

English

Operating Instructions **Density Determination Kit** for XPE, XP, XS Precision Balances

Deutsch

Bedienungsanleitung **Dichtebestimmungs-
kit** für XPE/XP/XS-Präzisions-
waagen

Español

Instrucciones de manejo **Kit para la determinación de la densidad** para balanzas de precisión XPE, XP y XS

Français

Mode d'emploi **Kit de détermination de la masse volumique** pour ba-
lances de précision XPE, XP, XS

Italiano

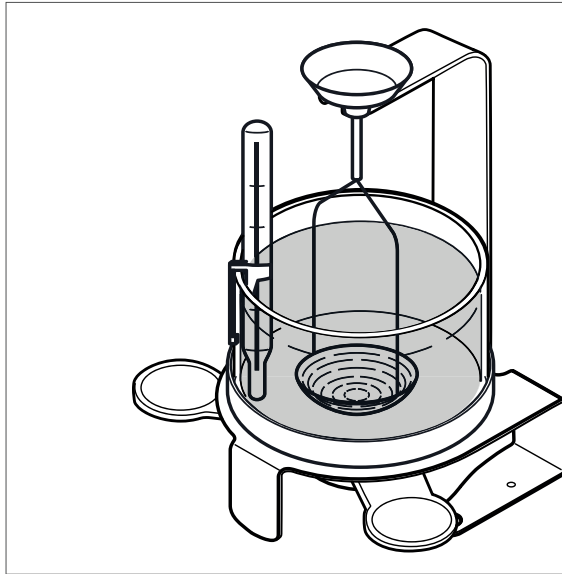
Istruzioni d'uso **Kit per la determinazione della densità** per bilance di
precisione XPE, XP, XS

日本語

取扱説明書 **XPE、XP、XS 上皿天びん用 密度測定キット**

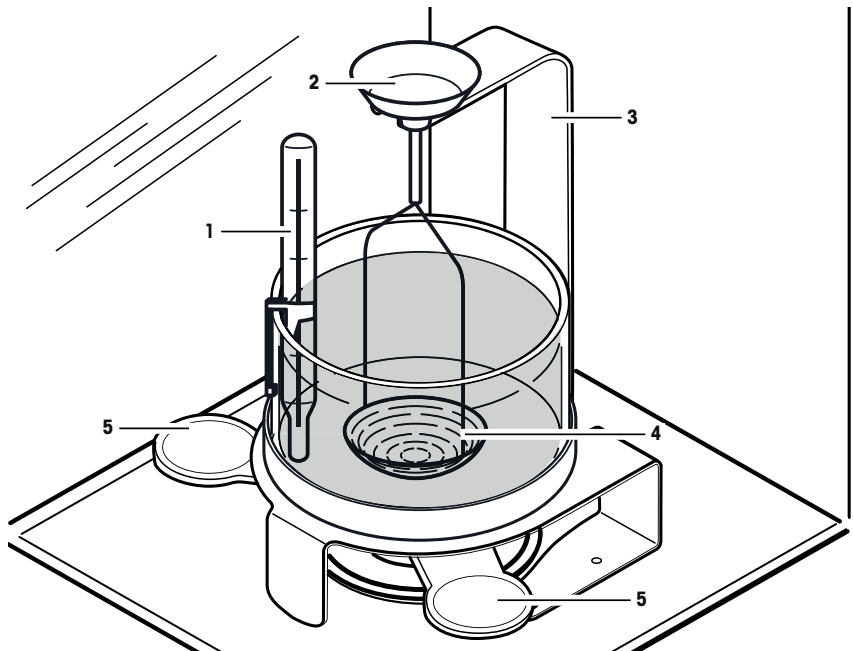
中文

操作说明书 **密度测量组件** 用于 XPE、XP、XS 精密天平



METTLER TOLEDO

Overview



Density determination kit			
1	Precision thermometer	4	Holder for solids
2	Pan for solids > 20 g	5	Pans for solids < 20 g
3	Bracket		

Dichtebestimmungskit			
1	Präzisionsthermometer	4	Halter für Festkörper
2	Waagschale für Festkörper > 20 g	5	Waagschale für Festkörper < 20 g
3	Bügel		

Kit para la determinación de la densidad			
1	Termómetro de precisión	4	Soporte para sólidos
2	Platillo para sólidos > 20 g	5	Platillos para sólidos < 20 g
3	Soporte		

Kit de détermination de la masse volumique			
1	Thermomètre de précision	4	Support pour corps solides
2	Plateau pour solides > 20 g	5	Plateaux pour solides < 20 g
3	Support		

Kit per la determinazione della densità			
1	Termometro di precisione	4	Supporto per solidi
2	Piatto per solidi >20 g	5	Piatto per solidi <20 g
3	Staffa		

密度測定キット			
1	精密温度計	4	固体用ホルダー
2	固体用計量皿 > 20 g	5	固体用計量皿 < 20 g
3	ブラケット		

密度測量组件			
1	精密温度計	4	固体密度測定容器
2	固体密度測定秤盤（衡量盤） > 20 g	5	固体密度測定秤盤（衡量盤） < 20 g
3	固定支架		

Operating Instructions **Density Determination Kit**

English

Bedienungsanleitung **Dichtebestimmungs-
kit**

Deutsch

Instrucciones de manejo **Kit para la determinación de la densidad**

Español

Mode d'emploi **Kit de détermination de la masse volumique**

Français

Istruzioni d'uso **Kit per la determinazione della densità**

Italiano

取扱説明書 **XPE、XP、XS 上皿天びん用**

日本語

操作说明书 **密度测量组件**

中文

1 Introduction

Thank you for choosing a METTLER TOLEDO density determination kit.

The density determination kit allows you to determine the density of solids and liquids.

METTLER TOLEDO is a leading manufacturer of balances for laboratory and production use as well as analytical measuring instruments. A globally present customer service network with highly trained personnel is always available to assist with the selection of accessories or provide advice on the optimal use of the balance.

The balance conforms to current standards and directives. It supports requirements, work techniques and protocols as specified by all international quality assurance systems, e.g. GLP (Good Laboratory Practice), GMP (Good Manufacturing Practice). The balance has a CE Declaration of Conformity and METTLER TOLEDO, as the manufacturer, is certified to ISO 9001 and ISO 14001. This provides the assurance that your capital investment is protected in the long term by high product quality and a comprehensive service package (repairs, maintenance, servicing, adjustment service).

Use of this document

This document explains how to work with the density determination kit. It describes the procedure for performing a density determination manually.

If you need information on operating your balance, please refer to the Operating Instructions of your balance. These Operating Instructions also include instructions on the **density determination software**.

Finding more information

► www.mt.com/lab-accessories

► www.mt.com/xpe-precision

2 Safety Information

2.1 Explanation of warnings and symbols

Safety notes are indicated by signal words and warning symbols and contain warnings and information about safety issues. Ignoring safety notes can lead to personal injury, damage to the instrument, malfunctions and erroneous results.

Signal words

Attention	(no symbol) for important information about the product.
Note	(no symbol) for useful information about the product.

Mandatory signs



Gloves must be worn

2.2 Product safety information

Intended use

Your density determination kit is used to determine density of solids and liquids. Use the density determination kit exclusively for this purpose. Any other type of use and operation beyond the limits of technical specifications without written consent from Mettler-Toledo AG, is considered as not intended.



It is not permitted to use the instrument in explosive atmosphere of gases, steam, fog, dust and flammable dust (hazardous environments).

General safety information

This density determination kit complies with current industry standards and the recognized safety regulations; however, it can constitute a hazard in use. In the event of problems, please contact a METTLER TOLEDO representative.

Always operate and use your instrument only in accordance with the instructions contained in this manual. The instructions for setting up your new instrument must be strictly observed.

If the instrument is not used according to these Operating Instructions, protection of the instrument may be impaired and METTLER TOLEDO assumes no liability.

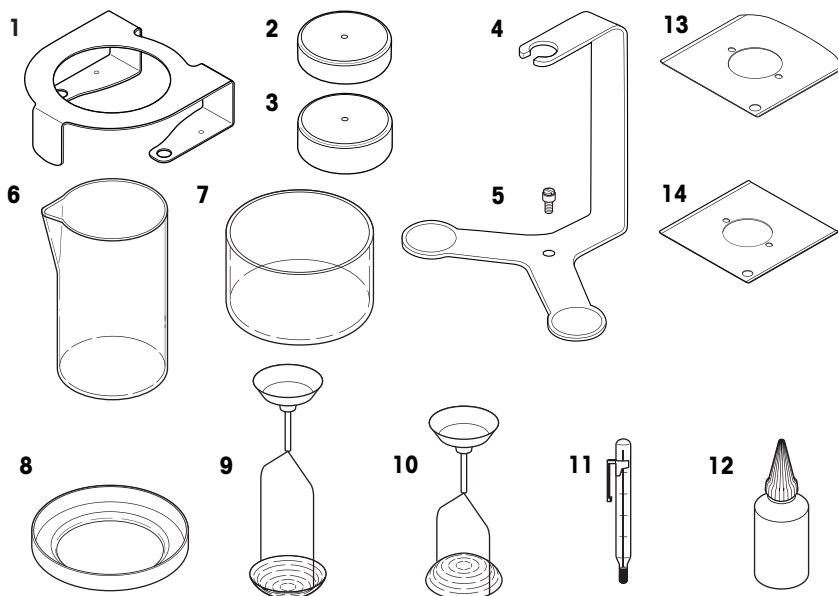
Staff safety

These operating instructions must be read and understood before using the density determination kit. These operating instructions must be retained for future reference.

The density determination kit must not be altered or modified in any way. Only use METTLER TOLEDO original spare parts and accessories.

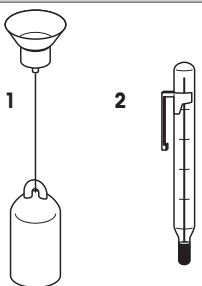
3 Installation and Putting into Operation

3.1 Scope of delivery



No.	Designation	Part No.	No.	Designation	Part No.
1	Platform	-	8	Pan	00238164
2	Compensation weight small, white for 0.1 mg	-	9	Holder for non floating solids	00238180
3	Compensation weight large, chrome steel for 1 mg	-	10	Holder for floating solids	00238181
4	Bracket	-	11	Precision thermometer with holder	00238767
5	Screw	-	12	Wetting agent	00072409
6	Glass beaker ø 60 mm	00238166	13	Bottom plate for XP/XPE balances	111315339
7	Glass beaker ø 80 mm	00238167	14	Bottom plate for XS balances	11131611

3.2 Recommended Options

No.	Designation	Part No.	
1	Sinker 10 ml	00210260	
	Sinker 10 ml, certified model	00210672	
2	Precision thermometer, certified model	11132685	

3.3 Preparing balance

Note for 0.1 mg and 1 mg balances

For 0.1 mg balances, remove weighing pan and draft shield element.

For 1 mg balances, remove weighing pan and weighing pan support.

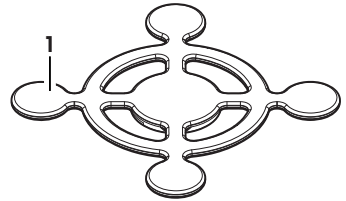
Note for balances without draft shield

If your balance is not equipped with a draft shield, you must install a draft shield to use the density determination kit.

Note for SmartPan

If your balance is equipped with a SmartPan, you need to exchange the bottom plate with the delivered one.

- 1 Remove weighing pan and SmartPan (1).
- 2 Remove current bottom plate and install new bottom plate.



3.4 Assembling density determination kit

1 Note

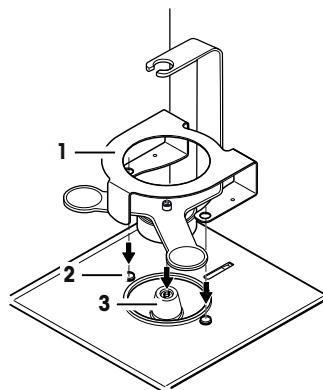
For 0.1 mg balances, use compensation weight small, white.

For 1 mg balances, use compensation weight large, chrome steel.

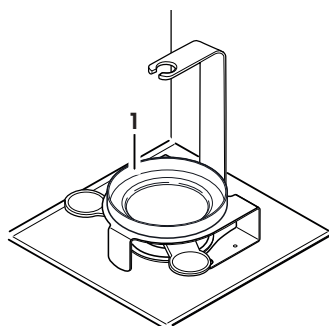
Screw bracket (1) on top of compensation weight (2). Fasten screw firmly.



- 2 Place bracket with compensation weight on the weighing cone (3).
- 3 Place platform (1) on the bottom plate and click it onto the two projecting knobs (2).
- 4 **Note**
The bracket must not touch the platform under any circumstances!
Turn the bracket so it is aligned with the platform.



- 5 Place the pan (1) on the platform.
 - 6 If balance was switched off, restart balance now.
- ⇒ The density determination kit is ready to use.



4 Operation

4.1 Principle of density determination

The density ρ is the quotient of the mass m and the volume 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 this density determination kit. The principle states that **every solid body immersed in a fluid apparently loses weight by an amount equal to that of the fluid it displaces.**

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

4.1.1 Density determination of solids

The density of a solid is determined with the aid of a liquid whose density ρ_0 is known. Water or ethanol are usually used as auxiliary liquids. The solid is weighed in air (A) and then in the auxiliary liquid (B). The density ρ can be calculated from the two weighing results.

Density:

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

Density:

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

Volume:

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

Legend	
ρ	Density of samples
A	Weight of sample in air
B	Weight of sample in the auxiliary liquid
ρ_0	Density of auxiliary liquid
ρ_L	Air density (0.0012 g/cm ³)
α	Balance correction factor (0.99985). It takes air buoyancy of the adjustment weight into account.

4.1.2 Density determination of liquids

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 weighing results.

Density:

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

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

Density simplified:

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

Legend	
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). It takes air buoyancy of the adjustment weight into account.
P	Weight of displaced liquid ($P = A - B$)

4.2 Determine density of solids

To improve the accuracy of the result, take following precautionary measures into account:

- The effect of temperature on liquids can cause density changes of order of magnitude 0.1 to 1 ‰ per °C. To obtain accurate results, take the temperature of the auxiliary liquid into account in all density determinations.
- Adhesion of the auxiliary liquid to the suspension wires of the basket causes an apparent weight increase of up to 3 mg. If the greatest possible accuracy is required, use a few drops of the wetting agent supplied.
- To avoid air bubbles, take following precautionary measures into account:
 - Use enclosed wetting agent or organic liquids. The density change on the addition of wetting agent can be neglected.
 - Degrease solvent-resistant solids.
 - Clean basket at regular intervals.
 - Gently move basket on first-time immersion to dislodge any air bubbles.
 - Remove adhering air bubbles with a fine brush.

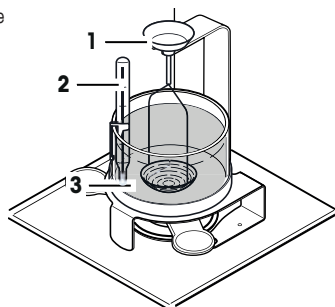
Attention

Always wear gloves when touching parts, which are immersed in liquid.

Note

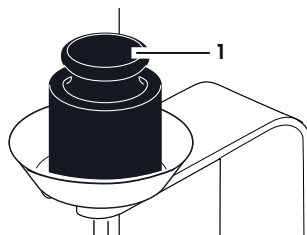
For the density determination of solids, use the broader glass beaker \varnothing 80 mm.

- 1 Attach the supplied thermometer (2) on the beaker (3) and place beaker on the platform.
- 2 Fill beaker with auxiliary liquid. Add enough liquid to ensure that the solid is covered by at least 1 cm liquid after immersion.
- 3 Hang suitable holder (1) on bracket. For Information on which holder to use, **see** [Overview].

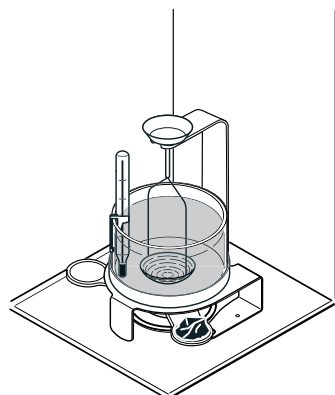


4 **Note for floating solids**

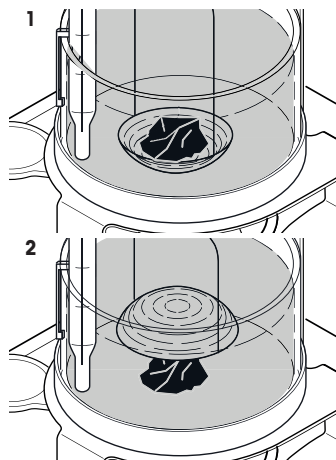
If the buoyancy of the solid is greater than the weight of the holder, the holder must be weighted by placing an additional weight (1) on the top weighing pan of the bracket. Make sure that no air bubbles adhere to the immersed part of the holder. Remove air bubbles by either moving the holder or by using a fine brush.



- 5 Close draft shield doors and tare balance.
- 6 Place the solid on one of the two weighing pans (1) of the bracket or if weight of solid is > 20 g, place solid in the pan at the top of the holder (2).
- 7 Wait until the value on the display is stable and note the displayed value (Value "A" in the formula).
- 8 Remove the solid from the pan, close the draft shield doors and tare the balance.



- 9 Place the solid in the holder (1). For floating solids, place the solid below the holder (2).
- 10 Ensure that no air bubbles adhere to the solid. Remove any air bubbles with a fine brush.
- 11 Wait until the balance has reached stability and note the displayed value (Value "B" in the formula).
- 12 Determine the density ρ of the solid according to the formula, **see** [Density determination of solids ▶ 7].



4.3 Determine density of liquids

To avoid air bubbles, take following precautionary measures into account:

- Use enclosed wetting agent or organic liquids. The density change on the addition of wetting agent can be neglected.
- Degrease solvent-resistant solids.
- Clean sinker at regular intervals.
- Gently move sinker on first-time immersion to dislodge any air bubbles.
- Remove adhering air bubbles with a fine brush.

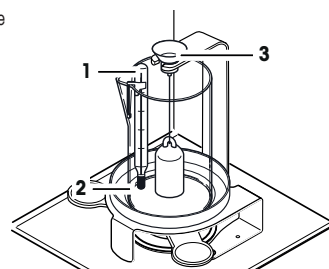
Attention

Always wear gloves when touching parts, which are immersed in liquid.

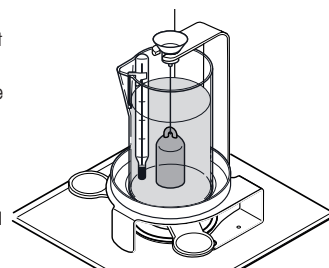
Note

For the density determination of liquids, use the high glass beaker \varnothing 60 mm. The optional sinker must be available.

- 1 Attach the supplied thermometer (1) on the beaker (2) and place the beaker on the platform.
- 2 Hook sinker (3) on the bracket and ensure that it does not touch either the beaker or the thermometer.
- 3 Tare the balance.



- 4 Fill beaker with the liquid whose density you want to determine. Add enough liquid to ensure that the sinker is covered by at least 1 cm liquid after immersion.
- 5 Make sure that no air bubbles adhere to the immersed part of the holder. Remove air bubbles by either moving the holder or by using a fine brush.
- 6 Wait until the value on the display is stable and note the displayed value (Value "P" in the formula).
- 7 Now determine the density ρ of the liquid at the temperature read off of the thermometer according to the formula, **see** [Density determination of liquids ▶ 8].



5 Technical Data

	Wire of holder	Wire of sinker 10 ml
Material	Platinum	Platinum
Diameter	0.6 mm	0.2 mm
Buoyancy in a liquid with density 1	0.4 mg / 1 mm immersion depth	0.3 mg / 10 mm immersion depth

Sinker 10 ml

- Corresponds to the requirements of the German Weights and Measures Reegulation (EO 13-4, paragraph 9.21).
- The maximum error in the density determination of water at a temperature of 20 °C is $\pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$.

5.1 Density tables

5.1.1 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

5.1.2 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 of C_2H_5OH according to the "American Institute of Physics Handbook".

1 Einleitung

Wir danken Ihnen, dass Sie sich für ein DichtebestimmungsKit von METTLER TOLEDO entschieden haben.

Mit dem DichtebestimmungsKit können Sie die Dichte von Festkörpern und Flüssigkeiten bestimmen.

Hinter Ihrer Waage steht METTLER TOLEDO, ein führender Hersteller von Waagen für Labor und Produktion sowie von analytischen Messinstrumenten. Ein weltweit präsenten Kundendienstnetz mit gut ausgebildetem Personal steht Ihnen jederzeit zur Verfügung, sei es bei der Auswahl von Zubehör oder für eine applikationsspezifische Beratung zur optimalen Nutzung Ihrer Waage.

Die Waage ist konform mit gängigen Standards und Richtlinien. Sie unterstützt Vorgaben, Arbeitstechniken und Protokolle wie sie von allen internationalen Qualitätssicherungssystemen gefordert werden, z. B. GLP (Good Laboratory Practice), GMP (Good Manufacturing Practice). Die Waage verfügt über eine CE-Konformitätserklärung und METTLER TOLEDO als Hersteller ist nach ISO 9001 und ISO 14001 zertifiziert. Dies bietet Ihnen die Gewähr, dass Ihre Investition langfristig durch eine hohe Produktqualität und ein umfassendes Dienstleistungsangebot (Reparatur, Unterhalt, Wartung, Justierservice) geschützt ist.

Verwendung dieses Dokuments

In diesem Dokument wird das Arbeiten mit dem DichtebestimmungsKit erläutert. Es beschreibt das Vorgehen bei einer manuellen Dichtebestimmung.

Informationen zur Bedienung Ihrer Waage entnehmen Sie bitte der Bedienungsanleitung Ihrer Waage. Dort finden Sie auch Hinweise zur Verwendung der **Dichtebestimmungs-Software**.

Weiterführende Informationen

► www.mt.com/lab-accessories

► www.mt.com/xpe-precision

2 Sicherheitshinweise

2.1 Erklärung der Warnhinweise und Symbole

Sicherheitshinweise werden durch Signalwörter und Symbole angezeigt und enthalten Warnungen und Informationen über Sicherheitsrisiken. Die Missachtung der Sicherheitshinweise kann zu Verletzungen, Schäden am Gerät, Funktionsstörungen und fehlerhaften Ergebnissen führen.

Signalwörter

Achtung	(kein Symbol) wichtige Informationen zum Produkt.
Hinweis	(kein Symbol) allgemeine Informationen zum Produkt.

Gebotszeichen



Handschuhe tragen

2.2 Produktspezifische Sicherheitshinweise

Bestimmungsgemässe Verwendung

Mit dem DichtebestimmungsKit können Sie die Dichte von Festkörpern und Flüssigkeiten bestimmen. Verwenden Sie das DichtebestimmungsKit ausschliesslich zu diesem Zweck. Jegliche anderweitige Verwendung, die über die Grenzen der technischen Spezifikationen hinausgeht, gilt ohne schriftliche Absprache mit der Mettler-Toledo AG als nicht bestimmungsgemäss.



Der Betrieb der Waage in explosionsgefährdeten Bereichen in Gegenwart von Gasen, Dämpfen, Nebel, Staub und entzündbaren Stäuben (explosionsgefährdete Umgebungen) ist nicht zulässig.

Allgemeine Sicherheitshinweise

Dieses DichtebestimmungsKit entspricht dem Stand der Technik und erfüllt die anerkannten sicherheitstechnischen Bestimmungen, trotzdem können bei der Verwendung Gefahren entstehen. Wenden Sie sich bei Problemen bitte an Ihre zuständige METTLER TOLEDO-Vertretung.

Bedienen und verwenden Sie Ihre Waage ausschliesslich in Übereinstimmung mit den Anweisungen dieser Bedienungsanleitung. Beachten Sie unbedingt die Hinweise zur Inbetriebnahme Ihrer neuen Waage.

Wenn das Gerät nicht entsprechend dieser Bedienungsanleitung benutzt wird, kann der Schutz des Geräts beeinträchtigt werden und METTLER TOLEDO übernimmt keinerlei Haftung.

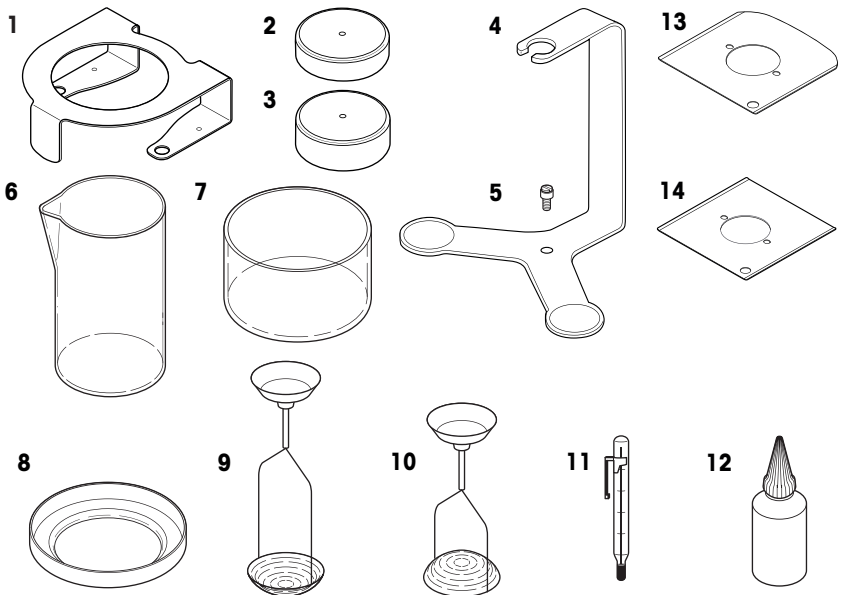
Sicherheit der Mitarbeiter

Vor der Verwendung des DichtebestimmungsKits muss die Bedienungsanleitung gelesen und verstanden werden. Die Bedienungsanleitung ist zum späteren Nachschlagen aufzubewahren.

Das DichtebestimmungsKit darf nicht gegenüber dem Lieferzustand verändert werden. Verwenden Sie ausschliesslich Originalersatzteile und Zubehör von METTLER TOLEDO.



3 Installation und Inbetriebnahme

3.1 Lieferumfang



Nr.	Bezeichnung	Teilenr.	Nr.	Bezeichnung	Teilenr.
1	Plattform	-	8	Waagschale	00238164
2	Ausgleichsgewicht, klein, weiss, für 0,1 mg	-	9	Halter für sinkende Festkörper	00238180
3	Ausgleichsgewicht, gross, Chromstahl, für 1 mg	-	10	Halter für schwimmende Festkörper	00238181
4	Bügel	-	11	Präzisionsthermometer mit Halter	00238767
5	Schraube	-	12	Netzmittel	00072409
6	Becherglas \varnothing 60 mm	00238166	13	Bodenplatte für XP/XPE-Waagen	111315339
7	Becherglas \varnothing 80 mm	00238167	14	Bodenplatte für XS-Waagen	11131611

3.2 Empfohlene Optionen

Nr.	Bezeichnung	Teilenr.	
1	Verdrängungskörper 10 ml	00210260	
	Verdrängungskörper 10 ml, zertifizierte Ausführung	00210672	
2	Präzisionsthermometer, zertifizierte Ausführung	11132685	

3.3 Vorbereiten der Waage

Hinweis zu Waagen für 0,1 mg und für 1 mg

Bei Waagen für 0,1 mg: Entfernen Sie Waagschale und Windschutz.

Bei Waagen für 1 mg: Entfernen Sie Waagschale und Waagschalenträger.

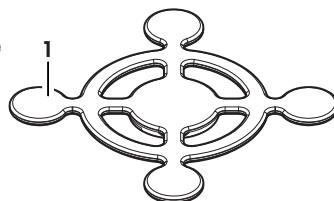
Hinweis zu Waagen ohne Windschutz

Wenn Ihre Waage nicht mit einem Windschutz ausgestattet ist, müssen Sie einen Windschutz installieren, um das DichtebestimmungsKit benutzen zu können.

Hinweis zu SmartPan

Wenn Ihre Waage mit einer SmartPan ausgestattet ist, müssen Sie die Bodenplatte gegen die mitgelieferte Platte austauschen.

- Entfernen Sie Waagschale und SmartPan (1).
- Entfernen Sie die vorhandene Bodenplatte und installieren Sie die neue Platte.



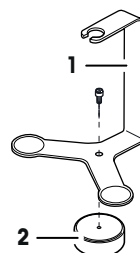
3.4 Zusammenbau des Dichtebestimmungskits

1 Hinweis

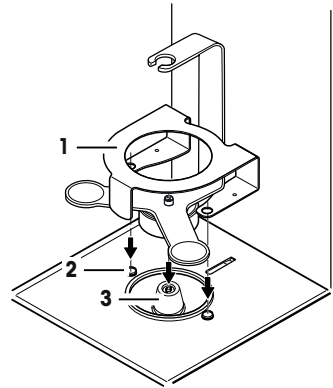
Bei Waagen für 0,1 mg: Verwenden Sie das kleine weiße Ausgleichsgewicht.

Bei Waagen für 1 mg: Verwenden Sie das grosse Ausgleichsgewicht aus Chromstahl.

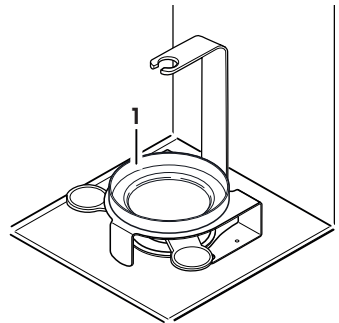
Schrauben Sie den Bügel (1) auf das Ausgleichsgewicht (2). Ziehen Sie die Schraube fest an.



- 2 Setzen Sie den Bügel mit dem Ausgleichsgewicht auf den Wägekonus (3) auf.
- 3 Setzen Sie die Plattform (1) auf die Bodenplatte und lassen Sie es auf den beiden hervorstehenden Knöpfen (2) einrasten.
- 4 **Hinweis**
Der Bügel darf die Plattform auf keinen Fall berühren! Bügel drehen, sodass zur Plattform ausgerichtet ist.



- 5 Setzen Sie die Waagschale (1) auf die Plattform.
- 6 Falls die Waage ausgeschaltet war, schalten Sie sie wieder ein.
⇒ Das DichtebestimmungsKit ist einsatzbereit.



4 Betrieb

4.1 Prinzip der Dichtebestimmung

Die Dichte ρ ist das Verhältnis der Masse m zum Volumen V .

Dichte:

Die nach dem internationalen Einheitensystem vorgeschriebene Einheit für Dichte ist kg/m^3 . Für Laborzwecke jedoch besser geeignet ist die Einheit g/cm^3 .

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

Dichtebestimmungen werden häufig nach archimedischen Prinzip durchgeführt, das auch bei diesem DichtebestimmungsKit verwendet wird. Dieses Prinzip besagt, dass **jeder Körper, der in eine Flüssigkeit getaucht wird, um soviel leichter wird, wie die von ihm verdrängte Flüssigkeitsmenge wiegt**.

Das Vorgehen zur Dichtebestimmung nach dem archimedischen Prinzip hängt davon ab, ob die Dichte von Festkörpern oder von Flüssigkeiten zu ermitteln ist.

4.1.1 Dichtebestimmung von Festkörpern

Die Dichte eines Festkörpers wird mit Hilfe einer Flüssigkeit bestimmt, deren Dichte ρ_0 bekannt ist. Als Hilfsflüssigkeiten finden meist Wasser oder Ethanol Verwendung. Der Festkörper wird einmal in Luft gewogen (A) und anschließend in der Hilfsflüssigkeit (B). Die Dichte ρ lässt sich anhand der beiden Wägeergebnisse berechnen.

Dichte:

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

Volumen:

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

Legende	
ρ	Dichtebestimmung von Proben
A	Gewicht der Probe in Luft
B	Gewicht der Probe in der Hilfsflüssigkeit
ρ_0	Dichte der Hilfsflüssigkeit
ρ_L	Luftdichte (0,0012 g/cm ³)
α	Waagen-Korrekturfaktor (0,99985), berücksichtigt den Luftauftrieb des Justiergewichtes.

4.1.2 Dichtebestimmung von Flüssigkeiten

Die Dichte einer Flüssigkeit wird mit Hilfe eines Verdrängungskörpers bestimmt, dessen Volumen bekannt ist. Der Verdrängungskörper wird einmal in Luft gewogen und anschliessend in der Flüssigkeit, deren Dichte zu ermitteln ist. Die Dichte ρ lässt sich anhand der beiden Wäageergebnisse bestimmen.

Eine elektronische Waage erlaubt die Dichtebestimmung des Auftriebs bzw. des Gewichts der verdrängten Flüssigkeit P ($P = A - B$) und folglich lässt sich die obige Formel vereinfachen.

Dichte:

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

Dichte, vereinfacht:

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

Legende	
ρ	Dichte der Flüssigkeit
A	Gewicht des Verdrängungskörpers in Luft
B	Gewicht des Verdrängungskörpers in der Flüssigkeit
V	Volumen des Verdrängungskörpers
ρ_L	Luftdichte (0,0012 g/cm ³)
α	Waagen-Korrekturfaktor (0,99985), berücksichtigt den Luftauftrieb des Justiergewichtes.
P	Gewicht der verdrängten Flüssigkeit ($P = A - B$)

4.2 Dichtebestimmung von Festkörpern

Berücksichtigen Sie die folgenden Vorsichtsmassnahmen, um genauere Resultate zu erhalten:

- Der Einfluss der Temperatur auf Flüssigkeiten kann zu Dichteänderungen in der Grössenordnung von 0,1 bis 1 ‰ pro °C führen. Um genaue Resultate zu erzielen, berücksichtigen Sie bei allen Dichtebestimmungen stets die Temperatur der Hilfsflüssigkeit.
- Durch Adhäsion der Hilfsflüssigkeit an den Aufhängedrähten des Korbs wird eine scheinbare Gewichtszunahme von bis zu 3 mg erzeugt. Wenn grösstmögliche Genauigkeit erforderlich ist, verwenden Sie einige Tropfen des mitgelieferten Netzmittels.
- Berücksichtigen Sie die folgenden Vorsichtsmassnahmen, um Luftblasen zu vermeiden:
 - Verwenden Sie das im Lieferumfang enthaltene Netzmittel oder organische Flüssigkeiten. Die Änderung der Dichte bei Zugabe des Netzmittels ist vernachlässigbar.
 - Entfetten Sie lösungsmittelbeständige Festkörper.
 - Reinigen Sie den Korb in regelmässigen Abständen.
 - Bewegen Sie den Korb beim ersten Eintauchen sachte hin und her, um anhaftende Luftblasen zu entfernen.
 - Streifen Sie anhaftende Luftblasen mit einem feinen Pinsel ab.

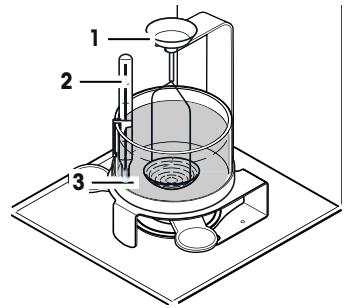
ACHTUNG

Tragen Sie stets Handschuhe, wenn Sie in Flüssigkeit eingetauchte Teile berühren.

Hinweis

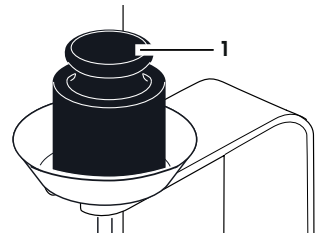
Verwenden Sie für die Dichtebestimmung von Festkörpern das breitere Becherglas mit \varnothing 80 mm.

- 1 Befestigen Sie das mitgelieferte Thermometer (2) am Becherglas (3) und stellen Sie das Becherglas auf die Plattform.
- 2 Füllen Sie das Becherglas mit Hilfsflüssigkeit. Füllen Sie soviel Flüssigkeit ein, dass der Festkörper nach dem Eintauchen von mindestens 1 cm Flüssigkeit bedeckt ist.
- 3 Hängen Sie einen geeigneten Halter (1) an den Bügel. Welcher Halter geeignet ist, sehen Sie in der [Overview].

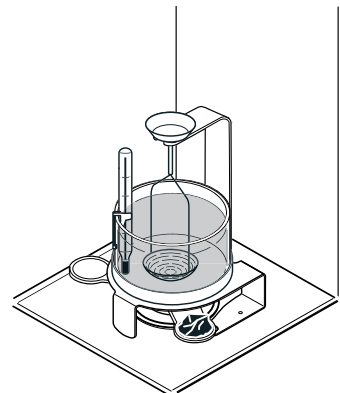


4 Hinweis für schwimmende Festkörper

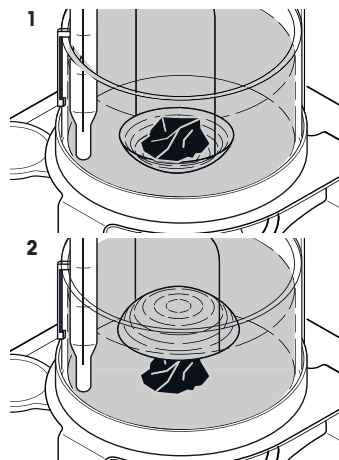
Ist der Auftrieb des Festkörpers grösser als das Gewicht des Halters, muss der Halter durch ein zusätzliches Gewicht (1) auf der oberen Waagschale des Bügels beschwert werden. Achten Sie darauf, dass keine Luftblasen am eingetauchten Teil des Halters anhaften. Entfernen Sie anhaftende Luftblasen entweder durch Bewegen des Halters oder durch Abstreifen mit einem feinen Pinsel.



- 5 Schliessen Sie die Windschutztüren und tarieren Sie die Waage.
- 6 Legen Sie den Festkörper in eine der beiden Waagschalen (1) des Bügels oder, wenn der Festkörper schwerer ist als 20 g, in die Waagschale oben auf dem Bügel (2).
- 7 Warten Sie, bis sich der angezeigte Wert stabilisiert hat, und notieren Sie ihn (Wert „A“ in der Formel).
- 8 Nehmen Sie den Festkörper aus der Waagschale, schliessen Sie die Windschutztüren und tarieren Sie die Waage.



- 9 Legen Sie den Festkörper in den Halter (1). Legen Sie schwimmende Festkörper unter den Halter (2).
- 10 Achten Sie darauf, dass keine Luftblasen am Festkörper anhaften. Streifen Sie anhaftende Luftblasen mit einem feinen Pinsel ab.
- 11 Warten Sie, bis die Gewichtsanzeige der Waage stabil ist, und notieren Sie den angezeigten Wert (Wert „B“ in der Formel).
- 12 Bestimmen Sie die Dichte ρ des Festkörpers nach der Formel unter [Dichtebestimmung von Festkörpern ▶ 16].



4.3 Dichtebestimmung von Flüssigkeiten

Berücksichtigen Sie die folgenden Vorsichtsmaßnahmen, um Luftblasen zu vermeiden:

- Verwenden Sie das im Lieferumfang enthaltene Netzmittel oder organische Flüssigkeiten. Die Änderung der Dichte bei Zugabe des Netzmittels ist vernachlässigbar.
- Entfetten Sie lösungsmittelbeständige Festkörper.
- Reinigen Sie den Verdrängungskörper in regelmässigen Abständen.
- Bewegen Sie den Verdrängungskörper beim ersten Eintauchen sanft hin und her, um anhaftende Luftblasen zu entfernen.
- Streifen Sie anhaftende Luftblasen mit einem feinen Pinsel ab.

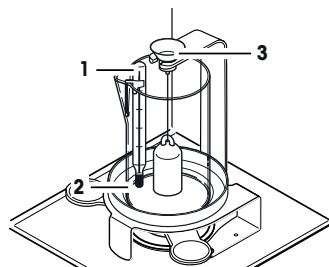
ACHTUNG

Tragen Sie stets Handschuhe, wenn Sie in Flüssigkeit eingetauchte Teile berühren.

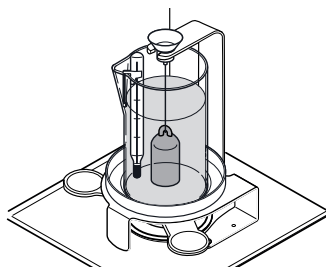
Hinweis

Verwenden Sie für die Dichtebestimmung von Flüssigkeiten das breitere Becherglas mit \varnothing 60 mm. Der optionale Verdrängungskörper muss verfügbar sein.

- 1 Befestigen Sie das mitgelieferte Thermometer (1) am Becherglas (2) und stellen Sie das Becherglas auf die Plattform.
- 2 Hängen Sie den Verdrängungskörper (3) an den Bügel und stellen Sie sicher, dass er weder das Becherglas noch das Thermometer berührt.
- 3 Trieren Sie die Waage.



- 4 Füllen Sie das Becherglas mit der Flüssigkeit, deren Dichte Sie bestimmen wollen. Füllen Sie soviel Flüssigkeit ein, dass der Verdrängungskörper nach dem Eintauchen von mindestens 1 cm Flüssigkeit bedeckt ist.
- 5 Achten Sie darauf, dass keine Luftblasen am eingetauchten Teil des Halters anhaften. Entfernen Sie anhaftende Luftblasen entweder durch Bewegen des Halters oder durch Abstreifen mit einem feinen Pinsel.
- 6 Warten Sie, bis sich der angezeigte Wert stabilisiert hat, und notieren Sie ihn (Wert „P“ in der Formel).
- 7 Bestimmen Sie nun die Dichte ρ der Flüssigkeit bei der vom Thermometer abgelesenen Temperatur nach der Formel unter [Dichtebestimmung von Flüssigkeiten ▶ 17].



5 Technische Daten

	Draht des Halters	Draht des Verdrängungskörpers 10 ml
Material	Platin	Platin
Durchmesser	0,6 mm	0,2 mm
Auffrieb in einer Flüssigkeit mit Dichte 1	0,4 mg / 1 mm Eintauchtiefe	0,3 mg / 10 mm Eintauchtiefe

Verdrängungskörper 10 ml

- Entspricht den Anforderungen der Deutschen Eichordnung (EO 13–4, Abs. 9.21).
- Die maximale Abweichung bei der Dichtebestimmung von Wasser bei einer Temperatur von 20 °C beträgt $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$.

5.1 Dichtetabellen

5.1.1 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

5.1.2 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

Dichtewert von C₂H₅OH nach „American Institute of Physics Handbook“.

de

1 Introducción

Gracias por elegir el kit para la determinación de la densidad de METTLER TOLEDO.

El kit para la determinación de la densidad le permite determinar la masa volúmica de sólidos y líquidos.

METTLER TOLEDO es un fabricante líder de balanzas de laboratorio y producción, así como de instrumentos analíticos de medición. Además, cuenta con una red mundial de atención al cliente, formada por personal altamente cualificado, que siempre está disponible para prestar su ayuda en la selección de accesorios y ofrecer asesoramiento sobre el uso óptimo de las balanzas.

La balanza cumple con todas las normas y directivas actuales. Es compatible con los requisitos, técnicas de trabajo y protocolos que requieren todos los sistemas internacionales de garantía de calidad, p. ej., GLP (Buenas prácticas de laboratorio) y GMP (Buenas prácticas de fabricación). La balanza dispone de una declaración CE de conformidad y METTLER TOLEDO está certificado como fabricante según las normas ISO 9001 e ISO 14001. Esto garantiza la protección de su inversión a largo plazo mediante una alta calidad del producto y una amplia oferta de servicios (reparación, mantenimiento y servicio de calibración).

Uso de este documento

Este documento explica cómo emplear el kit para la determinación de la densidad. Describe el procedimiento para determinar la densidad de forma manual.

Si necesita información sobre el funcionamiento de la balanza, consulte las instrucciones de manejo de la balanza. Estas instrucciones de manejo también incluyen instrucciones sobre el **software para la determinación de la densidad**.

Más información

► www.mt.com/lab-accessories

► www.mt.com/xpe-precision

2 Información sobre seguridad

2.1 Explicación de advertencias y símbolos

Las indicaciones de seguridad se indican mediante texto y símbolos de advertencia y contienen advertencias e información sobre problemas de seguridad. Si se hace caso omiso de las indicaciones de seguridad, pueden producirse daños personales o del instrumento, funcionamientos anómalos y resultados incorrectos.

Texto de advertencia

Atención	(sin símbolo) información importante sobre el producto.
Nota	(sin símbolo) información útil sobre el producto.

Signos de obligatoriedad



Deben usarse guantes

2.2 Información de seguridad sobre el producto

Uso previsto

El kit para la determinación de la densidad se utiliza para determinar la masa volúmica de sólidos y líquidos. Utilice el kit para la determinación de la densidad únicamente con este fin. Cualquier otro tipo de uso y manejo que difiera de los límites establecidos en las especificaciones técnicas sin consentimiento escrito por parte de Mettler-Toledo AG se considera no previsto.



No está permitido utilizar el equipo en atmósferas explosivas de gases, vapor, niebla, polvo y polvo inflamable (entornos peligrosos).

Información general sobre seguridad

Este kit para la determinación de la densidad cumple con las normas actuales del sector y las normativas de seguridad aceptadas; no obstante, su uso puede suponer un riesgo. En caso de problemas, póngase en contacto con un representante de METTLER TOLEDO.

Utilice y maneje el instrumento siempre conforme a las instrucciones contenidas en este manual. Siga en todo momento las indicaciones para la puesta en marcha de su nuevo equipo.

Si el instrumento no se utiliza conforme a este manual de instrucciones, la protección que este ofrece puede verse afectada y METTLER TOLEDO no asume ninguna responsabilidad.

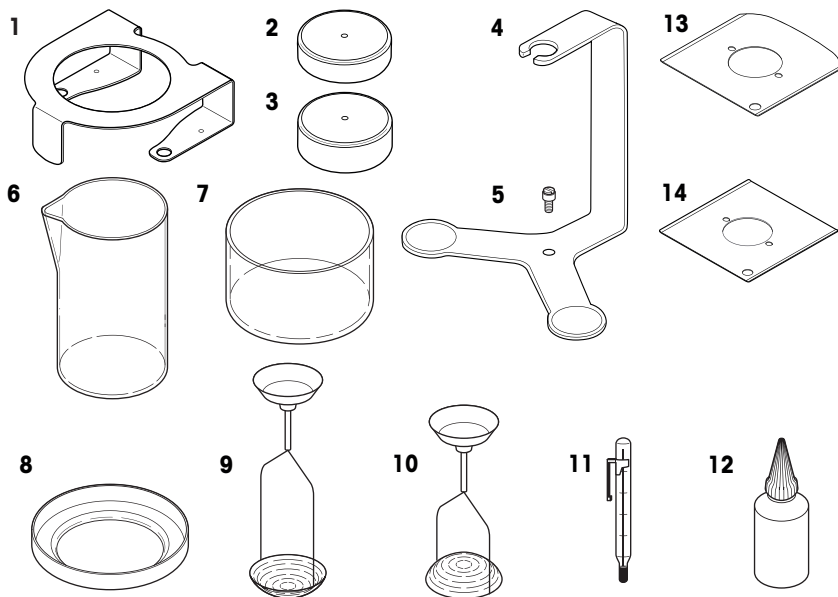
Seguridad del personal

Antes de utilizar el kit para la determinación de la densidad, debe leer y comprender estas instrucciones de manejo. Estas instrucciones de manejo deben guardarse para futuras consultas.

El kit para la determinación de la densidad no debe modificarse de ningún modo. Utilice solo piezas de repuesto y accesorios originales de METTLER TOLEDO.

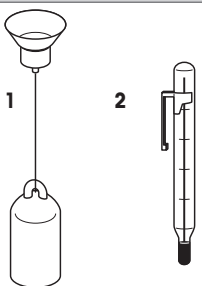
3 Instalación y puesta en marcha

3.1 Suministro estándar



N.º	Designación	Ref.	N.º	Designación	Ref.
1	Plataforma	-	8	Plafillo	00238164
2	Pesa de compensación pequeña, color blanco, para 0,1 mg	-	9	Soporte para sólidos no flotantes	00238180
3	Pesa de compensación grande, acero cromado, para 1 mg	-	10	Soporte para sólidos flotantes	00238181
4	Soporte	-	11	Termómetro de precisión con soporte	00238767
5	Tornillo	-	12	Agente humectante	00072409
6	Vaso de cristal ø 60 mm	00238166	13	Placa inferior para balanzas XP/XPE	111315339
7	Vaso de cristal ø 80 mm	00238167	14	Placa inferior para balanzas XS	11131611

3.2 Opciones recomendadas

N.º	Designación	Ref.	
1	Dispositivo de inmersión de 10 ml	00210260	
	Dispositivo de inmersión de 10 ml, modelo certificado	00210672	
2	Termómetro de precisión, modelo certificado	11132685	

3.3 Preparación de la balanza

Aviso para balanzas de 0,1 mg y 1 mg

Para balanzas de 0,1 mg, retire el plato de pesaje y el elemento corta-aíres.

Para balanzas de 1 mg, retire el plato de pesaje y el soporte del plato de pesaje.

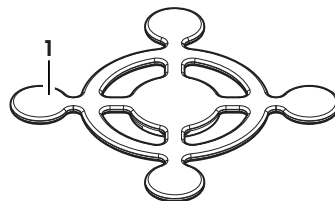
Aviso para balanzas sin corta-aíres

Si su balanza no está equipada con un corta-aíres, debe instalar un corta-aíres para utilizar el kit para la determinación de la densidad.

Aviso para SmartPan

Si la balanza está equipada con SmartPan, tiene que cambiar la placa inferior por la suministrada.

- 1 Retire el plato de pesaje y SmartPan (1).
- 2 Retire la placa inferior actual e instale la nueva placa inferior.



3.4 Montaje del kit para la determinación de la densidad

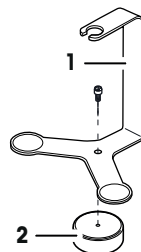
1 Aviso

Para las balanzas de 0,1 mg, utilice la pesa de compensación pequeña de color blanco.

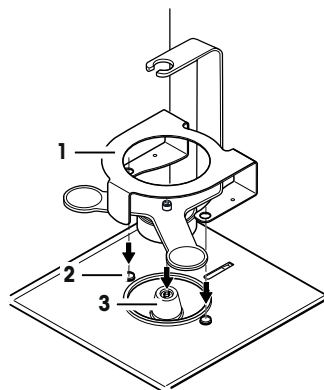
Para las balanzas de 1 mg, utilice la pesa de compensación grande de acero cromado.

Atornille el soporte (1) sobre la pesa de compensación (2).

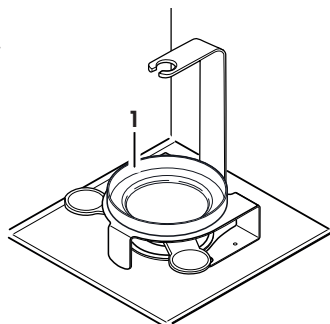
Apriete el tornillo con firmeza.



- 2 Coloque el soporte con la pesa de compensación sobre el cono de pesaje (3).
- 3 Coloque la plataforma (1) sobre la placa inferior y encájela sobre los dos botones que sobresalen (2).
- 4 **Aviso**
El soporte no debe entrar en contacto con la plataforma en ninguna circunstancia.
Gire el soporte de forma que quede alineado con la plataforma.



- 5 Coloque el platillo (1) sobre la plataforma.
 - 6 Si la balanza se encontraba apagada, reiniciela en este momento.
- ⇒ El kit para la determinación de la densidad está listo para usar.



4 Funcionamiento

4.1 Principio de determinación de la densidad

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

El sistema internacional de unidades especifica que la unidad de la masa volúmica es kg/m^3 . Sin embargo, en el ámbito del laboratorio, resulta más práctico trabajar con g/cm^3 .

La determinación de la densidad suele llevarse a cabo según el principio de Arquímedes, que también se emplea en este kit para la determinación de la densidad. El principio establece que **todo cuerpo sólido sumergido en un fluido presenta una pérdida aparente de peso igual a la del fluido que desplaza**.

El procedimiento para la determinación de la densidad según el principio de Arquímedes depende de si se debe determinar la masa volúmica de sólidos o líquidos.

4.1.1 Determinación de la densidad de sólidos

La masa volúmica de un sólido se determina con la ayuda de un líquido cuya masa volúmica ρ_0 se conoce. Normalmente se usan agua o etanol como líquidos auxiliares. Se pesa el sólido en el aire (A) y, después, dentro del líquido auxiliar (B). La masa volúmica ρ puede calcularse a partir de los dos resultados de pesaje.

Masa volúmica:

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

Masa volúmica:

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

Volumen:

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

Leyenda	
ρ	Masa volúmica de las muestras
A	Peso de la muestra en el aire
B	Peso de la muestra dentro del líquido auxiliar
ρ_0	Masa volúmica del líquido auxiliar
ρ_L	Masa volúmica del aire (0,0012 g/cm ³)
α	Factor de corrección de la balanza (0,99985). Tiene en cuenta el empuje de aire de la pesa de ajuste.

4.1.2 Determinación de la densidad de líquidos

La masa volúmica de un líquido se determina utilizando un dispositivo de inmersión de volumen conocido. El dispositivo de inmersión se pesa en el aire y, después, dentro del líquido cuya densidad quiere determinarse. La masa volúmica ρ puede determinarse a partir de los dos resultados de pesaje.

Con una balanza electrónica, puede determinarse el peso del líquido desplazado P ($P = A - B$) y, por tanto, el empuje de Arquímedes, lo que permite simplificar la fórmula anterior.

Masa volúmica:

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

Masa volúmica simplificada:

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

Leyenda	
ρ	Masa volúmica del líquido
A	Peso del dispositivo de inmersión en el aire
B	Peso del dispositivo de inmersión dentro del líquido
V	Volumen del dispositivo de inmersión
ρ_L	Masa volúmica del aire (0,0012 g/cm ³)
α	Factor de corrección de la balanza (0,99985). Tiene en cuenta el empuje de aire de la pesa de ajuste.
P	Peso del líquido desplazado ($P = A - B$)

4.2 Determinación de la masa volúmica de sólidos

Para mejorar la precisión del resultado, tenga en cuenta las siguientes medidas de precaución:

- El efecto que ejerce la temperatura en los líquidos puede ocasionar cambios en la masa volúmica de un orden de magnitud de entre un 0,1 y un 1 ‰ por °C. Para obtener resultados precisos, tenga en cuenta la temperatura del líquido auxiliar siempre que desee determinar la densidad.
- La adhesión del líquido auxiliar a los cables de suspensión de la cesta causa un aumento de peso apreciable de hasta 3 mg. Si se requiere la mayor precisión, utilice unas gotas del agente humectante suministrado.
- Para evitar que aparezcan burbujas de aire, tenga en cuenta las siguientes medidas de precaución:
 - Utilice el agente humectante o los líquidos orgánicos incluidos. El cambio que se produce en la masa volúmica al incorporar el agente humectante es insignificante.
 - Desengrase los sólidos resistentes a disolventes.
 - Limpie la cesta cada cierto tiempo.
 - Mueva suavemente la cesta cuando la sumerja por primera vez para desprender todas las burbujas de aire que contenga.
 - Elimine las burbujas de aire adheridas con un cepillo fino.

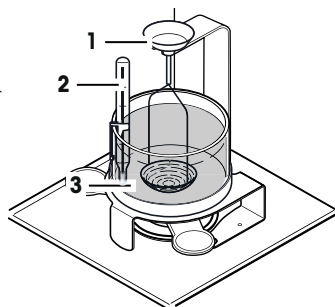
Atención

Utilice siempre guantes cuando vaya a tocar piezas que estén sumergidas en líquido.

Aviso

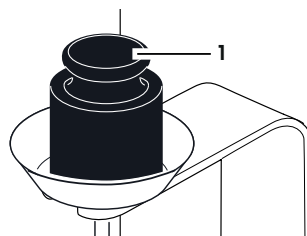
Para determinar la densidad de sólidos, utilice el vaso de cristal más ancho de \varnothing 80 mm.

- 1 Ajuste el termómetro suministrado (2) en el vaso (3) y coloque el vaso sobre la plataforma.
- 2 Llene el vaso de líquido auxiliar. Añada el suficiente líquido para garantizar que el sólido queda cubierto por al menos 1 cm de líquido una vez sumergido.
- 3 Cuelgue el soporte adecuado (1) del vaso. Para obtener información sobre qué soporte puede utilizar, **consulte** [Overview].

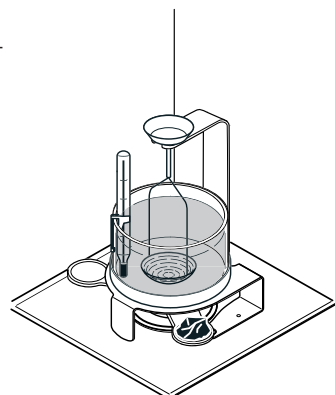


4 **Aviso para sólidos flotantes**

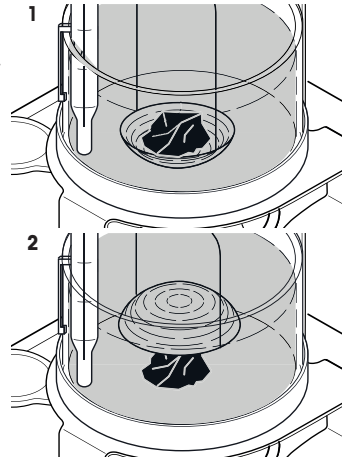
Si el empuje de Arquímedes del sólido es mayor que el peso del soporte, el soporte debe pesarse colocando una pesa adicional (1) en el plato de pesaje superior del soporte. Asegúrese de que no se adhieran burbujas de aire a la parte sumergida del soporte. Elimine las burbujas de aire moviendo el soporte o usando un cepillo fino.



- 5 Cierre las puertas del corta-aíres y tare la balanza.
- 6 Coloque el sólido en uno de los dos platos de pesaje (1) del soporte o, si el peso del sólido es > 20 g, coloque el sólido en el platillo situado en la parte superior del soporte (2).
- 7 Espere hasta que el valor que aparece en la pantalla se estabilice y observe el valor mostrado (valor "A" en la fórmula).
- 8 Retire el sólido del platillo, cierre las puertas del corta-aíres y tare la balanza.



- 9 Coloque el sólido en el soporte (1). Para los sólidos flotantes, coloque el sólido debajo del soporte (2).
- 10 Asegúrese de que no se adhieran burbujas de aire al sólido. Elimine todas las burbujas de aire con un cepillo fino.
- 11 Espere hasta que la balanza se haya estabilizado y observe el valor mostrado en la pantalla (valor "B" en la fórmula).
- 12 Determine la masa volúmica ρ del sólido mediante la fórmula: **consulte** [Determinación de la densidad de sólidos ▶ 25].



4.3 Determinación de la masa volúmica de líquidos

Para evitar que aparezcan burbujas de aire, tenga en cuenta las siguientes medidas de precaución:

- Utilice el agente humectante o los líquidos orgánicos incluidos. El cambio que se produce en la masa volúmica al incorporar el agente humectante es insignificante.
- Desengrase los sólidos resistentes a disolventes.
- Limpie el dispositivo de inmersión cada cierto tiempo.
- Mueva suavemente el dispositivo de inmersión cuando lo sumerja por primera vez para desprender todas las burbujas de aire que contenga.
- Elimine las burbujas de aire adheridas con un cepillo fino.

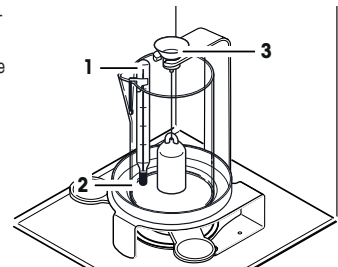
Atención

Utilice siempre guantes cuando vaya a tocar piezas que estén sumergidas en líquido.

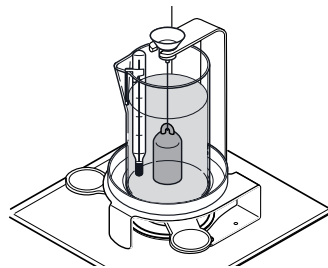
Aviso

Para determinar la densidad de líquidos, utilice el vaso alto de cristal de \varnothing 60 mm. El dispositivo de inmersión opcional tiene que estar disponible.

- 1 Fije el termómetro suministrado (1) al vaso (2) y coloque el vaso sobre la plataforma.
- 2 Enganche el dispositivo de inmersión (3) al soporte y asegúrese de que no entre en contacto con el vaso ni con el termómetro.
- 3 Tare la balanza.



- 4 Llene el vaso con el líquido cuya masa volúmica desee determinar. Añada suficiente líquido para que el dispositivo de inmersión quede cubierto por 1 cm de líquido como mínimo una vez sumergido.
- 5 Asegúrese de que no se adhieran burbujas de aire a la parte sumergida del soporte. Elimine las burbujas de aire moviendo el soporte o usando un cepillo fino.
- 6 Espere hasta que el valor que aparece en la pantalla se estabilice y observe el valor mostrado (valor "P" en la fórmula).
- 7 A continuación, determine la masa volúmica ρ del líquido en el indicador de temperatura del termómetro mediante la fórmula:
consulte [Determinación de la densidad de líquidos ▶ 26].



5 Características técnicas

	Cable del soporte	Cable del dispositivo de inmersión de 10 ml
Material	Platino	Platino
Diámetro	0,6 mm	0,2 mm
Empuje de Arquímedes en un líquido con masa volúmica 1	Profundidad de inmersión de 0,4 mg / 1 mm	Profundidad de inmersión de 0,3 mg / 10 mm

Dispositivo de inmersión de 10 ml

- Se ajusta a las exigencias de la normativa alemana en materia de pesos y medidas (EO 13-4, apartado 9.21).
- El error máximo en la determinación de la densidad del agua a una temperatura de 20 °C es $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$.

5.1 Tablas de masa volúmica

5.1.1 Tabla de masa volúmica para 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

5.1.2 Tabla de masa volúmica para 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
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

Masa volúmica de C₂H₅OH según el "Manual del Instituto Americano de Física".

1 Introduction

Merci d'avoir choisi un kit de détermination de la masse volumique METTLER TOLEDO.

Le kit de détermination de la masse volumique vous permet de déterminer la densité des solides et des liquides.

METTLER TOLEDO figure parmi les principaux fabricants de balances pour laboratoires et ateliers de production, ainsi que d'instruments de mesure analytique. Un réseau de service orienté client assuré à l'échelle mondiale par du personnel hautement qualifié est disponible en permanence pour vous aider à choisir des accessoires ou vous donner des conseils pour utiliser votre balance au mieux.

La balance est conforme aux normes et directives actuelles. Elle prend en charge les exigences, techniques de travail et protocoles conformément aux spécifications des systèmes d'assurance qualité internationaux, comme par exemple, GLP (BPL - Bonne Pratique en Laboratoire) et GMP (BPF - bonnes pratiques de fabrication). La balance bénéficie d'une déclaration de conformité CE et METTLER TOLEDO, en tant que fabricant, est certifié selon les normes ISO 9001 et ISO 14001. Vous avez ainsi la garantie que votre investissement s'avérera payant sur le long terme grâce à une qualité de produit élevée et à un pack complet de services (réparations, maintenance, entretien, réglage).

Utilisation de ce document

Ce document explique comment utiliser le kit de détermination de la masse volumique. Il décrit la procédure à suivre pour déterminer manuellement la masse volumique.

Si vous avez besoin d'en savoir plus sur l'utilisation de votre balance, veuillez vous référer au mode d'emploi. Ce mode d'emploi contient aussi des instructions sur le **logiciel de détermination de la masse volumique**.

Pour plus d'informations

► www.mt.com/lab-accessories

► www.mt.com/xpe-precision

2 Informations liées à la sécurité

2.1 Explication des avertissements et symboles

Les consignes de sécurité sont indiquées par les mots-indicateurs et les symboles d'avertissement. Elles contiennent des avertissements et des informations relatives à la sécurité. Si vous n'en tenez pas compte, vous risquez de vous blesser, d'endommager l'instrument, d'engendrer des dysfonctionnements et des résultats erronés.

Termes de notification

Attention	(pas de symbole) signale des informations importantes relatives au produit.
Remarque	(pas de symbole) signale des informations utiles sur le produit.

Signaux d'obligation



Port de gants obligatoire

2.2 Informations liées à la sécurité

Utilisation prévue

Votre kit de détermination de la masse volumique vous permet de déterminer la densité des corps solides et des corps liquides. Ne vous servez pas du kit de détermination de la masse volumique à d'autres fins. Tout autre type d'utilisation ou de fonctionnement en dehors des limites des caractéristiques techniques et sans avoir obtenu au préalable le consentement écrit de Mettler-Toledo AG est considéré comme non conforme.



Il est interdit d'utiliser l'instrument dans une atmosphère explosive de gaz, vapeur, brouillard, poussière et poussière inflammable (environnements dangereux).

Informations générales liées à la sécurité

Ce kit de détermination de la masse volumique est conforme aux normes actuelles du secteur industriel et aux réglementations admises en matière de sécurité ; son utilisation peut toutefois comporter des risques. En cas de problème, veuillez contacter votre représentant METTLER TOLEDO.

Lorsque vous utilisez votre instrument, veillez à bien suivre les instructions figurant dans ce manuel. Pour configurer un nouvel instrument, vous devez observer strictement les directives.

Si l'instrument n'est pas utilisé conformément au mode d'emploi, la protection afférente peut en être affectée ; METTLER TOLEDO ne saurait en aucun cas être tenu pour responsable.

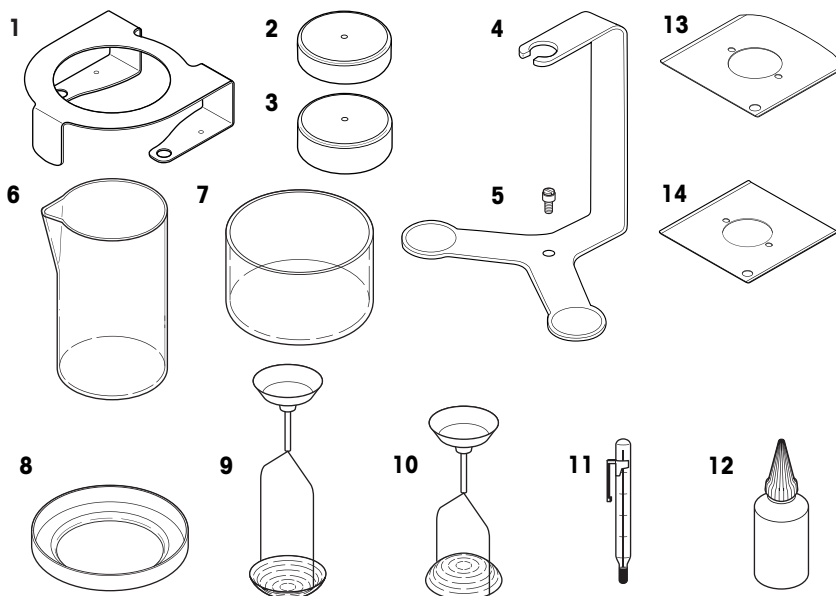
Sécurité du personnel

Il convient de lire et de comprendre le mode d'emploi avant d'utiliser le kit de détermination de la masse volumique. Conservez-le pour pouvoir vous y reporter ultérieurement.

Le kit de détermination de la masse volumique ne doit en aucun cas être transformé ni modifié. Utilisez uniquement les pièces détachées et accessoires originaux de METTLER TOLEDO.

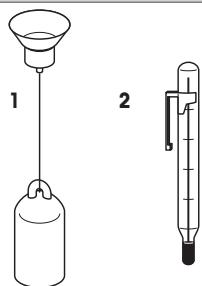
3 Installation et mise en fonctionnement

3.1 Équipement livré



No.	Désignation	Réf.	No.	Désignation	Réf.
1	Plateforme	-	8	Plateau	00238164
2	Petit poids de compensation, blanc pour 0,1 mg	-	9	Support pour solides non flottants	00238180
3	Grand poids de compensation, acier chromé pour 1 mg	-	10	Support pour solides flottants	00238181
4	Support	-	11	Thermomètre de précision avec support	00238767
5	Vis	-	12	Agent mouillant	00072409
6	Bêcher en verre Ø 60 mm	00238166	13	Plaque de fond pour balances XP/XPE	111315339
7	Bêcher en verre Ø 80 mm	00238167	14	Plaque de fond pour balances XS	11131611

3.2 Options recommandées

No.	Désignation	Réf.	
1	Plongeur 10 ml	00210260	
	Plongeur 10 ml, modèle certifié	00210672	
2	Thermomètre de précision, modèle certifié	11132685	

3.3 Préparation de la balance

Remarque pour les balances 0,1 mg et 1 mg

Pour les balances 0,1 mg, retirez le plateau de pesage et le pare-brise annulaire.

Pour les balances 1 mg, retirez le plateau de pesage et le porte-plateau.

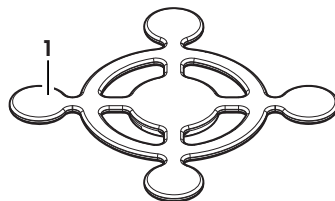
Remarque pour les balances sans pare-brise

Si votre balance n'est pas équipée d'un pare-brise, vous devez installer un pare-brise pour utiliser le kit de détermination de la masse volumique.

Remarque pour SmartPan

Si votre balance est équipée d'un SmartPan, vous devez remplacer la plaque de fond par la plaque livrée.

- 1 Retirez le plateau de pesage et le SmartPan (1).
- 2 Retirez la plaque de fond actuelle et installez une nouvelle plaque.



3.4 Assemblage du kit de détermination de la masse volumique

1 Remarque

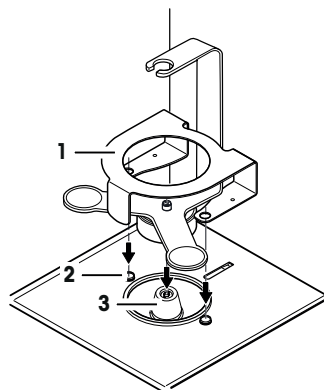
Pour les balances 0,1 mg, utilisez le petit poids de compensation, blanc.

Pour les balances 1 mg, utilisez le grand poids de compensation, acier chromé.

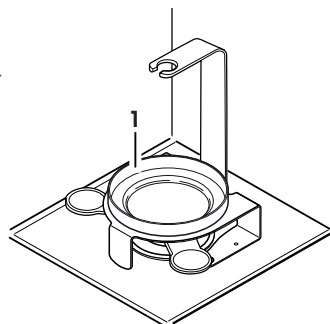
Vissez le support (1) sur le poids équilibreur (2). Vissez fermement.



- 2 Placez le support avec le poids de compensation sur le cône de pesée (3).
- 3 Placez la plateforme (1) sur la plaque de fond et clipsez-la sur les deux boutons de projection (2).
- 4 **Remarque**
Le support ne doit jamais toucher la plateforme !
Tournez le support pour qu'il soit aligné avec la plateforme.



- 5 Placez le plateau (1) sur la plateforme.
 - 6 Si la balance est éteinte, redémarrez-la.
- ⇒ Le kit de détermination de la masse volumique est prêt à être utilisé.



4 Fonctionnement

4.1 Principe de détermination de la masse volumique

La masse volumique ρ est le quotient entre la masse m et le volume V .

Selon le système international d'unités, la masse volumique est exprimée en kg/m^3 . Cependant, l'unité g/cm^3 est mieux adaptée aux applications de laboratoire.

La détermination de la masse volumique est souvent effectuée selon le principe d'Archimède qui est aussi utilisé avec ce kit de détermination de la masse volumique. Le principe dit que tout **corps solide plongé dans un fluide reçoit de la part de celui-ci une poussée verticale ascendante égale au poids du volume de fluide déplacé.**

La procédure de détermination de la masse volumique selon le principe d'Archimède est différente selon qu'il s'agit de déterminer la masse volumique d'un corps solide ou d'un liquide.

Masse volumique :

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

4.1.1 Détermination de la masse volumique des corps solides

La masse volumique d'un corps solide est déterminée à l'aide d'un liquide dont on connaît la masse volumique ρ_0 . L'eau ou l'éthanol sont généralement utilisés comme liquides auxiliaires. Le corps solide est pesé dans l'air (A), puis dans le liquide auxiliaire (B). La masse volumique ρ peut être calculée à partir des deux résultats de pesage.

Masse volumique :

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

Volume :

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

Légende	
ρ	Masse volumique des échantillons
A	Poids de l'échantillon dans l'air
B	Poids de l'échantillon dans le liquide auxiliaire
ρ_0	Masse volumique du liquide auxiliaire
ρ_L	Masse volumique de l'air (0,0012 g/cm ³)
α	Facteur de correction de la balance (0,99985). Il tient compte de la poussée d'Archimède du poids de calibrage.

4.1.2 Détermination de la masse volumique des corps liquides

La masse volumique d'un corps liquide est déterminée à l'aide d'un plongeur dont on connaît le volume. Le plongeur est pesé dans l'air, puis dans le corps liquide dont la masse volumique doit être déterminée. La masse volumique ρ peut être déterminée à partir des deux résultats de pesage.

Masse volumique :

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

Avec une balance électronique, il est possible de déterminer le poids du liquide déplacé P ($P = A - B$), et donc la poussée d'Archimède, ce qui simplifie la formule précédente.

Masse volumique simplifiée :

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

Légende	
ρ	Masse volumique du corps liquide
A	Poids du plongeur dans l'air
B	Poids du plongeur dans le corps liquide
V	Volume du plongeur
ρ_L	Masse volumique de l'air (0,0012 g/cm ³)
α	Facteur de correction de la balance (0,99985). Il tient compte de la poussée d'Archimède du poids de calibrage.
P	Poids du liquide déplacé ($P = A - B$)

4.2 Déterminez la masse volumique des corps solides

Pour améliorer la précision des résultats, prenez les mesures de précaution suivantes :

- L'effet de la température sur les liquides peut causer des changements de masse volumique de l'ordre de 0,1 à 1 % par °C. Pour obtenir des résultats précis, prenez toujours en compte la température du liquide auxiliaire.
- L'adhérence du liquide auxiliaire aux fils porteurs du panier entraîne une augmentation de poids apparente allant jusqu'à 3 mg. Si vous souhaitez la plus grande précision possible, utilisez quelques gouttes de l'agent mouillant fourni.
- Pour éviter les bulles d'air, prenez les mesures de précaution suivantes :
 - Utilisez l'agent mouillant fourni ou des liquides organiques. Ne tenez pas compte du changement de masse volumique dû à l'ajout d'agent mouillant.
 - Dégraissez les corps solides résistants aux solvants.
 - Nettoyez le panier à intervalles réguliers.
 - Bougez légèrement le panier lors de la première immersion pour déloger les éventuelles bulles d'air.
 - Enlevez avec une brosse fine les bulles d'air qui adhèrent.

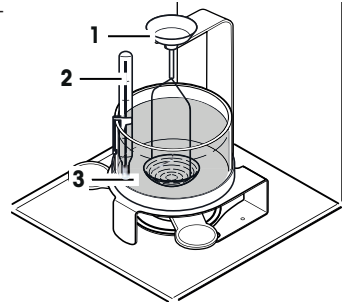
Attention

Portez toujours des gants lorsque vous touchez les éléments immergés dans le liquide.

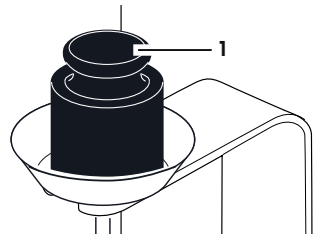
Remarque

Pour déterminer la masse volumique des corps solides, utilisez le bécher en verre le plus large \varnothing 80 mm.

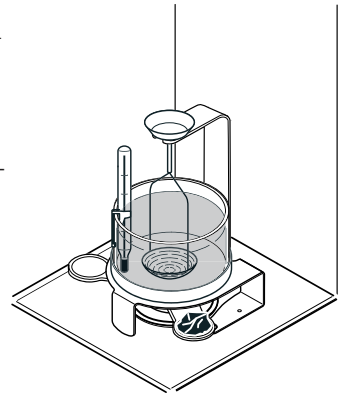
- 1 Fixez le thermomètre fourni (2) sur le bécher (3) et placez le bécher sur la plateforme.
- 2 Remplissez le bécher de liquide auxiliaire. Ajoutez assez de liquide pour être sûr que le corps solide soit recouvert par au moins 1 cm de liquide après immersion.
- 3 Accrochez un support approprié (1) sur le support. Pour savoir quel support utiliser, voir [Overview].

**4 Remarque pour les solides flottants**

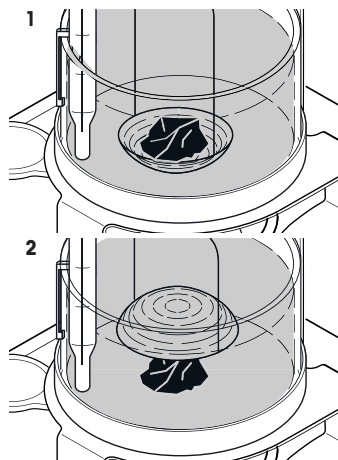
Si la poussée d'Archimède du solide est supérieure au poids du support, le support doit être pesé en plaçant un poids supplémentaire (1) sur le plateau de pesage supérieur du support. Assurez-vous qu'aucune bulle d'air n'adhère à la partie immergée du support. Retirez les bulles d'air en bougeant le support ou en utilisant une brosse fine.



- 5 Fermez les portes du pare-brise et tarez la balance.
- 6 Placez le corps solide sur l'un des deux plateaux (1) du support ou si le poids du solide est > 20 g, placez le solide dans le plateau en haut du support (2).
- 7 Attendez que la valeur à l'écran se stabilise et notez la valeur affichée (valeur « A » dans la formule).
- 8 Retirez le solide du plateau, fermez les portes du pare-brise et tarez la balance.



- 9 Placez le solide dans le support (1). Pour les solides flottants, placez le solide sous le support (2).
- 10 Assurez-vous qu'aucune bulle d'air n'adhère au solide. Retirez les éventuelles bulles d'air avec une brosse fine.
- 11 Attendez que la balance se soit stabilisée et notez la valeur affichée (valeur « B » dans la formule).
- 12 Déterminez la masse volumique ρ du solide selon la formule, voir [Détermination de la masse volumique des corps solides ▶ 35].



4.3 Déterminez la masse volumique des liquides

Pour éviter les bulles d'air, prenez les mesures de précaution suivantes :

- Utilisez l'agent mouillant fourni ou des liquides organiques. Ne tenez pas compte du changement de masse volumique dû à l'ajout d'agent mouillant.
- Dégraissez les corps solides résistants aux solvants.
- Nettoyez le plongeur à intervalles réguliers.
- Bougez légèrement le plongeur lors de la première immersion pour déloger les éventuelles bulles d'air.
- Enlevez avec une brosse fine les bulles d'air qui adhèrent.

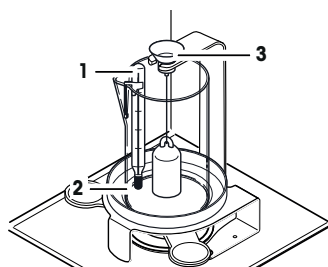
Attention

Portez toujours des gants lorsque vous touchez les éléments immergés dans le liquide.

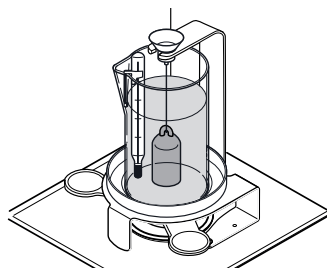
Remarque

Pour déterminer la masse volumique des corps liquides, utilisez le bécher en verre haut \varnothing 60 mm. Le plongeur en option doit être disponible.

- 1 Fixez le thermomètre fourni (1) sur le bécher (2) et placez le bécher sur la plateforme.
- 2 Accrochez le plongeur (3) sur le support et assurez-vous qu'il n'est pas en contact avec le bécher ou le thermomètre.
- 3 Tarez la balance.



- Remplissez le bécher avec le liquide dont vous voulez déterminer la masse volumique. Ajoutez assez de liquide pour être sûr que le plongeur soit recouvert par au moins 1 cm de liquide après immersion.
- Assurez-vous qu'aucune bulle d'air n'adhère à la partie immergée du support. Retirez les bulles d'air en bougeant le support ou en utilisant une brosse fine.
- Attendez que la valeur à l'écran se stabilise et notez la valeur affichée (valeur « P » dans la formule).
- Maintenant, déterminez la masse volumique ρ du liquide à la température relevée sur le thermomètre selon la formule, voir [Détermination de la masse volumique des corps liquides ▶ 35].



5 Caractéristiques techniques

	Câble du support	Câble du plongeur 10 ml
Matériau	Platine	Platine
Diamètre	0,6 mm	0,2 mm
Poussée d'Archimède dans un liquide de masse volumique 1	0,4 mg / 1 mm de profondeur d'immersion	0,3 mg / 10 mm de profondeur d'immersion

Plongeur 10 ml

- Correspond aux exigences de la réglementation allemande relative aux poids et mesures (EO 13-4, paragraphe 9.21).
- L'erreur maximale dans la détermination de la masse volumique de l'eau à une température de 20 °C est $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$.

5.1 Tableaux de masses volumiques

5.1.1 Tableau de masses volumiques pour l'eau distillée

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

5.1.2 Tableau de masses volumiques 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

Masse volumique du C₂H₅OH selon l'"American Institute of Physics Handbook".

1 Introduzione

Grazie per aver scelto un kit per la determinazione della densità METTLER TOLEDO.

Il kit per la determinazione della densità consente di determinare la densità di solidi e liquidi.

METTLER TOLEDO è un'azienda leader nella produzione e nella fornitura di bilance per l'industria e il laboratorio, nonché di strumenti analitici. L'azienda dispone di una rete di assistenza globale con supporto locale per assistere i clienti in tutte le fasi del ciclo di vita dello strumento, dall'acquisto alla manutenzione, avvalendosi di tecnici specializzati.

La bilancia è conforme agli standard e alle direttive vigenti e soddisfa i requisiti, le tecniche e i protocolli di lavoro, come richiesto da tutti i sistemi internazionali di garanzia della qualità, ad esempio il GLP (Good Laboratory Practice) e il GMP (Good Manufacturing Practice). Inoltre dispone di una dichiarazione CE di conformità e METTLER TOLEDO, in qualità di produttore, è certificato secondo ISO 9001 e ISO 14001. Questo vi dà la certezza che il vostro investimento è assicurato nel lungo termine da un prodotto di alta qualità e un pacchetto di servizi di assistenza completo (riparazioni, manutenzione, assistenza, servizio di taratura).

Uso di questo documento

Il presente documento spiega come usare il kit per la determinazione della densità e indica la procedura per la determinazione manuale.

Per informazioni su come utilizzare la bilancia, consultare le istruzioni d'uso della stessa. Le presenti istruzioni d'uso includono anche indicazioni relative al **software per la determinazione della densità**.

Per ulteriori informazioni

► www.mt.com/lab-accessories

► www.mt.com/xpe-precision

2 Informazioni sulla sicurezza

2.1 Spiegazione dei segnali di avvertimento e dei simboli

Le disposizioni di sicurezza sono indicate con termini o simboli di avvertimento e contengono avvertenze e informazioni sulla sicurezza. Ignorare le disposizioni di sicurezza può portare a lesioni personali, danni allo strumento, malfunzionamenti o risultati errati.

Parole di avvertimento

Attenzione	(senza simbolo) per informazioni importanti sul prodotto.
Avviso	(senza simbolo) per informazioni utili sul prodotto.

Segnali di obbligo



Obbligo di indossare i guanti

2.2 Informazioni sulla sicurezza del prodotto

Utilizzo previsto

Il kit per la determinazione della densità è utilizzato per determinare la densità di solidi e liquidi. Usare il kit per la determinazione della densità esclusivamente per lo scopo previsto. Qualsiasi utilizzo o funzionamento diverso da quelli chiaramente indicati nelle specifiche tecniche e non espressamente consentito previo consenso scritto di Mettler-Toledo AG è da considerarsi diverso dallo "scopo previsto".



Non è consentito l'utilizzo dello strumento in atmosfere esplosive in presenza di gas, vapore, nebbia, polvere e polvere infiammabile (aree a rischio di esplosione)

Informazioni generali sulla sicurezza

Il presente kit per la determinazione della densità soddisfa gli standard attuali del settore e le normative di sicurezza riconosciute; tuttavia, il suo utilizzo può comportare dei rischi. In caso di problemi, contattare un esperto METTLER TOLEDO.

Utilizzare lo strumento sempre e solo in conformità alle istruzioni contenute nel presente manuale. Le istruzioni per la configurazione del vostro nuovo strumento devono essere rigorosamente rispettate.

Se lo strumento non viene utilizzato secondo le istruzioni d'uso, la sicurezza dello stesso può essere compromessa e METTLER TOLEDO non si assumerà alcuna responsabilità.

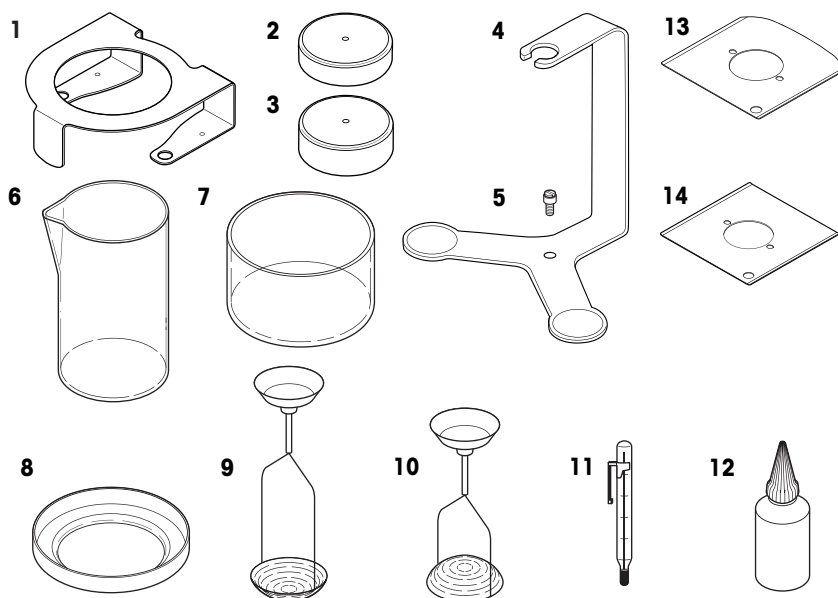
Sicurezza del personale

Prima di utilizzare il kit per la determinazione della densità, è necessario aver letto e compreso le istruzioni d'uso. Conservare le presenti istruzioni d'uso per poterle consultare in futuro.

È vietato alterare o modificare il kit per la determinazione della densità in qualsiasi modo. Utilizzare esclusivamente pezzi di ricambio e accessori METTLER TOLEDO.


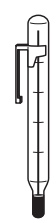
3 Installazione e messa in funzione

3.1 Contenuto della fornitura



N.	Designazione	N. seriale	N.	Designazione	N. seriale
1	Piattaforma	-	8	Piatto	00238164
2	Peso di compensazione piccolo, bianco, 0,1 mg	-	9	Supporto per solidi non galleggianti	00238180
3	Peso di compensazione grande, in acciaio cromato, 1 mg	-	10	Supporto per solidi galleggianti	00238181
4	Staffa	-	11	Termometro di precisione con supporto	00238767
5	Vite	-	12	Agente umidificante	00072409
6	Becher in vetro Ø 60 mm	00238166	13	Piastra inferiore per bilance XP/XPE	111315339
7	Becher in vetro Ø 80 mm	00238167	14	Piastra inferiore per bilance XS	11131611

3.2 Opzioni consigliate

N.	Designazione	N. seriale	
1	Zavorra 10 ml	00210260	
	Zavorra 10 ml, modello certificato	00210672	
2	Termometro di precisione, modello certificato	11132685	

3.3 Preparazione della bilancia

Avviso per bilance da 0,1 mg e 1 mg

Per bilance da 0,1 mg, rimuovere il piatto di pesata e il paravento.

Per bilance da 1 mg, rimuovere il piatto di pesata e il relativo supporto.

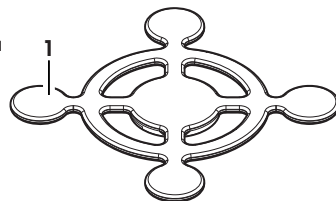
Avviso per bilance senza paravento

Se la bilancia non è dotata di un paravento, è necessario installarne uno per utilizzare il kit per la determinazione della densità.

Avviso per SmartPan

Se la bilancia è dotata di uno SmartPan, è necessario sostituire la piastra inferiore con quella fornita.

- 1 Rimuovere il piatto di pesata e lo SmartPan (1).
- 2 Rimuovere la piastra inferiore in uso e installare la nuova piastra inferiore.



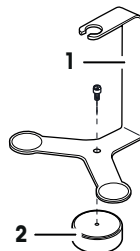
3.4 Montaggio del kit per la determinazione della densità

1 Avviso

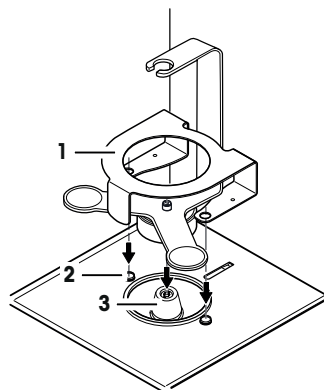
Per bilance da 0,1 mg, utilizzare il peso di compensazione piccolo, bianco.

Per bilance da 1 mg, utilizzare il peso di compensazione grande, in acciaio cromato.

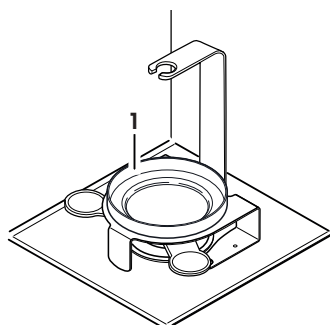
Fissare la staffa (1) sul lato superiore del peso di compensazione (2). Serrare saldamente la vite.



- 2 Posizionare la staffa con il peso di compensazione sul cono di pesata (3).
- 3 Posizionare la piattaforma (1) sulla piastra inferiore e premerla per fissarla ai due perni (2).
- 4 **Avviso**
La staffa non deve toccare la piattaforma per nessun motivo!
Girare la staffa per allinearla alla piattaforma.



- 5 Collocare il piatto (1) sulla piattaforma.
 - 6 Se la bilancia era spenta, accenderla di nuovo.
- ⇒ il kit per la determinazione della densità è pronto per l'uso.



4 Funzionamento

4.1 Principio di determinazione della densità

La densità ρ è il quoziente fra la massa m e il volume V .

Il sistema internazionale di unità di misura indica kg/m^3 come l'unità di misura della densità. L'unità di misura g/cm^3 è comunque più idonea all'uso in laboratorio.

La determinazione della densità viene spesso effettuata secondo il principio di Archimede, usato anche nel kit di determinazione della densità. Secondo tale principio, **un corpo immerso in un fluido perde apparentemente peso in quantità uguale al peso del fluido che sposta.**

La procedura per la determinazione della densità secondo il principio di Archimede è diversa a seconda che si debba determinare la densità di solidi o liquidi.

4.1.1 Determinazione della densità di corpi solidi

La densità di un solido viene determinata con l'ausilio di un liquido la cui densità ρ_0 è nota. Solitamente come liquidi ausiliari si usano acqua o etanolo. Il solido è pesato in aria (A) e poi nel liquido ausiliario (B). La densità ρ può essere calcolata a partire dai due risultati di pesata.

Densità:

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

Densità:

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

Volume:

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

Legenda	
ρ	Densità dei campioni
A	Peso del campione in aria
B	Peso del campione nel liquido ausiliario
ρ_0	Densità del liquido ausiliario
ρ_L	Densità dell'aria (0,0012 g/cm ³)
α	Fattore di correzione della bilancia (0,99985). Tiene conto della spinta statica del peso di regolazione.

4.1.2 Determinazione della densità dei liquidi

La densità di un liquido viene determinata con l'ausilio di una zavorra il cui volume è noto. La zavorra viene pesata prima in aria e successivamente nel liquido del quale si deve determinare la densità. La densità ρ può essere determinata a partire dai due risultati di pesata.

Una bilancia elettronica consente di determinare il peso del liquido spostato P ($P = A - B$) e la spinta ascensionale, e quindi di semplificare la formula di cui sopra.

Densità:

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

Densità semplificata:

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

Legenda	
ρ	Densità del liquido
A	Peso della zavorra in aria
B	Peso della zavorra nel liquido
V	Volume della zavorra
ρ_L	Densità dell'aria (0,0012 g/cm ³)
α	Fattore di correzione della bilancia (0,99985). Tiene conto della spinta statica del peso di regolazione.
P	Peso del liquido spostato ($P = A - B$)

4.2 Permette di determinare la densità dei solidi

Per migliorare l'accuratezza del risultato, tenere conto delle seguenti misure precauzionali:

- L'effetto della temperatura sui liquidi può causare variazioni di densità con ordine di grandezza che vanno dallo 0,1 all'1 % per °C. Per ottenere risultati accurati, tenere conto della temperatura del liquido ausiliario in tutte le determinazioni della densità.
- A causa dell'adesione del liquido ausiliario ai fili di sostegno del cestino, viene generato un aumento apparente di peso che può arrivare fino a 3 mg. Per misure altamente accurate, utilizzare qualche goccia dell'agente umidificante consegnato insieme all'accessorio.
- Per l'eliminazione delle bolle d'aria, tenere conto delle seguenti misure precauzionali:
 - Utilizzare gli agenti umidificanti forniti in dotazione o dei liquidi organici. La variazione di densità dovuta all'aggiunta di agenti umidificanti è trascurabile.
 - Sgrassare i solidi resistenti ai solventi.
 - Pulire il cestino a intervalli regolari.
 - All'atto della prima immersione, scuotere leggermente il cestino per staccare eventuali bolle d'aria.
 - Asportare le bolle d'aria aderenti con un pennellino.

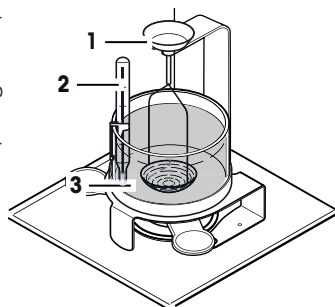
Attenzione

Indossare sempre guanti protettivi durante la manipolazione delle parti immerse nel liquido.

Avviso

Per la determinazione della densità di solidi, utilizzare il becher più largo in vetro di \varnothing 80 mm.

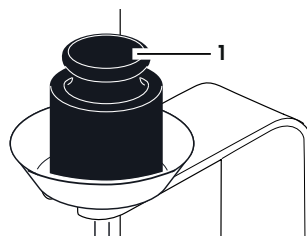
- 1 Fissare il termometro fornito (2) sul bordo del becher (3) e posizionare il becher sulla piattaforma.
- 2 Riempire il becher con il liquido ausiliario. Aggiungere liquido a sufficienza affinché il solido ne sia coperto di almeno 1 cm dopo l'immersione.
- 3 Fissare il supporto adeguato (1) alla staffa. Per ulteriori informazioni sulla scelta del supporto adatto, **consultare** la [Overview].



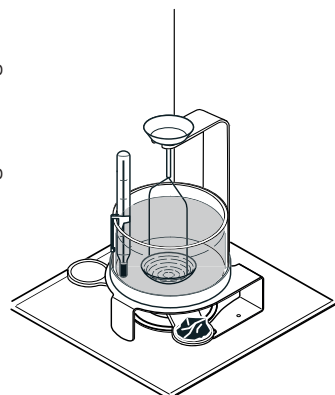
4 **Avviso per solidi galleggianti**

Se la spinta del solido è superiore al peso del supporto, pesare quest'ultimo collocando un peso supplementare (1) sul piatto di pesata superiore della staffa.

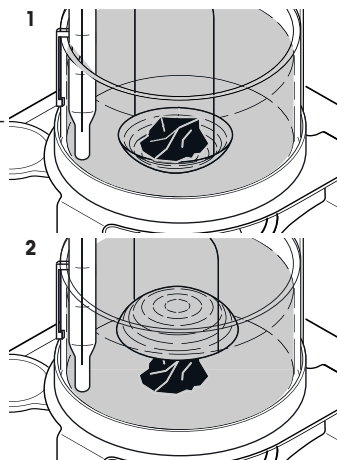
Assicurarsi che non vi siano bolle d'aria aderenti alla parte immersa del supporto. Asportare le bolle d'aria scuotendo il supporto o utilizzando un pennellino.



- 5 Chiudere gli sportelli del paravento e azzerare la bilancia.
- 6 Posizionare il solido in uno dei due piatti di pesata (1) della staffa oppure, se il peso del solido è >20 g, posizionare il solido sul piatto nel lato superiore del supporto (2).
- 7 Attendere finché il valore indicato sul display non è stabile e annotare il valore visualizzato (valore "A" della formula).
- 8 Rimuovere il solido dal piatto, chiudere gli sportelli del paravento e azzerare la bilancia.



- 9 Posizionare il solido nel supporto (1). Per solidi galleggianti, posizionare il solido sotto il supporto (2).
- 10 Assicurarsi che non vi siano bolle d'aria aderenti alla superficie del solido. Asportare le bolle d'aria con un pennellino.
- 11 Attendere finché l'indicazione della bilancia non è stabile e annotare il valore visualizzato (valore "B" della formula).
- 12 Determinare la densità ρ del solido secondo la formula: **vedere** [Determinazione della densità di corpi solidi ► 43].



4.3 Determinare la densità dei liquidi

Per l'eliminazione delle bolle d'aria, tenere conto delle seguenti misure precauzionali:

- Utilizzare gli agenti umidificanti forniti in dotazione o dei liquidi organici. La variazione di densità dovuta all'aggiunta di agenti umidificanti è trascurabile.
- Sgrassare i solidi resistenti ai solventi.
- Pulire la zavorra a intervalli regolari.
- All'atto della prima immersione, scuotere leggermente la zavorra per staccare eventuali bolle d'aria.
- Asportare le bolle d'aria aderenti con un pennellino.

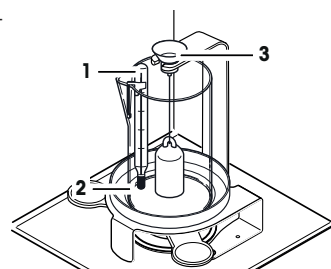
Attenzione

Indossare sempre guanti protettivi durante la manipolazione delle parti immerse nel liquido.

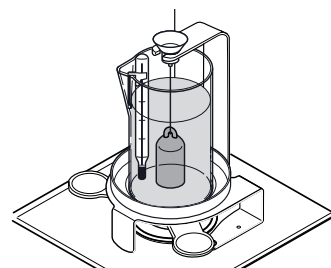
Avviso

Per la determinazione della densità di liquidi, utilizzare il becher più alto in vetro di \varnothing 60 mm. Deve essere disponibile anche la zavorra opzionale.

- 1 Fissare il termometro fornito (1) sul bordo del becher (2) e posizionare il becher sulla piattaforma.
- 2 Fissare la zavorra (3) alla staffa e assicurarsi che non tocchi né il becher né il termometro.
- 3 Tarare la bilancia.



- 4 Riempire il becher con il liquido di cui si vuole determinare la densità. Aggiungere liquido a sufficienza affinché la zavorra ne sia coperta di almeno 1 cm dopo l'immersione.
- 5 Assicurarsi che non vi siano bolle d'aria aderenti alla parte immersa del supporto. Asportare le bolle d'aria scuotendo il supporto o utilizzando un pennellino.
- 6 Attendere finché il valore indicato sul display non è stabile e annotare il valore visualizzato (valore "P" della formula).
- 7 Ora determinare la densità ρ del liquido alla temperatura indicata dal termometro secondo la formula: **vedere** [Determinazione della densità dei liquidi ► 44].



5 Dati tecnici

	Cavo del supporto	Cavo della zavorra 10 ml
Materiale	Platino	Platino
Diametro:	0,6 mm	0,2 mm
Spinta statica in un liquido con densità 1	Profondità di immersione 0,4 mg/1 mm	Profondità di immersione 0,3 mg/10 mm

Zavorra 10 ml

- Soddisfa le prescrizioni delle norme tedesche su pesi e misure (EO 13-4, paragrafo 9.21).
- L'errore massimo possibile nella determinazione della densità dell'acqua a una temperatura pari a 20 °C è $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$.

5.1 Tabelle della densità

5.1.1 Tabella densità per l'acqua distillata

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

5.1.2 Tabella 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

Densità di C₂H₅OH secondo l'"American Institute of Physics Handbook".

1 はじめに

このたびはメトラー・トレド密度測定キットをご購入いただきありがとうございます。

密度測定キットにより、固体と液体の密度を測定することができます。

メトラー・トレドは、ラボ用・産業用天びんや分析測定機器のリーディングカンパニーです。全世界に展開するカスタマーサービス・ネットワークと、高度な訓練を受けたスタッフを通じて、アクセサリの選択を支援するとともに、天びんの最適な使用について助言を行います。

天びんは、最新の基準・指令に準拠しています。GLP (Good Laboratory Practice)、GMP (Good Manufacturing Practice) など、国際的な品質保証システムが指定する要件、作業技術およびプロトコルなどをサポートしています。天びんは CE (欧州共同体) 規格適合宣言書を取得しています。メトラー・トレド社は、メーカーとして ISO 9001 および ISO 14001 の認定証を受けています。すなわち、高品質な製品と包括的なサービスパッケージ (修理、メンテナンス、点検、調整点検) によって、ユーザーの投資が長期的に保護されることを意味します。

本取扱説明書の使用について

本書は密度測定キットの使用方法に関する取扱説明書であり、手作業で密度を測定する手順について記載しています。

天びんの操作に関する情報は、天びんに付属の取扱説明書をご覧ください。取扱説明書には、**密度測定ソフトウェア**に関する説明も記載されています。

詳細内容については以下のサイトを参照

▶ www.mt.com/lab-accessories

▶ www.mt.com/xpe-precision

2 安全性について

2.1 警告や記号の説明

安全注意事項は注意喚起の表示および警告記号で示され、安全上の問題に関する警告と情報を含みます。安全上の注意を無視すると、機器の損傷、故障および誤りのある測定結果や人身傷害につながる可能性があります。

警告ワード

重要事項 (記号なし)
製品に関する重要な注意事項。

備考 (記号なし)
製品についての役立つ情報。

必須であることの表示



手袋の着用が必須

2.2 製品安全性情報

使用目的

密度測定キットにより、固体と液体の密度を測定することができます。これ以外の用途に密度測定キットを使用しないでください。メトラー・トレド AG の文書による事前の同意を伴わない、技術的な機能の制限を超えた使用はすべて、用途外とみなされます。



ガス、蒸気、霧、埃、および可燃性を持つ埃を伴う、爆発の危険がある環境 (危険場所) でのこの機器の使用は禁止されています。

安全性に関する一般的情報

本密度測定キットは、最新の業界基準と、広く認知を受けた安全規則に準拠しています。しかし、使用にあたって危険がないわけではありません。問題が生じたときは、メトラー・トレドの代理店にお問い合わせください。

機器を使用する際は必ずこの取扱説明書の指示に従ってください。新しい機器を設定する際の指示には、厳密に従う必要があります。

機器を取扱説明書に従わないで使用すると、機器の安全性が損なわれる恐れがありますが、これに関してメトラー・トレドは一切責任を負いません。

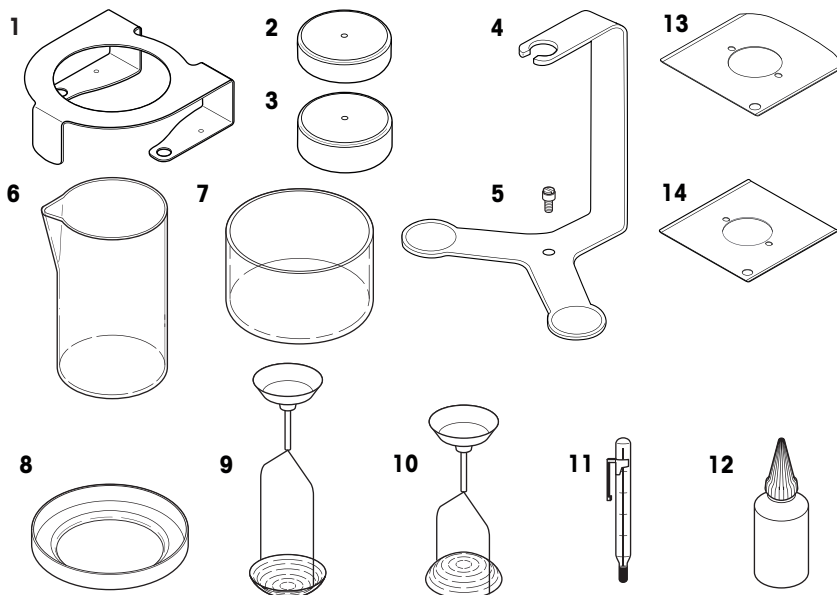
作業者の安全

密度測定キットを使用する前に、取扱説明書を良く読んで、その内容を理解してください。取扱説明書は必要な場合に参照できるように、保管してください。

密度測定キットの改造、変更は絶対におやめください。当社のスペアパーツやアクセサリだけを使用してください。

3 設置と操作

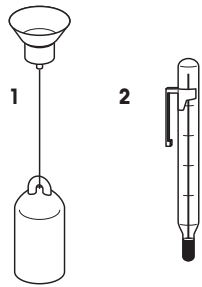
3.1 標準付属品



番号	表示	部品番号	番号	表示	部品番号
1	プラットフォーム	-	8	計量皿	00238164
2	重量補償用ウェイト (小、白色、0.1 mg用)	-	9	非浮遊固体用ホルダー	00238180

番号	表示	部品番号	番号	表示	部品番号
3	重量補償用ウェイト（大、クロームスチール、1 mg用）	-	10	浮遊固体用ホルダー	00238181
4	ブラケット	-	11	ホルダー付き精密温度計	00238767
5	ネジ	-	12	湿潤剤	00072409
6	ガラス製ビーカー ̢ 60 mm	00238166	13	XP/XPE天びん用ボトムプレート	111315339
7	ガラス製ビーカー ̢ 80 mm	00238167	14	XS天びん用ボトムプレート	11131611

3.2 推奨オプション

番号	表示	部品番号	
1	シンカー 10 ml	00210260	
	シンカー 10 ml、証明書付きモデル	00210672	
2	精密温度計、証明書付きモデル	11132685	

3.3 天びんの準備

備考 0.1 mg および 1 mg天びんに関して

0.1 mg天びんの場合、計量皿と風防エレメントを取り外します。

1 mg天びんの場合、計量皿と計量皿サポートを取り外します。

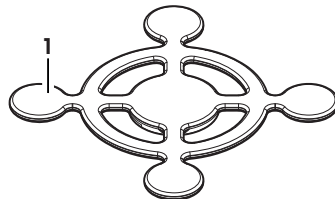
備考 風防なし天びんに関して

風防なし天びんの場合、密度測定キットを使用するには風防を取り付ける必要があります。

備考 SmartPanに関して

天びんがSmartPanを装備している場合、ボトムプレートを納品物のものに交換する必要があります。

- 1 計量皿とSmartPan (1)を取り外します。
- 2 現在付いているボトムプレートを取り外して、新しいボトムプレートを取り付けます。



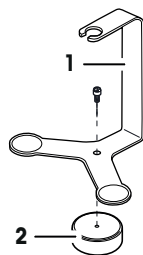
3.4 密度測定キットの組み立て

1 備考

0.1 mg 天びんの場合、重量補償用ウェイト（小、白色）を使用してください。

1 mg 天びんの場合、重量補償用ウェイト（大、クロームスチール）を使用してください。

重量補償用ウェイト(2)の上部にブラケット(1)をネジ止めします。ネジをしっかりと締め付けます。



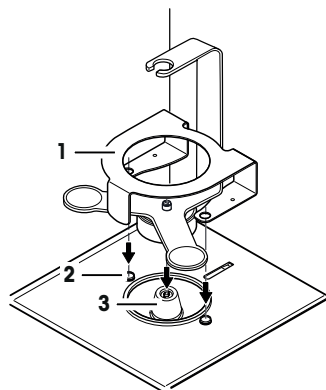
2 ブラケットを重量補償用ウェイトと共に計量コーン(3)に載せます。

3 プラットフォーム(1)をボトムプレートに置いて、それを2箇所あるプロジェクティングノブ(2)にはめ込みます。

4 備考

どんな場合でもブラケットがプラットフォームの内側に触れないようにしてください。

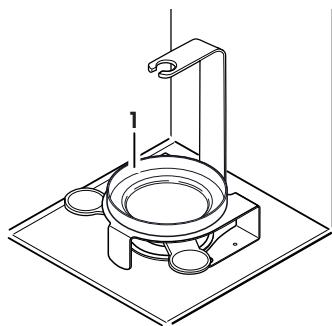
プラットフォームと合うようにブラケットを回します。



5 皿(1)をプラットフォームに載せます。

6 天びんがオフにされている場合、天びんをリスタートします。

⇒ 密度測定キットは使用できる状態になります。



4 操作

4.1 密度測定の方法

密度 ρ は、質量 m を体積 V で割った値です。

密度：

国際単位系では、密度の単位に kg/m^3 を指定しています。ただし、単位 g/cm^3 が実験室での目的により適しています。

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

密度測定キットを利用する密度測定では、アルキメデスの原理が使われます。この原理は、**流体の中にあるすべての物体には、物体が押しつけた部分の流体の重さに等しい浮力が働く**というものです。

測定手順に違いはありますがアルキメデスの原理を使用し、固体または液体の密度を測定することが可能です。

4.1.1 固体の密度測定

固体の密度は、密度 ρ_0 が既知の液体を使用して測定します。通常は水やエタノールが置換液として使用されます。固体の重量を大気中で測定 (A) した後、置換液中で測定 (B) します。密度 ρ は、この2つの計量結果から算出できます。

密度：

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

体積：

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

記号説明	
ρ	サンプルの密度
A	大気中のサンプルの重量
B	置換液中のサンプルの重量
ρ_0	置換液の密度
ρ_L	大気中の密度 (0.0012 g/cm^3)
α	天びん補正係数 (0.99985)。この補正係数は、調整分銅に及ぼす大気浮力を考慮しています。

4.1.2 液体の密度測定

液体の密度は、体積が分かっているシンカーを使用して測定します。空気中でシンカーの重量を測定してから、密度を測定する液体の中でシンカーを計量します。密度 ρ は、この2つの計量結果から測定できます。

密度：

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

電子天びんを使用すると、押しつけられた液体の重量 P ($P = A - B$) および浮力を測定できます。このとき、前述の計算式は簡略化できます。

密度 (簡略化)：

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

記号説明	
ρ	液体の比重
A	大気中でのシンカーの重量
B	液体中でのシンカーの重量
V	シンカーの体積
ρ_L	大気の密度 (0.0012 g/cm ³)
α	天びん補正係数 (0.99985)。この補正係数は、調整分銅に及ぼす大気浮力を考慮しています。
P	押しのけられた液体の重量 (P = A - B)

4.2 固体の密度測定

結果の正確性を向上させるには、以下の予防措置を考慮に入れるようにしてください：

- 液体の温度による影響は、1°C当たり 0.1 ~ 1 ‰のオーダーで密度の変化を引き起こします。正確な結果を得るには、すべての密度測定において置換液の温度を常に考慮する必要があります。
- バスケットを釣っているステンレスワイヤーに対して最大3 mgの表面張力が発生します。できるだけ高い精度が必要な場合は、付属の潤滑剤を数滴使用してください。
- 気泡を回避するには、以下の予防措置を考慮に入れてください。
 - 付属の潤滑剤または有機液体をお使いください。潤滑剤に追加による密度変化は無視できません。
 - 耐溶剤性の固体を脱脂します。
 - 定期的にバスケットを洗浄します。
 - 最初に沈める際にバスケットを軽く動かして、気泡を取り除きます。
 - 付着している気泡は目の細かいブラシで落とします。

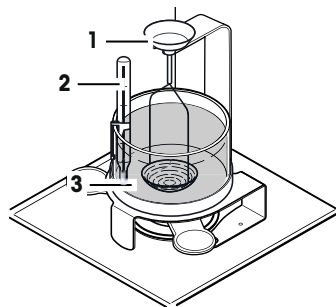
注意

液体に浸漬される部品に触れる際は、常に手袋を着用してください。

備考

固体の密度測定には、口の広いガラス製ビーカー (ø 80 mm) を使用してください。

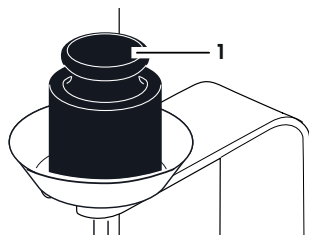
- 1 付属の温度計(2)をビーカー(3)に取り付けて、ビーカーをプラットフォームに載せます。
- 2 置換液をビーカーに充填します。固体が1 cm以上浸かるように十分な量の置換液を追加します。
- 3 適切なホルダー(1)をブラケットに吊ります。使用するホルダーに関する情報については、[Overview]をご参照ください。



4 備考 浮遊固体に関して

固体の浮力がホルダーの重量を超える場合、ブラケットの計量皿上部に追加のウェイト(1)を置く必要があります。

ホルダーの浸漬部分に気泡が付着していないことを確認してください。ホルダーを動かすことで、あるいは目の細かいブラシで気泡を落とします。

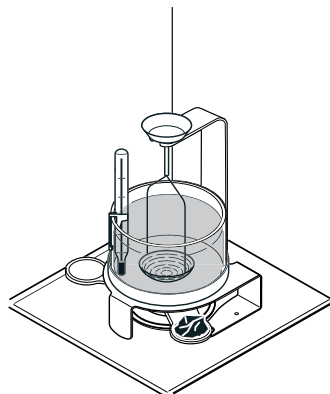


5 風防ドアを開けて風袋引きをします。

6 ブラケットの2つの計量皿(1)のどちらかに固体を載せるか、あるいは、固体の重量が > 20 g である場合、ホルダー(2)の上部にある計量皿に固体を載せます。

7 ディスプレイの値が安定するまで待ち、表示された値(計算式の値“A”)を記録します。

8 計量皿から固体を取り出し、風防ドアを閉めて風袋引きをします。

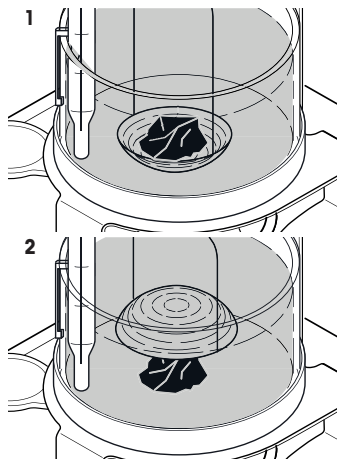


9 固体をホルダー(1)に載せます。浮遊固体の場合、ホルダー(2)の下に固体を置きます。

10 固体に気泡が付着していないことを確認してください。気泡は目の細かいブラシで落とします。

11 天びんが安定した状態になるまで待ち、表示された値(計算式の値“B”)を記録します。

12 計算式に基づいて固体の密度 ρ を測定します。[固体の密度測定 ▶ 53]をご参照ください。



4.3 液体の密度測定

気泡を回避するには、以下の予防措置を考慮に入れてください。

- 付属の湿潤剤または有機液体をお使いください。湿潤剤に追加による密度変化は無視できます。
- 耐溶剤性の固体を脱脂します。
- 定期的にシンカーを洗浄します。
- 最初に沈める際にシンカーを軽く動かして、気泡を取り除きます。
- 付着している気泡は目の細かいブラシで落とします。

注意

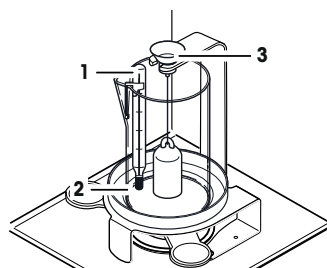
液体に浸漬される部品に触れる際は、常に手袋を着用してください。

備考

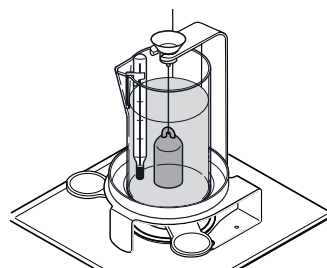
液体の密度測定には、背が高いガラス製ビーカー (ø 60 mm) を使用してください。

オプションのシンカーを用意する必要があります。

- 1 付属の温度計(1)をビーカー(2)に取り付けて、ビーカーをプラットフォームに載せます。
- 2 シンカー(3)をブラケットに吊り下げて、ビーカーや温度計に触れないようにします。
- 3 天びんの風袋引きを行います。



- 4 密度を測定する液体をビーカーに充填します。シンカーが1 cm以上浸かるように十分な量の置換液を追加します。
- 5 ホルダーの浸漬部分に気泡が付着していないことを確認してください。ホルダーを動かすことで、あるいは目の細かいブラシで気泡を落とします。
- 6 ディスプレイの値が安定するまで待ち、表示された値 (計算式の値"P") を記録します。
- 7 計算式に基づいて、温度計の読み取り温度における液体の密度 ρ を測定します。[液体の密度測定 ▶ 53]をご参照ください。



5 技術データ

	ホルダーのワイヤー	シンカー10 mlのワイヤー
材料	プラチナ	プラチナ
直径	0.6 mm	0.2 mm
密度が1のときの浮力	0.4 mg / 1 mm 浸漬深度	0.3 mg / 10 mm 浸漬深度

シンカー 10 ml

- ドイツの重量および測定に関する法令 (E0 13-4、パラグラフ 9.21)の要件に対応しています。
- 20 °Cにおける水の比重測定の最大誤差は $\pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$ です。

5.1 比重表

5.1.1 蒸留水の比重表

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

5.1.2 エタノールの比重表

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

*米国物理学会ハンドブック*に基づくC₂H₅OHの密度。

1 简介

感谢您选择梅特勒-托利多密度测定套件。

您可以通过这个密度测定套件测量固体和液体的密度。

梅特勒-托利多是领先全球的实验室和生产使用的天平以及分析测量仪器的制造商。在全球设有始终可用的客户服务网络，该网络由训练有素的员工组成，意在帮助选择附件或就天平的最佳使用方法提供建议。

此天平符合现行标准和指示。它支持所有国际质量保证体系规定的要求、工作技术和操作规范，例如，GLP（良好实验室规范）、GMP（良好生产管理规范）。此天平获得了 CE 一致性声明，而其制造商梅特勒-托利多通过了 ISO 9001 和 ISO 14001 认证。这确保您的资本投入可获得长期优异产品质量和全方位服务（修理、维护、维修、校准服务）的保证。

本文件的使用

本文件解释如何使用密度测定套件。它描述了手动执行密度测定的过程。

如果您需要了解有关天平操作的信息，请参见天平的操作说明书。这些操作说明还包括密度测定软件的使用说明。

查找更多信息

► www.mt.com/lab-accessories

► www.mt.com/xpe-precision

2 安全信息

2.1 警告与符号说明

安全说明使用提示语与警告符号标注，其中包含关于安全问题的警告与信息。忽视安全说明有可能造成人员受伤、仪器损坏、故障与错误结果。

提示语

注意事项 (无符号)
用于产品的重要信息。

注意 (无符号)
用于产品的有用信息。

强制性符号



必须戴手套

2.2 产品安全信息

预期用途

您的密度测定套件是做测量固体和液体的密度使用。请仅将密度测定套件用于该用途。未经 Mettler-Toledo AG 书面许可，技术规格范围以外的其他任何使用和操作方式均视为非目标用途。



请勿在危险环境下使用本仪器（例如：周围环境的空气中含有气体，水蒸汽，烟雾，易燃灰尘等易爆燃物质。）

一般安全信息

此密度测定套件符合现行的行业标准和公认的安全规定；但是，使用时还是会造成危害。倘若有任何问题，请与梅特勒-托利多代表联系。

操作和使用仪器时，务必遵照本手册所包含的说明。必须严格遵守新仪器的设置说明。

梅特勒-托利多公司对由于未按照说明书操作而导致仪器保修期内保修资格失效的后果，概不负责。

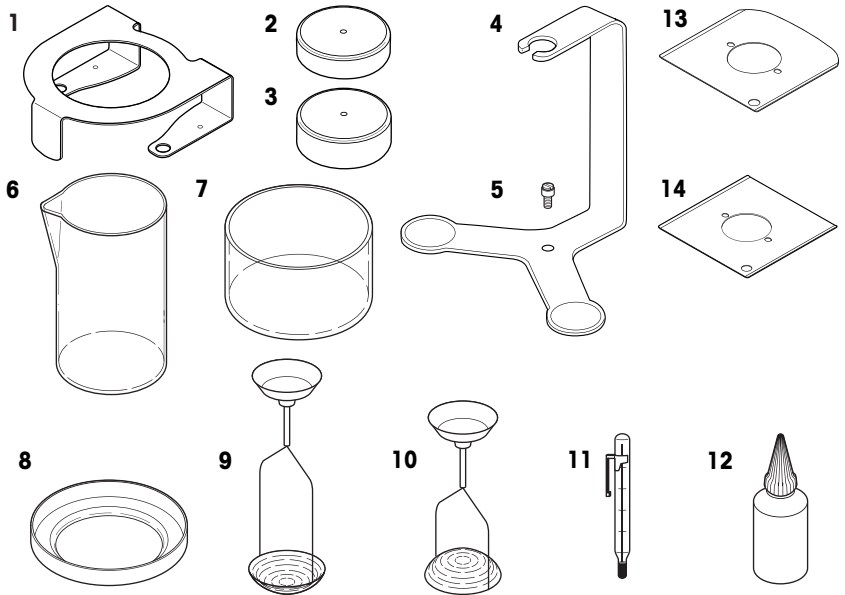
人员安全

使用密度测定套件前，必须阅读并了解操作说明书。请务必保留操作说明书，以供今后参考。

禁止以任何方式更改或修改密度测定套件。只能使用梅特勒-托利多原装的配件和附件。


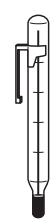
3 安装与操作

3.1 标准配置



No.	名称	订货号	No.	名称	订货号
1	平台	-	8	秤盘（衡量盘）	00238164
2	补偿砝码小号，白色 0.1 mg	-	9	飞流动固体小组的负责人	00238180
3	大号补偿砝码，铬钢，用于 1mg	-	10	非流动固体容器	00238181
4	固定支架	-	11	容器带有精密温度计	00238767
5	螺丝	-	12	增湿剂	00072409
6	玻璃烧杯 \varnothing 60 mm	00238166	13	用于 XP/XPE 天平的底盘	111315339
7	玻璃烧杯 \varnothing 80 mm	00238167	14	用于 XS 天平的底盘	11131611

3.2 推荐的选件

No.	名称	订货号	
1	液体密度测量块 10 ml	00210260	
	液体密度测量块 10 ml, 认证型号	00210672	
2	精密温度计, 认证模型	11132685	

3.3 准备天平

注意 适用于 0.1 mg 和 1 mg 天平

对于 0.1 mg 天平, 拆下秤盘和防风罩。

对于 1 mg 天平, 拆下秤盘和秤盘支架。

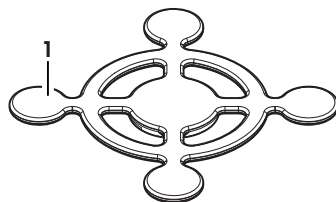
注意 用于不带防风罩的天平

如果您的天平没有防风罩的话, 您必须安装一个, 以便使用密度测定组件。

注意 用于 SmartPan

如果您的天平装有 SmartPan, 您需要把底盘更换成产品附带的底盘。

- 1 拆下秤盘和 SmartPan (1)
- 2 拆下当前的底盘并安装新的底盘。



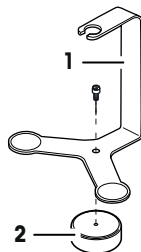
3.4 密度测定套件

1 **注意**

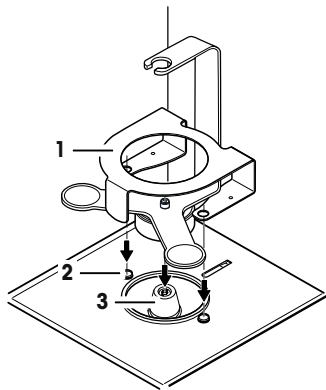
对于 0.1 mg 天平, 使用白色、小号的补偿砝码。

对于 1 mg 天平, 使用大号铬钢补偿砝码。

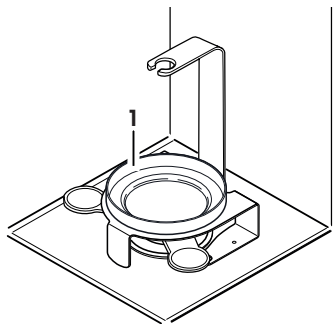
用螺丝将支架 (1) 固定在补偿砝码 (2) 上面。拧紧螺丝。



- 2 将固定支架与补偿砝码放在称量圆锥体上 (3)。
- 3 将秤台 (1) 装在底盘上, 并把它卡在这两个突起上 (2)。
- 4 **注意**
在任何情况下, 固定支架都不得与秤台接触!
旋转固定支架, 使其与秤台对齐。



- 5 将秤盘 (衡量盘) (1) 放在秤台上。
 - 6 如果天平关闭, 现在重新打开天平。
- ⇒ 密度测定套件已准备好, 可以使用。



4 操作

4.1 密度测定的原理

密度 (ρ) 是质量 (m) 除以体积 (V) 所得的商。

国际单位制规定 kg/m^3 作为密度的单位。然而, 单位 g/cm^3 更适合用于实验室目的。

人们通常采用阿基米德定律来进行密度测定, 这过程也会用到密度测定套件。该定律指出, **浸在液体中的任何物体都会由于受到浮力而变轻, 减轻的质量等于它排开液体的质量。**

用阿基米德定律进行密度测定的步骤取决于测定的是固体的还是液体的密度。

密度:

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

4.1.1 固体密度测定

已知液体的密度是 ρ_0 , 利用这个液体来测定一个固体的密度。我们通常使用水或酒精作为辅助液体。首先在空气 (A) 中称量固体, 然后在辅助液体 (B) 中称量。通过对两次称量结果的计算, 可以得出密度 ρ 。

密度:

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

体积:

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

插图	
ρ	样品的密度
A	样品在空气中的重量
B	样品在辅助液体中的重量
ρ_0	辅助液体的密度
ρ_L	空气的密度 (0.0012 g/cm ³)
α	天平校准系数 (0.99985)。这需要考虑到校正砝码的空气浮力。

4.1.2 液体的密度测定

我们使用一个体积已知的液体密度测量块来测定液体的密度。我们分别在空气中和待测密度液体中称量液体密度测量块的质量。通过对两次称量结果的计算，可以得出密度 ρ 。

密度：

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

利用电子天平便可以测得所排出的液体的质量 P ($P = A - B$)，从而得出浮力，前面的公式也可以得到简化。

简化的密度

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

插图	
ρ	液体的密度
A	液体密度测量块在空气中的重量
B	液体密度测量块在液体中的重量
V	液体密度测量块的体积
ρ_L	空气的密度 (0.0012 g/cm ³)
α	天平校准系数 (0.99985)。这需要考虑到校正砝码的空气浮力。
P	排出液体的质量 ($P = A - B$)

4.2 测定固体密度

为了提高结果的准确度，请注意以下预防措施：

- 温度对液体的影响能引起数量级为每 °C 0.1 至 1‰ 的密度变化。为了获得精确的称量结果，需要在所有密度测定中始终考虑辅助液体的温度。
- 辅助液体对支架吊线的附着力会使得称量质量结果增加最大 3mg 左右。如果需要更为精确的称量结果，可以滴入几滴所提供的增湿剂。
- 为了避免空气气泡，请注意以下预防措施：
 - 使用封闭式增湿剂或有机液体。在添加增湿剂时所产生的密度改变可以忽略不计。
 - 去除固体表面抗溶剂的污渍。
 - 定期清理支架。
 - 在第一次浸没时轻轻移动支架以去除表面气泡。
 - 用细刷清除粘着气泡。

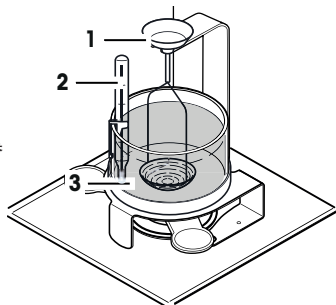
注意

在碰触浸在液体中的部件时，请务必带上手套。

注意

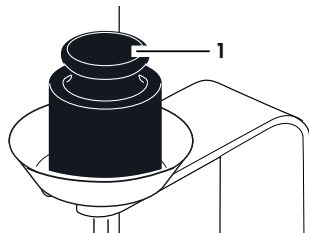
对于液体密度测定，请使用规格 \varnothing 80 mm 的大玻璃烧杯。

- 1 将所提供的温度计 (2) 附在烧杯 (3) 上，然后把烧杯放在秤台上。
- 2 在烧杯内倒入辅助液体。倒入足够的液体，以确保固体浸入液体表面下至少 1 厘米深。
- 3 在支架上悬挂适合的容器 (1)。有关容器使用的信息，请参阅 [Overview]。

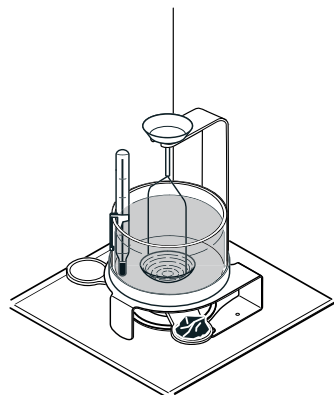


4 注意 用于浮动固体

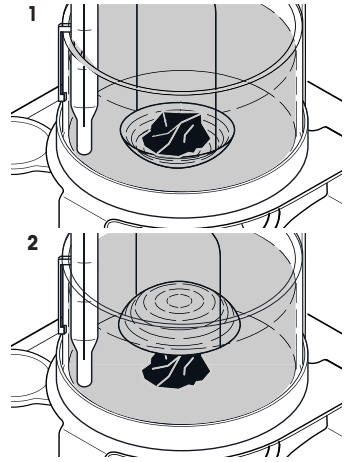
如果固体的浮力大于容器的质量，则必须在固定支架的秤盘上方放置另一个砝码 (1)，以便给容器加重。确保没有气泡粘着在容器浸在液体下面的部分。通过移动容器或使用细刷去除空气气泡。



- 5 关上防风门并扣除天平皮重。
- 6 将固体放在固定支架的两个秤盘（衡量盘）(1) 中的一个内，或者如果固体的重量 > 20 g，将固体放在容器 (2) 顶端的秤盘中。
- 7 等到显示器上的值稳定后，记下所显示的值（公式中的值“A”）。
- 8 从秤盘（衡量盘）上取下固体，然后关闭防风门并扣除天平的皮重。



- 9 将固体放在容器内 (1)。对漂浮的固体，将其放在容器 (2) 下。
- 10 确保没有气泡粘着在固体上。使用细刷清除任何空气气泡。
- 11 等到显天平达到稳定后，记录显示的值 (公式中的值 "B")。
- 12 根据公式测定固体的密度 ρ ，请参阅[固体密度测定 ▶ 61]。



4.3 测定液体密度

为了避免空气气泡，请注意以下预防措施：

- 使用封闭式增湿剂或有机液体。在添加增湿剂时所产生的密度改变可以忽略不计。
- 去除固体表面抗溶剂的污质。
- 定期清理液体密度测量块。
- 在第一次浸没时，轻轻移动液体密度测量块，以去除表面气泡。
- 用细刷清除粘着气泡。

注意

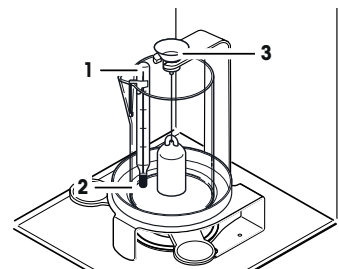
在碰触浸在液体中的部件时，请务必戴上手套。

注意

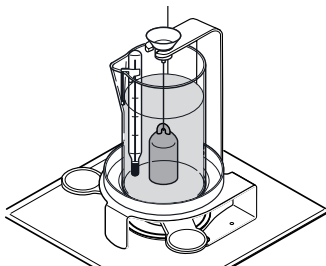
对于液体密度测定，请使用规格 $\varnothing 60$ mm 的高玻璃烧杯。

备用液体密度测量块必须是可用的。

- 1 将所提供的温度计 (1) 附在烧杯 (2) 上，然后把烧杯放在秤台上。
- 2 将液体密度测量块 (3) 悬挂在固定支架上，并确保其不碰到烧杯或温度计。
- 3 扣除天平的皮重。



- 4 把要测定密度的液体倒入烧杯。倒入足够的液体，以确保液体密度测量块浸入液体表面下至少 1 厘米深。
- 5 确保没有气泡粘着在容器浸在液体下面的部分。通过移动容器或使用细刷去除空气气泡。
- 6 等到显示器上的值稳定后，记下所显示的值（公式中的值“P”）
- 7 此时根据上述公式，在温度计显示的温度下，测定液体的密度 ρ ，请参阅[液体的密度测定 ▶ 62]。



5 技术参数

	容器线	10 ml 液体密度测量块的线
材料	铂金	铂金
直径	0.6 mm	0.2 mm
密度为 1 的液体的浮力	0.4 mg / 1 mm 浸没深度	0.3 mg / 10 mm 浸没深度

液体密度测量块 10 ml

- 符合德国砝码和称量规程 (EO 13-4, 第 9.21 段)。
- 在 20 °C 的温度下，水密度测定的误差最大化为 $\pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$ 。

5.1 密度表

5.1.1 蒸馏水密度表

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

5.1.2 酒精密度表

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

C₂H₅OH 的密度符合“美国物理学会手册”。

GWP®

Good Weighing Practice™

GWP® is the global weighing standard, ensuring consistent accuracy of weighing processes, applicable to all equipment from any manufacturer. It helps to:

- Choose the appropriate balance or scale
- Calibrate and operate your weighing equipment with security
- Comply with quality and compliance standards in laboratory and manufacturing

 www.mt.com/GWP

www.mt.com/lab-accessories

For more information

Mettler-Toledo GmbH, Laboratory Weighing

CH-8606 Greifensee, Switzerland

Tel. +41 (0)44 944 22 11

Fax +41 (0)44 944 30 60

www.mt.com

Subject to technical changes.

© Mettler-Toledo GmbH 12/2015

11780732A en, de, es, fr, it, ja, zh



* 1 1 7 8 0 7 3 2 *