

**Deutsch**

Referenzhandbuch **Dichte-Kit** für Präzisionswaagen XPR, XSR, XPE, XP, XS

**Español**

Manual de referencia **Kit para la determinación de densidades** para balanzas de precisión XPR, XSR, XPE, XP, XS

**Français**

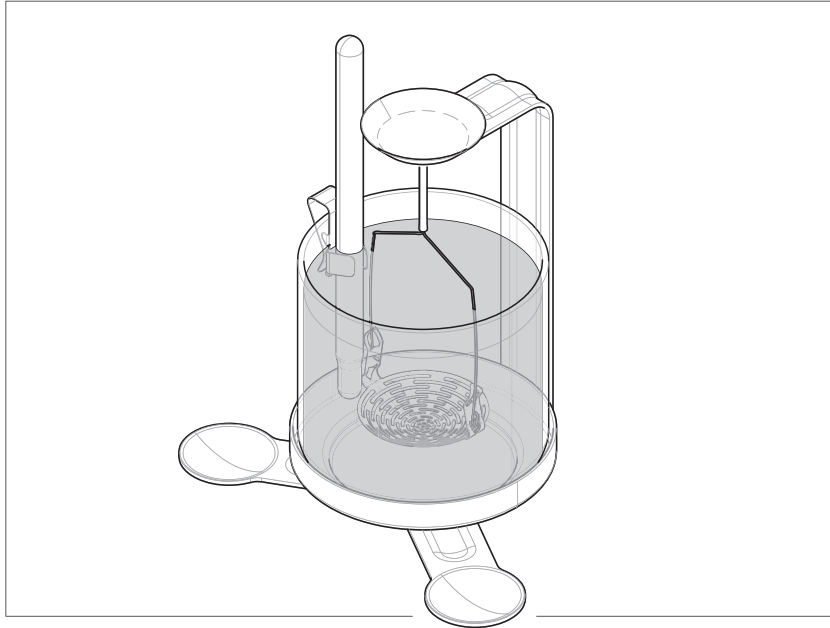
Manuel de référence **Kit masse volumique** pour balances de précision fine XPR, XSR, XPE, XP et XS

简体中文

参考手册 **密度测定组件** 用于XPR、XSR、XPE、XP、XS精密天平

日本語

リファレンスマニュアル **密度測定キット** XPR、XSR、XPE、XP、XS上皿天びん用



**METTLER** **TOLEDO**



---

Referenzhandbuch **Dichte-Kit**

---

Deutsch

Manual de referencia **Kit para la determinación de densidades**

---

Español

Manuel de référence **Kit masse volumique**

---

Français

参考手冊 **密度測定組件**

---

简体中文

リファレンスマニュアル **密度測定キット**

---

日本語



# 1 Einleitung

Vielen Dank, dass Sie sich für ein Dichte-Kit von METTLER TOLEDO entschieden haben.

Mit dem Dichte-Kit können Sie die Dichte von Festkörpern und Flüssigkeiten bestimmen. Das Kit ist kompatibel mit den Präzisionswaagen XPR, XSR, XPE, XP, XS 0,1 mg und 1 mg.

## Zweck dieses Dokuments

In diesem Dokument wird das Arbeiten mit dem Dichte-Kit erläutert. Erklärt wird die Vorgehensweise bei der manuellen Dichtebestimmung. Darüber hinaus sind Anweisungen zur Verwendung der **Software für die Dichtebestimmung** enthalten. Informationen zur Bedienung Ihrer Waage entnehmen Sie bitte dem "Referenzhandbuch (RM)" zu Ihrer Waage.

## Weiterführende Informationen

▶ [www.mt.com/lab-accessories](http://www.mt.com/lab-accessories)

▶ [www.mt.com/library](http://www.mt.com/library)

## Konventionen und Symbole



Bezieht sich auf ein externes Dokument.

## Anweisungselemente

In diesem Handbuch werden die einzelnen Schritte wie folgt beschrieben. Aktionsschritte sind nummeriert und können Voraussetzungen, Zwischenresultate und Resultate enthalten, wie das Beispiel zeigt. Abfolgen mit weniger als 2 Schritten sind nicht nummeriert.

- Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, bevor die einzelnen Schritte ausgeführt werden können.
- 1 Schritt 1
  - ⇒ Zwischenresultat
- 2 Schritt 2
  - ⇒ Resultat

## 2 Sicherheitshinweise

Verwenden Sie das Zubehör nur gemäss dem "Referenzhandbuch" und dem "Referenzhandbuch" des Hauptgerätes. Wenn das Zubehör nicht gemäss den Vorgaben dieser beiden Dokumente verwendet oder wenn es modifiziert wird, kann dies die Sicherheit des Hauptgerätes beeinträchtigen. In einem solchen Fall übernimmt die Mettler-Toledo GmbH keinerlei Haftung.

### 2.1 Definition von Signalwörtern und Warnsymbolen

Sicherheitshinweise sind mit Signalwörtern und Warnbildsymbolen gekennzeichnet. Sie kennzeichnen Sicherheitsrisiken und Warnungen. Die Missachtung der Sicherheitshinweise kann zu persönlicher Gefährdung, Beschädigung des Geräts, Fehlfunktionen und falschen Ergebnissen führen.

#### Signalwörter

##### HINWEIS

Bezeichnet eine Gefährdung mit geringem Risikograd, die zu Schäden am Instrument, anderen Materialschäden, Funktionsstörungen und fehlerhaften Resultaten oder Datenverlust führen kann.

#### Warnzeichen



Hinweis

#### Persönliche Schutzausrüstung



Tragen Sie Handschuhe, um Verunreinigungen zu vermeiden.

### 2.2 Produktspezifische Sicherheitshinweise

#### Bestimmungsgemässe Verwendung

Ihr Dichte-Kit dient zur Bestimmung der Dichte von Festkörpern und Flüssigkeiten. Verwenden Sie das Dichte-Kit ausschliesslich zu diesem Zweck. Jegliche anderweitige Verwendung, die über die Grenzen der Spezifikationen hinausgeht, gilt ohne schriftliche Absprache mit der Mettler-Toledo GmbH als nicht bestimmungsgemäss.

Zur bestimmungsgemässen Verwendung gehört auch die Einhaltung aller Anweisungen in diesem "Referenzhandbuch" und dem "Referenzhandbuch" Ihrer Waage.

#### Verantwortlichkeiten des Gerätebesitzers

Der Besitzer des Instruments ist die Person, die den Rechtsanspruch auf das Instrument hat und die das Instrument benutzt oder eine Person befugt, es zu benutzen, oder die Person, die per Gesetz dazu bestimmt wird, das Instrument zu bedienen. Der Besitzer des Instruments ist für die Sicherheit von allen Benutzern des Instruments und von Dritten verantwortlich.

Mettler-Toledo GmbH geht davon aus, dass der Besitzer des Instruments die Benutzer darin schult, das Instrument sicher an ihrem Arbeitsplatz zu benutzen und mit potentiellen Gefahren umzugehen. Mettler-Toledo GmbH geht davon aus, dass der Besitzer des Instruments für die notwendigen Schutzvorrichtungen sorgt.

#### Sicherheitshinweise



##### HINWEIS

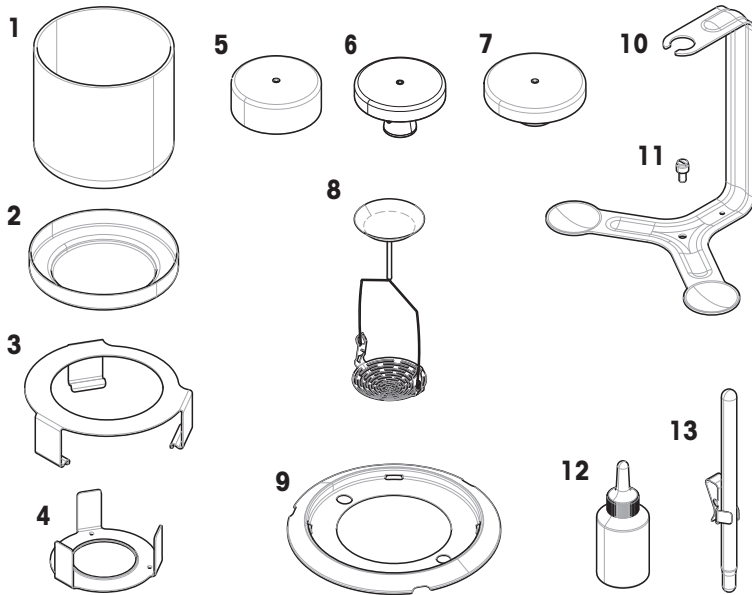
#### Beschädigung oder Fehlfunktion aufgrund der Verwendung falscher Teile

Durch den Einsatz falscher oder defekter Teile können Gefahren für das Personal und Schäden, Fehlfunktionen oder Totalausfälle am Gerät entstehen.

- Verwenden Sie nur vom Hersteller gelieferte oder zugelassene Originalteile.

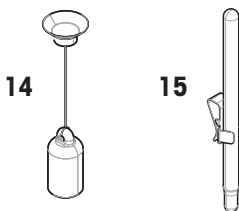
### 3 Installation und Inbetriebnahme

#### 3.1 Lieferumfang



1	Becherglas $\varnothing$ 80 mm, hoch	8	Halter für absinkende und schwimmende Festkörper
2	Waagschale	9	Windring $\varnothing$ 90 mm
3	Schalenhalter, groß	10	Bügel
4	Schalenhalter, klein	11	Schraube
5	Ausgleichsgewicht, weiß, für XP/XPE 0,1 mg	12	Netzmittel
6	Ausgleichsgewicht, weiß, für XPR 0,1 mg	13	Thermometer, nicht geeicht
7	Ausgleichsgewicht, Chromstahl, für 1 mg		

#### 3.2 Zubehör



14	Verdrängungskörper 10 ml, nicht geeicht	15	Thermometer, geeicht
	Verdrängungskörper 10 ml, geeicht		

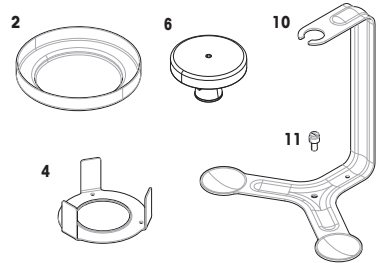
### 3.3 Dichte-Kit installieren

#### 3.3.1 Installation auf XPR 0,1 mg

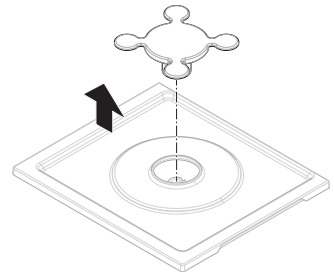
Diese Installationsanleitung gilt für Präzisionswaagen mit der Typenbezeichnung:

- **XPRx04S**

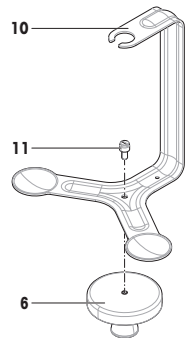
- Die folgenden Teile sind verfügbar:



- 1 Öffnen Sie den Windschutz.
- 2 Entfernen Sie die SmartPan Pro oder die SmartPan.

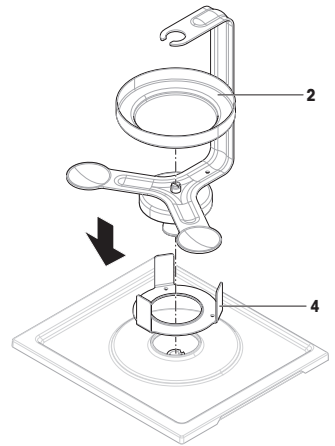


- 3 Montieren Sie den Bügel (10) mit der mitgelieferten Schraube (11) am Ausgleichgewicht (6).





- 4 Legen Sie den Schalenhalter (4) auf die Auffangschale.
  - 5 Montieren Sie das Ausgleichsgewicht und den Bügel auf die Wägezelle.
  - 6 Legen Sie die Schale (2) auf den Schalenhalter (4). Die Schale darf weder den Bügel noch die Schraube berühren.
- ➔ Zur Bedienung des Dichte-Kits siehe Abschnitt "Bedienung".

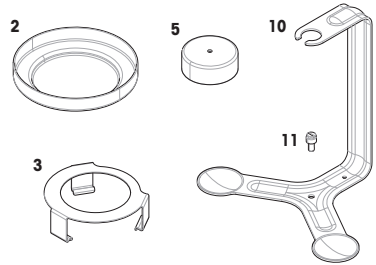


### 3.3.2 Installation auf XPE/XP 0,1 mg

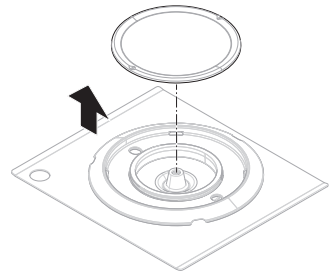
Diese Installationsanleitung gilt für Präzisionswaagen mit der Typenbezeichnung:

- XPEx04S
- XPx04S

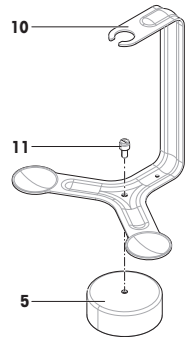
■ Die folgenden Teile sind verfügbar:



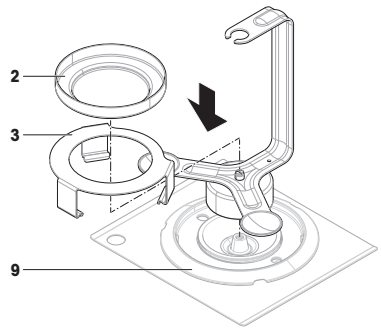
- 1 Öffnen Sie den Windschutz.
- 2 Nehmen Sie die Waagschale ab.



- 3 Montieren Sie den Bügel (10) mit der mitgelieferten Schraube (11) am Ausgleichsgewicht (5).



- 4 Montieren Sie das Ausgleichsgewicht und den Bügel auf die Wägezelle.
  - 5 Legen Sie den Schalenhalter (3) auf den Windring (9). Achten Sie darauf, dass die dünnere Seite des Randes vom Schalenhalter zum Bügel zeigt.
  - 6 Legen Sie die Schale (2) auf den Schalenhalter (3). Die Schale darf weder den Bügel noch die Schraube berühren.
- ➔ Zur Bedienung des Dichte-Kits siehe Abschnitt "Bedienung".

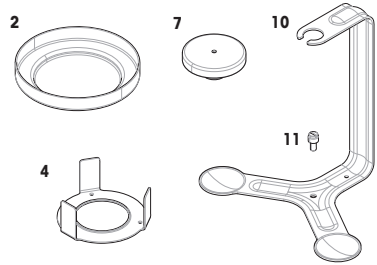


### 3.3.3 Installation auf XPR/XSR/XPE/XS 1 mg mit SmartPan Pro oder SmartPan

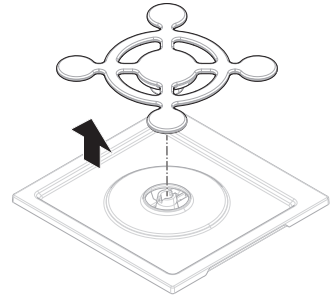
Diese Installationsanleitung gilt für Präzisionswaagen mit der Typenbezeichnung:

- **XPRxx03S** und **XPRxx03SN** mit SmartPan Pro oder SmartPan
- **XSRxx03S** und **XSRxx03SN** mit SmartPan
- **XPExx03S** und **XPExx03SN** mit SmartPan
- **XSxx03S** und **XSxx03SN** mit SmartPan; SNR B543000000 oder höher

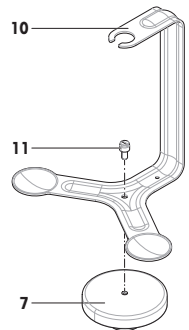
- Die folgenden Teile sind verfügbar:



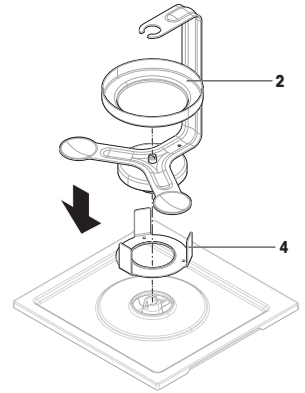
- 1 Öffnen Sie den Windschutz (falls vorhanden).
- 2 Entfernen Sie die SmartPan Pro, oder entfernen Sie die SmartPan und die flache Waagschale (falls vorhanden).



- 3 Montieren Sie den Bügel (10) mit der mitgelieferten Schraube (11) am Ausgleichgewicht (7).



- 4 Legen Sie den Schalenhalter (4) auf die Auffangschale.
  - 5 Montieren Sie das Ausgleichsgewicht und den Bügel auf die Wägezelle.
  - 6 Legen Sie die Schale (2) auf den Schalenhalter (4). Die Schale darf weder den Bügel noch die Schraube berühren.
- ➔ Zur Bedienung des Dichte-Kits siehe Abschnitt "Bedienung".

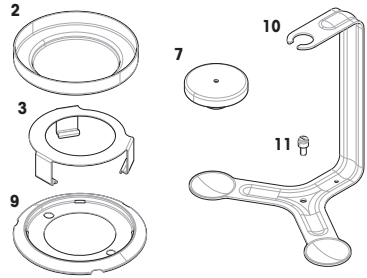


### 3.3.4 Installation auf XPE/XP/XS 1 mg mit flacher Waagschale

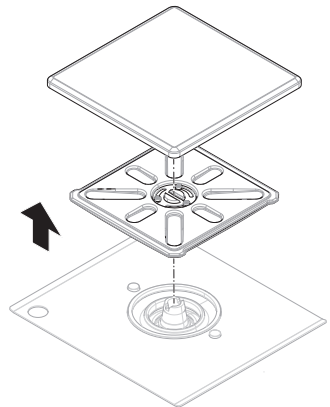
Diese Installationsanleitung gilt für Präzisionswaagen mit der Typenbezeichnung:

- **XPExx03S** mit flacher Waagschale
- **XPxx03S** mit flacher Waagschale
- **XSxx03S** mit flacher Waagschale; SNR B542999999 oder niedriger

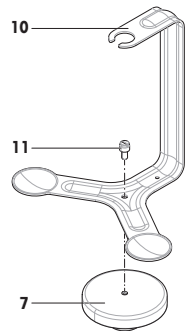
- Die folgenden Teile sind verfügbar:



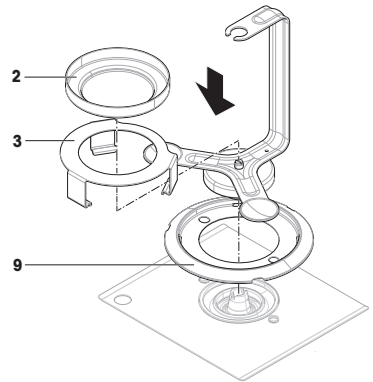
- 1 Öffnen Sie den Windschutz (falls vorhanden).
- 2 Entfernen Sie die Waagschale und den Waagschalenträger.



- 3 Montieren Sie den Bügel (10) mit der mitgelieferten Schraube (11) am Ausgleichsgewicht (7).



- 4 Setzen Sie den Windring (9) auf die Grundplatte und richten Sie die Löcher des Windrings an den Stiften der Grundplatte aus.
  - 5 Montieren Sie das Ausgleichsgewicht und den Bügel auf die Wägezelle.
  - 6 Legen Sie den Schalenhalter (3) auf den Windring (9). Achten Sie darauf, dass die dünnere Seite des Randes vom Schalenhalter zum Bügel zeigt.
  - 7 Legen Sie die Schale (2) auf den Schalenhalter (3). Die Schale darf weder den Bügel noch die Schraube berühren.
- ➔ Zur Bedienung des Dichte-Kits siehe Abschnitt "Bedienung".



## 4 Betrieb

Dieser Abschnitt enthält theoretische und praktische Informationen zur Bestimmung der Dichte von Festkörpern und Flüssigkeiten mit dem Dichte-Kit. Er enthält auch Empfehlungen zur Verbesserung der Genauigkeit und Präzision der Resultate. Je nach Waagenmodell und Softwareversion können die wichtigsten Bedienschritte und notwendigen Berechnungen in der Waagensoftware implementiert werden, befolgen Sie dazu die Anweisungen des Assistenten zur Unterstützung.



Ausführlichere Informationen finden Sie im Referenzhandbuch (RM).

### 4.1 Prinzip der Dichtebestimmung

Die Dichte  $\rho$  ist das Verhältnis der Masse  $m$  zum Volumen  $V$ .

**Dichte:**

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

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

Dichtebestimmungen werden häufig nach dem archimedischen Prinzip durchgeführt, das auch bei diesem Dichte-Kit verwendet wird. **Gemäss dem archimedischen Prinzip entspricht die Auftriebskraft eines teilweise oder gänzlich in ein Medium getauchten Körpers der Gewichtskraft der vom Körper verdrängten Flüssigkeitsmenge. Die Grösse dieser Kraft entspricht dem Gewicht der vom Körper verdrängten Flüssigkeit.**

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

### 4.2 Dichte von Festkörpern

#### 4.2.1 Prinzip der Dichtebestimmung von Feststoffen

Die Dichte eines Festkörpers wird mit Hilfe einer Flüssigkeit bestimmt, deren Dichte  $\rho_0$  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  $\rho$  lässt sich anhand der beiden Wägeresultate berechnen.

**Dichte:**

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

**Volumen:**

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

#### Legende

A	Gewicht der Probe in Luft
B	Gewicht der Probe in der Hilfsflüssigkeit
$\rho$	Dichte der Probe
$\rho_0$	Dichte der Hilfsflüssigkeit
$\rho_L$	Dichte der Luft ( $0,0012 \text{ g/cm}^3$ )
V	Probenvolumen
$\alpha$	Waagen-Korrekturfaktor ( $0,99985$ ). Berücksichtigt den Luftauftrieb der/des Justiergewichte(s).



## 4.2.2 Bestimmung der Dichte von Festkörpern



### HINWEIS

#### Fehlerhafte Resultate durch unsachgemässe Handhabung

Um korrekte Wäageergebnisse zu erhalten, müssen die Probe und die in Flüssigkeit eingetauchten Teile des Geräts sauber sein.

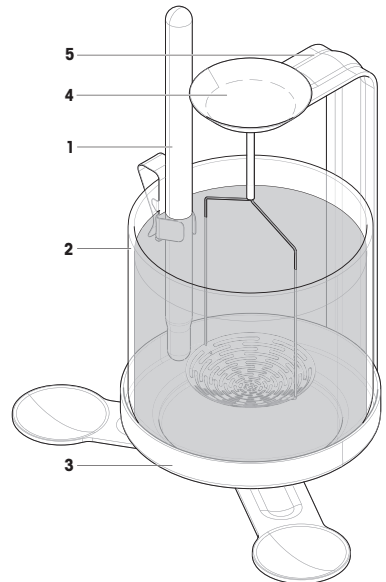
- Tragen Sie stets Handschuhe, wenn Sie in Flüssigkeit eingetauchte Teile berühren.

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

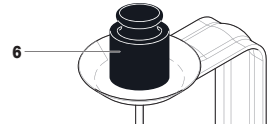
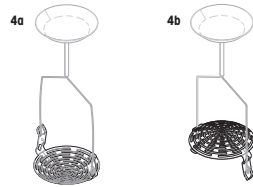
- Der Einfluss der Temperatur auf Flüssigkeiten kann zu Dichteänderungen in der Grössenordnung von 0,1 bis 1 ‰ pro °C führen. Um genaue Resultate zu erzielen, berücksichtigen Sie bei allen Dichtebestimmungen stets die Temperatur der Hilfsflüssigkeit.
- Durch Adhäsion der Hilfsflüssigkeit an den Aufhängedrähten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

#### Dichte-Kit vorbereiten

- Die Windschutztüren sind geschlossen (falls vorhanden).
- 1 Drücken Sie die Taste **→0←**, um die Waage auf null zu stellen.
  - 2 Öffnen Sie den Windschutz.
  - 3 Befestigen Sie das mitgelieferte Thermometer (1) am Becherglas (2) und stellen Sie das Becherglas auf die Schale (3).
  - 4 Befüllen Sie das Becherglas mit der Hilfsflüssigkeit. Füllen Sie so viel Flüssigkeit ein, dass der Festkörper nach dem Eintauchen von mindestens 1 cm Flüssigkeit bedeckt ist.

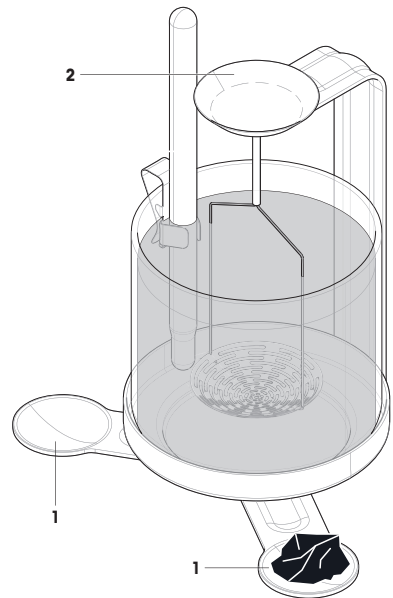


- 5 Drehen Sie den Korb des Halters vorsichtig in die entsprechende Konfiguration: für absinkende (4a) oder schwimmende (4b) Festkörper.
- 6 Hängen Sie den Halter (4) an den Bügel (5). Achten Sie darauf, dass keine Luftblasen am eingetauchten Teil des Halters anhaften. Entfernen Sie anhaftende Luftblasen entweder durch Bewegen des Halters oder durch Abstreifen mit einem feinen Pinsel.
- 7 Für schwimmende Festkörper: Ist der Auftrieb des Festkörpers grösser als das Gewicht des Halters, muss der Halter durch ein zusätzliches Gewicht (6) auf der oberen Waagschale des Halters beschwert werden. Dieses Zusatzgewicht muss während des gesamten Vorgangs auf der oberen Waagschale verbleiben.
- 8 Schliessen Sie den Windschutz.
- 9 Drücken Sie die Taste →T←, um die Waage zu tarieren.



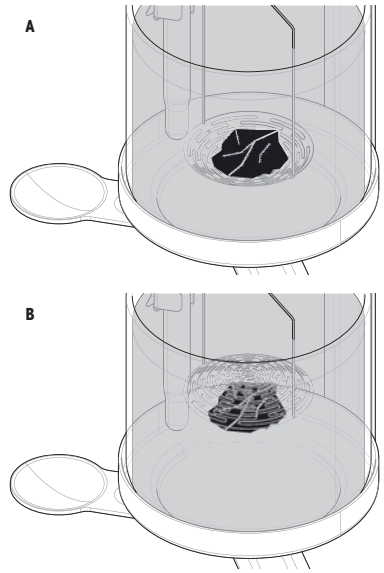
### Probe in Luft wägen

- 1 Öffnen Sie den Windschutz.
- 2 Legen Sie die Probe auf eine der beiden Waagschalen (1) des Bügels. Wenn die Probe > 20 g wiegt, legen Sie diese in die obere Waagschale des Halters (2).
- 3 Warten Sie, bis die Gewichtsanzeige der Waage stabil ist, und notieren Sie den angezeigten Wert (Wert «A» in der Formel).
- 4 Öffnen Sie den Windschutz.
- 5 Entfernen Sie die Probe von der Waagschale.



### Probe in Flüssigkeit wägen

- 1 Legen Sie absinkende Festkörper in den Korb des Halters (A). Platzieren Sie schwimmende Festkörper unter dem Korb des Halters (B).
- 2 Achten Sie darauf, dass keine Luftblasen am Festkörper anhaften. Streifen Sie anhaftende Luftblasen mit einem feinen Pinsel ab.
- 3 Schliessen Sie den Windschutz.
- 4 Warten Sie, bis die Gewichtsanzeige der Waage stabil ist, und notieren Sie den angezeigten Wert (Wert «B» in der Formel).
- 5 Bestimmen Sie die Dichte  $\rho$  des Festkörpers mittels der entsprechenden Formel.



### Sehen Sie dazu auch

- 🔗 Prinzip der Dichtebestimmung von Feststoffen ▶ Seite 14

## 4.3 Dichte von Flüssigkeiten

### 4.3.1 Prinzip der 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  $\rho$  lässt sich anhand der beiden Wägersresultate bestimmen.

Mit einer elektronischen Waage ist es möglich, das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit  $P$  ( $P = A - B$ ) und damit den Auftrieb zu bestimmen, was zu einer vereinfachten Formel führt.

**Dichte:**

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

**Dichte, vereinfacht:**

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

#### Legende

A	Gewicht des Verdrängungskörpers in Luft
B	Gewicht des Verdrängungskörpers in der Flüssigkeit
P	Gewicht der verdrängten Flüssigkeit ( $P = A - B$ )
V	Volumen des Verdrängungskörpers
$\rho$	Dichte der Flüssigkeit
$\rho_L$	Dichte der Luft (0,0012 g/cm <sup>3</sup> )
$\alpha$	Waagen-Korrekturfaktor (0,99985). Berücksichtigt den Luftauftrieb der/des Justiergewichte(s).

### 4.3.2 Dichtebestimmung von Flüssigkeiten



#### HINWEIS

##### Fehlerhafte Resultate durch unsachgemässe Handhabung

Um korrekte Wägeregebnisse zu erhalten, müssen die Probe und die in Flüssigkeit eingetauchten Teile des Geräts sauber sein.

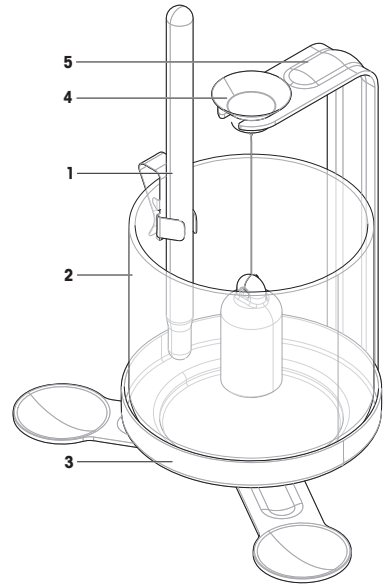
- Tragen Sie stets Handschuhe, wenn Sie in Flüssigkeit eingetauchte Teile berühren.

Berücksichtigen Sie die folgenden Vorsichtsmassnahmen, um Luftblasen zu vermeiden:

- Verwenden Sie das im Lieferumfang enthaltene Netzmittel oder organische Flüssigkeiten. Die Änderung der Dichte durch Zugabe des Netzmittels ist vernachlässigbar.
- Entfernen Sie Fettspuren von lösungsmittelbeständigen Festkörpern.
- 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.

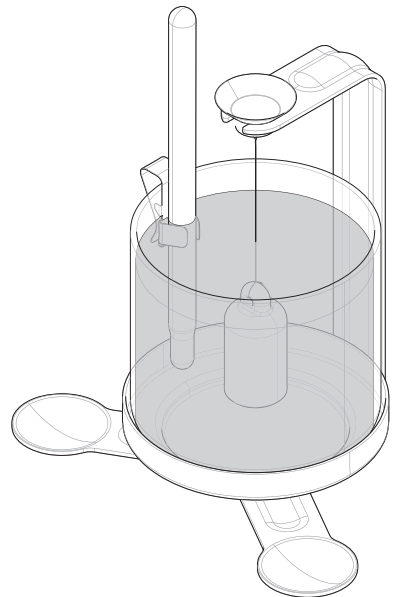
### Dichte-Kit vorbereiten

- Verdrängungskörper ist vorhanden.
  - Die Windschutztüren sind geschlossen (falls vorhanden).
- 1 Drücken Sie die Taste  $\rightarrow 0 \leftarrow$ , um die Waage auf null zu stellen.
  - 2 Öffnen Sie den Windschutz.
  - 3 Befestigen Sie das mitgelieferte Thermometer (1) am Becherglas (2) und stellen Sie das Becherglas auf die Schale (3).
  - 4 Hängen Sie den Verdrängungskörper (4) im Bügel (5) ein und achten Sie darauf, dass er weder das Becherglas noch das Thermometer berührt.
  - 5 Schliessen Sie den Windschutz.
  - 6 Drücken Sie die Taste  $\rightarrow T \leftarrow$ , um die Waage zu tarieren.



### Verdrängungskörper in Flüssigkeit wägen

- 1 Öffnen Sie den Windschutz.
- 2 Füllen Sie das Becherglas mit der Flüssigkeit, deren Dichte Sie bestimmen wollen. Füllen Sie so viel Flüssigkeit ein, dass der Verdrängungskörper nach dem Eintauchen von mindestens 1 cm Flüssigkeit bedeckt ist.
- 3 Achten Sie darauf, dass keine Luftblasen am eingetauchten Teil des Verdrängungskörpers anhaften. Entfernen Sie anhaftende Luftblasen entweder durch Bewegen des Verdrängungskörpers oder durch Abstreifen mit einem feinen Pinsel.
- 4 Schliessen Sie den Windschutz.
- 5 Warten Sie, bis die Gewichtsanzeige der Waage stabil ist, und notieren Sie den angezeigten Wert (Wert «P» in der Formel).
- 6 Bestimmen Sie die Dichte  $\rho$  der Flüssigkeit bei der vom Thermometer angezeigten Temperatur nach der entsprechenden Formel.



**Sehen Sie dazu auch**

[🔗](#) Prinzip der Dichtebestimmung von Flüssigkeiten ▶ Seite 18

## 5 Technische Daten

### 5.1 Drähte

	Draht des Halters	Draht des Verdrängungskörpers 10 ml
Material	Edelstahl	Platin
Durchmesser	0,6 mm	0,2 mm

### 5.2 Verdrängungskörper 10 ml

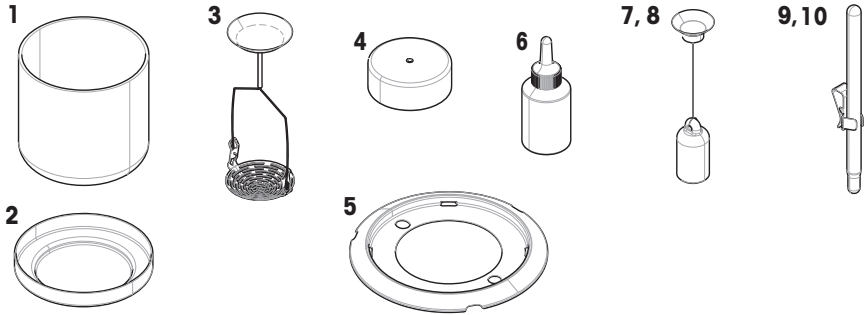
- Das Nennvolumen des Verdrängungskörpers beträgt 10,00 cm<sup>3</sup> mit einer Toleranz von  $\pm 0,5$  %.
- Das kalibrierte Volumen des Verdrängungskörpers ist im Kalibrierzertifikat enthalten (Messunsicherheit  $\pm 0,05$  %).
- Bei Verwendung des Nennvolumens des Verdrängungskörpers, d. h. 10,00 cm<sup>3</sup>, für die Dichtebestimmung von Wasser bei einer Temperatur von 20 °C ergibt sich ein maximaler Fehler von  $\pm 0,5$  %, d. h.  $\pm 0,005$  g/cm<sup>3</sup>.
- Die Verwendung des kalibrierten Volumens des Verdrängungskörpers für die Dichteberechnung trägt zur Unsicherheit des Dichtewertes mit  $\pm 0,05$  % bei.
- Wenn der Verdrängungskörper 10 mm weit in die Flüssigkeit eingetaucht ist, beträgt das zusätzliche eingetauchte Drahtvolumen 0,001 cm<sup>3</sup>.

### 5.3 Dichte von destilliertem Wasser

T/ °C	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	0.99970	0.99969	0.99968	0.99967	0.99966	0.99965	0.99964	0.99963	0.99962	0.99961
11	0.99960	0.99959	0.99958	0.99957	0.99956	0.99955	0.99954	0.99953	0.99952	0.99951
12	0.99950	0.99949	0.99947	0.99946	0.99945	0.99944	0.99943	0.99941	0.99940	0.99939
13	0.99938	0.99936	0.99935	0.99934	0.99933	0.99931	0.99930	0.99929	0.99927	0.99926
14	0.99924	0.99923	0.99922	0.99920	0.99919	0.99917	0.99916	0.99914	0.99913	0.99911
15	0.99910	0.99908	0.99907	0.99905	0.99904	0.99902	0.99901	0.99899	0.99897	0.99896
16	0.99894	0.99893	0.99891	0.99889	0.99888	0.99886	0.99884	0.99883	0.99881	0.99879
17	0.99877	0.99876	0.99874	0.99872	0.99870	0.99869	0.99867	0.99865	0.99863	0.99861
18	0.99859	0.99858	0.99856	0.99854	0.99852	0.99850	0.99848	0.99846	0.99844	0.99842
19	0.99840	0.99838	0.99836	0.99835	0.99833	0.99831	0.99828	0.99826	0.99824	0.99822
20	0.99820	0.99818	0.99816	0.99814	0.99812	0.99810	0.99808	0.99806	0.99803	0.99801
21	0.99799	0.99797	0.99795	0.99793	0.99790	0.99788	0.99786	0.99784	0.99781	0.99779
22	0.99777	0.99775	0.99772	0.99770	0.99768	0.99765	0.99763	0.99761	0.99758	0.99756
23	0.99754	0.99751	0.99749	0.99747	0.99744	0.99742	0.99739	0.99737	0.99734	0.99732
24	0.99730	0.99727	0.99725	0.99722	0.99720	0.99717	0.99715	0.99712	0.99709	0.99707
25	0.99704	0.99702	0.99699	0.99697	0.99694	0.99691	0.99689	0.99686	0.99684	0.99681
26	0.99678	0.99676	0.99673	0.99670	0.99667	0.99665	0.99662	0.99659	0.99657	0.99654
27	0.99651	0.99648	0.99646	0.99643	0.99640	0.99637	0.99634	0.99632	0.99629	0.99626
28	0.99623	0.99620	0.99617	0.99615	0.99612	0.99609	0.99606	0.99603	0.99600	0.99597
29	0.99594	0.99591	0.99588	0.99585	0.99582	0.99579	0.99577	0.99574	0.99571	0.99568
30	0.99564	0.99561	0.99558	0.99555	0.99552	0.99549	0.99546	0.99543	0.99540	0.99537

ISO 15212-1:1998 Oscillation-type density meters – Part 1: Laboratory instruments

## 6 Ersatzteile und Zubehör



	Bestell-Nr.	Bezeichnung	Bemerkungen
1	11142289	Becherglas ø 80 mm, hoch	–
2	238164	Waagschale	–
3	30004746	Halter für absinkende und schwimmende Festkörper	–
4	11132682	Ausgleichsgewicht, weiss, für XP/XPE 0,1 mg	–
5	11131531	Windring ø 90 mm	–
6	72409	Netzmittel	–
7	210260	Verdrängungskörper 10 ml, nicht geeicht	–
8	210672	Verdrängungskörper 10 ml, geeicht	–
9	238767	Thermometer, nicht geeicht	Enthalten: Halter
10	11132685	Thermometer, geeicht	Enthalten: Halter



## 1 Introducción

Gracias por elegir un kit para la determinación de densidades de METTLER TOLEDO.

El kit para la determinación de densidades le permite determinar la densidad de sólidos y líquidos. El kit es compatible con las balanzas de precisión XPR, XSR, XPE, XP y XS de 0,1 mg y 1 mg.

### Finalidad de este documento

En este documento se explica cómo trabajar con el kit para la determinación de densidades. Describe el procedimiento para determinar una densidad de forma manual y ofrece instrucciones sobre el uso del **software para la determinación de la densidad**. Si necesita información sobre el funcionamiento de la balanza, consulte el "manual de referencia (MR)" de la balanza.

### Más información

► [www.mt.com/lab-accessories](http://www.mt.com/lab-accessories)

► [www.mt.com/library](http://www.mt.com/library)

### Convenciones y símbolos



Hace referencia a un documento externo.

### Elementos de las instrucciones

En el presente manual, las instrucciones paso a paso se presentan del siguiente modo. Los pasos de las acciones están numerados y pueden contener requisitos previos, resultados intermedios y resultados, tal como se muestra en el ejemplo. Las secuencias con menos de dos pasos no están numeradas.

- Requisitos previos que se deben cumplir antes de que se puedan ejecutar los diferentes pasos.
  - 1 Paso 1
    - ⇒ Resultado intermedio
  - 2 Paso 2
    - ⇒ Resultado

## 2 Información de seguridad

Utilice el accesorio exclusivamente conforme a lo indicado en este "manual de referencia" y en el "manual de referencia" del instrumento principal. Si no usa el accesorio según la información indicada en ambos documentos o si lo altera, podrá poner en peligro la seguridad del instrumento principal y Mettler-Toledo GmbH no asumirá ninguna responsabilidad.

### 2.1 Definición del texto y los símbolos de advertencia

Las indicaciones de seguridad se marcan con texto y símbolos de advertencia. Hacen referencia a cuestiones de seguridad y advertencias. Si se hace caso omiso de las indicaciones de seguridad pueden producirse daños personales o materiales, funcionamientos anómalos y resultados incorrectos.

#### Texto de advertencia

**AVISO** Una situación de peligro con un nivel de riesgo bajo que puede provocar daños en el equipo, otros daños materiales, errores de funcionamiento y resultados erróneos o pérdidas de datos.

#### Símbolos de advertencia



Aviso

#### Equipos de protección personal



Utilice guantes para evitar la contaminación.

### 2.2 Información de seguridad específica del producto

#### Uso previsto

El kit para la determinación de densidades se utiliza para determinar la densidad de sólidos y líquidos. Utilice el kit para la determinación de densidades 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 GmbH se considera no previsto.

El uso previsto también incluye la conformidad con todas las instrucciones de este "manual de referencia" y del "manual de referencia" de su balanza.

#### Responsabilidades del propietario del instrumento

El propietario del instrumento es la persona que posee de forma legal el instrumento, así como la persona que lo utiliza o permite que otros lo utilicen, o quien la ley considere que es el operario del instrumento. Esta persona es responsable de velar por la seguridad de todos los usuarios del instrumento y de terceros.

Mettler-Toledo GmbH asume que el propietario del instrumento forma a los usuarios para usar de forma segura el mismo en el puesto de trabajo y para afrontar posibles peligros. Mettler-Toledo GmbH asume que el propietario del instrumento proporciona el equipo de protección necesario.

#### Avisos de seguridad



#### AVISO

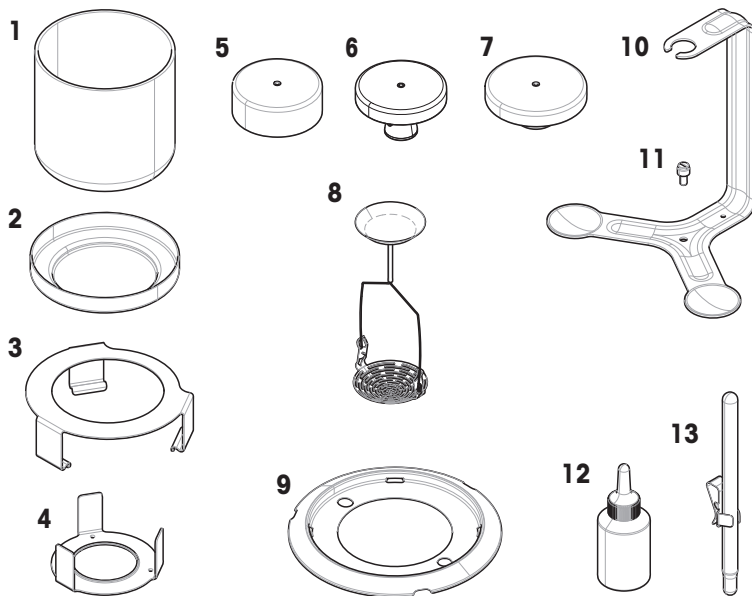
##### Daños o mal funcionamiento debido al uso de piezas incorrectas

Si se utilizan componentes erróneos o defectuosos, el personal puede sufrir accidentes y se pueden producir daños, averías o el fallo total del instrumento.

- Utilice solamente piezas originales suministradas o aprobadas por el fabricante.

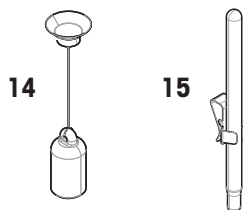
### 3 Instalación y puesta en marcha

#### 3.1 Suministro estándar



1	Vaso de cristal $\varnothing$ 80 mm, alto	8	Portamuestras para sólidos sumergibles y flotantes
2	Platillo	9	Anillo de protección $\varnothing$ 90 mm
3	Soporte del platillo, grande	10	Soporte
4	Soporte del platillo, pequeño	11	Tornillo
5	Pesa de compensación, color blanco, para XP/XPE 0,1 mg	12	Agente humectante
6	Pesa de compensación, color blanco, para XPR 0,1 mg	13	Termómetro, no calibrado
7	Pesa de compensación, acero cromado, para 1 mg		

#### 3.2 Accesorios



<b>14</b>	Dispositivo de inmersión de 10 ml, no calibrado	<b>15</b>	Termómetro, calibrado
	Dispositivo de inmersión de 10 ml, calibrado		

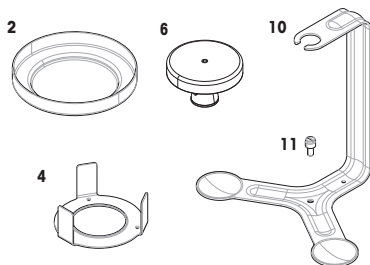
### 3.3 Instalación del kit para la determinación de densidades

#### 3.3.1 Instalación en XPR 0,1 mg

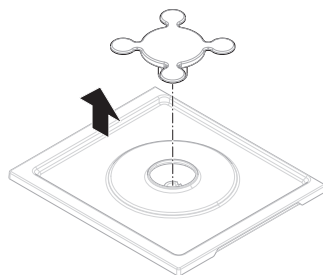
Estas instrucciones de instalación son adecuadas para balanzas de precisión con nombres del tipo:

- **XPRx04S**

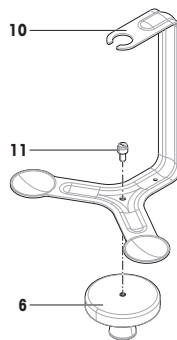
■ Están disponibles los siguientes componentes:



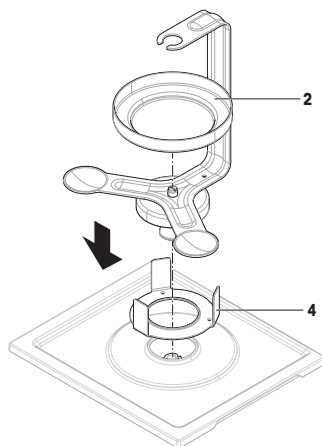
- 1 Abra el corta-aires.
- 2 Quite el SmartPan Pro o el SmartPan.



- 3 Monte el soporte (10) y la pesa de compensación (6) con el tornillo (11) suministrado.



- 4 Coloque el soporte del platillo (4) en el plato colector.
  - 5 Instale la pesa de compensación y el soporte en la célula de pesaje.
  - 6 Coloque el platillo (2) en el soporte del platillo (4). El platillo no debe tocar el soporte ni el tornillo.
- ➔ Para utilizar el kit para la determinación de densidades, consulte el apartado "Funcionamiento".

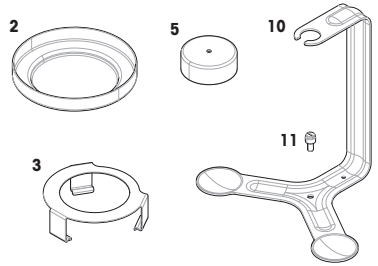


### 3.3.2 Instalación en XPE/XP 0,1 mg

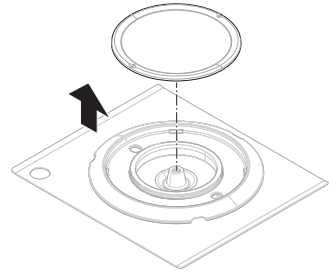
Estas instrucciones de instalación son adecuadas para balanzas de precisión con nombres del tipo:

- XPEx04S
- XPx04S

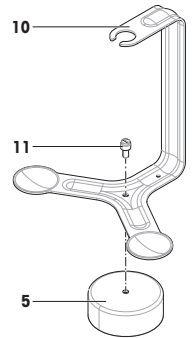
■ Están disponibles los siguientes componentes:



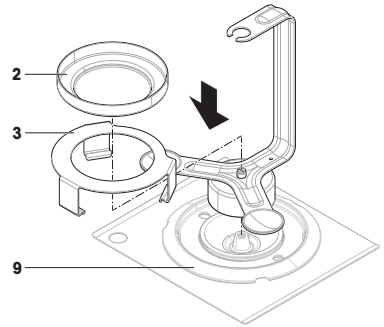
- 1 Abra el corta-aires.
- 2 Retire el plato de pesaje.



- 3 Monte el soporte (10) y la pesa de compensación (5) con el tornillo (11) suministrado.



- 4 Instale la pesa de compensación y el soporte en la célula de pesaje.
  - 5 Coloque el soporte del platillo (3) en el anillo de protección (9). Asegúrese de que el lado más fino del borde del soporte del platillo quede orientado hacia el soporte.
  - 6 Coloque el platillo (2) en el soporte del platillo (3). El platillo no debe tocar el soporte ni el tornillo.
- ➔ Para utilizar el kit para la determinación de densidades, consulte el apartado "Funcionamiento".



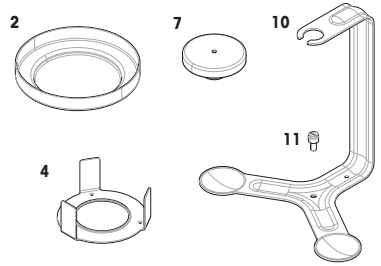


### 3.3.3 Instalación en XPR/XSR/XPE/XS 1 mg con SmartPan Pro o SmartPan

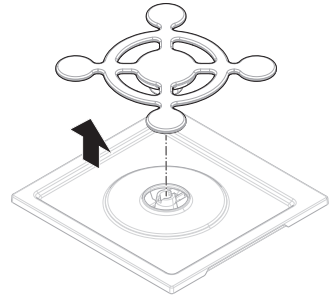
Estas instrucciones de instalación son adecuadas para balanzas de precisión con nombres del tipo:

- **XPRxx03S** y **XPRxx03SN** con SmartPan Pro o SmartPan
- **XSRxx03S** y **XSRxx03SN** con SmartPan
- **XPExx03S** y **XPExx03SN** con SmartPan
- **XSxx03S** y **XSxx03SN** con SmartPan; SNR B543000000 o superior

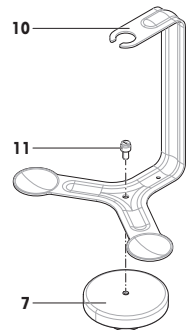
- Están disponibles los siguientes componentes:



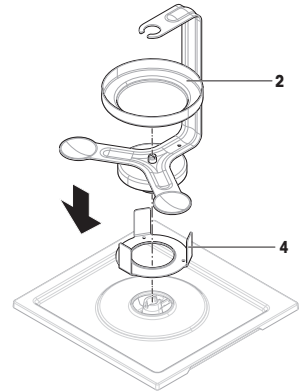
- 1 Abra el cortaaíres (si procede).
- 2 Quite el SmartPan Pro o el SmartPan y el plato de pesaje plano (si procede).



- 3 Monte el soporte (10) y la pesa de compensación (7) con el tornillo (11) suministrado.



- 4 Coloque el soporte del platillo (4) en el plato colector.
  - 5 Instale la pesa de compensación y el soporte en la célula de pesaje.
  - 6 Coloque el platillo (2) en el soporte del platillo (4). El platillo no debe tocar el soporte ni el tornillo.
- ➔ Para utilizar el kit para la determinación de densidades, consulte el apartado "Funcionamiento".

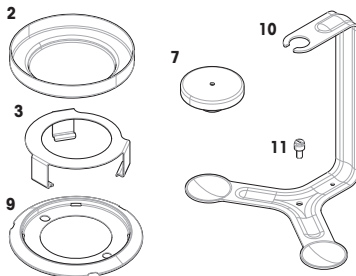


### 3.3.4 Instalación en XPE/XP/XS 1 mg con plato de pesaje plano

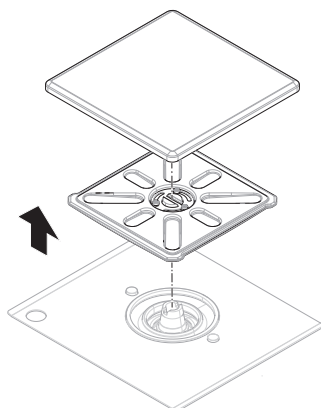
Estas instrucciones de instalación son adecuadas para balanzas de precisión con nombres del tipo:

- **XPExx03S** con plato de pesaje plano
- **XPxx03S** con plato de pesaje plano
- **XSxx03S** con plato de pesaje plano; SNR B542999999 o inferior

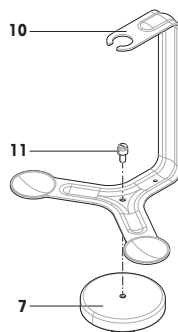
■ Están disponibles los siguientes componentes:



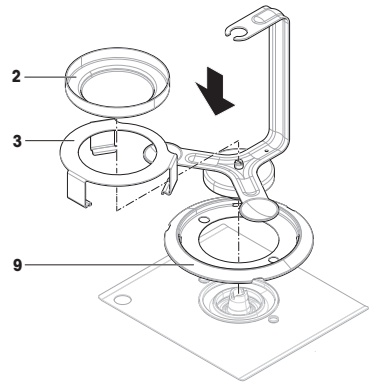
- 1 Abra el cortaaíres (si procede).
- 2 Quite el plato de pesaje y su soporte.



- 3 Monte el soporte (10) y la pesa de compensación (7) con el tornillo (11) suministrado.



- 4 Coloque el anillo de protección (9) en la placa de la balanza, alineando los orificios del anillo de protección con las clavijas de la placa de la balanza.
  - 5 Instale la pesa de compensación y el soporte en la célula de pesaje.
  - 6 Coloque el soporte del platillo (3) en el anillo de protección (9). Asegúrese de que el lado más fino del borde del soporte del platillo quede orientado hacia el soporte.
  - 7 Coloque el platillo (2) en el soporte del platillo (3). El platillo no debe tocar el soporte ni el tornillo.
- ➔ Para utilizar el kit para la determinación de densidades, consulte el apartado "Funcionamiento".



## 4 Funcionamiento

En este apartado, se ofrece información teórica y práctica sobre cómo determinar la densidad de sólidos y líquidos utilizando el kit para la determinación de densidades. También se incluyen recomendaciones para mejorar la exactitud y precisión de los resultados. En función del modelo de la balanza y de la versión del software, puede que los pasos principales de funcionamiento y los cálculos necesarios estén configurados en el software de la balanza. Siga las instrucciones del asistente para obtener ayuda.



Para obtener más información, consulte el manual de referencia (MR).

### 4.1 Principio de determinación de la densidad

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

**Densidad:**

El sistema internacional de unidades especifica que la unidad de densidad es  $\text{kg/m}^3$ . Sin embargo, en el ámbito del laboratorio, resulta más práctico trabajar con  $\text{g/cm}^3$ .

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

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 densidades. **El principio de Arquímedes establece que un cuerpo sumergido parcial o totalmente en un fluido experimenta una fuerza vertical que lo desplaza hacia arriba. La magnitud de esta fuerza es equivalente al peso del fluido desplazado por el cuerpo.**

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

### 4.2 Densidad de sólidos

#### 4.2.1 Principio de la determinación de la densidad de sólidos

La densidad de un sólido se determina con la ayuda de un líquido cuya densidad  $\rho_0$  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 densidad  $\rho$  puede calcularse a partir de los dos resultados de pesaje.

**Densidad:**

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

**Volumen:**

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

#### Leyenda

A	Peso de la muestra en el aire
B	Peso de la muestra en el líquido auxiliar
$\rho$	Densidad de la muestra
$\rho_0$	Densidad del líquido auxiliar
$\rho_L$	Densidad del aire ( $0,0012 \text{ g/m}^3$ )
V	Volumen de la muestra
$\alpha$	Factor de corrección de la balanza ( $0,99985$ ). Tiene en cuenta el empuje de aire de la(s) pesa(s) de ajuste.

## 4.2.2 Determinación de la densidad de sólidos



### AVISO

#### Resultados erróneos por un manejo inadecuado

La muestra y las partes del instrumento sumergidas en líquido deben estar limpias para obtener unos resultados de pesaje correctos.

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

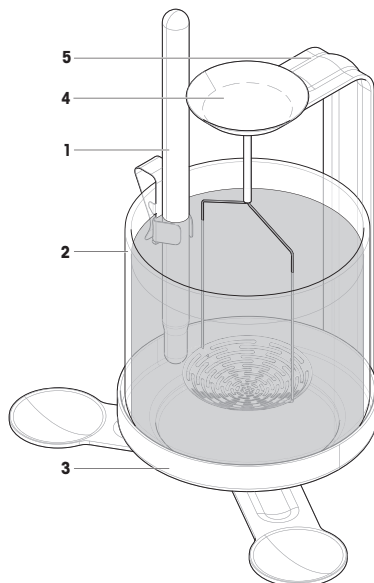
Para mejorar la exactitud de los resultados, tenga en cuenta las siguientes medidas de precaución:

- El efecto que ejerce la temperatura en los líquidos puede ocasionar cambios en la densidad de un orden de magnitud de entre un 0,1 y un 1 ‰ por °C. Para obtener resultados exactos, 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 exactitud posible, vierta unas gotas del agente humectante en el líquido auxiliar.
- Para evitar la formación de burbujas de aire:
  - Utilice el agente humectante o los líquidos orgánicos incluidos. El cambio que se produce en la densidad al incorporar el agente humectante es insignificante.
  - Elimine los restos de grasa de los sólidos resistentes a los disolventes.
  - Limpie la cesta cada cierto tiempo.
  - Elimine las burbujas de aire adheridas con un cepillo fino.
  - Mueva suavemente la cesta cuando la sumerja por primera vez para desprender todas las burbujas de aire que contenga.

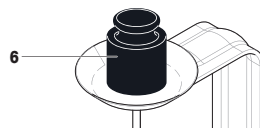
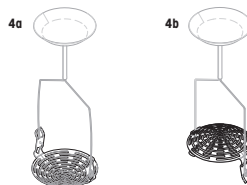
### Preparación del kit para la determinación de densidades

- Las puertas del corta-aires están cerradas (si fuera el caso).

- 1 Pulse →0← para poner a cero la balanza.
- 2 Abra el corta-aires.
- 3 Fije el termómetro suministrado (1) al vaso (2) y coloque el vaso sobre el platillo (3).
- 4 Llene el vaso con el líquido auxiliar. Añada el suficiente líquido para garantizar que el sólido quede cubierto por al menos 1 cm de líquido una vez sumergido.

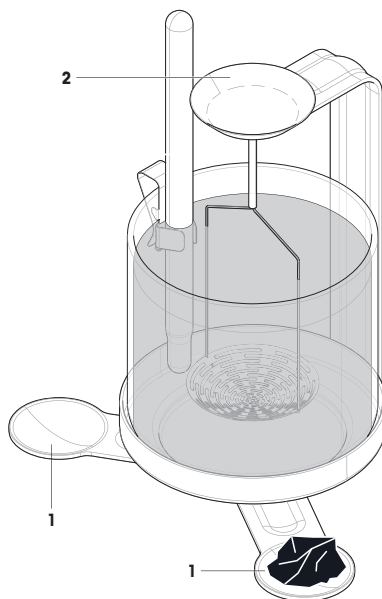


- 5 Gire con cuidado la cesta del portamuestras hasta alcanzar la configuración adecuada: para sólidos sumergibles (4a) o flotantes (4b).
- 6 Cuelgue el portamuestras (4) en el soporte (5). Asegúrese de que no se adhieran burbujas de aire a la parte sumergida del portamuestras. Elimine las burbujas de aire moviendo el portamuestras o usando un cepillo fino.
- 7 Para sólidos flotantes: si el empuje de Arquímedes del sólido es mayor que el peso del portamuestras, este último deberá compensarse colocando una pesa adicional (6) en su plato de pesaje superior. Esta pesa adicional debe permanecer encima del plato de pesaje durante todo el procedimiento.
- 8 Cierre el corta-aíres.
- 9 Pulse →T← para tarar la balanza.



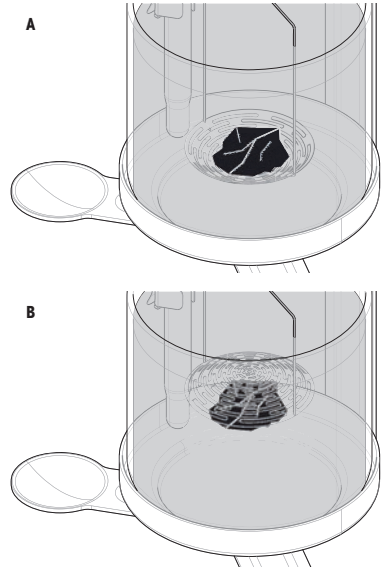
### Pesaje de la muestra en el aire

- 1 Abra el corta-aíres.
- 2 Coloque la muestra en uno de los dos platos de pesaje (1) del soporte. Si el peso de la muestra es superior a 20 g, colóquela en el plato de pesaje en la parte superior del portamuestras (2).
- 3 Espere hasta que la balanza se haya estabilizado y observe el valor mostrado en la pantalla (que corresponde al valor "A" en la fórmula).
- 4 Abra el corta-aíres.
- 5 Retire la muestra del plato de pesaje.



### Pesaje de la muestra en el líquido

- 1 Para los sólidos sumergibles, coloque la muestra en la cesta del portamuestras (A). Para los sólidos flotantes, coloque la muestra debajo de la cesta del portamuestras (B).
- 2 Asegúrese de que no se adhieran burbujas de aire a la muestra. Elimine todas las burbujas de aire con un cepillo fino.
- 3 Cierre el corta-aíres.
- 4 Espere hasta que la balanza se haya estabilizado y observe el valor mostrado en la pantalla (que corresponda al valor "A" en la fórmula).
- 5 Determine la densidad  $\rho$  del sólido utilizando la fórmula correspondiente.



### Vea también a este respecto

- 🔗 Principio de la determinación de la densidad de sólidos ▶ página 35



## 4.3 Densidad de líquidos

### 4.3.1 Principio de la determinación de la densidad de líquidos

La densidad 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 densidad  $\rho$  puede determinarse a partir de los dos resultados de pesaje.

Con una balanza electrónica, se puede determinar el peso del líquido desplazado  $P$  ( $P = A - B$ ) y, por lo tanto, el empuje de Arquímedes, lo que permite obtener una fórmula simplificada.

**Densidad:**

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

**Densidad simplificada:**

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

#### Leyenda

A	Peso del dispositivo de inmersión en el aire
B	Peso del dispositivo de inmersión dentro del líquido
P	Peso del líquido desplazado ( $P = A - B$ )
V	Volumen del dispositivo de inmersión
$\rho$	Densidad del líquido
$\rho_L$	Densidad del aire (0,0012 g/m <sup>3</sup> )
$\alpha$	Factor de corrección de la balanza (0,99985). Tiene en cuenta el empuje de aire de la(s) pesa(s) de ajuste.

### 4.3.2 Determinación de la densidad de líquidos



#### AVISO

##### Resultados erróneos por un manejo inadecuado

La muestra y las partes del instrumento sumergidas en líquido deben estar limpias para obtener unos resultados de pesaje correctos.

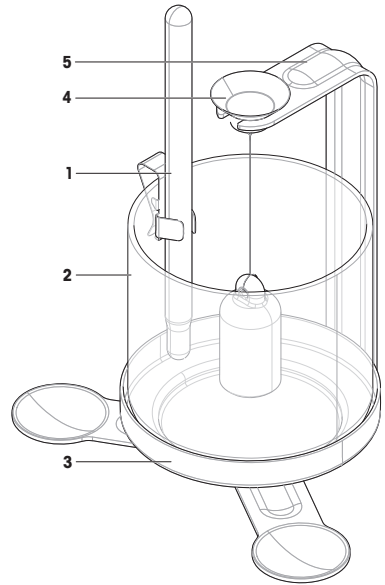
- Utilice siempre guantes cuando vaya a tocar piezas que estén sumergidas en líquido.

Para evitar que aparezcan burbujas de aire, adopte las siguientes medidas de precaución:

- Utilice el agente humectante o los líquidos orgánicos incluidos. El cambio que se produce en la densidad al incorporar el agente humectante es insignificante.
- Elimine los restos de grasa de los sólidos resistentes a los 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.

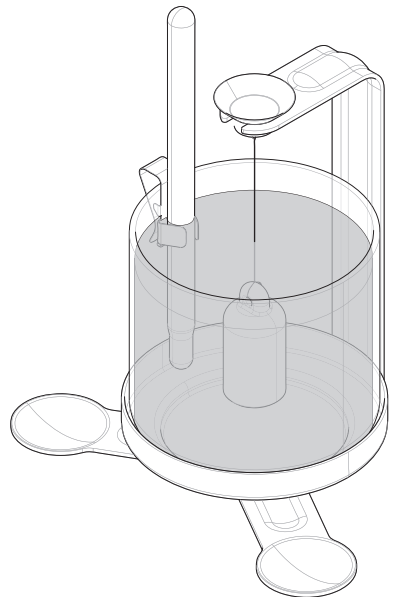
### Preparación del kit para la determinación de densidades

- El dispositivo de inmersión está disponible.
  - Las puertas del corta-aíres están cerradas (si fuera el caso).
- 1 Pulse **→0←** para poner a cero la balanza.
  - 2 Abra el corta-aíres.
  - 3 Fije el termómetro suministrado (1) al vaso (2) y coloque el vaso sobre el platillo (3).
  - 4 Cuelgue el dispositivo de inmersión (4) en el soporte (5) y asegúrese de que no entre en contacto con el vaso ni con el termómetro.
  - 5 Cierre el corta-aíres.
  - 6 Pulse **→T←** para tarar la balanza.



### Pesaje del dispositivo de inmersión en el líquido

- 1 Abra el corta-aíres.
- 2 Llene el vaso con el líquido cuya densidad desee determinar. Añada suficiente líquido para que el dispositivo de inmersión quede cubierto por 1 cm de líquido como mínimo una vez sumergido.
- 3 Asegúrese de que no se adhieran burbujas de aire a la parte sumergida del dispositivo de inmersión. Elimine las burbujas de aire moviendo el dispositivo de inmersión o usando un cepillo fino.
- 4 Cierre el corta-aíres.
- 5 Espere hasta que la balanza se haya estabilizado y observe el valor mostrado en la pantalla (que corresponde al valor "P" en la fórmula).
- 6 Determine la densidad  $\rho$  del líquido a la temperatura indicada por el termómetro utilizando la fórmula correspondiente.



**Vea también a este respecto**

[Principio de la determinación de la densidad de líquidos](#) ▶ página 39

## 5 Características técnicas

### 5.1 Cables

	Cable del portamuestras	Cable del dispositivo de inmersión de 10 ml
Material	Acero inoxidable	Platino
Diámetro	0,6 mm	0,2 mm

### 5.2 Dispositivo de inmersión de 10 ml

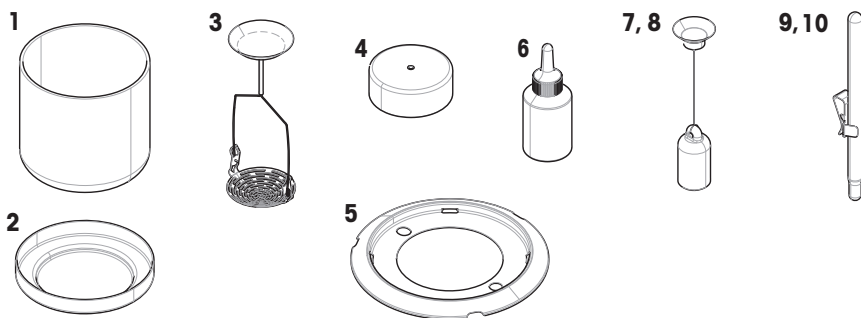
- El volumen nominal del dispositivo de inmersión es de 10,00 cm<sup>3</sup>, con una tolerancia del  $\pm 0,5$  %.
- El volumen calibrado del dispositivo de inmersión está disponible en el certificado de calibración (incertidumbre de medición del  $\pm 0,05$  %).
- Si se utiliza el volumen nominal del dispositivo de inmersión, es decir, 10,00 cm<sup>3</sup>, para determinar la densidad del agua a una temperatura de 20 °C, esto genera un error máximo del  $\pm 0,5$  %, es decir,  $\pm 0,005$  g/cm<sup>3</sup>.
- El uso del volumen calibrado del dispositivo de inmersión para calcular la densidad contribuye a la incertidumbre del valor de densidad en un  $\pm 0,05$  %.
- Cuando el dispositivo de inmersión se sumerge bajo 10 mm de líquido, el volumen sumergido adicional del cable es de 0,001 cm<sup>3</sup>.

### 5.3 Densidad del agua destilada

T/ °C	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	0.99970	0.99969	0.99968	0.99967	0.99966	0.99965	0.99964	0.99963	0.99962	0.99961
11	0.99960	0.99959	0.99958	0.99957	0.99956	0.99955	0.99954	0.99953	0.99952	0.99951
12	0.99950	0.99949	0.99947	0.99946	0.99945	0.99944	0.99943	0.99941	0.99940	0.99939
13	0.99938	0.99936	0.99935	0.99934	0.99933	0.99931	0.99930	0.99929	0.99927	0.99926
14	0.99924	0.99923	0.99922	0.99920	0.99919	0.99917	0.99916	0.99914	0.99913	0.99911
15	0.99910	0.99908	0.99907	0.99905	0.99904	0.99902	0.99901	0.99899	0.99897	0.99896
16	0.99894	0.99893	0.99891	0.99889	0.99888	0.99886	0.99884	0.99883	0.99881	0.99879
17	0.99877	0.99876	0.99874	0.99872	0.99870	0.99869	0.99867	0.99865	0.99863	0.99861
18	0.99859	0.99858	0.99856	0.99854	0.99852	0.99850	0.99848	0.99846	0.99844	0.99842
19	0.99840	0.99838	0.99836	0.99835	0.99833	0.99831	0.99828	0.99826	0.99824	0.99822
20	0.99820	0.99818	0.99816	0.99814	0.99812	0.99810	0.99808	0.99806	0.99803	0.99801
21	0.99799	0.99797	0.99795	0.99793	0.99790	0.99788	0.99786	0.99784	0.99781	0.99779
22	0.99777	0.99775	0.99772	0.99770	0.99768	0.99765	0.99763	0.99761	0.99758	0.99756
23	0.99754	0.99751	0.99749	0.99747	0.99744	0.99742	0.99739	0.99737	0.99734	0.99732
24	0.99730	0.99727	0.99725	0.99722	0.99720	0.99717	0.99715	0.99712	0.99709	0.99707
25	0.99704	0.99702	0.99699	0.99697	0.99694	0.99691	0.99689	0.99686	0.99684	0.99681
26	0.99678	0.99676	0.99673	0.99670	0.99667	0.99665	0.99662	0.99659	0.99657	0.99654
27	0.99651	0.99648	0.99646	0.99643	0.99640	0.99637	0.99634	0.99632	0.99629	0.99626
28	0.99623	0.99620	0.99617	0.99615	0.99612	0.99609	0.99606	0.99603	0.99600	0.99597
29	0.99594	0.99591	0.99588	0.99585	0.99582	0.99579	0.99577	0.99574	0.99571	0.99568
30	0.99564	0.99561	0.99558	0.99555	0.99552	0.99549	0.99546	0.99543	0.99540	0.99537

ISO 15212-1:1998 Oscillation-type density meters – Part 1: Laboratory instruments

## 6 Accesorios y piezas de repuesto



	Nº de pedido	Designación	Observaciones
1	11142289	Vaso de cristal $\varnothing$ 80 mm, alto	–
2	238164	Platillo	–
3	30004746	Portamuestras para sólidos sumergibles y flotantes	–
4	11132682	Pesa de compensación, color blanco, para XP/XPE 0,1 mg	–
5	11131531	Anillo de protección $\varnothing$ 90 mm	–
6	72409	Agente humectante	–
7	210260	Dispositivo de inmersión de 10 ml, no calibrado	–
8	210672	Dispositivo de inmersión de 10 ml, calibrado	–
9	238767	Termómetro, no calibrado	Incluye: soporte
10	11132685	Termómetro, calibrado	Incluye: soporte



# 1 Introduction

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

Le kit masse volumique vous permet de déterminer la masse volumique des solides et des liquides. Le kit est compatible avec les balances de précision fine XPR, XSR, XPE, XP et XS 0,1 mg et 1 mg.

## Objet de ce document

Ce document explique comment utiliser le kit masse volumique. Il décrit la procédure à suivre pour déterminer manuellement la masse volumique et il fournit des instructions sur le **logiciel de détermination de la masse volumique**. Si vous avez besoin d'en savoir plus sur l'utilisation de votre balance, veuillez vous reporter au "manuel de référence" de votre balance.

## Pour plus d'informations

► [www.mt.com/lab-accessories](http://www.mt.com/lab-accessories)

► [www.mt.com/library](http://www.mt.com/library)

## Conventions et symboles



Fait référence à un document externe.

## Instructions

Vous trouverez dans ce manuel des instructions détaillées, présentées comme suit. Les étapes sont numérotées et peuvent indiquer des conditions préalables, des résultats intermédiaires et des résultats, comme illustré dans l'exemple. Les séquences comportant moins de deux étapes ne sont pas numérotées.

- Les conditions préalables à remplir avant les étapes individuelles peuvent être exécutées.
- 1 Étape 1
  - ⇒ Résultat intermédiaire
- 2 Étape 2
  - ⇒ Résultat

## 2 Consignes de sécurité

Veillez à utiliser l'accessoire uniquement conformément aux instructions de ce "manuel de référence" et au "manuel de référence" de l'instrument principal. Si vous n'utilisez pas l'accessoire conformément aux deux documents susmentionnés ou si l'accessoire est modifié, la sécurité de celui-ci peut être compromise et Mettler-Toledo GmbH décline toute responsabilité.

### 2.1 Définition des avertissements et des symboles d'avertissement

Les consignes de sécurité peuvent être identifiées grâce aux termes de notification et aux symboles d'avertissement. Elles signalent des problèmes liés à la sécurité et fournissent des avertissements. 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 signalisation

**AVIS** Signale une situation dangereuse impliquant un risque faible, susceptible de causer des dommages matériels, notamment à l'instrument, des dysfonctionnements, des résultats erronés ou des pertes de données.

#### Symboles d'avertissement



Avertissement

#### Équipement de protection individuelle



Portez des gants pour éviter toute contamination.

### 2.2 Consignes de sécurité relatives au produit

#### Utilisation prévue

Votre kit masse volumique vous permet de déterminer la masse volumique des corps solides et des corps liquides. Ne vous servez pas du kit 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 GmbH est considéré comme non conforme.

L'usage prévu inclut la conformité à toutes les instructions stipulées au présent "manuel de référence" et au "manuel de référence" de votre balance.

#### Responsabilités du propriétaire de l'instrument

Le propriétaire de l'instrument est la personne qui détient le titre de propriété de l'instrument et qui utilise l'instrument ou autorise une personne à l'utiliser, ou qui est réputée être l'opérateur de l'instrument aux yeux de la loi. Le propriétaire de l'instrument est responsable de la sécurité de tous les utilisateurs de l'instrument et des tiers.

Mettler-Toledo GmbH part du principe que le propriétaire de l'instrument forme les utilisateurs à une utilisation sûre de l'instrument sur leur lieu de travail et qu'il aborde les dangers que son utilisation implique. Mettler-Toledo GmbH part du principe que le propriétaire de l'instrument fournit l'équipement de protection nécessaire.

#### Consignes de sécurité



#### AVIS

##### **Dommages ou dysfonctionnements dus à l'utilisation de pièces inappropriées.**

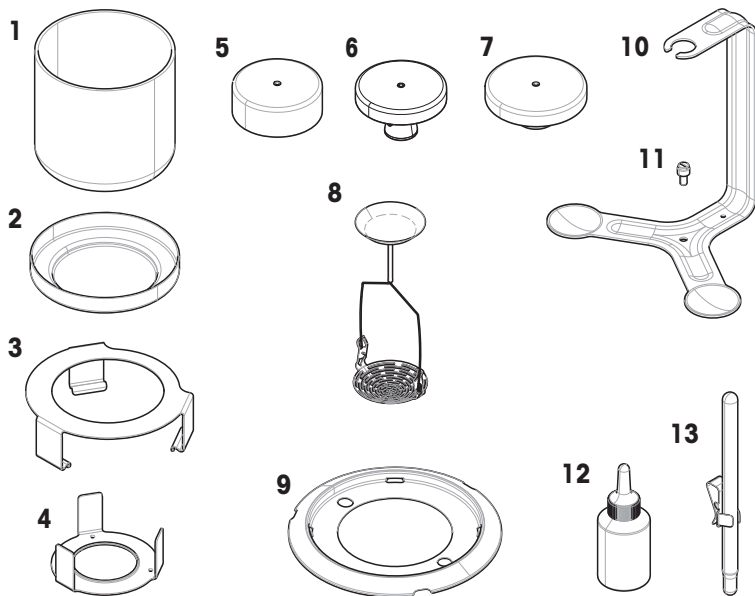
L'utilisation de pièces inappropriées ou défectueuses peut entraîner un danger pour le personnel, des dommages, dysfonctionnements ou la panne complète de l'instrument.

- Utilisez uniquement des pièces d'origine fournies ou approuvées par le fabricant.



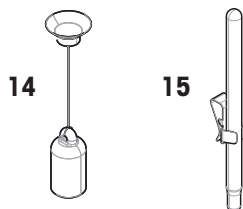
### 3 Installation et mise en service

#### 3.1 Contenu de la livraison



1	Bécher haut en verre $\varnothing$ 80 mm	8	Support pour solides immergés et flottants
2	Plateau	9	Bague $\varnothing$ 90 mm
3	Porte-plateau, grand	10	Support
4	Porte-plateau, petit	11	Vis
5	Poids de compensation, blanc, pour XP/XPE 0,1 mg	12	Agent mouillant
6	Poids de compensation, blanc, pour XPR 0,1 mg	13	Thermomètre, non étalonné
7	Poids de compensation, acier chromé, pour 1 mg		

#### 3.2 Accessoires



14	Plongeur 10 ml, non étalonné	15	Thermomètre, étalonné
	Plongeur 10 ml, étalonné		

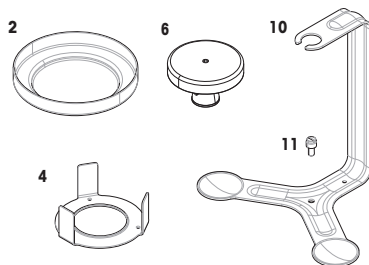
### 3.3 Installation du kit masse volumique

#### 3.3.1 Installation sur XPR 0,1 mg

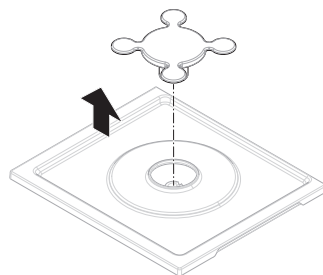
Ces notices d'installation conviennent aux balances de précision fine du type :

- **XPRx04S**

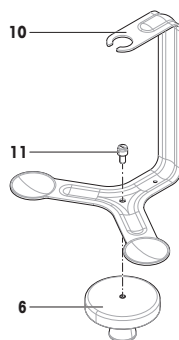
- Les pièces suivantes sont disponibles :



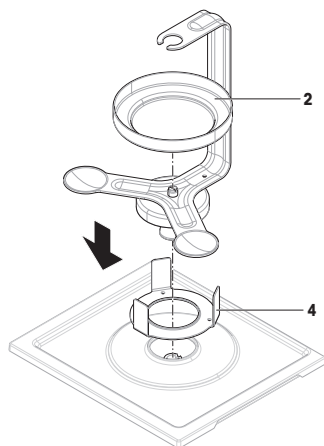
- 1 Ouvrez le pare-brise.
- 2 Retirez le SmartPan Pro ou le SmartPan.



- 3 Assemblez le support (10) et le poids de compensation (6) à l'aide de la vis fournie (11).



- 4 Placez le support de plateau (4) sur la plaque du plateau collecteur.
  - 5 Installez le poids de compensation et le support sur la cellule de pesée.
  - 6 Placez le plateau (2) au-dessus du porte-plateau (4). Le plateau ne doit pas toucher le support ni la vis.
- ➔ Pour utiliser le kit masse volumique, reportez-vous à la section "Utilisation".

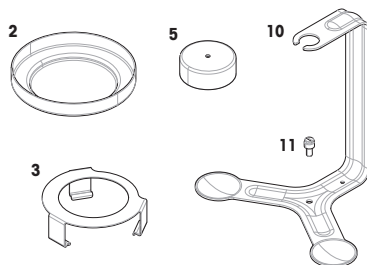


### 3.3.2 Installation sur XPE/XP 0,1 mg

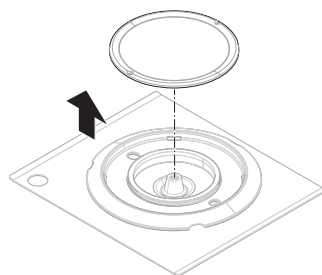
Ces notices d'installation conviennent aux balances de précision fine du type :

- XPEx04S
- XPx04S

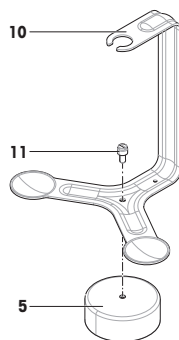
- Les pièces suivantes sont disponibles :



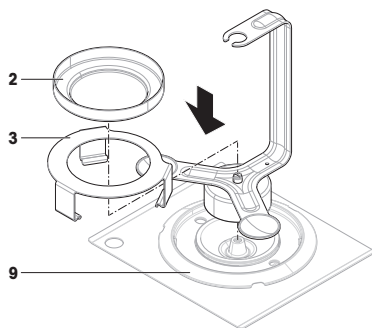
- 1 Ouvrez le pare-brise.
- 2 Retirez le plateau de pesage.



- 3 Assemblez le support (10) et le poids de compensation (5) avec la vis fournie (11).



- 4 Installez le poids de compensation et le support sur la cellule de pesée.
  - 5 Placez le porte-plateau (3) sur la bague (9). Veillez à ce que le côté le plus fin du bord du porte-plateau soit tourné vers le support.
  - 6 Placez le plateau (2) au-dessus du porte-plateau (3). Le plateau ne doit pas toucher le support ni la vis.
- ➔ Pour utiliser le kit masse volumique, reportez-vous à la section "Utilisation".

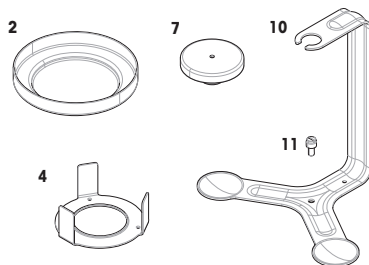


### 3.3.3 Installation sur XPR/XSR/XPE/XS 1 mg avec SmartPan Pro ou SmartPan

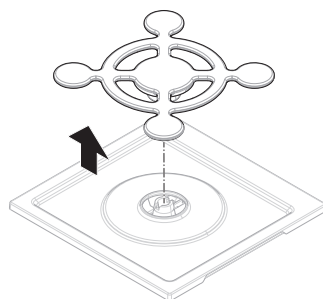
Ces notices d'installation conviennent aux balances de précision fine du type :

- **XPRxx03S** et **XPRxx03SN** avec SmartPan Pro ou SmartPan
- **XSRxx03S** et **XSRxx03SN** avec SmartPan
- **XPExx03S** et **XPExx03SN** avec SmartPan
- **XSxx03S** et **XSxx03SN** avec SmartPan ; SNR B543000000 ou version supérieure

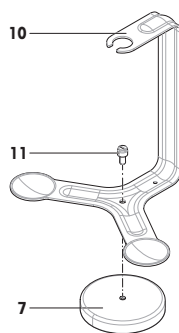
- Les pièces suivantes sont disponibles :



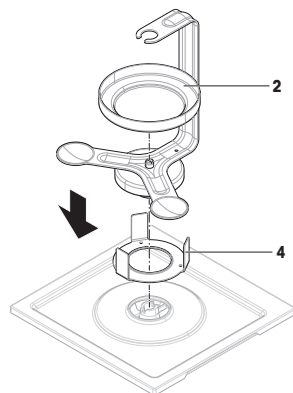
- 1 Ouvrez le pare-brise, le cas échéant.
- 2 Retirez le SmartPan Pro ou le SmartPan et le plateau de pesage plat, le cas échéant.



- 3 Assemblez le support (10) et le poids de compensation (7) avec la vis fournie (11).



- 4 Placez le support de plateau (4) sur la plaque du plateau collecteur.
  - 5 Installez le poids de compensation et le support sur la cellule de pesée.
  - 6 Placez le plateau (2) au-dessus du porte-plateau (4). Le plateau ne doit pas toucher le support ni la vis.
- ➔ Pour utiliser le kit masse volumique, reportez-vous à la section "Utilisation".

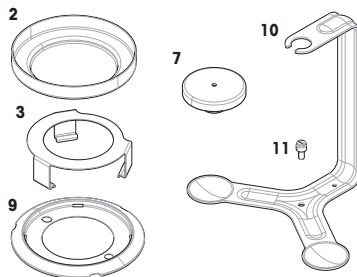


### 3.3.4 Installation sur XPE/XP/XS 1 mg avec plateau de pesage plat

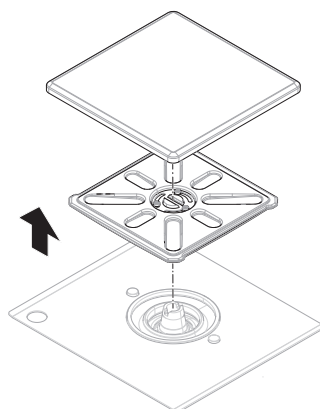
Ces notices d'installation conviennent aux balances de précision fine du type :

- **XPExx03S** avec plateau de pesage plat
- **XPxx03S** avec plateau de pesage plat
- **XSxx03S** avec plateau de pesage plat ; SNR B542999999 ou version antérieure

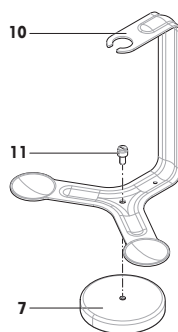
- Les pièces suivantes sont disponibles :



- 1 Ouvrez le pare-brise, le cas échéant.
- 2 Retirez le plateau de pesage et le porte-plateau.

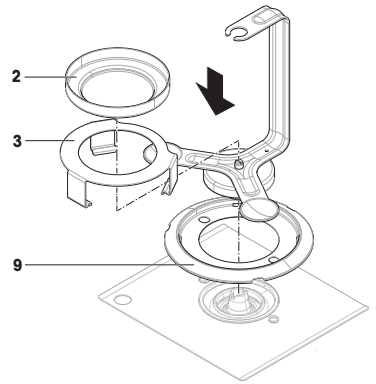


- 3 Assemblez le support (10) et le poids de compensation (7) avec la vis fournie (11).





- 4 Placez la bague (9) sur la plaque de la balance, en alignant les trous de cette bague avec les broches de la plaque de la balance.
  - 5 Installez le poids de compensation et le support sur la cellule de pesée.
  - 6 Placez le porte-plateau (3) sur la bague (9). Veillez à ce que le côté le plus fin du bord du porte-plateau soit tourné vers le support.
  - 7 Placez le plateau (2) au-dessus du porte-plateau (3). Le plateau ne doit pas toucher le support ni la vis.
- ➔ Pour utiliser le kit masse volumique, reportez-vous à la section "Utilisation".



## 4 Utilisation

Cette section fournit des informations théoriques et pratiques sur la façon de déterminer la masse volumique des solides et des liquides à l'aide du kit masse volumique. Elle comprend également des recommandations pour améliorer l'exactitude et la précision des résultats. Selon votre modèle de balance et la version de votre logiciel, les principales étapes de fonctionnement et les calculs nécessaires peuvent être mis en œuvre dans le logiciel de la balance ; suivez les instructions de l'assistant pour obtenir de l'aide.



Consultez le Manuel de référence (MR) pour plus d'informations.

### 4.1 Principe de détermination de la masse volumique

La masse volumique  $\rho$  est le quotient entre la masse  $m$  et le volume  $V$ .

Selon le système international d'unités, la masse volumique est exprimée en  $\text{kg/m}^3$ . Cependant, l'unité  $\text{g/cm}^3$  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 masse volumique. **Selon le principe de la poussée d'Archimède, tout corps plongé entièrement ou partiellement dans l'eau est soumis à une poussée ascendante. Cette force est équivalente au poids du liquide déplacé par ce corps.**

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 :**

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

### 4.2 Masse volumique des solides

#### 4.2.1 Principe de la détermination de la masse volumique des solides

La masse volumique d'un corps solide est déterminée à l'aide d'un liquide dont la masse volumique  $\rho_0$  est connue. 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  $\rho$  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

A	Poids de l'échantillon dans l'air
B	Poids de l'échantillon dans le liquide auxiliaire
$\rho$	Masse volumique de l'échantillon
$\rho_0$	Masse volumique du liquide auxiliaire
$\rho_L$	Masse volumique de l'air (0,0012 g/cm <sup>3</sup> )
V	Volume d'échantillon
$\alpha$	Facteur de correction de la balance (0,99985). Il tient compte de la poussée d'air du poids de calibrage.

## 4.2.2 Détermination de la masse volumique des solides



### AVIS

#### Résultats erronés dus à une manipulation incorrecte

Les pièces de l'instrument et l'échantillon immergés dans le liquide doivent être propres pour garantir l'obtention de résultats de pesée corrects.

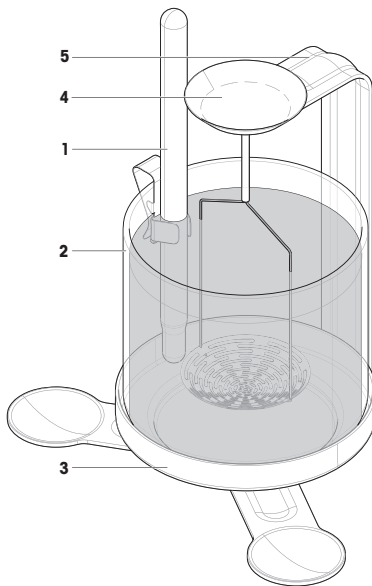
- Portez toujours des gants lorsque vous touchez les éléments immergés dans le liquide.

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

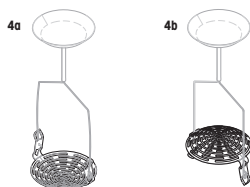
- L'effet de la température sur les liquides peut causer des changements de masse volumique de l'ordre de 0,1 à 1 ‰ par °C. Pour obtenir des résultats précis, prenez toujours en compte la température du liquide auxiliaire dans la détermination de la masse volumique.
- L'adhérence du liquide auxiliaire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

#### Préparation du kit masse volumique

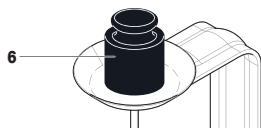
- Les portes du pare-brise sont fermées (le cas échéant).
- 1 Appuyez sur →0← pour remettre la balance à zéro.
  - 2 Ouvrez le pare-brise.
  - 3 Fixez le thermomètre fourni (1) au béccher (2) et placez le béccher sur le plateau (3).
  - 4 Remplissez le béccher de liquide auxiliaire. Ajoutez assez de liquide pour être sûr que le corps solide soit recouvert par au moins 1 cm de liquide après immersion.



- 5 Tournez avec précaution le panier du support jusqu'à obtenir la configuration appropriée : pour les solides immergés (4a) ou flottants (4b).
- 6 Accrochez le support (4) au matériel de fixation (5). 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.

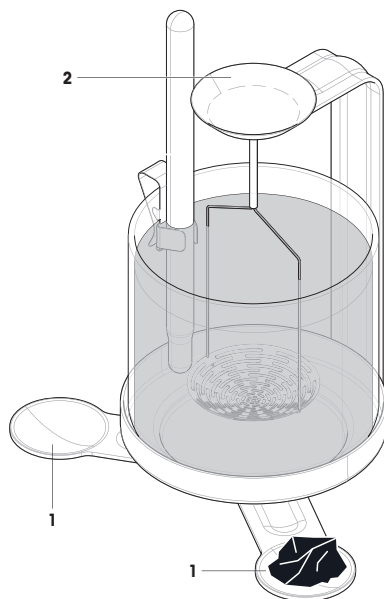


- 7 Pour les solides flottants : si la poussée d'Archimède du solide est supérieure au poids du support, le support doit être lesté, en plaçant un poids supplémentaire (6) sur le plateau de pesage supérieur du support lors de la pesée. Ce poids supplémentaire doit rester sur le plateau de pesage pendant toute la procédure.
- 8 Fermez le pare-brise.
- 9 Appuyez sur →T← pour tarer la balance.



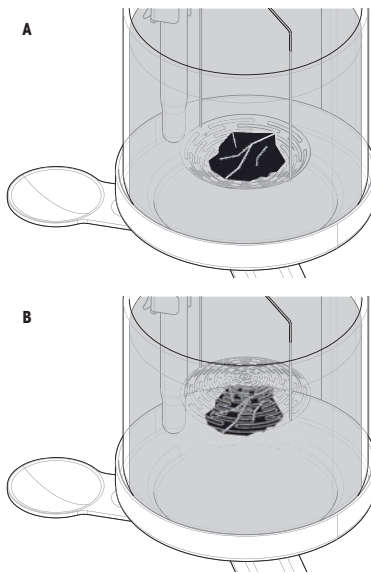
### Pesée de l'échantillon dans l'air

- 1 Ouvrez le pare-brise.
- 2 Placez l'échantillon sur l'un des deux plateaux de pesage (1) du support. Si le poids de l'échantillon est  $> 20$  g, placez-le sur le plateau de pesage situé sur la partie supérieure du support (2).
- 3 Attendez que la balance se soit stabilisée et notez la valeur affichée (correspondant à « A » dans la formule).
- 4 Ouvrez le pare-brise.
- 5 Retirez l'échantillon du plateau de pesage.



### Pesée de l'échantillon dans un liquide

- 1 Pour les solides coulants, placez l'échantillon dans le panier du support (A). Pour les solides flottants, placez l'échantillon sous le panier du support (B).
- 2 Assurez-vous qu'aucune bulle d'air n'adhère à l'échantillon. Retirez les éventuelles bulles d'air avec une brosse fine.
- 3 Fermez le pare-brise.
- 4 Attendez que la balance se soit stabilisée et notez la valeur affichée (correspondant à « B » dans la formule).
- 5 Déterminez la masse volumique  $\rho$  du solide selon la formule correspondante.



### Voir aussi à ce sujet

- 🔗 Principe de la détermination de la masse volumique des solides » page 56

## 4.3 Masse volumique des liquides

### 4.3.1 Principe de la détermination de la masse volumique des liquides

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

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.

**Masse volumique :**

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

**Masse volumique simplifiée :**

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

#### Légende

A	Poids du plongeur dans l'air
B	Poids du plongeur dans le liquide
P	Poids du liquide déplacé ( $P = A - B$ )
V	Volume du plongeur
$\rho$	Masse volumique du liquide
$\rho_L$	Masse volumique de l'air (0,0012 g/cm <sup>3</sup> )
$\alpha$	Facteur de correction de la balance (0,99985). Il tient compte de la poussée d'air du poids de calibrage.

### 4.3.2 Détermination de la masse volumique de liquides



#### AVIS

##### Résultats erronés dus à une manipulation incorrecte

Les pièces de l'instrument et l'échantillon immergés dans le liquide doivent être propres pour garantir l'obtention de résultats de pesée corrects.

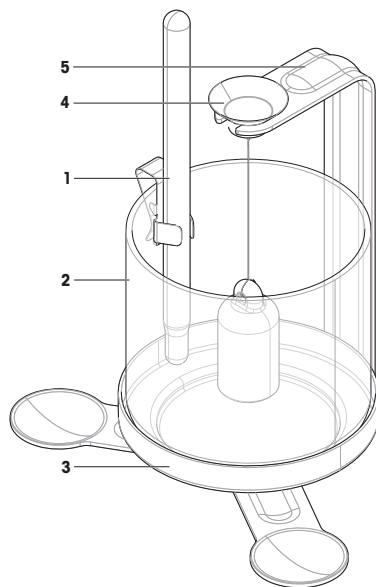
- Portez toujours des gants lorsque vous touchez les éléments immergés dans le liquide.

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

- Utilisez l'agent mouillant fourni ou des liquides organiques. Le changement de masse volumique dû à l'ajout d'agent mouillant est négligeable.
- Enlevez les traces de graisse des 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.

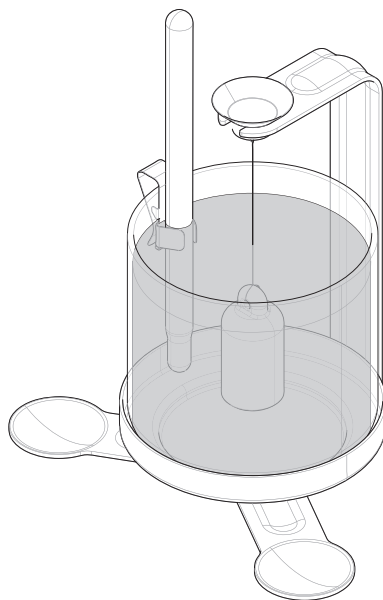
## Préparation du kit masse volumique

- Le plongeur est disponible.
  - Les portes du pare-brise sont fermées (le cas échéant).
- 1 Appuyez sur **→0←** pour remettre la balance à zéro.
  - 2 Ouvrez le pare-brise.
  - 3 Fixez le thermomètre fourni (1) au bécher (2) et placez le bécher sur le plateau (3).
  - 4 Accrochez le plongeur (4) au matériel de fixation (5) et assurez-vous qu'il n'est pas en contact avec le bécher ou le thermomètre.
  - 5 Fermez le pare-brise.
  - 6 Appuyez sur **→T←** pour tarer la balance.



## Pesée du plongeur dans un liquide

- 1 Ouvrez le pare-brise.
- 2 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.
- 3 Assurez-vous qu'aucune bulle d'air n'adhère à la partie immergée du plongeur. Retirez les bulles d'air en bougeant le plongeur ou en utilisant une brosse fine.
- 4 Fermez le pare-brise.
- 5 Attendez que la balance se soit stabilisée et notez la valeur affichée (correspondant à « P » dans la formule).
- 6 Déterminez la masse volumique  $\rho$  du liquide à la température indiquée par le thermomètre selon la formule correspondante.



**Voir aussi à ce sujet**

[Principe de la détermination de la masse volumique des liquides](#) ▶ page 60



## 5 Caractéristiques techniques

### 5.1 Fils

	Fil du support	Fil du plongeur 10 ml
Matériau	Acier inoxydable	Platine
Diamètre	0,6 mm	0,2 mm

### 5.2 Plongeur 10 ml

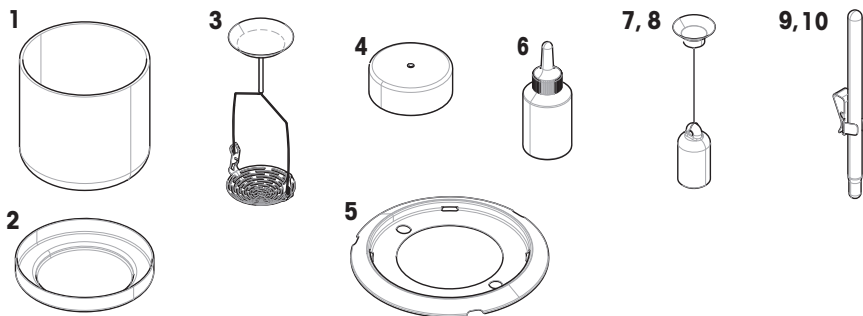
- Le volume nominal du plongeur est de 10,00 cm<sup>3</sup> avec une tolérance de  $\pm 0,5$  %.
- Le volume étalonné du plongeur est disponible dans le certificat d'étalonnage (incertitude de mesure de  $\pm 0,05$  %).
- L'utilisation du volume nominal du plongeur, c'est-à-dire 10,00 cm<sup>3</sup>, pour la détermination de la masse volumique de l'eau à une température de 20 °C conduit à une erreur max. de  $\pm 0,5$  %, c'est-à-dire  $\pm 0,005$  g/cm<sup>3</sup>.
- L'utilisation du volume étalonné du plongeur pour le calcul de la masse volumique contribue à l'incertitude de la valeur de la masse volumique de  $\pm 0,05$  %.
- Lorsque le plongeur est immergé sous 10 mm de liquide, le volume supplémentaire de fil immergé est de 0,001 cm<sup>3</sup>.

### 5.3 Masse volumique de l'eau distillée

T/ °C	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	0.99970	0.99969	0.99968	0.99967	0.99966	0.99965	0.99964	0.99963	0.99962	0.99961
11	0.99960	0.99959	0.99958	0.99957	0.99956	0.99955	0.99954	0.99953	0.99952	0.99951
12	0.99950	0.99949	0.99947	0.99946	0.99945	0.99944	0.99943	0.99941	0.99940	0.99939
13	0.99938	0.99936	0.99935	0.99934	0.99933	0.99931	0.99930	0.99929	0.99927	0.99926
14	0.99924	0.99923	0.99922	0.99920	0.99919	0.99917	0.99916	0.99914	0.99913	0.99911
15	0.99910	0.99908	0.99907	0.99905	0.99904	0.99902	0.99901	0.99899	0.99897	0.99896
16	0.99894	0.99893	0.99891	0.99889	0.99888	0.99886	0.99884	0.99883	0.99881	0.99879
17	0.99877	0.99876	0.99874	0.99872	0.99870	0.99869	0.99867	0.99865	0.99863	0.99861
18	0.99859	0.99858	0.99856	0.99854	0.99852	0.99850	0.99848	0.99846	0.99844	0.99842
19	0.99840	0.99838	0.99836	0.99835	0.99833	0.99831	0.99828	0.99826	0.99824	0.99822
20	0.99820	0.99818	0.99816	0.99814	0.99812	0.99810	0.99808	0.99806	0.99803	0.99801
21	0.99799	0.99797	0.99795	0.99793	0.99790	0.99788	0.99786	0.99784	0.99781	0.99779
22	0.99777	0.99775	0.99772	0.99770	0.99768	0.99765	0.99763	0.99761	0.99758	0.99756
23	0.99754	0.99751	0.99749	0.99747	0.99744	0.99742	0.99739	0.99737	0.99734	0.99732
24	0.99730	0.99727	0.99725	0.99722	0.99720	0.99717	0.99715	0.99712	0.99709	0.99707
25	0.99704	0.99702	0.99699	0.99697	0.99694	0.99691	0.99689	0.99686	0.99684	0.99681
26	0.99678	0.99676	0.99673	0.99670	0.99667	0.99665	0.99662	0.99659	0.99657	0.99654
27	0.99651	0.99648	0.99646	0.99643	0.99640	0.99637	0.99634	0.99632	0.99629	0.99626
28	0.99623	0.99620	0.99617	0.99615	0.99612	0.99609	0.99606	0.99603	0.99600	0.99597
29	0.99594	0.99591	0.99588	0.99585	0.99582	0.99579	0.99577	0.99574	0.99571	0.99568
30	0.99564	0.99561	0.99558	0.99555	0.99552	0.99549	0.99546	0.99543	0.99540	0.99537

ISO 15212-1:1998 Oscillation-type density meters – Part 1: Laboratory instruments

## 6 Pièces de rechange et accessoires



	N° de réf.	Désignation	Remarques
1	11142289	Bécher haut en verre ø 80 mm	–
2	238164	Plateau	–
3	30004746	Support pour solides immergés et flottants	–
4	11132682	Poids de compensation, boîte blanche pour XP/XPE 0,1 mg	–
5	11131531	Bague ø90 mm	–
6	72409	Agent mouillant	–
7	210260	Plongeur 10 ml, non étalonné	–
8	210672	Plongeur 10 ml, étalonné	–
9	238767	Thermomètre, non étalonné	Comprend : support
10	11132685	Thermomètre, étalonné	Comprend : support

## 1 简介

感谢您选择METTLER TOLEDO密度测定组件。

您可以通过这个密度测定组件测量固体和液体的密度。该组件可用于可读性为0.1 mg和1 mg的XPR、XSR、XPE、XP、XS精密天平。

### 本文档用途

本文档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，并提供了**密度测定软件**的说明。如果您需要了解有关天平操作的信息，请参见天平的“参考手册 (RM)”。

### 查找更多信息

▶ [www.mt.com/lab-accessories](http://www.mt.com/lab-accessories)

▶ [www.mt.com/library](http://www.mt.com/library)

### 约定和符号



请参阅外部文档。

### 说明书元素

在本手册中，分步说明如下所示。操作步骤已编号，可包含先决条件、中间结果和结果，如示例中所示。少于两个步骤的序列不编号。

- 先决条件是指执行单个步骤之前必须满足的条件。

#### 1 步骤 1

➔ 中间结果

#### 2 步骤 2

➔ 结果

## 2 安全须知

仅可按照本“参考手册”和主仪器“参考手册”来使用配件。如果您未能遵照说明书使用配件，或者如果配件已被改动，则可能降低本仪器的安全性并且Mettler-Toledo GmbH不承担任何责任。

### 2.1 提示语和警告标志的定义

安全说明中所使用的提示语与警告符号的标注。以下是安全问题与警告。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。

#### 警示语

**注意** 存在低风险的危险情况，有可能损坏仪器和导致其他实质性损坏、故障、错误结果或数据丢失。

#### 警告标志



注意

#### 个人防护装备



请戴手套以避免污染。

### 2.2 特定产品的安全信息

#### 预期用途

您的密度测定组件是用于测量固体和液体的密度。此密度测定组件仅用于该用途。未经 Mettler-Toledo GmbH 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。

预期用途还包括遵守本“参考手册”和天平“参考手册”中的所有说明。

#### 仪器所有者的责任

仪器所有者指对仪器具有合法所有权、使用仪器或授权任何人使用仪器，或者在法律上认定为仪器操作人员的个人。仪器所有者负责仪器所有使用者与第三方的安全。

Mettler-Toledo GmbH 假定仪器所有者对用户进行培训，使其了解如何在工作场所安全使用仪器和处理潜在危险。Mettler-Toledo GmbH 假定仪器所有者提供必要的防护装备。

#### 安全注意事项



#### 注意

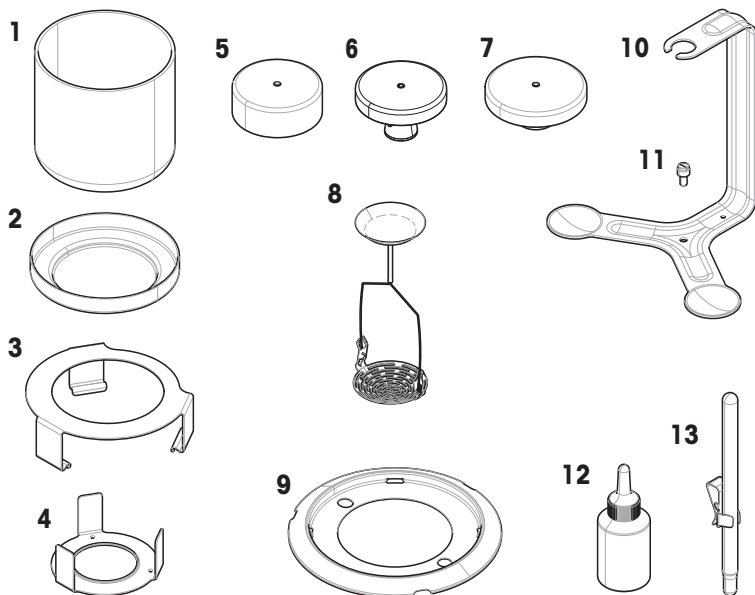
##### 部件使用错误造成的损害或故障

如果使用错误或有缺陷的部件，可能造成人员危险，以及造成仪器损坏、运行错误或全面故障。

- 仅使用制造商提供或认证的原厂部件。

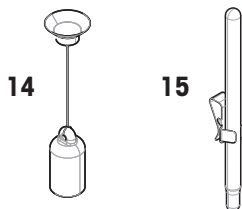
### 3 安装与运行

#### 3.1 交货清单



1	高玻璃烧杯 $\varnothing$ 80 mm	8	下沉和浮动固体的称量容器
2	秤盘	9	防风圈 $\varnothing$ 90 mm
3	大秤盘支架	10	固定支架
4	小秤盘支架	11	螺丝
5	补偿砝码, 白色, 用于读数精度为0.1 mg的XP/XPE型号天平	12	润湿剂
6	补偿砝码, 白色, 用于读数精度为0.1 mg的XPR型号天平	13	未校准的温度计
7	补偿砝码, 铬钢, 用于读数精度为1 mg的天平		

#### 3.2 选配件



<b>14</b>	未校准的10 mL液体密度测量块	<b>15</b>	已校准的温度计
	已校准的10 mL液体密度测量块		

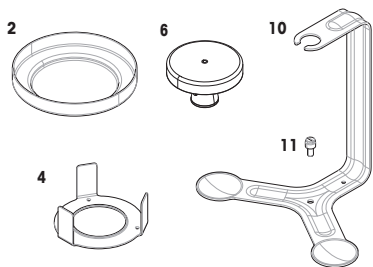
### 3.3 密度测定套件的安装

#### 3.3.1 在可读性为0.1 mg的XPR型号的天平上安装

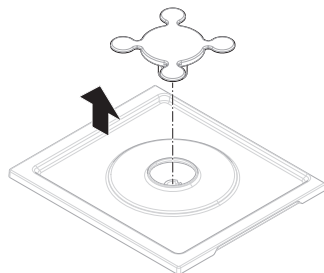
这些安装说明适用于以下类型名称的精密天平：

- XPRx04S

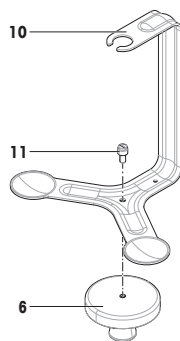
■ 以下部件可供使用：



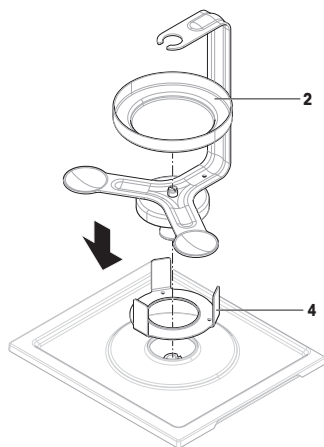
- 1 打开防风罩。
- 2 拆除SmartPan Pro或SmartPan。



- 3 利用所提供的螺丝（11）组装支架（10）和补偿砝码（6）。



- 4 将秤盘支架 (4) 放置在滴盘板上。
  - 5 将补偿砝码和支架安装在称量装置上。
  - 6 将秤盘 (2) 放置在秤盘支架 (4) 上。秤盘应与支架和螺丝都互不接触。
- ➔ 操作此密度测定套件, 请参见"操作"章节。



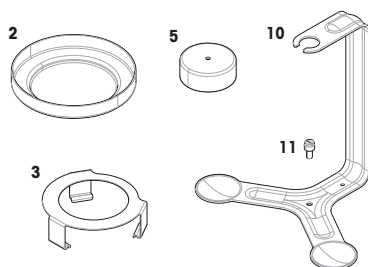


### 3.3.2 安装在读数精度为0.1 mg的XPE/XP天平上

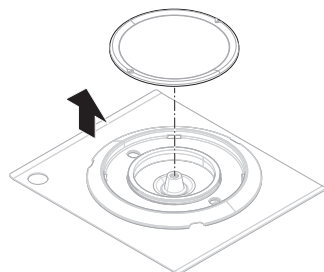
这些安装说明适用于以下类型名称的精密天平：

- XPEx04S
- XPx04S

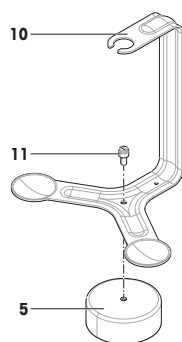
■ 以下部件可供使用：



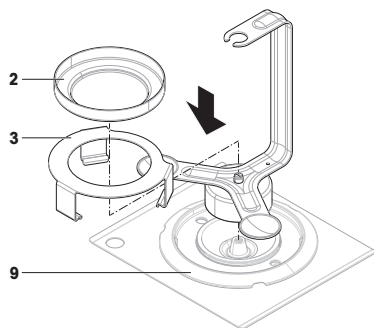
- 1 打开防风罩。
- 2 取下秤盘。



- 3 利用所提供的螺丝（11）组装支架（10）和补偿砝码（5）。



- 4 将补偿砝码和支架安装在称量装置上。
  - 5 将秤盘支架 (3) 放置在防风圈 (9) 上。确保秤盘支架边缘的较薄侧面向支架。
  - 6 将秤盘 (2) 放置在秤盘支架 (3) 上。秤盘应与支架和螺丝都互不接触。
- ➔ 操作此密度测定套件, 请参见"操作"章节。

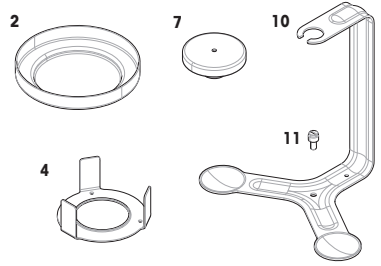


### 3.3.3 安装在读数精度为1 mg、带SmartPan Pro或SmartPan秤盘的XPR/XSR/XPE/XS型号天平上

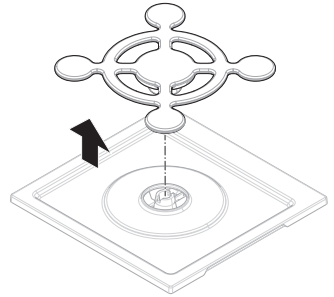
这些安装说明适用于以下类型名称的精密天平：

- 带SmartPan Pro或SmartPan的**XPRxx03S**和**XPRxx03SN**
- 带SmartPan的**XSRxx03S**和**XSRxx03SN**
- 带SmartPan的**XPExx03S**和**XPExx03SN**
- 带SmartPan的**XSxx03S**和**XSxx03SN**；SNR B543000000或更高版本

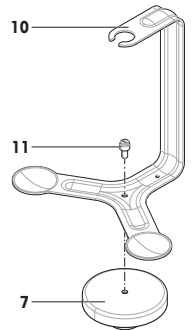
■ 以下部件可供使用：



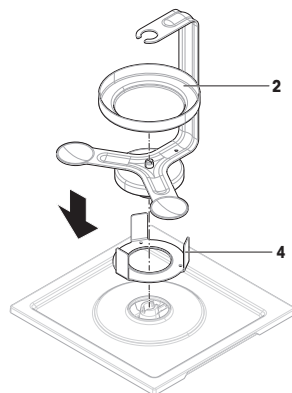
- 1 打开防风罩（如适用）。
- 2 拆除SmartPan Pro或SmartPan和扁平秤盘（如适用）。



- 3 利用所提供的螺丝（11）组装支架（10）和补偿砝码（7）。



- 4 将秤盘支架 (4) 放置在滴盘板上。
  - 5 将补偿砝码和支架安装在称量装置上。
  - 6 将秤盘 (2) 放置在秤盘支架 (4) 上。秤盘应与支架和螺丝都互不接触。
- ➔ 操作此密度测定套件, 请参见"操作"章节。

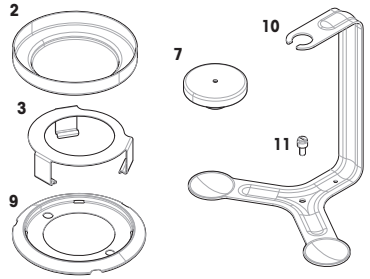


### 3.3.4 安装在读数精度为1 mg、带扁平秤盘的XPE/XP/XS上

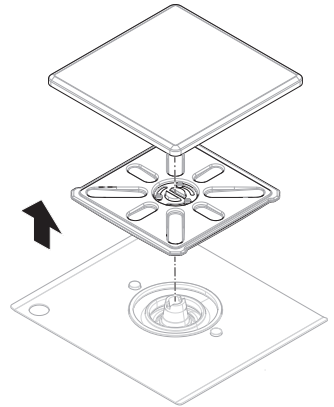
这些安装说明适用于以下类型名称的精密天平：

- 带扁平秤盘的**XPExx03S**
- 带扁平秤盘的**XPxx03S**
- 带扁平秤盘的**XSxx03S**；SNR B542999999或更低版本

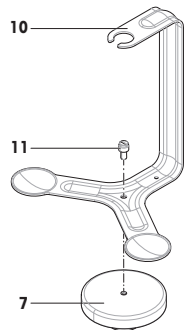
■ 以下部件可供使用：



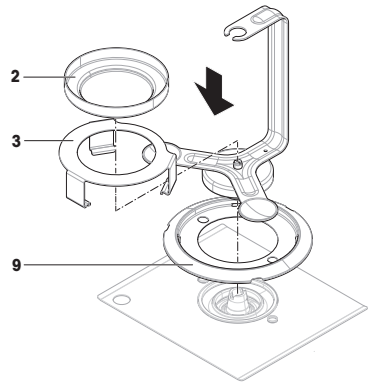
- 1 打开防风罩（如适用）。
- 2 拆除秤盘和秤盘支架。



- 3 利用所提供的螺丝（11）组装支架（10）和补偿砝码（7）。



- 4 将防风圈 (9) 放置在天平板上, 将防风圈开孔与天平板销对齐。
  - 5 将补偿砝码和支架安装在称量装置上。
  - 6 将秤盘支架 (3) 放置在防风圈 (9) 上。确保秤盘支架边缘的较薄侧面向向支架。
  - 7 将秤盘 (2) 放置在秤盘支架 (3) 上。秤盘应与支架和螺丝都互不接触。
- ➡ 操作此密度测定套件, 请参见"操作"章节。



## 4 操作

本节提供了关于如何使用密度套件测定固体和液体密度的理论和实践信息。它还提供了改进结果准确性和精度的建议。根据您的天平型号和软件版本，主要操作步骤和必要计算可能在天平软件中进行；如需帮助，请遵照向导说明。



有关完整信息，请查阅《参考手册 (RM)》。

### 4.1 密度测定的原理

密度 ( $\rho$ ) 是质量 ( $m$ ) 除以体积 ( $V$ ) 所得的商。

密度：

国际单位制规定  $\text{kg/m}^3$  作为密度的单位。然而，单位  $\text{g/cm}^3$  更适合用于实验室用途。

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

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。**阿基米德定律表明，部分或完全浸入液体的物体会受到向上的浮力而向上运动。这个力的大小相当于被身体所排出液体的重量。**

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。

### 4.2 固体密度

#### 4.2.1 固体密度测定原理

已知液体的密度是  $\rho_0$ ，利用该液体来测定固体的密度。我们通常使用水或酒精作为辅助液体。被测固体首先放在空气 (A) 中称量，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  $\rho$ 。

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

A	样品在空气中的重量
B	样品在辅助液体中的重量
$\rho$	样品的密度
$\rho_0$	辅助液体的密度
$\rho_L$	空气密度 ( $0.0012 \text{ g/cm}^3$ )
V	样品体积
$\alpha$	天平修正因子 (0.99985)。这需要考虑到校正砝码的空气浮力。

## 4.2.2 测定固体密度



### 注意

#### 由于处理不当造成的错误结果

浸入液体的样品或仪器的部件应保持清洁，以获得正确的称重结果。

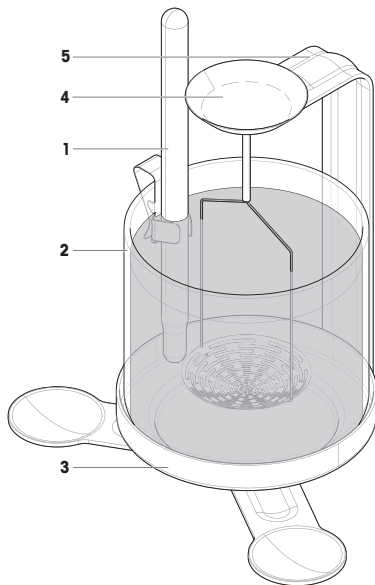
- 在碰触浸在液体中的部件时，请务必使用手套。

为了提高结果的准确度，请采取以下预防措施：

- 温度对液体的影响能引起数量级为每 $^{\circ}\text{C}$  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，可在辅助液体中滴入几滴增湿剂。
- 为了避免气泡：
  - 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油脂痕迹。
  - 定期清理支架。
  - 用细刷清除粘着气泡。
  - 在第一次浸没时轻轻移动支架以去除表面气泡。

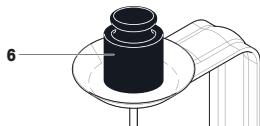
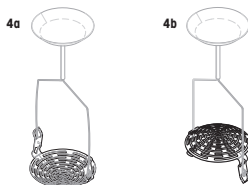
### 密度测定组件的准备

- 关闭防风门（如果有的话）。
  - 1 按→0← 可将天平归零。
  - 2 打开防风罩。
  - 3 将所提供的温度计 (1) 附在烧杯 (2) 上，然后把烧杯放在秤盘 (3) 上。
  - 4 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。



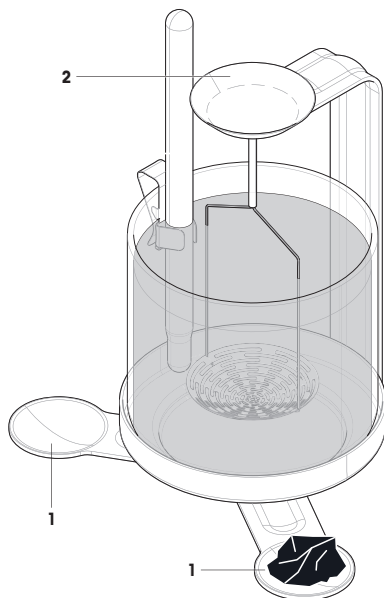


- 5 小心旋转支架吊篮，以实现正确的配置：用于下沉 (4a) 或浮动 (4b) 固体。
- 6 将称量容器(4)挂在固定支架(5)上。确保没有气泡粘着在称量容器浸在液体下面的部分。通过移动称量容器或使用细刷去除气泡。
- 7 用于浮动固体：如果固体的浮力大于称量漏斗的质量，则必须在称盘上方放置另一个砝码 (6)，以便给容器加重。在整个过程中，此额外砝码必须保持在称盘的顶部。
- 8 关闭防风罩。
- 9 短按→T←为天平去皮。



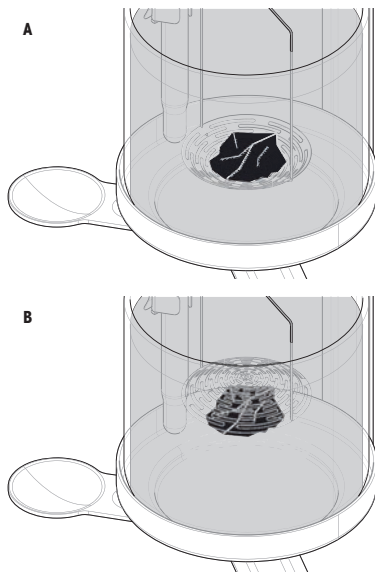
### 在空气中称量样品

- 1 打开防风罩。
- 2 将样品放置在固定支架的两个秤盘 (1) 中的一个内。如果样品重量 > 20 g，则将其放在支架 (2) 顶部的秤盘上。
- 3 等到天平达到稳定后，记录显示的值 (即公式中的值 "A")。
- 4 打开防风罩。
- 5 从秤盘上取下样品。



### 在液体中称量样品

- 1 对于下沉的固体，将样品放置在容器筐 (A) 中。对漂浮的固体，将样品放置在容器筐 (B) 中。
- 2 确保没有气泡粘着在样品上。使用细刷清除任何空气气泡。
- 3 关闭防风罩。
- 4 等到天平达到稳定后，记录显示的值（即公式中的值 "B"）。
- 5 根据相应的公式测定固体的密度  $\rho$ 。



### 可参阅

 固体密度测定原理 ▶ 第77页

## 4.3 液体密度

### 4.3.1 液体密度测定原理

使用一个已知体积的液体密度测量块来测定液体的密度。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  $\rho$ 。

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，公式也可得到简化。

密度：

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

简化的密度：

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

#### 图例

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
P	排出液体的质量 ( $P = A - B$ )
V	液体密度测量块的体积
$\rho$	液体的密度
$\rho_L$	空气的密度 ( $0.0012\text{g/cm}^3$ )
$\alpha$	天平修正因子 (0.99985)。这需要考虑到校正砝码的空气浮力。

### 4.3.2 确定液体的密度



#### 注意

##### 由于处理不当造成的错误结果

浸入液体的样品或仪器的部件应保持清洁，以获得正确的称重结果。

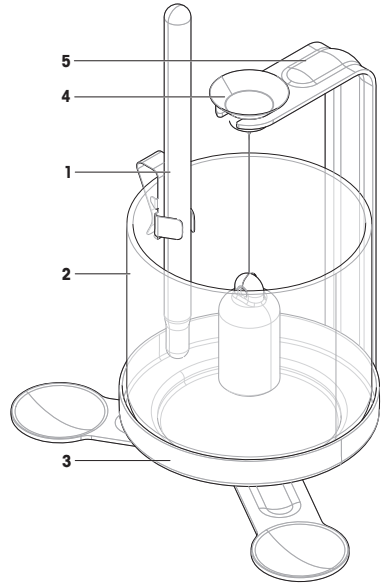
- 在碰触浸在液体中的部件时，请务必使用手套。

为了避免气泡，请采取以下预防措施：

- 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油脂痕迹。
- 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。

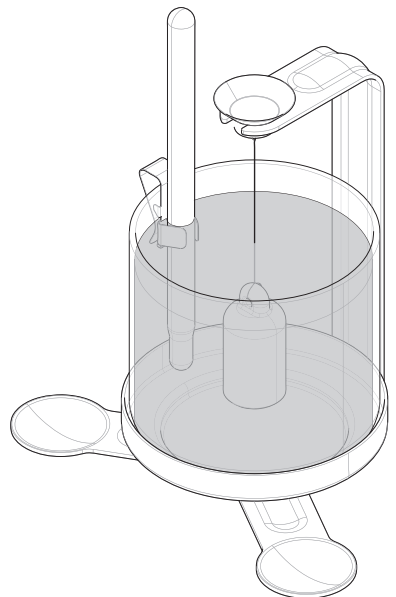
## 密度测定组件的准备

- 密度测量块可用。
  - 关闭防风门（如果有的话）。
- 1 按→0← 可将天平归零。
  - 2 打开防风罩。
  - 3 将所提供的温度计 (1) 附在烧杯 (2) 上，然后把烧杯放在秤盘 (3) 上。
  - 4 将密度测量块(4)悬挂在支架(5)上，并确保其不碰到烧杯或温度计。
  - 5 关闭防风罩。
  - 6 短按→T←为天平去皮。



## 在液体中称量密度测量块

- 1 打开防风罩。
- 2 把要测定密度的液体倒入烧杯。倒入足够的液体，以确保密度测量块浸入液体表面下至少1厘米深。
- 3 确保没有气泡粘着在密度测量块浸在液体下面的部分。通过移动密度测量块或使用细刷去除空气气泡。
- 4 关闭防风罩。
- 5 等到显天平达到稳定后，记录显示的值（即公式中的值 "P"）。
- 6 根据相应的公式，测定温度计所示温度的液体密度  $\rho$ 。



## 可参阅

 [液体密度测定原理](#) ▶ 第81页

## 5 技术参数

### 5.1 线

	容器线	10 ml液体密度测量块的线
材料	不锈钢	铂金
直径	0.6 mm	0.2 mm

### 5.2 液体密度测量块10 mL

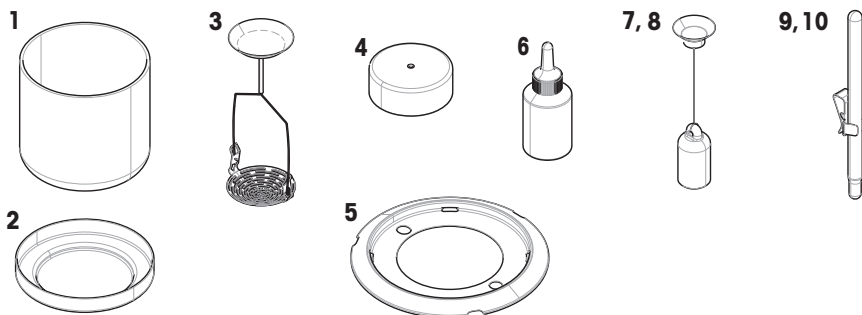
- 密度测量块的标称体积是10.00 cm<sup>3</sup>，公差为±0.5 %。
- 密度测量块的校准体积详见校准证书（测量不确定度为0.05%）。
- 使用密度测量块的标称体积，即10.00 cm<sup>3</sup>，在20 °C的温度下测定水的密度时，最大误差为±0.5 %，即±0.005 g/cm<sup>3</sup>。
- 使用密度测量块的校准体积测定密度时，密度值的不确定性为±0.05 %。
- 当密度测量块浸在液体下10 mm时，线的额外浸入体积为0.001 cm<sup>3</sup>。

### 5.3 蒸馏水密度

T/ °C	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	0.99970	0.99969	0.99968	0.99967	0.99966	0.99965	0.99964	0.99963	0.99962	0.99961
11	0.99960	0.99959	0.99958	0.99957	0.99956	0.99955	0.99954	0.99953	0.99952	0.99951
12	0.99950	0.99949	0.99947	0.99946	0.99945	0.99944	0.99943	0.99941	0.99940	0.99939
13	0.99938	0.99936	0.99935	0.99934	0.99933	0.99931	0.99930	0.99929	0.99927	0.99926
14	0.99924	0.99923	0.99922	0.99920	0.99919	0.99917	0.99916	0.99914	0.99913	0.99911
15	0.99910	0.99908	0.99907	0.99905	0.99904	0.99902	0.99901	0.99899	0.99897	0.99896
16	0.99894	0.99893	0.99891	0.99889	0.99888	0.99886	0.99884	0.99883	0.99881	0.99879
17	0.99877	0.99876	0.99874	0.99872	0.99870	0.99869	0.99867	0.99865	0.99863	0.99861
18	0.99859	0.99858	0.99856	0.99854	0.99852	0.99850	0.99848	0.99846	0.99844	0.99842
19	0.99840	0.99838	0.99836	0.99835	0.99833	0.99831	0.99828	0.99826	0.99824	0.99822
20	0.99820	0.99818	0.99816	0.99814	0.99812	0.99810	0.99808	0.99806	0.99803	0.99801
21	0.99799	0.99797	0.99795	0.99793	0.99790	0.99788	0.99786	0.99784	0.99781	0.99779
22	0.99777	0.99775	0.99772	0.99770	0.99768	0.99765	0.99763	0.99761	0.99758	0.99756
23	0.99754	0.99751	0.99749	0.99747	0.99744	0.99742	0.99739	0.99737	0.99734	0.99732
24	0.99730	0.99727	0.99725	0.99722	0.99720	0.99717	0.99715	0.99712	0.99709	0.99707
25	0.99704	0.99702	0.99699	0.99697	0.99694	0.99691	0.99689	0.99686	0.99684	0.99681
26	0.99678	0.99676	0.99673	0.99670	0.99667	0.99665	0.99662	0.99659	0.99657	0.99654
27	0.99651	0.99648	0.99646	0.99643	0.99640	0.99637	0.99634	0.99632	0.99629	0.99626
28	0.99623	0.99620	0.99617	0.99615	0.99612	0.99609	0.99606	0.99603	0.99600	0.99597
29	0.99594	0.99591	0.99588	0.99585	0.99582	0.99579	0.99577	0.99574	0.99571	0.99568
30	0.99564	0.99561	0.99558	0.99555	0.99552	0.99549	0.99546	0.99543	0.99540	0.99537

ISO 15212-1:1998 Oscillation-type density meters – Part 1: Laboratory instruments

## 6 备件及附件



	订单号	指定	备注
1	11142289	高玻璃烧杯 $\varnothing$ 80 mm	-
2	238164	秤盘	-
3	30004746	下沉和浮动固体的称量容器	-
4	11132682	补偿砝码, 白色, 用于可读性为0.1 mg的XP/XPE型号的天平	-
5	11131531	防风圈 $\varnothing$ 90 mm	-
6	72409	增湿剂	-
7	210260	未校准的10 mL液体密度测量块	-
8	210672	已校准的10 mL液体密度测量块	-
9	238767	未校准的温度计	包括: 支架
10	11132685	已校准的温度计	包括: 支架





## 1 はじめに

このたびはMETTLER TOLEDO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。

密度測定キットは、固体と液体の密度測定を可能にします。キットは、XPR、XSR、XPE、XP、XS上皿天秤 0.1 mg および 1 mgと互換性があります。

### 本書の目的

本書は密度測定キットの使用方を説明しています。密度測定を手動で行う手順、ならびに**密度測定ソフトウェア**に関する説明が記載されています。天びんの操作に関する情報は、天びん付属の「リファレンスマニュアル(RM)」をご覧ください。

**詳細内容については以下のサイトを参照。**

▶ [www.mt.com/lab-accessories](http://www.mt.com/lab-accessories)

▶ [www.mt.com/library](http://www.mt.com/library)

### 表示規則と記号



外部文書を参照。

### 説明の要素

本マニュアルでは、段階的な説明を次のように示しています。例で示されているように、作業ステップには番号が付けられており、前提条件や中間結果、結果が含まれています。2ステップに満たない順序には、番号が付けられていません。

■ 個々のステップを実行する前に満たす必要がある前提条件を、実行することができます。

- 1 ステップ1
  - ➔ 中間結果
- 2 ステップ2
  - ➔ 結果

## 2 安全上の注意

本"リファレンスマニュアル"および機器本体の"リファレンスマニュアル"に従い、アクセサリをご使用ください。両文書に従ってアクセサリを使用しない場合、または改造された場合、機器本体の安全性が損なわれる恐れがあります。これに関しては、Mettler-Toledo GmbH は一切の責任を負いません。

### 2.1 注意喚起の表示および警告記号の意味

安全注意事項には注意喚起（注意を促す語）およびアイコンを付けてあります。これは安全事項および警告を表しています。安全上の注意を疎かにすると、機器の損傷、故障および誤りのある測定結果や怪我の要因となります。

#### 注意喚起の表示

**注記** 測定装置もしくは他の器物の損傷、エラーや故障、データ喪失を招く恐れがある、軽度の危険状態に対する注意喚起。

#### 警告記号



#### 個人用保護具



汚染防止のため、手袋を着用してください。

### 2.2 製品固有の安全情報

#### 使用目的

密度測定キットは、固体と液体の密度測定に使用します。密度測定キットをこれ以外の用途に使用しないでください。Mettler-Toledo GmbH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。

使用目的には、本"リファレンスマニュアル"と、天びんの"リファレンスマニュアル"に記載されているすべての手順を遵守することも含まれます。

#### 機器所有者の責任

機器の所有者とは、機器の法的所有権を有し、また機器を使用やその他の人が使用することの管理を行う、または法的に機器のオペレーターになるとみなされる人のことです。機器の所有者は、機器の全ユーザーおよび第三者の安全に責任があります。

Mettler-Toledo GmbH は、機器の所有者がユーザーに対して、仕事場で機器を安全に使用し、潜在的な危険に対応するための研修を行うことを想定しています。Mettler-Toledo GmbHは、機器の所有者が必要な保護用具を提供することを想定しています。



注記

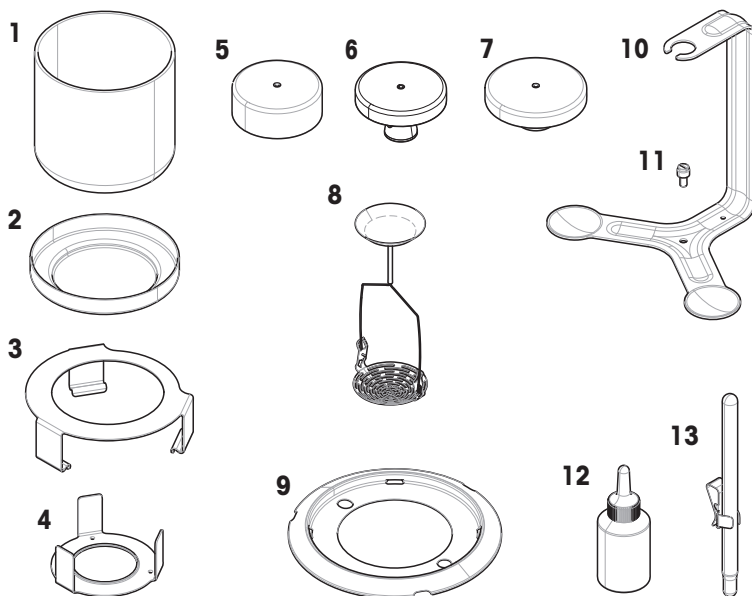
**間違った部品の使用による損傷または機能不全**

間違ったまたは欠格品の部品を使用すると、作業者が危険にさらされたり損傷するおそれがあります。あるいは機械が正常に作動しなかったり、装置全体でエラーが発生したりする可能性があります。

- 製造元によって提供された、または承認された正規の部品だけを使用してください。

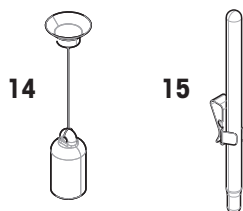
### 3 設置および準備

#### 3.1 標準付属品



1	ガラス製ビーカー ̢80 mm、高	8	沈下・浮遊固体用ホルダー
2	計量皿	9	風防リング ̢90 mm
3	計量皿ホルダー、大	10	ブラケット
4	計量皿ホルダー、小	11	ネジ
5	重量補償用ウェイト（白色、XP/XPE 0.1 mg用）	12	湿潤剤
6	重量補償用ウェイト（白色、XPR 0.1 mg用）	13	温度計、未校正
7	重量補償用ウェイト（クロームスチール、1 mg用）		

#### 3.2 アクセサリ



14	シンカー10 mL、未校正	15	温度計、校正済み
	シンカー10 mL、校正済み		

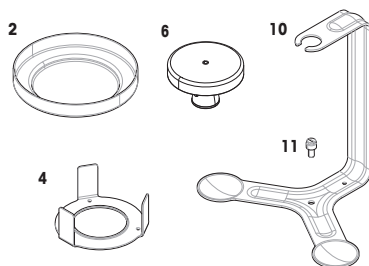
### 3.3 密度測定キットの設置

#### 3.3.1 XPR 0.1 mgの設置

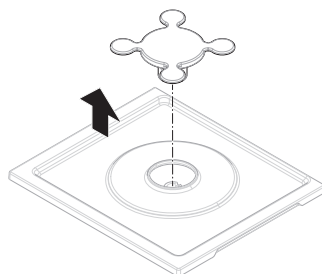
これらの取扱説明書は、以下のタイプの上皿天秤に適しています。

- XPRx04S

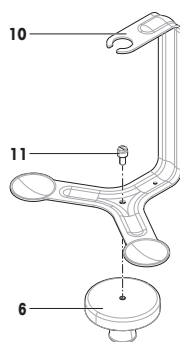
■ 以下の部品があります。



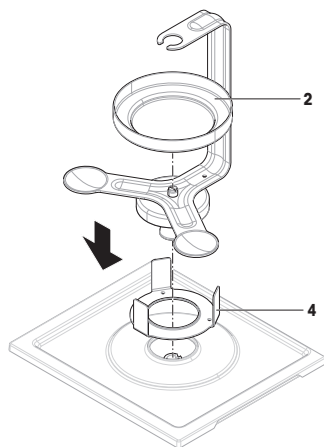
- 1 風防を開きます。
- 2 SmartPan Pro または SmartPan を取り外します。



- 3 適切な重量補償用ウェイト (6) をスクリュー (11) でブラケット (10) に固定します。



- 4 計量皿ホルダー(4)をドリフトプレートに置きます。
  - 5 重量補償用ウェイト とブラケットを計量セルに取り付けます。
  - 6 計量皿 (2) を計量皿ホルダー (4) に載せます。計量皿はブラケットにもネジにも接触しないようにしてください。
- ➡ 密度測定キットを操作する場合は、"操作"セクションを参照してください。

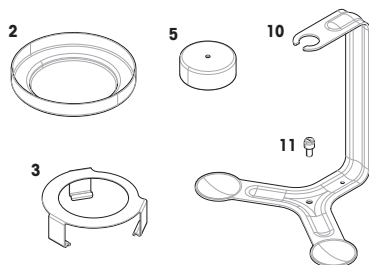


### 3.3.2 XPE/XP 0.1 mgの設置

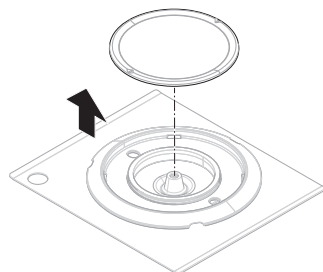
これらの取扱説明書は、以下のタイプの上皿天びんに適しています。

- XPEx04S
- XPx04S

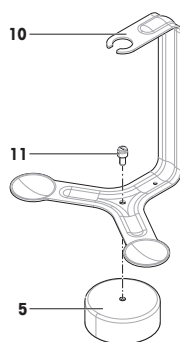
■ 以下の部品があります。



- 1 風防を開きます。
- 2 計量皿上を取り外します。

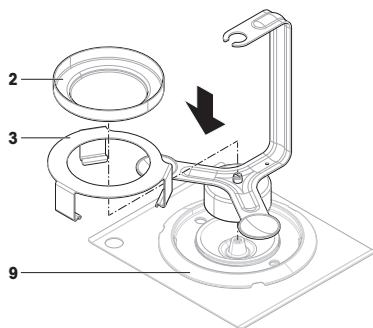


- 3 適切な重量補償用ウェイト (5) をスクリュー (11) でブラケット (10) に固定します。





- 4 重量補償用ウェイト とブラケットを計量セルに取り付けます。
  - 5 計量皿ホルダー (3) を風防リング (9) の上に置きます。計量皿ホルダーのリムが薄い方の側面が、ブラケットに向いていることを確認します。
  - 6 計量皿 (2) を計量皿ホルダー (3) に載せます。計量皿はブラケットにもネジにも接触しないようにしてください。
- ➡ 密度測定キットを操作する場合は、"操作"セクションを参照してください。

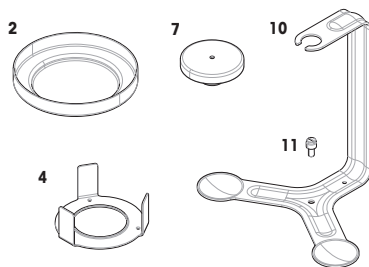


### 3.3.3 XPR/XSR/XPE/XS 1 mg SmartPan Pro または SmartPan 装備タイプの設置

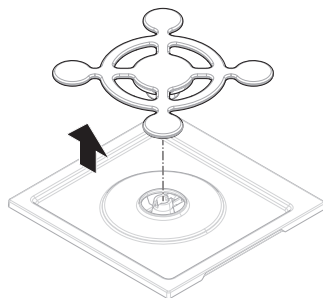
これらの取扱説明書は、以下のタイプの上皿天びんに適しています。

- **XPRxx03S** および **XPRxx03SN** SmartPan Pro または SmartPan 装備タイプ
- **XSRxx03S** および **XSRxx03SN** SmartPan 装備タイプ
- **XPExx03S** および **XPExx03SN with SmartPan**
- **XSxx03S** および **XSxx03SN** SmartPan 装備タイプ; SNR B543000000 以降

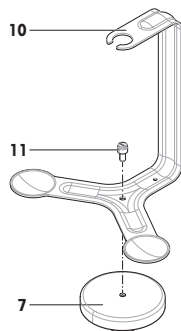
- 以下の部品があります。



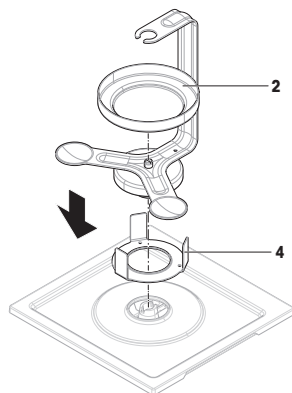
- 1 風防がある場合は、風防を開きます。
- 2 SmartPan Pro を取り外すか、SmartPan とフラット計量皿を取り外します（該当する場合）。



- 3 適切な重量補償用ウェイト (7) をスクリュー (11) でブラケット (10) に固定します。



- 4 計量皿ホルダー(4)をドリフトプレートに置きます。
  - 5 重量補償用ウェイト とブラケットを計量セルに取り付けます。
  - 6 計量皿 (2) を計量皿ホルダー (4) に載せます。計量皿はブラケットにもネジにも接触しないようにしてください。
- ➔ 密度測定キットを操作する場合は、"操作"セクションを参照してください。

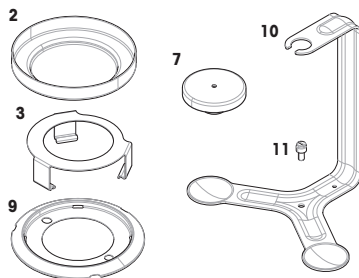


### 3.3.4 平らな計量皿を装備した XPE/XP/XS 1 mg の設置

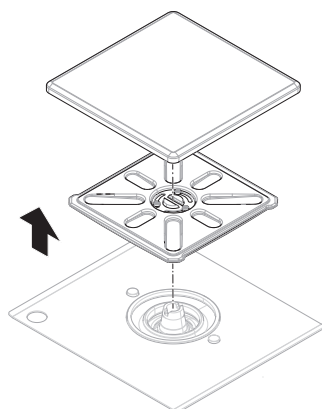
これらの取扱説明書は、以下のタイプの上皿天びんに適しています。

- XPExx03S フラット計量皿装備
- XPxx03S フラット計量皿装備
- XSxx03S フラット計量皿装備; SNR B542999999 以下

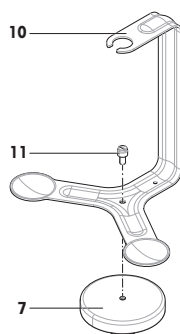
- 以下の部品があります。



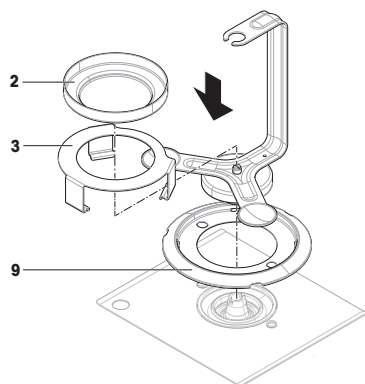
- 1 風防がある場合は、風防を開きます。
- 2 計量皿および計量皿サポートを取り外します。



- 3 適切な重量補償用ウェイト (7) をスクリュー (11) でブラケット (10) に固定します。



- 4 風防リング (9) の穴を天びんプレートとのピンに合わせて配置します。
  - 5 重量補償用ウェイト とブラケットを計量セルに取り付けます。
  - 6 計量皿ホルダー (3) を風防リング (9) の上に置きます。計量皿ホルダーのリムが薄い方の側面が、ブラケットに向いていることを確認します。
  - 7 計量皿 (2) を計量皿ホルダー (3) に載せます。計量皿はブラケットにもネジにも接触しないようにしてください。
- ➔ 密度測定キットを操作する場合は、"操作"セクションを参照してください。



## 4 操作方法

このセクションでは、密度測定キットを使用して固体と液体の密度を測定する方法に関して、理論的および実践的情報を提供します。また、結果の正確度と精度を向上するための推奨事項も含まれています。ご使用の天びんモデルとソフトウェアのバージョンによっては、主な操作手順と必要な計算は天びんソフトウェアが実行する場合があります。対応するウィザードの指示に従います



詳細については、リファレンスマニュアル (RM) を参照してください。

### 4.1 密度測定の方法

密度  $\rho$  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  $\text{kg/m}^3$  を指定しています。ただし単位  $\text{g/cm}^3$  は、実験室使用を対象とした目的にさらに適しています。

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

アルキメデスの原理によって頻繁に密度測定が行われます。アルキメデスの原理は密度測定キットでも使用されます。アルキメデスの原理は、部分的にまたは完全に浸漬された物体が上向きに作用する浮力を受けると説明しています。この力の大きさは、物体によって変位した流体の重量に等しくなります。

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て、固体または液体の密度を測定することが可能です。

### 4.2 固体の密度

#### 4.2.1 固体の密度測定の方法

固体の密度は、密度  $\rho_0$  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、置換液の中で測定 (B) します。密度  $\rho$  は、この2つの計量結果から算出できます。

密度：

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

容量：

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

#### 凡例

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
$\rho$	サンプルの密度
$\rho_0$	置換液の密度
$\rho_L$	大気の密度 ( $0.0012 \text{ g/cm}^3$ )
容量	サンプルの体積
$\alpha$	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せん。

## 4.2.2 固体密度の測定



### 注記

#### 不適切な取り扱いによる誤った結果

正しい計量結果を得るために、サンプルや液体に浸漬した機器の部品をきれいにしてください。

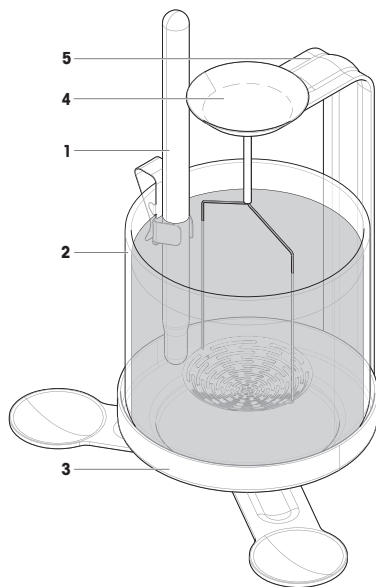
- 液体に浸漬した部品に触れる際は、常に手袋を着用してください。

結果の正確度を向上させるには、以下の予防措置を実行してください。

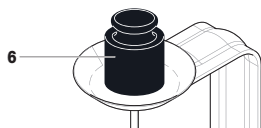
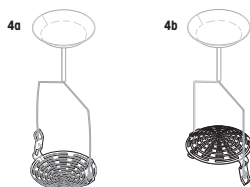
- 液体の温度による影響は、1°C当たり 0.1 ~ 1‰のオーダーで密度の変化を引き起こします。正確な結果を得るには、すべての密度測定において置換液の温度を常に考慮する必要があります。
- バasketを釣っているステンレスワイヤーに対して最大3 mgの表面張力が発生します。できるだけ高い正確度が必要な場合は、置換液に付属の潤湿剤を数滴注ぎます。
- 気泡を防ぐには：
  - 付属の湿潤剤または有機液体をお使いください。湿潤剤の追加による密度変化は無視できます。
  - 溶剤耐性の固体からグリースの痕跡を除去します、
  - 定期的にBasketを洗浄します。
  - 付着している気泡は目の細かいブラシで落とします。
  - Basketを最初に沈める際に軽く動かし、気泡を取り除きます。

### 密度測定キットの準備

- 風防のドアは閉じています（該当する場合）。
- 1 →0←を押して天びんをゼロ点に戻します。
  - 2 風防を開きます。
  - 3 付属の温度計(1)をビーカー(2)に取り付けて、ビーカーを計量皿(3)に載せます。
  - 4 ビーカーに置換液を充填します。固体が少なくとも1 cm以上浸かるように十分な量の置換液を追加します。

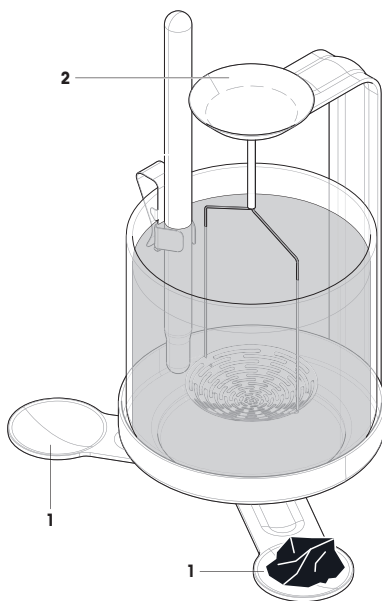


- 5 ホルダーのバスケットを、注意を払いながら 沈下固体用 (4a) または浮遊固形用 (4b) いずれか適切な設定になるよう回転させます。
- 6 ホルダー (4) をブラケット (5) に吊るします。ホルダーの浸漬部分に気泡が付着していないことを確認してください。ホルダーを動かす、あるいは目の細かいブラシで気泡を落とします。
- 7 浮遊固体に関して： 固体の浮力がホルダーの重量を超える場合、ホルダーの計量皿上部に追加のウェイト(6)を置く必要があります。この追加分銅は、全手順中、計量皿の上にとどまります。
- 8 風防を閉じます。
- 9 →T←を押すと天びんの風袋引きが実施されます。



### 大気中のサンプル計量

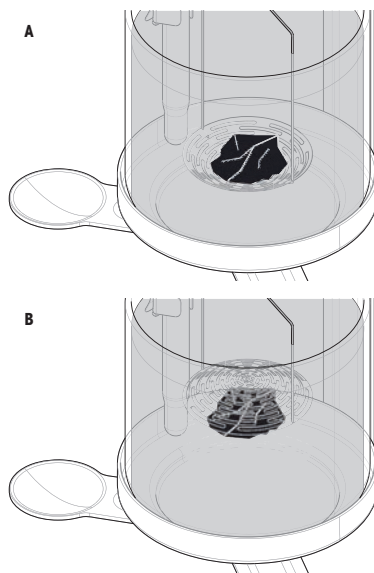
- 1 風防を開きます。
- 2 ブラケットの2つの計量皿 (1) のいずれかにサンプルを載せます。サンプルの重量が > 20 g の場合、ホルダー (2) の上部にある計量皿にサンプルを載せます。
- 3 天びんが安定した状態になるまで待ち、表示された値 (計算式の値 "A") を記録します。
- 4 風防を開きます。
- 5 計量皿からサンプルを取り除きます。





## 液体中のサンプルの計量

- 1 沈下固体の場合、ホルダーのバスケット(A)にサンプルを載せます。浮遊固体の場合、ホルダーのバスケット(B)の下にサンプルを置きます。
- 2 サンプル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。
- 3 風防を閉じます。
- 4 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。
- 5 対応する計算式に基づいて、固体の密度  $\rho$  を測定します。



### 以下も参照してください

- 🔗 固体の密度測定は原理 ▶ 100 ページ

## 4.3 液体の密度

### 4.3.1 液体の密度測定の原理

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  $\rho$  は、この2つの計量結果から測定できます。

電子天びんを使用すると、押しのけられた液体の重量  $P$  ( $P = A - B$ )、したがって浮力を測定でき、簡略化された計算式につながります。

密度：

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

密度 (簡略化)：

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

#### 記号説明

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
P	押しのけられた液体の重量 ( $P = A - B$ )
容 量	シンカーの体積
$\rho$	液体の比重
$\rho_L$	大気の密度 (0.0012 g/cm <sup>3</sup> )
$\alpha$	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。

### 4.3.2 液体の密度測定



#### 注記

##### 不適切な取り扱いによる誤った結果

正しい計量結果を得るために、サンプルや液体に浸漬した機器の部品をきれいにしてください。

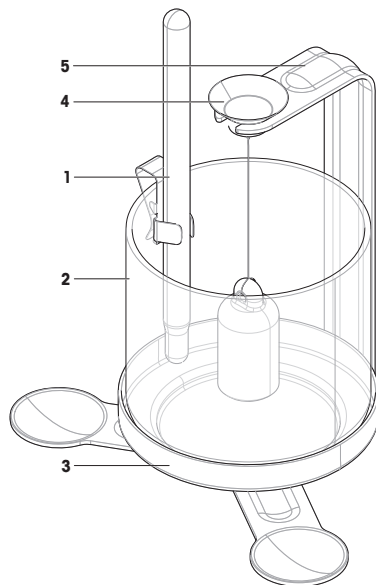
- 液体に浸漬した部品に触れる際は、常に手袋を着用してください。

気泡を回避するには、以下の予防措置を実行してください。

- 付属の湿潤剤または有機液体をお使いください。湿潤剤の追加による密度変化は無視できません。
- 溶剤耐性の固体からグリースの痕跡を除去します。
- 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。

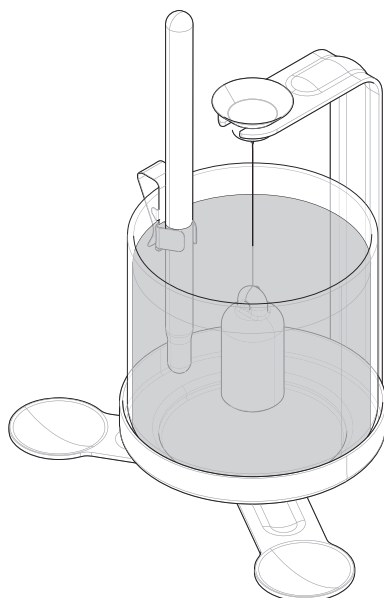
## 密度測定キットの準備

- シンカーが用意されています。
  - 風防のドアは閉じています（該当する場合）。
- 1 →0←を押して天びんをゼロ点に戻します。
  - 2 風防を開きます。
  - 3 付属の温度計(1)をビーカー(2)に取り付けて、ビーカーを計量皿(3)に載せます。
  - 4 シンカー(4)をブラケット(5)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。
  - 5 風防を閉じます。
  - 6 →I←を押すと天びんの風袋引きが実施されます。



## 液体中でのシンカーの重量

- 1 風防を開きます。
- 2 ビーカーに密度を測定する液体を充填します。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。
- 3 シンカ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。シンカーを動かすことで、あるいは目の細かいブラシで気泡を落とします。
- 4 風防を閉じます。
- 5 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"P"）を記録します。
- 6 対応する計算式に従って、温度計が示す温度での液体の密度  $\rho$  を測定します。



**以下も参照してください**

[🔗 液体の密度測定の原理 ▶ 104 ページ](#)

## 5 技術データ

### 5.1 ワイヤー

	ホルダーのワイヤー	シンカー10 mlのワイヤー
材質	ステンレススチール	プラチナ
直径	0.6 mm	0.2 mm

### 5.2 シンカー 10 mL

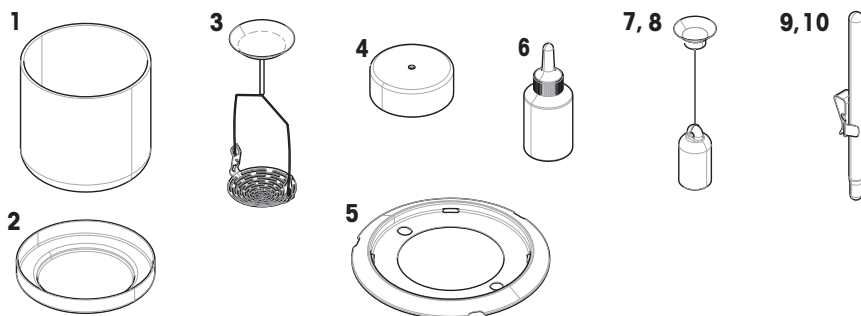
- ・ シンカーの公称容積は10.00 cm<sup>3</sup>、公差は±0.5 %です。
- ・ 校正されたシンカーの体積は、校正証明 (±0.05 %の測定不確かさ) が利用できます
- ・ シンカーの公称容積、すなわち10.00 cm<sup>3</sup>を使用して20°Cでの水の密度測定を行うと、±0.5 %すなわち±0.005 g/cm<sup>3</sup>の最大誤差を生じます。
- ・ 密度計算のために校正されたシンカーの体積を使用すると、密度値の不確かさに±0.05 %が寄与されます。
- ・ シンカーが10 mmの液体に浸されている場合、追加されたワイヤの浸漬体積は0.001 cm<sup>3</sup>です。

### 5.3 蒸留水の比重

T/°C	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	0.99970	0.99969	0.99968	0.99967	0.99966	0.99965	0.99964	0.99963	0.99962	0.99961
11	0.99960	0.99959	0.99958	0.99957	0.99956	0.99955	0.99954	0.99953	0.99952	0.99951
12	0.99950	0.99949	0.99947	0.99946	0.99945	0.99944	0.99943	0.99941	0.99940	0.99939
13	0.99938	0.99936	0.99935	0.99934	0.99933	0.99931	0.99930	0.99929	0.99927	0.99926
14	0.99924	0.99923	0.99922	0.99920	0.99919	0.99917	0.99916	0.99914	0.99913	0.99911
15	0.99910	0.99908	0.99907	0.99905	0.99904	0.99902	0.99901	0.99899	0.99897	0.99896
16	0.99894	0.99893	0.99891	0.99889	0.99888	0.99886	0.99884	0.99883	0.99881	0.99879
17	0.99877	0.99876	0.99874	0.99872	0.99870	0.99869	0.99867	0.99865	0.99863	0.99861
18	0.99859	0.99858	0.99856	0.99854	0.99852	0.99850	0.99848	0.99846	0.99844	0.99842
19	0.99840	0.99838	0.99836	0.99835	0.99833	0.99831	0.99828	0.99826	0.99824	0.99822
20	0.99820	0.99818	0.99816	0.99814	0.99812	0.99810	0.99808	0.99806	0.99803	0.99801
21	0.99799	0.99797	0.99795	0.99793	0.99790	0.99788	0.99786	0.99784	0.99781	0.99779
22	0.99777	0.99775	0.99772	0.99770	0.99768	0.99765	0.99763	0.99761	0.99758	0.99756
23	0.99754	0.99751	0.99749	0.99747	0.99744	0.99742	0.99739	0.99737	0.99734	0.99732
24	0.99730	0.99727	0.99725	0.99722	0.99720	0.99717	0.99715	0.99712	0.99709	0.99707
25	0.99704	0.99702	0.99699	0.99697	0.99694	0.99691	0.99689	0.99686	0.99684	0.99681
26	0.99678	0.99676	0.99673	0.99670	0.99667	0.99665	0.99662	0.99659	0.99657	0.99654
27	0.99651	0.99648	0.99646	0.99643	0.99640	0.99637	0.99634	0.99632	0.99629	0.99626
28	0.99623	0.99620	0.99617	0.99615	0.99612	0.99609	0.99606	0.99603	0.99600	0.99597
29	0.99594	0.99591	0.99588	0.99585	0.99582	0.99579	0.99577	0.99574	0.99571	0.99568
30	0.99564	0.99561	0.99558	0.99555	0.99552	0.99549	0.99546	0.99543	0.99540	0.99537

ISO 15212-1:1998 Oscillation-type density meters – Part 1: Laboratory instruments

## 6 交換部品とアクセサリ



	注文番号	指定	備考
1	11142289	ガラス製ビーカー ̢80 mm、高	—
2	238164	計量皿	—
3	30004746	沈下・浮遊固体用ホルダー	—
4	11132682	重量補償用ウェイト（白色、XP/XPE 0.1 mg用）	—
5	11131531	風防リング ̢90 mm	—
6	72409	湿潤剤	—
7	210260	シンカー10 mL、未校正	—
8	210672	シンカー10 mL、校正済み	—
9	238767	温度計、未校正	次のものが含まれます：ホルダー —
10	11132685	温度計、校正済み	次のものが含まれます：ホルダー —



## To protect your product's future:

METTLER TOLEDO Service assures the quality, measuring accuracy and preservation of value of this product for years to come.

Please request full details about our attractive terms of service.

► [www.mt.com/service](http://www.mt.com/service)

For more information

### Mettler-Toledo GmbH

Im Langacher 44  
8606 Greifensee, Switzerland  
[www.mt.com/contact](http://www.mt.com/contact)

Subject to technical changes.  
© 09/2022 METTLER TOLEDO. All rights reserved.  
30419894B de, es, fr, zh, ja



30419894