo di liquido ausiliario (liquido di densità nota, di solito acqua distillata). Aggiungere abbastanza liquido per garantire che dopo l'immersione il solido sia coperto da almeno 1 cm di liquido.
 - Aggiungere una quantità appropriata di agente umidificante (non più dello 0,1% del volume del liquido ausiliario).
 - Sospendere un supporto adatto dalla staffa per assicurarsi che non tocchi la parete del becher o il termometro*. Se viene visualizzato un sottocarico, utilizzare il peso di compensazione come descritto nel capitolo 1 (controllare la figura 4.2-1 come esempio).
 - Chiudere le porte del paravento e aspettare che l'agente umettante si dissolva completamente e che le bolle d'aria scompaiano. Se il campione può facilmente generare bolle d'aria nel liquido (come i metalli), mettere il campione nel supporto e tenerlo contemporaneamente immerso nel liquido.
 - Dopo aver eliminato le bolle d'aria, aprire le porte del paravento, estrarre il campione e pulirlo. Assicurarsi che non ci siano gocce d'acqua sulla superficie del campione.
 - In base alla lettura del termometro, inserire la temperatura del liquido ausiliario, chiudere le porte del paravento e fare la tara.

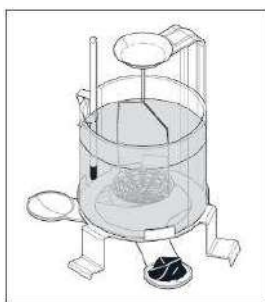


Figure 4.2-2-1



Figure 4.2-2-2

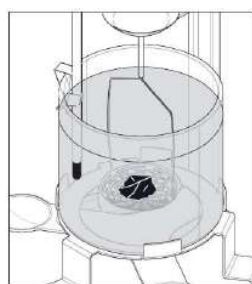


Figura 4.2-3

2. Misurare il peso del campione nell'aria.
 - Aprire le porte del paravento e mettere il solido in uno dei piatti di pesatura della staffa. Quando i solidi con un peso superiore a 20 g vengono pesati in aria, posizionarli nel piatto nella parte superiore del supporto. (Vedere figura 4.2-2-2).
 - Chiudere le porte del paravento. Attendere che la visualizzazione del peso della bilancia sia stabile e registrare il peso visualizzato A.
 - Aprire le porte del paravento, togliere il solido dal piatto, chiudere le porte del paravento e tarare la bilancia.
3. Misurare il peso del campione nel liquido.
 - Aprire le porte del paravento, mettere il solido nel supporto (vedere figura 4.2-3). Assicurarsi che nessuna bolla d'aria aderisca al solido (rimuovere eventuali bolle d'aria con un pennello fine).
 - Chiudere le porte del paravento. Attendere che il livello del liquido, il supporto e la bilancia abbiano raggiunto la stabilità, registrare il peso visualizzato B.

4. La bilancia calcola e visualizza automaticamente la densità del solido da misurare secondo la formula di densità interna.
5. Estrarre il solido, pulirlo e assicurarsi che non ci siano gocce d'acqua sulla superficie del campione e delle pinzette. Poi ripetere i passi 2 e 3 almeno 3 volte. Fare la media dei risultati per determinare la densità del campione.

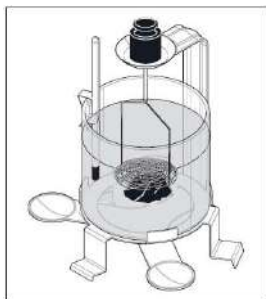


Figura 4.2-4

Nota

*Selezione del supporto:

- Se la densità del solido da misurare è maggiore della densità del liquido ausiliario, utilizzare un supporto per solidi non galleggianti.
- Se la densità del solido da misurare è inferiore a quella del liquido ausiliario, utilizzare un supporto per solidi galleggianti (con pesi aggiuntivi se necessario). Immergere il solido da misurare completamente sotto la superficie del liquido ausiliario, controllare la figura 4.2-4.

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

La temperatura ha una grande influenza sulla densità del liquido ausiliario. L'effetto della temperatura sui liquidi può causare cambiamenti di densità dell'ordine di grandezza da 0,1 a 1 ‰ per °C, che influirà direttamente sulla precisione della terza posizione decimale del risultato della densità. Per ottenere un risultato di densità accurato, è necessario inserire la temperatura del liquido ausiliario nella bilancia prima di determinare la densità del solido:

1. Per misurare la temperatura del liquido ausiliario utilizzare un termometro.
2. Se il liquido ausiliario è l'etanolo, trovare il valore di densità corrispondente nell'appendice 2 in base alla temperatura misurata.

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.

Per ottenere risultati di pesatura accurati, prima della misurazione della densità del solido al liquido ausiliario dovrebbe essere aggiunta una quantità appropriata di agente umettante (non superiore allo 0,1% del volume del liquido ausiliario).

Bolle d'aria

Le bolle d'aria potrebbero aderire alle parti immerse (solido, pescante e supporto) e influenzare il risultato a causa della loro galleggiabilità.

Una bolla di 1 mm di diametro provoca un galleggiamento di 0,5 mg, mentre una di 2 mm provoca un galleggiamento fino a 4 mg. Per evitare le bolle d'aria, si consigliano le seguenti misure precauzionali:

- a) Prima della determinazione della densità, utilizzare un agente umettante accluso (non più dello 0,1% del liquido). Se il campione può facilmente generare bolle d'aria nel liquido (come i metalli), mettere il campione nel supporto e tenerlo contemporaneamente immerso nel liquido.
- b) Rimuovere le tracce di grasso dai solidi resistenti ai solventi.
- c) Pulire il supporto a intervalli regolari.
- d) Non toccare mai le parti immerse con le mani.
- e) Scuotere delicatamente i supporti alla prima immersione per far fuoriuscire eventuali bolle d'aria.
- f) Rimuovere le bolle d'aria tenacemente aderenti con una spazzola fine.

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 ρ può essere determinata mediante le due pesate nel modo seguente:

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

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

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:

ρ = Densità del liquido

A = Peso del pescante nell'aria

B = Peso del pescante nel liquido

V = Volume del pescante

ρ_L = Densità dell'aria (0.0012 g/cm³)

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

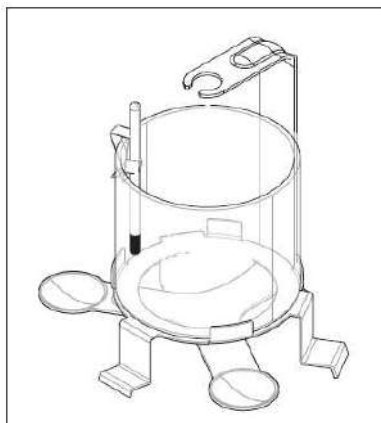
P = Peso del liquido spostato ($P = A - B$)

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.

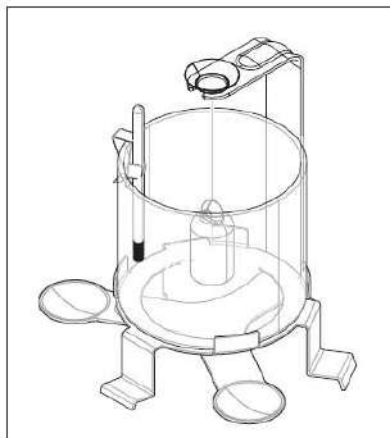
Se servono informazioni per quanto attiene il funzionamento della bilancia, si prega di fare riferimento al manuale di istruzioni che avete ricevuto con la bilancia stessa.

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



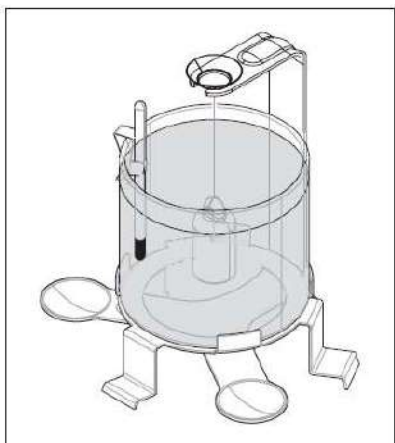
Preparare la bilancia per la determinazione della densità (installare la piattaforma e la staffa) come descritto alla Sezione 2.

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 becher 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 peseta e annotare il valore visualizzato P (peso del liquido spostato).

Adesso determinare la densità ρ 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 da 10 ml raccomandato per la determinazione della densità dei liquidi corrisponde ai requisiti del regolamento tedesco su pesi e misure (EO 13-4, paragrafo 9.21). Il volume del pescante, compresa la metà superiore del filo di sospensione, è regolato in modo che l'errore massimo nella determinazione della densità dell'acqua alla temperatura di 20°C sia di $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$

Bolle d'aria

Le bolle d'aria potrebbero aderire alle parti immerse (solido, pescante e supporto) e influenzare il risultato a causa della loro galleggibilità.

Una bolla di 1 mm di diametro provoca un galleggiamento di 0,5 mg, mentre una di 2 mm provoca un galleggiamento fino a 4 mg. Per evitare le bolle d'aria, si consigliano le seguenti misure precauzionali:

- Prima della determinazione della densità, utilizzare un agente umettante accluso (non più dello 0,1% del liquido).
- Rimuovere le tracce di grasso dai solidi resistenti ai solventi.
- Pulire il pescante a intervalli regolari.
- Scuotere delicatamente il pescante alla prima immersione per far fuoriuscire eventuali bolle d'aria.
- Rimuovere le bolle d'aria tenacemente aderenti con una spazzola fine.

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 Precauzioni per la determinazione della densità

1. Profondità di immersione del supporto 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 10cm^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).

2. Selezione dei campioni

Non tutti i campioni sono adatti alla misurazione della densità.

- Quando un materiale poroso è immerso in un liquido, di solito non tutta l'aria nei pori viene spostata. Questo determina degli errori di galleggiamento e quindi la densità dei corpi porosi può essere determinata solo approssimativamente.
- Un liquido altamente viscoso contaminerà il pescante e influenzerà i risultati del test.

3. Ambiente di prova

La temperatura ha un grande effetto sui liquidi e causa cambiamenti di densità dell'ordine di grandezza da 0,1 a 1% per °C. Pertanto, durante la prova di densità, mantenere la variazione di temperatura a $\pm 0,5$ °C.

4. Standard per la determinazione della densità

Campioni diversi hanno diversi standard di determinazione della densità. Si raccomanda di fare riferimento ai requisiti degli standard internazionali, preparare dei campioni e selezionare la bilancia e la precisione di pesatura richiesta. Per esempio, l'“ISO 1183-1 Plastica - Metodi per determinare la densità delle plastiche non cellulari” specifica che il risultato della densità è accurato a $0,001\text{g/cm}^3$; mentre l'“ISO 3369 Materiali metallici sinterizzati impermeabili e metalli duri” specifica che il risultato della densità è accurato a $0,01\text{g/cm}^3$.

6.2 Standard di riferimento

ISO 1183-1	Plastica - Metodi per determinare la densità delle plastiche non cellulari
OIML G 14	Guida alla misurazione della densità per gli ispettori
ASTM-D-792	Metodi di prova standard per la densità e la gravità specifica (densità relativa) delle materie plastiche
ISO 3369	Materiali metallici sinterizzati impermeabili e metalli duri - Determinazione della densità
ISO 2781	Gomma, vulcanizzata o termoplastica - Determinazione della densità

6.3 Parti di ricambio e accessori

Numero della parte	Descrizione
83034024	Pescante 10 ml
30585297	Set di pesi di compensazione (composto da un A, un B e un C)
30596885	Set di supporti (composto da un supporto per solidi galleggianti e un supporto per solidi non galleggianti)

6.4 Tabella di densità per l'acqua distillata

T/°	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	099931	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	0.9991 1	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

6.5 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 C₂H₅OH presi dal "Manuale dell'American Institute of Physics".



Ohaus Corporation
7 Campus Drive
Suite 310
Parsippany, NJ 07054 USA
Tel: +1 973 377 9000
Fax: +1 973 944 7177

With offices worldwide / Con oficinas en todo el mundo / Avec des bureaux
partout dans le monde / Mit Büros weltweit / Con uffici in tutto il mondo / Biura na świecie.
www.ohaus.com



P/N 30401674F © 2021 Ohaus Corporation, all rights reserved

Printed in China