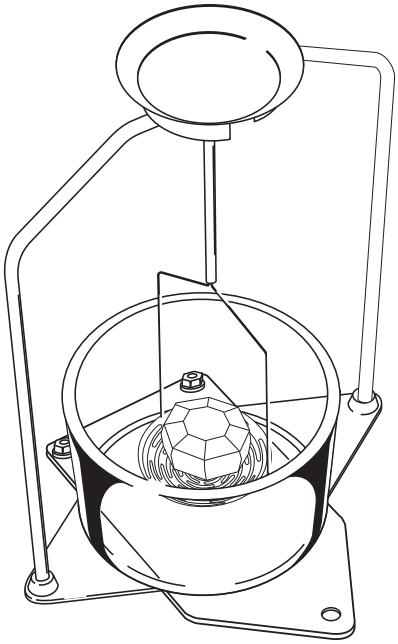
User's Manual | Betriebsanleitung | Mode d'emploi

Sartorius YDK01, YDK01-0D, YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS

Density Determination Kit | Dichtebestimmungsset
Dispositif de détermination de masses volumiques



98647-002-37

English – page 3

Deutsch – Seite 27

Français – page 51

Contents

YDK01, YDK01-OD: Kit Components 5
YDK01, YDK01-OD: Getting Started 6

YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Kit Components 8
YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Getting Started 8

Methods for Determining Specific Gravity/Density 13

Troubleshooting 14

Determining the Specific Gravity/Density 17
– of Solids 17
– of Solids with a Density <1 g/cm^3 18
– of Liquids 20

Application in Legal Metrology 21

Tables 22
Density Values of H_2O 22
Density Values of Ethanol 23

Supplement 24

With this Sartorius Density Determination Kit you have acquired a high-quality accessory to your electronic balance.

This accessory kit will ease your daily workload.

Please read this User's Manual carefully before setting up your density determination kit and working with it.

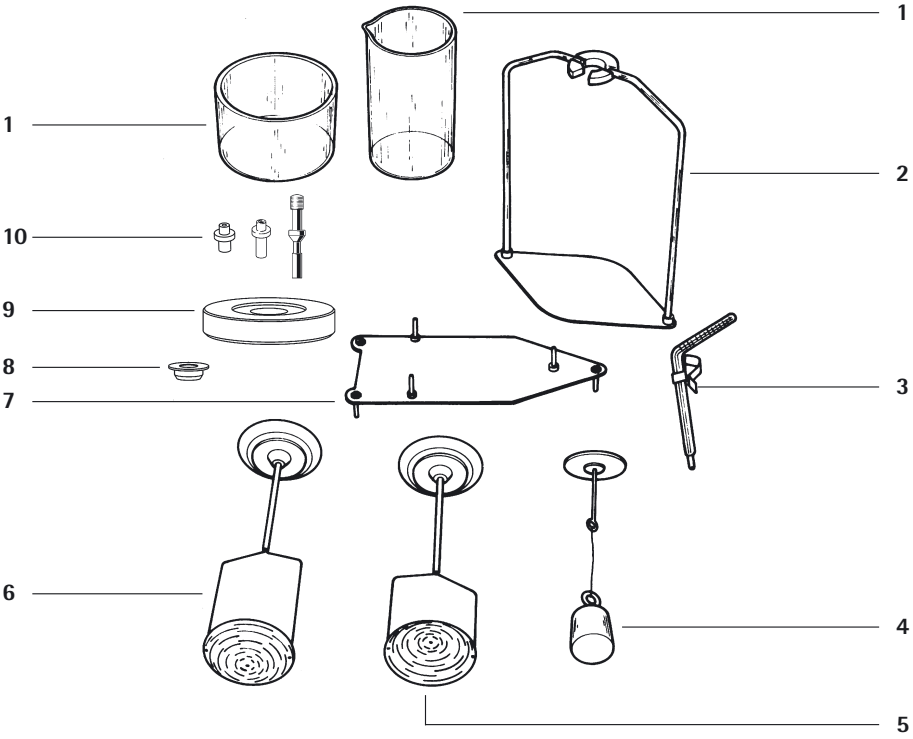
If your balance is equipped with a density determination program, you can have the rho values calculated by the program.

In this case, please follow the operating instructions in "Getting Started."

Then perform density determination as described in the density determination program.

Important Note:
The YDK 01-0D density determination kit can be used for determining the density of liquid in accordance with weights and measures regulations.

YDK01, YDK01-OD: Kit Components



1 Beakers (76 mm ∅ and 55 mm ∅)

2 Bar frame

3 Thermometer with retainer clip

4 Glass plummet

5 Sieve for immersing samples

6 Sample holder (pan hanger assembly)

7 Metal platform

8 Gasket for ME models

9 Compensating disk for ME235S/P and ME254S model versions dated earlier than 2005

10 Adapters (3)

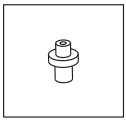
YDK01, YDK01-0D: Getting Started

You can use the density determination kit, YDK 01 or YDK 01-0D, with the following balances:

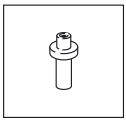
- ME series balances
- BA balances with a readability ≤ 0.1 mg
- BP, CPA, CP, LA balances with a readability ≤ 0.1 mg, LE225D
- MC balances with a weighing range of 210 g and up (Micro series)
- RC balances (Research series)

Preparing the Bar Frame
You must mount the adapter before the bar frame can be placed on the balance.

Please use the adapter that is appropriate for the balance you are using.
Approx. dimensions:

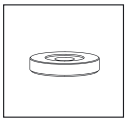


12 mm ∅, height 16.5 mm
- BA, BP*, MC and RC balances



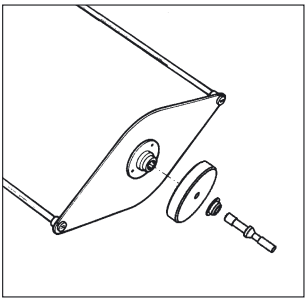
12 mm ∅, height 25.5 mm
- BP**, CPA, CP, LA balances with a readability ≤ 0.1 mg, LE225D

8 mm ∅, height 41.3 mm
- ME balance with gasket

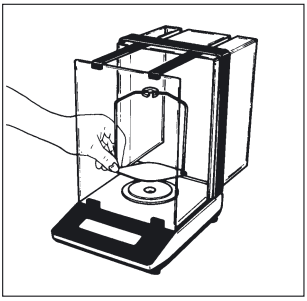


- Compensating disk for ME235S/P and ME254S model versions dated earlier than 2005

* = BP 210 D, BP 300 S, BP 210 S, BP 160 P, BP 110 S
** = BP 211 D, BP 301 S, BP 221 S, BP 161 P, BP 121 S

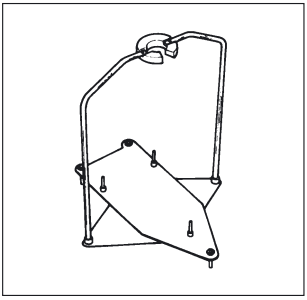


Screw the appropriate adapter into the underside of the bar frame base:
- Compensating disk for ME235S/P and ME254S balances only
- Gasket for all other ME models only
- Other adapter as required (see previous page)



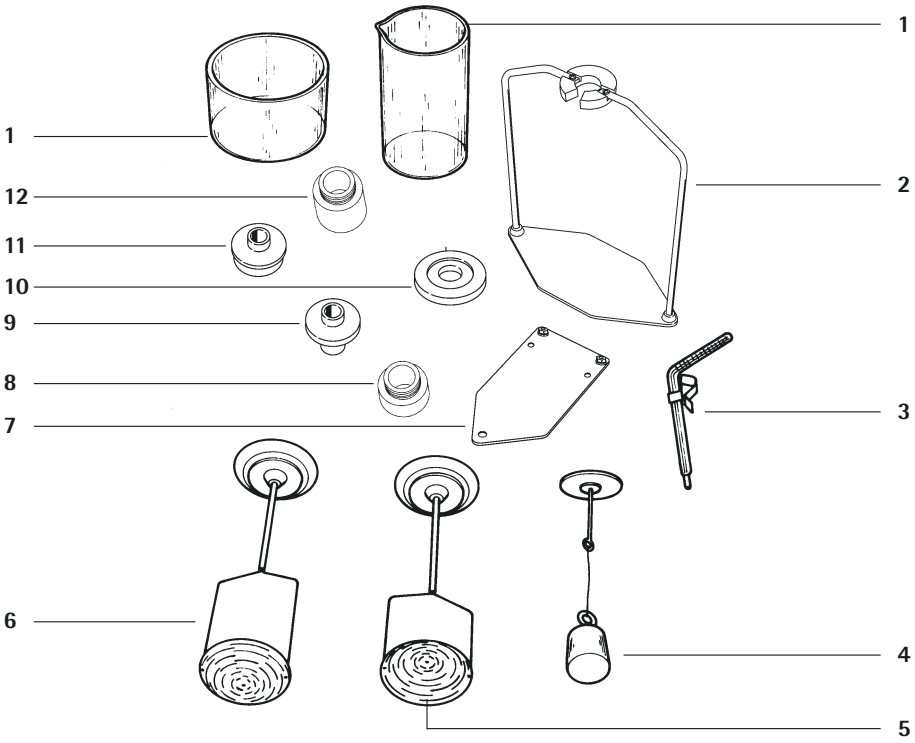
Now remove the following components from the balance:
- weighing pan
- short adapter for BA and BP balances
- pan support for BA and BP balances

Place the frame in the weighing chamber. The wedge-shaped opening at the top of the frame must face the direction from which the sample holder (sieve/glass plummet) will be placed into the frame.



Always use the metal platform to hold a beaker. Please position this platform through the frame so it rests evenly on the base of the weighing chamber. If you are using a BA, BP, CPA, CP or ME balance, turn the platform so it rests on the pins which are far apart. For RC and MC balances, the platform should rest on the pins which are closer together.

YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Kit Components



1 Beakers (76 mm ∅ and 55 mm ∅)

2 Bar frame
(YDK02MS: rectangular frame)

3 Thermometer with retainer clip

4 Glass plummet

5 Sieve for immersing samples
(pan hanger assembly)

6 Sample holder (pan hanger assembly)

7 Metal platform

8 Adapter for YDK01B, YDK01MS, YDK01LP: models ED224S, ED124S, LE324S, LE244S

9 Adapter for LA/LP models with an analytical draft shield

10 YDK01LP: Compensating disk for LA/LP3200D, LA/LP1200A models

11 YDK01LP: Adapter for LA/LP models without an analytical draft shield

12 YDK01LP: Adapter for S/SI models

YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Getting Started

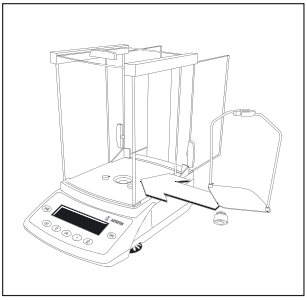
Intended Use

- YDK01B for models Sartorius BSA124 S/-CW, BSA224S/-CW, Acculab ATL-224/-I, ATL-124/-I, ATL-84/-I
- YDK01LP for LA/LP balances with 1 mg readability, ED224S, ED124S, LE324S, LE244S, S/SI models
- YDK01MS for models of the Cubis series
- YDK02MS for Cubis series models with a readability of 1 mg

(M) **Use in legal metrology:** YDK01B, YDK01LP, YDK01MS and YDK02MS may not be used in legal metrology.

Installing the density determination kit:

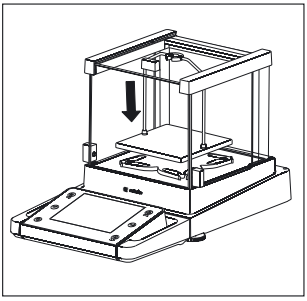
● Remove the glass cover, weighing pan and pan support (if required) from the balance



YDK01B, YDK01MS and YDK01LP for models ED224S, ED124S, LE324S, LE244S:

● Screw the adapter (8) onto the frame
● Place the frame on the balance

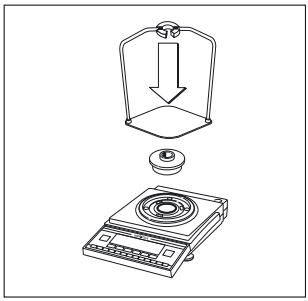
○ The wedge-shaped opening at the top of the frame must face in the direction from which the sample holder (sieve/glass plummet) will be placed into the frame.



YDK02MS:

● Place the frame on the pan support

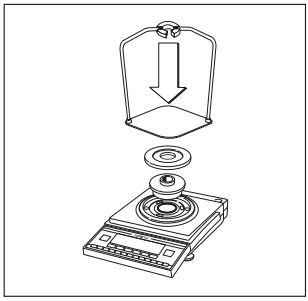
○ The wedge-shaped opening at the top of the frame must face in the direction from which the sample holder (sieve/glass plummet) will be placed into the frame.



LA/LP Balances, Except Models LA/LP3200D and LA/LP1200S

● Place the components on the balance in the following order:
– Short adapter
– Bar frame

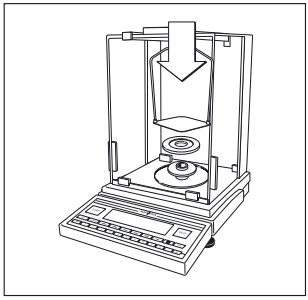
○ The wedge-shaped opening at the top of the bar frame should face the direction from which the sample holder (pan hanger assembly/glass plummet) will be placed on the balance



LA/LP3200D, LA/LP1200S Balances

● Place the components on the balance in the following order:
– Short adapter
– Compensating disk
– Bar frame

○ The wedge-shaped opening at the top of the bar frame should face the direction from which the sample holder (pan hanger assembly/glass plummet) will be placed on the balance

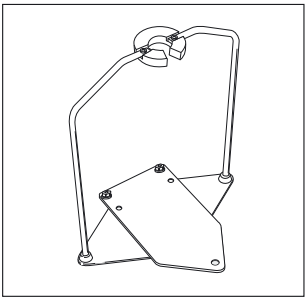


LA/LP Balances with the YDS01LP Draft Shield

● Place the components on the balance in the following order:
– Long adapter
– Compensating ring: only for LA/LP3200D, LA/LP1200S
– Bar frame

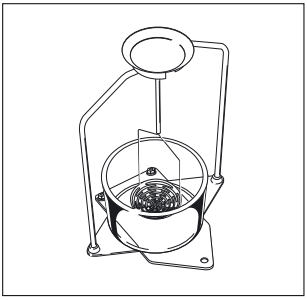
○ The wedge-shaped opening at the top of the bar frame should face the direction from which the sample holder (pan hanger assembly/glass plummet) will be placed on the balance

Beaker/Immersion Device



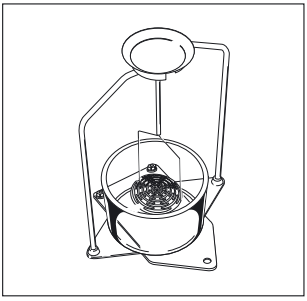
● Use the metal plate to support the beaker. Place it on the bar frame base and then set both on the balance.

The choice of the beaker and the immersion device depends on the sample to be determined (see below).



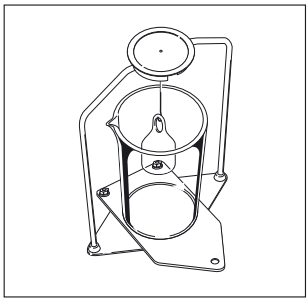
To determine the specific gravity of solids when their density is greater than that of the liquid in which the sample is immersed, use:

– 76 mm ∅ beaker and sample holder



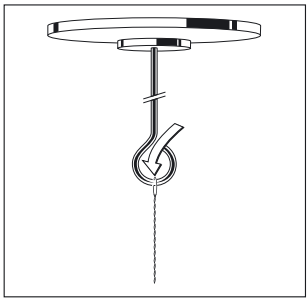
To determine the specific gravity of solids when their density is less than that of the liquid in which the sample is immersed, use:

– 76 mm ∅ beaker and sieve for immersing the sample



To determine the density of liquids:

– 55 mm ∅ beaker and glass plummet

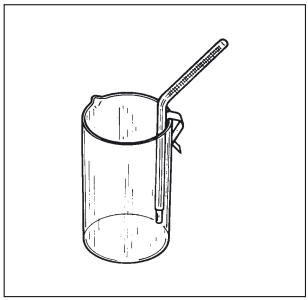


Unpacking the Glass Plummet

⚠ Caution: Do not bend the wire on the glass plummet, as the wire might break. Pull the glass plummet out of the packaging by the glass loop to which the wire is attached.

Installing the Glass Plummet

● Loop the wire on the plummet over the metal hook on the retainer.



Thermometer

● If necessary, attach the thermometer to the rim of the beaker using the retainer clip.

○ The thermometer contains mercury and is state-of-the-art.

⚠ Thermometers containing mercury can be dangerous if the thermometer breaks and the mercury escapes. The mercury must never be cleaned up using a vacuum cleaner. It should be carefully wiped up with a cloth. The cloth and mercury must then be placed in a lockable container and disposed of as hazardous waste (in Germany as Hg waste, AVV060404, solid mercury-containing waste). Old thermometers which are no longer functioning must also be disposed of in this way.

Methods for Determining Specific Gravity/Density

The Archimedean principle is applied for determining the specific gravity of a solid with this measuring device:

A solid immersed in a liquid is subjected to the force of buoyancy. The value of this force is the same as that of the weight of the liquid displaced by the volume of the solid.

With a hydrostatic balance which enables you to weigh a solid in air as well as in water, it is possible to:

determine the **specific gravity of a solid** if the density of the liquid causing buoyancy is known:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot \rho(fl)}{W(a) - W(fl)}$$

or

determine the **density of a liquid** if the volume of the immersed solid is known:

$$\rho(fl) = \frac{G}{V}$$

where:

ρ	= specific gravity of the solid
ρ (fl)	= density of the liquid
W (a)	= weight of the solid in air
W (fl)	= weight of the solid in liquid
G	= buoyancy of the immersed solid
V	= volume of the solid

Troubleshooting

The formula on the previous page for determining the specific gravity of solids is sufficient to obtain an accuracy of one to two decimal places.
Depending on the accuracy you require, consider the following error and allowance factors.

- The density of the liquid causing buoyancy depends on its temperature
- Air buoyancy during weighing in air
- The change in the immersion level of the pan hanger assembly when the sample is immersed
- Adhesion of the liquid on the suspension wire of the pan hanger assembly
- Air bubbles on the sample

Some of these errors can be corrected by calculation. To do so, proceed as follows:

- measure the temperature of the reference liquid and correct its density accordingly
  and
- define the inner diameter of the container which holds the reference liquid.

Dependence of the Liquid Density on Temperature
The density of the liquid causing buoyancy depends on the temperature. The change in the density per °C change in temperature is in the range of

- 0.02% for distilled water
- 0.1% for alcohols and hydrocarbons.

In other words, this can show up in the third decimal place during specific gravity/density determination.

To correct the liquid density for temperature, proceed as follows:

- measure the temperature of the liquid using the thermometer that comes with the kit
- use the table at the back of this manual to find the density of the most commonly used liquids, water and ethanol, at the temperature measured, and use this density for the value ρ (fl).

Air Buoyancy

A volume of 1 cm^3 of air has a weight of approximately 1.2 mg, depending on its temperature, humidity and air pressure. When weighed in air, a solid is buoyed by a corresponding force per cm^3 of its volume. The error that results if the air buoyancy is not allowed for shows up in the third decimal place and should therefore be corrected.

The following formula allows for air buoyancy:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot [\rho(fl) - \rho(a)]}{W(a) - W(fl)} + \rho(a).$$

Where ρ (a) = 0.0012 g/cm^3 = Density of air under standard conditions (temperature 20°C, pressure 101.325 kPa).

Depth of Immersion

The pan for holding and/or immersing the sample during weighing in liquid is rigidly attached to two wires and is immersed approximately 30 mm below the surface of the liquid. Since the balance is tared before each measurement, the additional buoyancy caused by the immersed part of the measuring device is not allowed for in the specific gravity determination.

When a solid sample is weighed in liquid, a volume of the liquid will be displaced which corresponds to the volume of the solid sample. This causes the attachment wires of the pan hanger assembly to be immersed deeper and generate additional buoyancy which introduces an error in the specific gravity determination.

Use the following formula to correct this error:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot [\rho(fl) - \rho(a)]}{0.99983\,[W(a) - W(fl)]} + \rho(a)$$

Since the correction factor is determined exclusively by the geometry of the measuring device setup, be sure to only use the large diameter beaker (76 mm) from the kit when determining the specific gravity of a solid. The “Supplement” to this manual shows how this correction factor is derived.

Adhesion of Liquid to the Wire
When the sample holder (or sieve) is immersed in liquid causing buoyancy, liquid travels up the wire because of adhesion forces and generates an additional weight in the range of a few milligrams.

Since the sample holder (or sieve) is in the liquid causing buoyancy during both weighing in air and weighing in liquid, and the balance is tared at the beginning of each measuring procedure, the effect of the meniscus can be disregarded.

To reduce the surface tension and the friction of liquid on the wire, add three drops of a tenside (Mirasol Antistatic or an ordinary dishwashing detergent) to the distilled water in the beaker.

Because of the liquid travelling up the wire, the weight may slowly change even after the stability symbol “g” appears. Therefore, read off the weight immediately after the “g” is displayed.

Air Bubbles
The measuring error caused by air bubbles adhering to the sample can be estimated in the following manner. An air bubble with a diameter of 0.5 mm causes an additional buoyancy of less than 0.1 mg when a sample is weighed in water. An air bubble diameter of 1 mm causes additional buoyancy of 0.5 mg and an air bubble diameter of 2 mm causes approx. 4.2 mg additional buoyancy. Larger air bubbles must be removed with a fine brush or other utensil.

You can also wet the sample in a separate container before you weigh it.

Determining the Specific Gravity/Density

Determining the Specific Gravity of Solids

Preparation
(Distilled water is used in the description)
- Center the large-diameter beaker (76 mm ∅) on the metal platform
- Fill it so that the distilled water is approximately 5 mm below the rim
- Add three drops of tenside to the distilled water
- Attach the thermometer to the rim of the beaker using the retainer clip
- Clean the sample holder with a solvent (especially the wires that will be immersed) and hang it from the frame

Measuring Procedure

Determining the Weight of a Sample in Air
- Tare the balance
- Place the sample on the upper pan on the frame and weigh
- Record the weight W (a)

Determining the Buoyancy G = W (a) – W (fl)
- Tare the balance with the sample on the upper pan on the frame
- Place the sample in the sample holder [1])
- Record the absolute readout of the buoyancy "G," which is displayed with a negative sign

Calculating the Specific Gravity
- Read off the temperature of the liquid
- Using the tables at the back of this manual, find the density ρ (fl) which corresponds to the temperature measured for the liquid you are using
- Calculate specific gravity using the following formula:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot [\rho(fl) - 0.0012\ g/cm^3]}{0.99983\ G} + 0.0012\ g/cm^3$$

W (a) and G in g; ρ (fl) in g/cm³
G = W (a) – W (fl)

[1]) If you remove the pan hanger assembly from the measuring device to do this, make sure that no additional air bubbles are on it when you re-immerse it; it is better to place the sample directly on the pan using forceps or a similar utensil.

Determining the Specific Gravity of Solids with a Density Less Than 1 g/cm^3
There are two different methods for determining the specific gravity of solids with a density less than 1 g/cm.

Method 1:
For this method, distilled water is still used as the liquid causing buoyancy, but the pan hanger assembly is replaced by the sieve for immersing samples.

To determine the sample's buoyancy, float it on the surface of the water and then immerse it using the sieve.
It is also possible to use forceps or a similar tool to place the sample directly under the sieve (without removing the sieve from the frame).

If the buoyancy of the substance to be measured is so high that the weight of the sieve is not enough to immerse the sample, increase the weight of the sieve by adding an additional weight to the upper pan on the frame.

Method 2:
(for this method, use the sample holder)
Here, use a liquid for causing buoyancy with lower density than that of the solid for which the specific gravity is to be determined. We have had good results with ethanol (up to a density of approx. 0.8 g/cm^3).

The density ρ (fl) of ethanol (with reference to its temperature) can be found in the table in the supplement.

The negative effect of the liquid's surface tension on the results is less noticeable when ethanol is used than when distilled water is employed. Therefore, it is not necessary to add tensides.

When working with ethanol, you must observe the valid safety precautions.

Use Method 2 if the density of the solid varies only slightly from that of distilled water. Since the sample is suspended in water, measuring errors may occur if the first method is used.
It also makes sense to use the second method when determining the specific gravity of a granulated substance, since it would be difficult to get the entire sample under the sieve as required when performing the first method.
Do not use ethanol if the sample could be attacked or dissolved by it.

Preparation (for Method 1 only)
(Distilled water is used in the description.)

- Center the large-diameter beaker (76 mm ∅) on the metal platform
- Fill it so that the distilled water is approximately 5 mm below the rim
- Add three drops of tenside to the distilled water
- Attach the thermometer to the rim of the beaker using the retainer clip
- Clean the sieve with a solvent (especially the wires that will be immersed) and hang it from the frame

Measuring Procedure (for Method 1 only)

Determining the Weight of the Sample in Air

- Tare the balance
- Place the sample on the frame weighing pan and weigh
- Record the weight W (a)

Determining the Buoyancy G = W (a) – W (fl)

- Tare the balance again (with the sample on the frame weighing pan)
- Place the sample under the sieve or immerse it below the surface of the liquid using the sieve[1])
- Record the buoyancy "G," which is displayed with a negative sign

Calculating the Specific Gravity

- Read off the temperature of the liquid
- Using the table at the back of this manual, find the density ρ (fl) which corresponds to the temperature measured for distilled water
- Calculate the specific gravity using the following formula:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot \rho(fl)}{0.99983\ G} + 0.0012\ g/cm^3$$

W (a) and G in g; ρ (fl) in g/cm³
G = W (a) – W (fl)

[1]) If you remove the pan hanger assembly from the measuring device to do this, make sure that no additional air bubbles are on it when you re-immerse it in the liquid; it is better to place the sample directly under the pan using forceps or a similar utensil.

Determining the Density of Liquids

Preparation

- Center the small-diameter beaker (55 mm ∅) on the metal platform
- Attach the thermometer to the rim of the beaker using the retainer clip

Measuring Procedure

- Suspend the disk with the glass plummet (hanging on one wire) from the frame
- Tare the balance
- Fill the beaker with the liquid to be tested so that the liquid is 10 mm above the glass plummet

Determining the Buoyancy
G = W (a) – W (fl)

The negative weight displayed by the balance corresponds to the buoyancy acting on the glass plummet in the liquid.

- Record the buoyancy displayed with a negative sign
- Read off the temperature and record it

Calculating the Density

- Calculate the density using the following formula:

$$\rho\,(fl) = \frac{G}{V}$$

G in g; V in cm^3

The glass plummet included in the specific gravity/density determination kit has a volume of 10 cm^3.

It is easy to obtain the current density of the liquid (in g/cm^3); you will not need a calculator. Mentally shift the decimal point in the balance display one place to the left.

Application in Legal Metrology

The density determination kit, YDK 01-0D, may only be used in legal metrology to determine the density of liquids.

In addition to the bar frame, adapter and metal plate, the following components provided with the YDK 01-0D will be needed:

–	Beaker	55 mm ∅
–	Glass plummet	Material: AR glass Volume: 10 cm^3 suspended on a constantan wire
–	Verified thermometer:	Designed in accordance with E014.1 Scale from 15–25°C Readability: 0.1°C Accuracy: ±0.1°C

Tables

Density of H_2O at Temperature T (in °C)

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

Density of Ethanol at Temperature T (in °C)

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

Supplement

This supplement should help you to better understand how the formulas and allowance factors used here have been derived.

Fundamental Principles

$$\text{Density} = \frac{\text{Mass (g)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

The Archimedean Principle:
A solid immersed in a liquid is exposed to the force of buoyancy (G). This value is the same as that of the weight of the liquid displaced by the volume of the solid. The volume of an immersed solid V (s) equals the volume of the displaced liquid V (fl).

The following are determined:
1. The weight of the sample in air: W (a)
2. The buoyancy of the solid in liquid: G

The specific gravity of a solid is:

$$\rho = \frac{\text{sample mass}}{\text{sample volume}} = \frac{W\,(a)}{V\,(s)} = \frac{W\,(a)}{V\,(fl)}$$

If the density ρ (fl) of the displaced liquid is known, then

$$V\,(fl) = \frac{\text{Mass (fl)}}{\rho\,(fl)} = \frac{G}{\rho\,(fl)}$$

Therefore:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{G}$$

Calculation
The **specific gravity of a solid** is calculated from the ratio
ρ : W (a) = ρ (fl) : W (a) – W (fl),
where:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{W\,(a) - W\,(fl)}$$

W (a) – W (fl) = G =
buoyancy of the sample

The **density of a liquid** is determined from the buoyancy of the plummet, which has a defined volume

$$V\,(fl) = \frac{G}{V}$$

where:

ρ	= specific gravity of a solid
ρ (fl)	= density of the liquid
W (a)	= weight of the solid in air
W (fl)	= weight of the solid in liquid
G	= buoyancy of the plummet
V	= volume of the solid

Allowance Factors
You must allow for the following when determining the specific gravity of solids:

- **the air buoyancy that affects the sample weighed in air**
  where ρ (a) = 0.0012 g/cm^3 = density of air under standard conditions (temperature 20°C, pressure 101.325 kPa); which results in the following:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [r\,(fl) - \rho\,(a)]}{W\,(a) - W\,(fl)} + \rho\,(a)$$

- **the immersion of the wires of the sample holder or sieve**
  When using this specific gravity determination kit, you must multiply the buoyancy G = [W (a) – W (fl)] by the factor 0.99983 (Corr). Therefore:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [\rho\,(fl) - \rho\,(a)]}{[W\,(a) - W\,(fl)] \cdot Corr} + \rho\,(a)$$

This factor allows for the buoyancy of the wires which are submerged deeper when the sample is in the sample holder.

How this allowance factor is derived:
The buoyancy caused by the submerged wires depends on the height "h" by which the liquid rises when the sample is immersed.

Here, the sample volume V (pr) corresponds to the liquid volume V (fl). The sample volume is determined by measuring the buoyancy. Hence, it is:

$$V\,(pr) = V\,(fl)$$

or

$$\frac{W\,(a) - W\,(fl)}{\rho\,(fl)} = \frac{\pi \cdot h \cdot D^2}{4}$$

$$\text{Therefore, } h = \frac{4 \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]}{\rho\,(fl) \cdot \pi \cdot D^2}$$

The buoyancy "A" caused by the immersed wires is:

$$A = 2 \cdot \frac{\pi - d^2}{4} \cdot h \cdot \rho\,(fl)$$

When "h" is used:

$$\rho = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 4 \cdot [W\,(a) - W\,(fl)] \cdot \rho\,(fl)}{4 \cdot \rho\,(fl) \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$A = 2 \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

To allow for the buoyancy of the wires, subtract the buoyancy "A" caused by the immersed wires from the buoyancy determined for the sample: G = W (a) – W (fl). The corrected buoyancy "A (corr)" to use in this calculation is then: G – "A."

$$A\,(corr) = [W\,(a) - W\,(fl)] - 2 \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

$$A\,(corr) = \left[1 - 2 \cdot \frac{d^2}{D^2}\right] \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

The specific gravity determination kit uses the large-volume beaker (76 mm ∅) and an immersing device with 2 wires (0.7 mm diameter) for the determination of the specific gravity of solids. When the values d = 0.7 mm and D = 76 mm are plugged into the equation, the correction factor is:

$$1 - 2 \cdot \frac{0.7^2}{76^2} = \mathbf{0.99983}$$

When using devices with other dimensions, the correction factor must be recalculated.

Inhalt

YDK01, YDK01-OD: Die Bestandteile 29
YDK01, YDK01-OD: Inbetriebnahme 30

YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Die Bestandteile 32
YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Inbetriebnahme 33

Verfahren zur Dichtebestimmung 37

Fehlerquellen und Korrekturmöglichkeiten 38

Dichtebestimmung 41
– von Festkörpern 41
– von Festkörpern mit einer Dichte <1 g/cm^3 42
– von Flüssigkeiten 44

Verwendung im eichpflichtigen Verkehr 45

Tabellen 46
Dichtewerte von H_2O 46
Dichtewerte von Ethanol 47

Anhang 48

Mit diesem Sartorius-Dichtebestimmungsset haben Sie ein hochwertiges Zubehör zu Ihrer elektronischen Waage erworben.

Sartorius erleichtert Ihnen mit diesem Zubehör die tägliche Arbeit.
Bitte lesen Sie die Aufstellungs- und Betriebsanleitung aufmerksam durch, bevor Sie mit dem Einrichten der Waage und der Arbeit mit dem Dichtebestimmungsset beginnen.

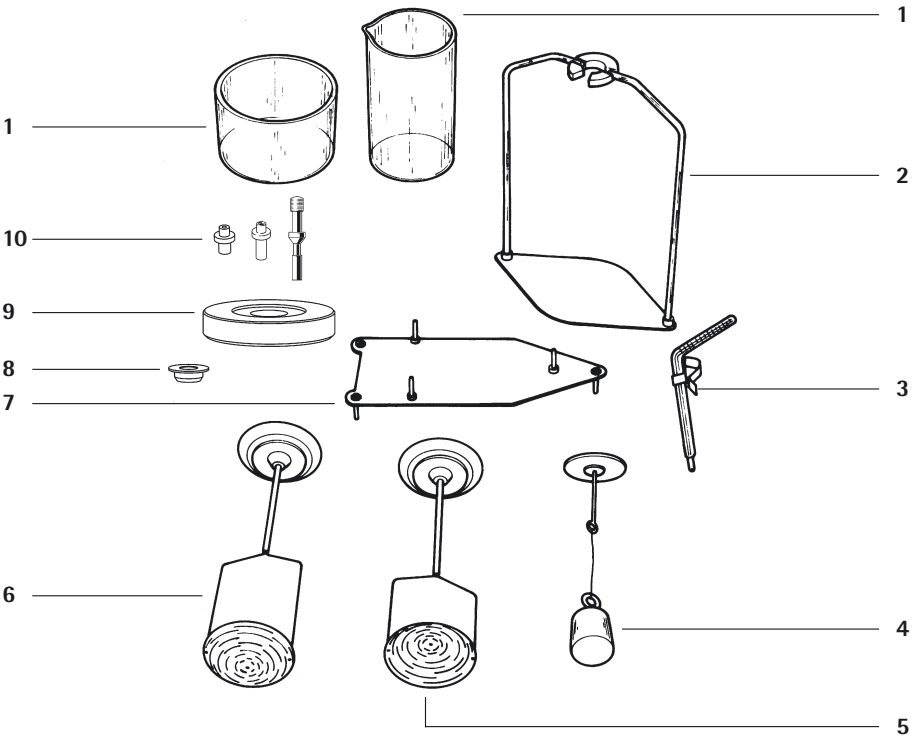
Bei Ausrüstung Ihrer Waage mit einem Dichtebestimmungsprogramm können Sie die Berechnung der Rho-Werte vom Programm erledigen lassen.

Beachten Sie in diesem Fall bitte nur die Einrichtungs- und Arbeitshinweise.

Die Durchführung der Dichtebestimmung sollte dann erfolgen, wie in der Anleitung des Dichtebestimmungsprogramms beschrieben.

Hinweis zu YDK 01-0D:
Das Dichtebestimmungsset YDK 01-0D kann für die eichpflichtige Dichtebestimmung von Flüssigkeiten verwendet werden.

YDK01, YDK01-OD: Die Bestandteile



1 Bechergläser (∅ 76 mm u. ∅ 55 mm)

2 Gestell

3 Thermometer mit Befestigungsklemme

4 Glassenkkörper

5 Tauchsieb

6 Tauchkorb

7 Brücke

8 Dichtring für ME-Modelle

9 Ausgleichsscheibe für ME235S/P, ME254S bis Ende des Modelljahres 2004

10 Adapter (3 Stück)

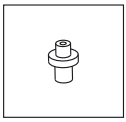
YDK01, YDK01-0D: Inbetriebnahme

Das Dichtebestimmungsset YDK 01, YDK 01-0D kann mit folgenden Waagen verwendet werden:

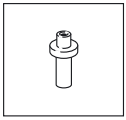
- ME-Waagen
- BA-Waagen mit Ablesbarkeit ≤ 0,1 mg
- BP-, CPA-, CP-, LA-Waagen mit Ablesbarkeit ≤ 0,1 mg, LE225D
- MC-Waagen mit Wägebereich ab 210 g (Micro Serie)
- RC-Waagen (Research Serie)

Gestell vorbereiten
Bevor das Gestell auf die Waage aufgesetzt wird, muss der Adapter montiert werden.

Bitte wählen Sie den zur Waage gehörenden Adapter aus (ca.-Maße):

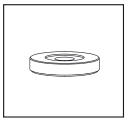


∅ 12 mm, Höhe 16,5 mm
- BA-, BP-*, MC- und RC-Waage



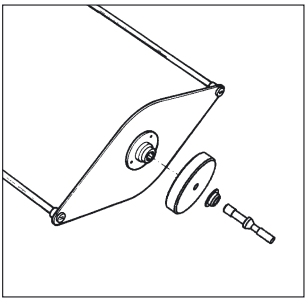
∅ 12 mm, Höhe 25,5 mm
- BP-**, CPA-, CP-, LA-Waagen mit Ablesbarkeit ≤ 0,1 mg, LE225D

∅ 8 mm, Höhe 41,3 mm
- ME-Waage mit Dichtring



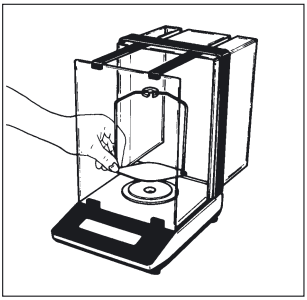
- Ausgleichsscheibe für ME235S/P, ME254S bis Ende des Modelljahres 2004

* = BP 210 D, BP 300 S, BP 210 S, BP 160 P, BP 110 S
** = BP 211 D, BP 301 S, BP 221 S, BP 161 P, BP 121 S



Schrauben Sie den entsprechenden Adapter von unten in den Gestellboden ein:

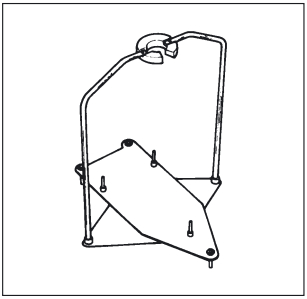
- Ausgleichsscheibe nur bei Modellen ME235S/P, ME254S
- Dichtring nur bei ME-Modellen
- jeweiliger Adapter (siehe vorherige Seite)



Nehmen Sie folgende Teile von der Waage:

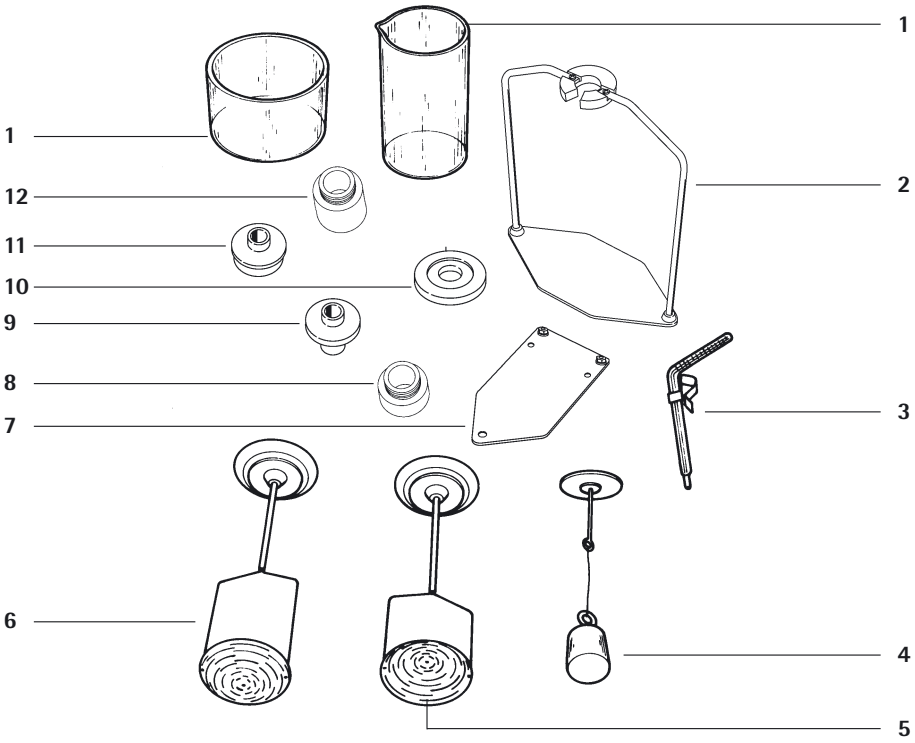
- Waagschale
- Ausgleichsring bei BA/BP-Waagen
- Unterschale bei BA/BP-Waagen

Setzen Sie das Gestell in den Wägeraum ein. Die keilförmige Öffnung oben am Gestell soll in die Richtung weisen, aus der der Tauchkorb (Tauchsieb/Glassenkkörper) eingesetzt wird.



Die Brücke zur Aufnahme des Becherglases stellen Sie bitte durch das Gestell hindurch auf den Wägeraumboden auf, bei BA-, BP-, CPA-, CP- und ME-Waagen mit den weiter auseinanderliegenden Stiften nach unten, bei MC/RC-Waagen mit den inneren Stiften nach unten.

YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Die Bestandteile



1 Bechergläser (∅ 76 mm u. ∅ 55 mm)

2 Gestell (YDK02MS: rechteckiges Gestell)

3 Thermometer mit Befestigungsklemme

4 Glassenkkörper

5 Tauchsieb

6 Tauchkorb

7 Brücke

8 Adapter für YDK01B, YDK01MS, YDK01LP: Modelle ED224S, ED124S, LE324S, LE244S

9 Adapter für LA/LP-Waagen mit Analysenwindschutz

10 YDK01LP: Ausgleichsscheibe für LA/LP3200D, LA/LP1200A

11 YDK01LP: Adapter für LA/LP-Waagen ohne Analysenwindschutz

12 YDK01LP: Adapter für Modelle S/SI

YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Inbetriebnahme

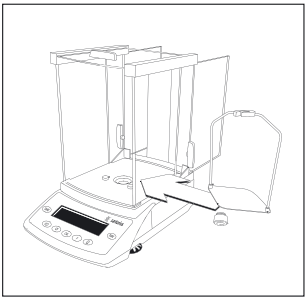
Verwendungszweck

- YDK01B für Modelle Sartorius BSA124 S/-CW, BSA224S/-CW, Acculab ATL-224/-I, ATL-124/-I, ATL-84/-I
- YDK01LP für LA-/LP-Waagen mit 1 mg Ablesbarkeit, ED224S, ED124S, LE324S, LE244S, S/SI-Modelle
- YDK01MS für Modelle der Cubis-Serie mit einer Ablesbarkeit ≤ 0,1 mg
- YDK02MS für Modelle der Cubis-Serie mit einer Ablesbarkeit 1 mg

Ⓜ **Verwendung im eichpflichtigen Verkehr:** YDK01B, YDK01LP, YDK01MS und YDK02MS dürfen im eichpflichtigen Verkehr nicht verwendet werden.

Dichtebestimmungsset installieren:

● Glasaufsatz, Waagschale und ggf. die Unterschale von der Waage nehmen

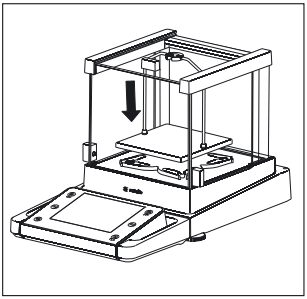


YDK01B, YDK01MS und YDK01LP bei Modellen ED224S, ED124S, LE324S, LE244S:

● Adapter (8) an das Gestell schrauben

● Gestell auf die Waage setzen

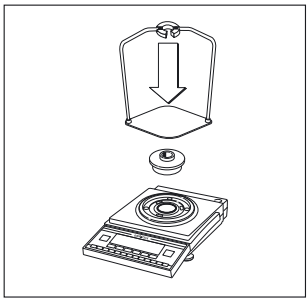
○ Keilförmige Öffnung oben am Gestell soll in die Richtung weisen, aus der der Tauchkorb (Tauchsieb/Glassenkkörper) eingesetzt wird.



YDK02MS:

● Gestell auf die Unterschale der Waage setzen

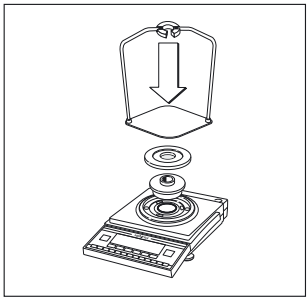
○ Keilförmige Öffnung oben am Gestell soll in die Richtung weisen, aus der der Tauchkorb (Tauchsieb/Glassenkkörper) eingesetzt wird.



LA/LP-Waagen außer Modell LA/LP3200D, LA/LP1200S:

● Teile nacheinander aufsetzen:
– Kurzer Adapter
– Gestell

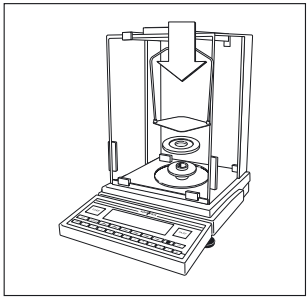
○ Keilförmige Öffnung oben am Gestell soll in die Richtung weisen, aus der der Tauchkorb (Tauchsieb/Glassenkkörper) eingesetzt wird.



LA/LP3200D, LA/LP1200S-Waagen:

● Teile nacheinander aufsetzen:
– Kurzer Adapter
– Ausgleichsscheibe
– Gestell

○ Keilförmige Öffnung oben am Gestell soll in die Richtung weisen, aus der der Tauchkorb (Tauchsieb/Glassenkkörper) eingesetzt wird

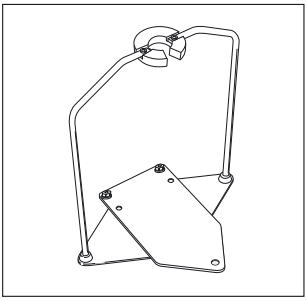


LA/LP-Waagen mit Windschutz YDS01LP:

● Teile nacheinander aufsetzen:
– Langer Adapter
– Ausgleichsscheibe: nur bei LA/LP3200D, LA/LP1200S
– Gestell

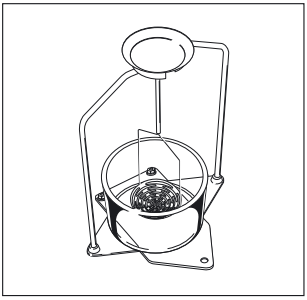
○ Keilförmige Öffnung oben am Gestell soll in die Richtung weisen, aus der der Tauchkorb (Tauchsieb/Glassenkkörper) eingesetzt wird

Becherglas/ Tauchvorrichtung auswählen



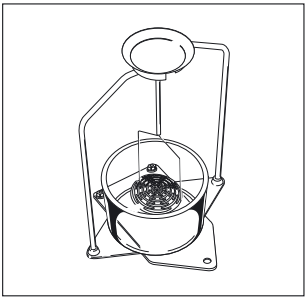
- Brücke zur Aufnahme des Becherglases durch das Gestell hindurch auf die Waage stellen

Die Auswahl des Becherglases und der Tauchvorrichtung richtet sich nach der zu bestimmenden Probe:



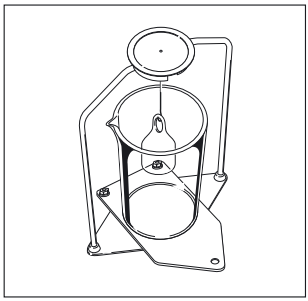
Dichtebestimmung von Festkörpern, Dichte höher als die der Tauchflüssigkeit:

– Becherglas ∅ 76 mm, Tauchkorb

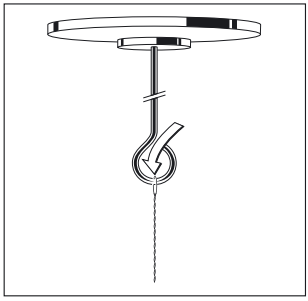


Dichtebestimmung von Festkörpern, Dichte geringer als die der Tauchflüssigkeit:

– Becherglas ∅ 76 mm, Tauchsieb



Dichtebestimmung von Flüssigkeiten:
– Becherglas ∅ 55 mm, Glassenkkörper

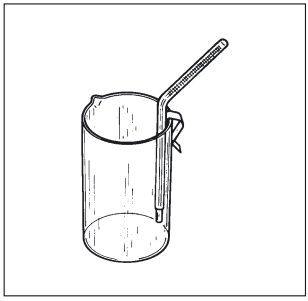


Glassenkkörper auspacken

⚠ Bruchgefahr des Drahts: Draht nicht knicken! Senkkörper an der Glasöse aus der Verpackung ziehen.

Glassenkkörper montieren

● Drahtöse des Senkkörpers in den Bügel der Halterung einhängen.



Thermometer

● Das Thermometer bei Bedarf mit der Klemmspange am Glasrand befestigen.

○ Das Thermometer ist quecksilberhaltig und entspricht dem Stand der Technik.

⚠ Thermometer auf Quecksilberbasis können dann gefährlich werden, wenn das Thermometer zerbricht und das flüssige Quecksilber ausläuft. Auf keinen Fall darf das Quecksilber mit einem Staubsauger entfernt werden. Es sollte vorsichtig mit einem Lappen aufgenommen werden. Lappen und Quecksilber gehören in ein verschließbares Gefäß und müssen beim Sondermüll abgegeben werden (in Deutschland als HG-Abfall, AVV060404, fester quecksilberhaltiger Abfall). Dorthin gehören auch alte, nicht mehr funktionstüchtige Thermometer.

Verfahren zur Dichtebestimmung

Zur Bestimmung der Dichte eines Festkörpers wird bei der vorliegenden Messeinrichtung das »Archimedische Prinzip« herangezogen:

Ein in eine Flüssigkeit getauchter Körper erfährt eine nach oben gerichtete Auftriebskraft. Diese Kraft ist dem Betrag nach gleich der Gewichtskraft der durch das Volumen des Körpers verdrängten Flüssigkeit.

Mit einer hydrostatischen Waage, die es gestattet den Festkörper sowohl in Luft als auch in Wasser zu wägen, ist es möglich die **Dichte eines Festkörpers** zu bestimmen, wenn die Dichte des Auftriebsmediums bekannt ist:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot \rho(fl)}{W(a) - W(fl)}$$

oder

die **Dichte einer Flüssigkeit** zu bestimmen, wenn das Volumen des Tauchkörpers bekannt ist.

$$\rho(fl) = \frac{G}{V}$$

Dabei ist:

ρ	=	die Dichte des Festkörpers
ρ (fl)	=	die Dichte der Flüssigkeit
W (a)	=	das Gewicht des Festkörpers in Luft
W (fl)	=	das Gewicht des Festkörpers in der Flüssigkeit
G	=	der Auftrieb des Tauchkörpers
V	=	das Volumen des Festkörpers

Fehlerquellen und Korrekturmöglichkeiten

Die o.g. Formel zur Dichtebestimmung von Festkörpern ist für eine Bestimmung mit einer Genauigkeit von ein bis zwei Nachkommastellen ausreichend.
Abhängig von der geforderten Genauigkeit sind folgende Fehler- bzw. Korrekturfaktoren zu berücksichtigen.

- Temperaturabhängigkeit der Dichte der Auftriebsflüssigkeit
- Luftauftrieb bei der Wägung in Luft
- Änderung der Eintauchtiefe der Bügelschale beim Untertauchen der Probe
- Adhäsion der Flüssigkeit am Aufhängedraht der Bügelschale
- an der Probe anhaftende Luftbläschen

Die Fehler können teilweise rechnerisch korrigiert werden. Dazu ist es notwendig

- die Temperatur der Flüssigkeit zu messen und die Flüssigkeitsdichte entsprechend zu korrigieren
  und
- den Innendurchmesser des Gefäßes zur Aufnahme der Flüssigkeit fest vorzugeben.

Temperaturabhängigkeit der Flüssigkeitsdichte
Die Dichte der Auftriebsflüssigkeit ist temperaturabhängig. Die Dichteänderung pro °C Temperaturänderung liegt in der Größenordnung

- 0,02% für destilliertes Wasser
- 0,1% für Alkohole und Kohlenwasserstoffe,

kann also in der 3. Nachkommastelle bei der Dichtebestimmung in Erscheinung treten.

Um die Flüssigkeitsdichte bzgl. der Temperatur zu korrigieren, wird folgendermaßen verfahren:

- die Temperatur der Flüssigkeit wird mit dem mitgelieferten Thermometer gemessen
- die Dichte der gebräuchlichsten Auftriebsflüssigkeiten Wasser und Ethanol bei der gemessenen Temperatur wird der mitgelieferten Tabelle entnommen und für ρ (fl) eingesetzt.

Luftauftrieb

Ein Volumen von 1 cm^3 Luft hat in Abhängigkeit von der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und dem Luftdruck ein Gewicht um 1,2 mg. Bei der Wägung in Luft erfährt der Körper pro cm^3 seines Volumens einen entsprechenden Auftrieb. Der resultierende Fehler bei Nichtberücksichtigung des Luftauftriebs macht sich also in der dritten Nachkommastelle bemerkbar und sollte somit korrigiert werden.

Der Luftauftrieb wird in folgender Formel berücksichtigt

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [\rho\,(fl) - \rho\,(a)]}{W\,(a) - W\,(fl)} + \rho\,(a).$$

Dabei ist ρ (a) = 0,0012 g/cm^3 = Dichte der Luft unter Normalbedingungen (Temperatur 20°C, Druck 101,325 kPa).

Eintauchtiefe

Die Schale zur Aufnahme bzw. zum Untertauchen der Probe während der Wägung in Flüssigkeit ist an zwei Drähten starr befestigt und taucht etwa 30 mm tief in die Flüssigkeit ein. Da vor jeder Messung die Waage tariert wird, geht der zusätzliche Auftrieb durch den untergetauchten Teil der Messanordnung nicht in die Bestimmung der Dichte ein.

Bei der Wägung in Flüssigkeit wird ein dem Volumen des Probekörpers entsprechendes Volumen an Flüssigkeit verdrängt. Dies führt dazu, dass die Befestigungsdrähte der Schale tiefer eintauchen und einen zusätzlichen Auftrieb erzeugen, der als Fehler bei der Dichtebestimmung eingeht.

Dieser Fehler wird bei Anwendung der nachfolgenden Formel korrigiert:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [\rho\,(fl) - \rho\,(a)]}{0.99983\,[W\,(a) - W\,(fl)]} + \rho\,(a)$$

Da der Korrekturfaktor ausschließlich durch die Geometrie der Anordnung bestimmt ist, muss unbedingt darauf geachtet werden, dass zur Dichtebestimmung eines Festkörpers nur das mitgelieferte Gefäß mit dem größeren Durchmesser (76 mm) benutzt wird. Eine Herleitung fur diesen Korrekturfaktor erfolgt im Anhang.

Adhäsion der Flüssigkeit am Draht
Beim Eintauchen des Tauchkorbes (des Tauchsiebes) in die Auftriebsflüssigkeit kriecht Flüssigkeit infolge von Adhäsionskräften am Draht hoch und erzeugt ein zusätzliches Gewicht in der Größenordnung von einigen Milligramm.

Da sich der Tauchkorb (das Tauchsieb) sowohl bei der Wägung in Luft als auch bei der Wägung in der Flüssigkeit im Auftriebsmedium befindet und zu Beginn jeder Messung die Waage tariert wird, kann der Einfluss des Flüssigkeitsmeniskus vernachlässigt werden.

Um die Oberflächenspannung und die Reibung der Flüssigkeit am Draht zu reduzieren, werden auf den Gefäßinhalt an dest. Wasser etwa drei Tropfen eines Tensids (Mirasol Antistatic oder herkömmliches Spülmittel) dazugegeben.

Durch das Hochkriechen der Auftriebsflüssigkeit am Draht kann es vorkommen, dass sich der Wägewert nach Erscheinen des »g« noch langsam verändert.
Der Wägewert sollte deshalb direkt nach Auftreten des »g« abgelesen werden.

Luftblasen
Der Messfehler, der durch anhaftende Luftbläschen an der Probe entsteht, lässt sich folgendermaßen abschätzen. Bei einer Luftblase mit einem Durchmesser von 0,5 mm ergibt sich ein zusätzlicher Auftrieb bei der Wägung in Wasser kleiner als 0,1 mg. Bei einem Durchmesser von 1 mm beträgt der zusätzliche Auftrieb schon etwa 0,5 mg und bei einem Durchmesser von 2 mm etwa 4,2 mg. Größere Luftbläschen sollten also unbedingt mit einem feinen Pinsel o.ä. Hilfsmittel abgestreift werden.

Das Benetzen kann auch vorab in einem separaten Gefäß erfolgen.

Dichtebestimmung

Dichtebestimmung von Festkörpern

Vorbereitung
(In der Beschreibung wird dest. Wasser verwendet.)
- Becherglas mit dem großen Durchmesser (∅ 76 mm) mittig auf der Brücke ausrichten
- bis ca. 5 mm unter den Rand mit dest. Wasser füllen
- drei Tropfen Tensid in das dest. Wasser geben
- Thermometer mit der Klemme am Rand des Becherglases befestigen
- Tauchkorb mit Lösungsmittel reinigen (insbesondere die eintauchenden Drähte) und in das Gestell einhängen

Messablauf

Bestimmen des Probengewichtes in Luft
- Waage tarieren
- Probe auf die Gestellwaagschale auflegen und wägen
- Gewichtswert W (a) notieren

Bestimmung des Auftriebs G = W (a) – W (fl)
- Waage mit der Probe auf der Gestellwaagschale tarieren
- Probe in den Tauchkorb legen[1])
- den Absolutwert des mit negativem Vorzeichen angezeigten Auftriebs G notieren

Berechnen der Dichte
- Temperatur ablesen
- Dichtewert ρ (fl) der Tabelle im Anhang unter Berücksichtigung der abgelesenen Temperatur entnehmen
- Dichte nach folgender Formel berechnen:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot [\rho(fl) - 0.0012\ g/cm^3]}{0.99983\ G} + 0.0012\ g/cm^3$$

W (a) und G in g; ρ (fl) in g/cm³
G = W (a) – W (fl)

[1]) (wird dazu die Bügelschale aus der Messvorrichtung entfernt, unbedingt darauf achten, dass beim Wiedereintauchen in die Flüssigkeit keine zusätzlichen Luftbläschen anhaften; besser Probe mit Pinzette o.a. direkt aufgeben)

Dichtebestimmung von Festkörpern mit einer Dichte kleiner als 1 g/cm^3
Bei Festkörpern mit einer Dichte kleiner als 1 g/cm^3 ist eine Dichtebestimmung mit zwei unterschiedlichen Methoden möglich.

Methode 1:
Als Auftriebsflüssigkeit wird weiterhin dest. Wasser verwendet. Es wird die Bügelschale mit der umgedrehten Siebschale (Tauchsieb) verwendet.

Die Probe wird zur Bestimmung des Auftriebs zunächst auf die Wasseroberfläche gebracht und anschließend mit dem zuvor herausgenommenen Tauchsieb untergetaucht.
Mit einer Pinzette o.ä. ist es aber auch möglich, die Probe direkt unter die Siebschale zu geben (ohne das Tauchsieb aus dem Gestell herauszunehmen).

Ist der Auftrieb der zu messenden Substanz größer als das Gewicht des Tauchsiebes, muss das Tauchsieb durch ein zusätzliches Gewicht auf der Gestellwaagschale beschwert werden.

Methode 2:
Als Auftriebsmedium wird eine Flüssigkeit mit geringerer Dichte als die des zu bestimmenden Festkörpers verwendet. Gute Erfahrungen wurden mit Ethanol (bis zu einer Dichte von ca. 0,8 g/cm^3) gemacht.

Der Dichtewert ρ (fl) von Ethanol kann der Tabelle im Anhang unter Berücksichtigung der abgelesenen Temperatur entnommen werden.

Bei Verwendung von Ethanol macht sich der negative Einfluss der Oberflächenspannung der Flüssigkeit auf die Messergebnisse weniger bemerkbar als bei dest. Wasser. Eine Zugabe von Tensiden ist daher nicht erforderlich.

Bei der Arbeit mit Ethanol müssen unbedingt die geltenden Sicherheitsbestimmungen beachtet werden.

Die zweite Methode sollte angewendet werden, wenn die Dichte des Festkörpers sich nur geringfügig von der des dest. Wassers unterscheidet. Da die Probe im Wasser schwebt, kann es bei Anwendung der ersten Methode zu Messfehlern kommen. Die Anwendung der zweiten Methode ist auch dann sinnvoll, wenn die Dichte eines Granulats bestimmt werden soll. Bei der ersten Methode ist es in diesem Fall schwierig das Granulat vollständig unter die Siebschale zu bringen.

Von der Verwendung von Ethanol sollte abgesehen werden, wenn die Probe angegriffen (gelöst) werden könnte.

Vorbereitung
(In der Beschreibung wird dest. Wasser verwendet.)
- Becherglas mit dem großen Durchmesser (∅ 76 mm) mittig auf der Brücke ausrichten
- bis ca. 5 mm unter den Rand mit dest. Wasser füllen
- drei Tropfen Tensid in das dest. Wasser geben
- Thermometer mit der Klemme am Rand des Becherglases befestigen
- Tauchsieb mit Lösungsmittel reinigen (insbesondere die eintauchenden Drähte) und in das Gestell einhängen

Messablauf

Bestimmen des Probengewichtes in Luft
- Waage tarieren
- Probe auf die Gestellwaagschale auflegen und wägen
- Gewichtswert W (a) notieren

Bestimmung des Auftriebs G = W (a) – W (fl)
- Waage wieder tarieren (mit der Probe auf der Gestellwaagschale)
- Probe unter das Tauchsieb legen bzw. mit diesem unter die Flüssigkeitsoberfläche drücken[1])
- mit negativem Vorzeichen angezeigten Auftrieb G notieren

Berechnen der Dichte
- Temperatur ablesen
- Dichtewert ρ (fl) der Tabelle im Anhang unter Berücksichtigung der abgelesenen Temperatur entnehmen
- Dichte nach folgender Formel berechnen:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{0.99983\ G} + 0.0012\ g/cm^3$$

W (a) und G in g; ρ (fl) in g/cm³
G = W (a) – W (fl)

[1]) (wird dazu die Bügelschale aus der Messvorrichtung entfernt, unbedingt darauf achten, dass beim Wiedereintauchen in die Flüssigkeit keine zusätzlichen Luftbläschen anhaften; besser Probe mit Pinzette o.ä. direkt aufgeben)

Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten

Vorbereitung

- Becherglas mit dem kleinen Durchmesser (δ 55 mm) mittig auf der Brücke ausrichten
- Thermometer mit der Klemme am Rand des Becherglases befestigen

Messablauf

- Die Kegelscheibe mit dem an einem Draht hängenden Glassenkkörper in das Gestell einhängen
- Waage tarieren
- Becherglas mit der zu bestimmenden Flüssigkeit bis 10 mm über den Glassenkkörper füllen

Bestimmung des Auftriebs
G = W (a) – W (fl)
Der von der Waage angezeigte negative Gewichtswert entspricht dem Auftrieb, den der Senkkörper in der Flüssigkeit erfährt.

- mit negativem Vorzeichen angezeigten Auftrieb G notieren
- Temperatur ablesen und notieren

Berechnen der Dichte

- Dichte nach folgender Formel berechnen:

$$\rho\,(fl) = \frac{G}{V}$$

G in g; V in cm^3

Der Glastauchkörper des Dichtebestimmungssets hat ein Volumen von 10 cm^3.

Die aktuelle Dichte der Flüssigkeit (in g/cm^3) erhält man sehr einfach durch Versetzen des Kommas in der Waagenanzeige um eine Dezimalstelle nach links.

Verwendung im eichpflichtigen Verkehr

Eine Verwendung im eichpflichtigen Verkehr darf mit dem Dichtebestimmungsset YDK 01-0D nur für die Dichtebestimmung von Flüssigkeiten erfolgen.

Eingesetzt werden hierbei zusätzlich zu Gestell, Adapter und Brücke aus dem Dichtebestimmungsset YDK 01-0D die Teile

– Becherglas:	∅ 55 mm
– Glassenkkörper	Material: AR-Glas Volumen: 10 cm^3 aufgehängt an Konstantandraht
– geeichtes Thermometer:	Ausführung nach EO14.1 Skala von 15–25°C Ablesbarkeit 0,1°C Genauigkeit ±0,1°C

Tabellen

Dichtewerte von H_2O bei Temperatur T (in °C)

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

Dichtewerte von Ethanol bei Temperatur T (in °C)

T/°C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10.	0,79784	0,79775	0,79767	0,79758	0,79750	0,79741	0,79733	0,79725	0,79716	0,79708
11.	0,79699	0,79691	0,79682	0,79674	0,79665	0,79657	0,79648	0,79640	0,79631	0,79623
12.	0,79614	0,79606	0,79598	0,79589	0,79581	0,79572	0,79564	0,79555	0,79547	0,79538
13.	0,79530	0,79521	0,79513	0,79504	0,79496	0,79487	0,79479	0,79470	0,79462	0,79453
14.	0,79445	0,79436	0,79428	0,79419	0,79411	0,79402	0,79394	0,79385	0,79377	0,79368
15.	0,79360	0,79352	0,79343	0,79335	0,79326	0,79318	0,79309	0,79301	0,79292	0,79284
16.	0,79275	0,79267	0,79258	0,79250	0,79241	0,79232	0,79224	0,79215	0,79207	0,79198
17.	0,79190	0,79181	0,79173	0,79164	0,79156	0,79147	0,79139	0,79130	0,79122	0,79113
18.	0,79105	0,79096	0,79088	0,79079	0,79071	0,79062	0,79054	0,79045	0,79037	0,79028
19.	0,79020	0,79011	0,79002	0,78994	0,78985	0,78977	0,78968	0,78960	0,78951	0,78943
20.	0,78934	0,78926	0,78917	0,78909	0,78900	0,78892	0,78883	0,78874	0,78866	0,78857
21.	0,78849	0,78840	0,78832	0,78823	0,78815	0,78806	0,78797	0,78789	0,78780	0,78772
22.	0,78763	0,78755	0,78746	0,78738	0,78729	0,78720	0,78712	0,78703	0,78695	0,78686
23.	0,78678	0,78669	0,78660	0,78652	0,78643	0,78635	0,78626	0,78618	0,78609	0,78600
24.	0,78592	0,78583	0,78575	0,78566	0,78558	0,78549	0,78540	0,78532	0,78523	0,78515
25.	0,78506	0,78497	0,78489	0,78480	0,78472	0,78463	0,78454	0,78446	0,78437	0,78429
26.	0,78420	0,78411	0,78403	0,78394	0,78386	0,78377	0,78368	0,78360	0,78351	0,78343
27.	0,78334	0,78325	0,78317	0,78308	0,78299	0,78291	0,78282	0,78274	0,78265	0,78256
28.	0,78248	0,78239	0,78230	0,78222	0,78213	0,78205	0,78196	0,78187	0,78179	0,78170
29.	0,78161	0,78153	0,78144	0,78136	0,78127	0,78118	0,78110	0,78101	0,78092	0,78084
30.	0,78075	0,78066	0,78058	0,78049	0,78040	0,78032	0,78023	0,78014	0,78006	0,77997

Anhang

Zum besseren Verständnis soll hier die Herleitung der verwendeten Formeln und des Korrekturfaktors erfolgen.

Grundlagen

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse (g)}}{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}$$

Das Archimedische Gesetz:
Ein in eine Flüssigkeit getauchter Körper erfährt eine Auftriebskraft (G). Diese Kraft ist dem Betrag nach gleich der Gewichtskraft der durch das Volumen des Körpers verdrängten Flüssigkeit.
Das Volumen eines getauchten Körpers V (k) ist gleich dem Volumen der verdrängten Flüssigkeit V (fl).

Es werden bestimmt:
1. Das Gewicht in der Luft W (a)
2. Auftrieb des Körpers in der Flüssigkeit (G)

Die Dichte eines Körpers ist:

$$\rho = \frac{\text{Masse Körper}}{\text{Volumen Körper}} = \frac{W\,(a)}{V\,(s)} = \frac{W\,(a)}{V\,(fl)}$$

Ist die Dichte ρ (fl) der verdrängten Flüssigkeit bekannt, so ergibt sich mit

$$V\,(fl) = \frac{\text{Masse (fl)}}{\rho\,(fl)} = \frac{G}{\rho\,(fl)}$$

Damit folgt:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{G}$$

Berechnung
Die Dichte eines Festkörpers errechnet sich aus dem Verhältnis von
$\rho : W\,(a) = \rho\,(fl) : W\,(a) - W\,(fl)$
Daraus ergibt sich:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{W\,(a) - W\,(fl)}$$

$W\,(a) - W\,(fl) = G$ = Auftrieb der Probe

Die **Dichte einer Flüssigkeit** wird ermittelt aus dem Auftrieb des Tauchkörpers mit definiertem Volumen.

$$V\,(fl) = \frac{G}{V}$$

Dabei ist:

ρ	= die Dichte des Festkörpers
ρ (fl)	= die Dichte der Flüssigkeit
W (a)	= das Gewicht des Festkörpers in Luft
W (fl)	= das Gewicht des Festkörpers in der Flüssigkeit
G	= der Auftrieb des Tauchkörpers
V	= das Volumen des Festkörpers

Korrekturen
Zur Korrektur der Dichtebestimmung bei Festkörpern werden berücksichtigt:

– **der Luftauftrieb, den die Probe bei der Wägung in Luft erfährt.**
Dabei ist ρ (a) = 0,0012 g/cm^3 = Dichte der Luft unter Normalbedingungen (Temperatur 20°C, Druck 101,325 kPa); Daraus folgt:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot [r(fl) - \rho(a)]}{W(a) - W(fl)} + \rho(a)$$

– **das Eintauchen der Drähte von Tauchkorb bzw. Tauchsieb**
Bei Verwendung des vorliegenden Dichtebestimmungssets muss der Auftrieb G = [W (a) – W (fl)] mit dem Faktor 0,99983 (Korr) multipliziert werden. Erweiterte Formel:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot [\rho(fl) - \rho(a)]}{[W(a) - W(fl)] \cdot Korr} + \rho(a)$$

Dieser Faktor ergibt sich durch Berücksichtigung des Auftriebs der tiefer eintauchenden Drähte beim Einbringen der Probe.

Herleitung des Korrekturfaktors:
Der Auftrieb durch die eintauchenden Drähte ist abhängig von der Höhe »h«, um die die Flüssigkeit beim Eintauchen der Probe steigt.

Dabei entspricht das Probenvolumen V (pr) dem Flüssigkeitsvolumen V (fl).
Das Probenvolumen wird durch Messen des Auftriebs ermittelt. Es ist also:

$$V(pr) = V(fl)$$

oder

$$\frac{W(a) - W(fl)}{\rho(fl)} = \frac{\pi \cdot h \cdot D^2}{4}$$

$$\text{Dann ist } h = \frac{4 \cdot [W(a) - W(fl)]}{\rho(fl) \cdot \pi \cdot D^2}$$

Der durch die eintauchenden Drähte verursachte Auftrieb »A« ist:

$$A = 2 \cdot \frac{\pi - d^2}{4} \cdot h \cdot \rho(fl)$$

Bei Einsetzen von »h« ergibt sich:

$$\rho = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 4 \cdot [W(a) - W(fl)] \cdot \rho(fl)}{4 \cdot \rho(fl) \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$A = 2 \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot [W(a) - W(fl)]$$

Zur Berücksichtigung des Drahtauftriebes ist der ermittelte Auftrieb der Probe:
G = W (a) – W (fl) um den durch die Drähte verursachten Auftrieb »A« zu verringern.
Der in die Berechnung zu übernehmende Auftriebswert »A(korr)« ist dann: G – »A«.

$$A\,(corr) = [W\,(a) - W\,(fl)] - 2 \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

$$A\,(corr) = \left[1 - 2 \cdot \frac{d^2}{D^2}\right] \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

Im Dichtebestimmungsset wird für die Dichtebestimmung von Festkörpern das Becherglas mit dem großen Durchmesser (∅ 76 mm) und eine Tauchvorrichtung mit 2 Drähten mit dem Durchmesser 0,7 mm benutzt.
Bei Einsetzen der Werte für d = 0,7 mm und D = 76 mm ergibt sich der Korrekturfaktor aus:

$$1 - 2 \cdot \frac{0.7^2}{76^2} = \mathbf{0.99983}$$

Bei Verwendung von Einrichtungen mit anderen Abmessungen ist der Korrekturfaktor entsprechend neu zu errechnen.

Sommaire

YDK01, YDK01-OD : les composants 53
YDK01, YDK01-OD : mise en service 54

YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS : les composants 56
YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS : mise en service 57

Méthodes de détermination de la masse volumique 61

Sources d'erreur et possibilités de correction 62

Détermination de la masse volumique 65
– de solides 65
– de solides avec masse volumique <1 g/cm^3 66
– de liquides 68

Utilisation en usage réglementé 69

Tables 70
Valeurs des masses volumiques de H_2O 70
Valeurs des masses volumiques de l'éthanol 71

Annexe 72

Avec ce dispositif Sartorius de détermination de la masse volumique, vous avez équipé votre balance électronique d'un accessoire de haute qualité.

Cet accessoire Sartorius simplifie de façon extraordinaire les tâches quotidiennes.

Veuillez lire attentivement les instructions de montage et d'utilisation avant d'installer le dispositif de détermination de masses volumiques et de commencer les essais.

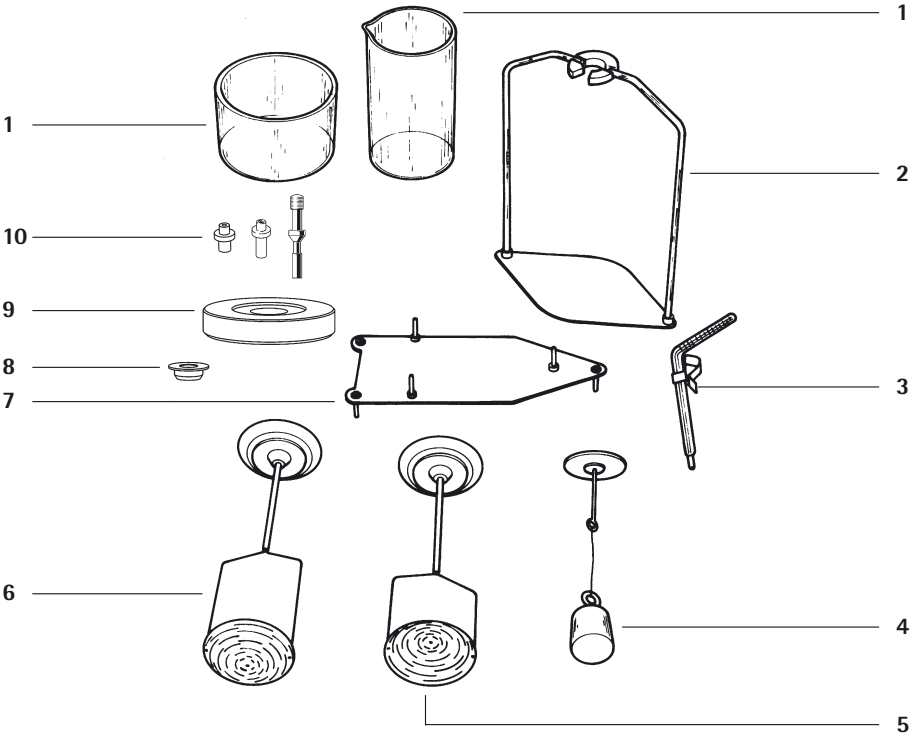
Si votre balance est équipée d'un programme de détermination des masses volumiques, les valeurs rho seront automatiquement calculées par le programme.

Dans ce cas, ne suivre que la partie «Montage sur la balance» et les instructions opératoires.

Le processus de détermination des masses volumiques est décrit en détail dans le manuel du programme de détermination des masses volumiques.

Remarque concernant YDK 01-0D :
Le dispositif YDK 01-0D peut être utilisé pour déterminer la masse volumique de liquides en usage réglementé.

YDK01, YDK01-OD : les composants



1 Béchers (∅ 76 mm et ∅ 55 mm)

2 Structure de suspension

3 Thermomètre avec clip de fixation

4 Plongeur calibré en verre

5 Panier pour échantillons «flottants» (ensemble à suspendre)

6 Panier pour échantillons (ensemble à suspendre)

7 Pont métallique

8 Anneau d'étanchéité pour modèles ME

9 Disque de compensation pour les modèles ME235S/P et ME254S antérieurs à 2005

10 Adaptateurs (3)

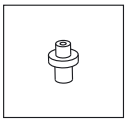
YDK01, YDK01-0D : mise en service

Le dispositif de détermination de masses volumiques YDK 01, YDK 01-0D peut être utilisé avec les balances suivantes :

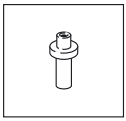
- Balances ME
- Balances BA ayant une précision de lecture ≤ 0,1 mg
- Balances BP/CPA/CP/LA ayant une précision de lecture ≤ 0,1 mg, LE225D
- Balances MC ayant une étendue de pesée > 210 g (Série Micro)
- Balances RC (Série Research)

Préparation de la structure de suspension
Il faut équiper la structure de suspension d'un adaptateur avant de la placer sur la balance.

Choisir l'adaptateur approprié au type de balance utilisé. Dimensions approximatives :

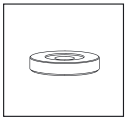


∅ 12 mm, hauteur 16,5 mm
- Balances BA, BP*, MC et RC avec anneau d'étanchéité



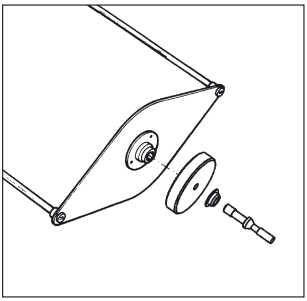
∅ 12 mm, hauteur 25,5 mm
- Balances BP**/CPA/CP/LA ayant une précision de lecture ≤ 0,1 mg, LE225D

∅ 8 mm, hauteur 41,3 mm
- Balances ME avec anneau d'étanchéité



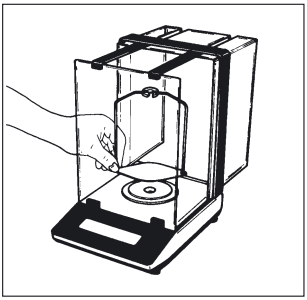
- Disque de compensation pour les modèles ME235S/P et ME254S antérieurs à 2005

* = BP210D, BP300S, BP210S, BP160P, BP110S
** = BP211D, BP301S, BP221S, BP161 P, BP12 S



Visser l'adaptateur correspondant sur le dessous de la structure de suspension :

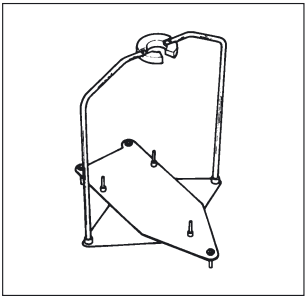
- Disque de compensation uniquement sur les modèles ME235S/P, ME254S
- Anneau d'étanchéité uniquement sur les modèles ME
- Adaptateur correspondant (voir page précédente)



Oter maintenant les éléments suivants de la balance :

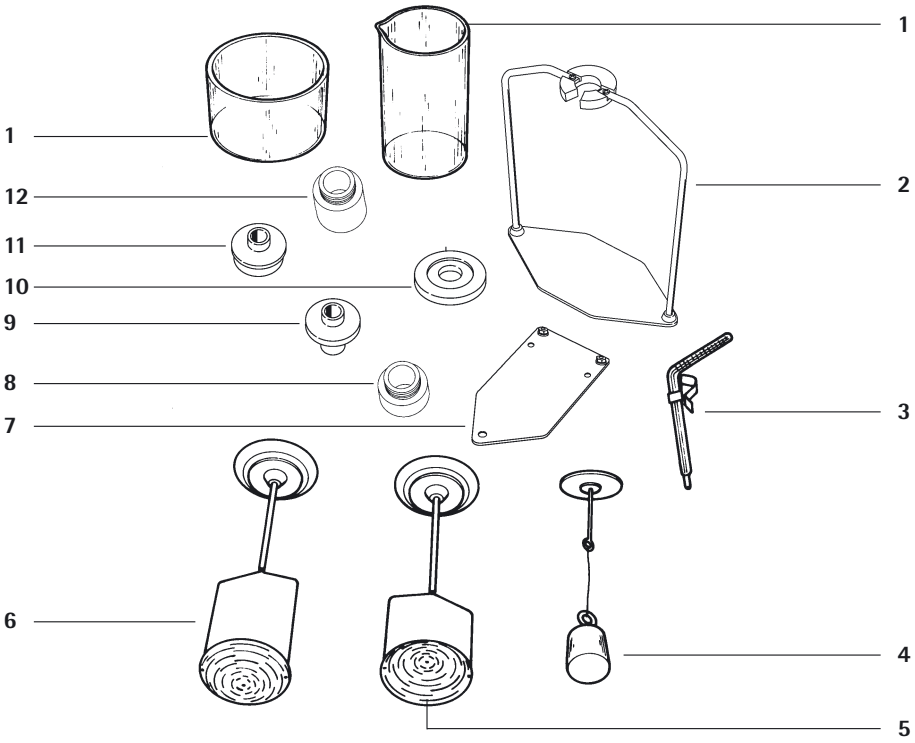
- plateau de pesée
- anneau d'étanchéité balances BA et BP
- support de plateau balances BA et BP

Installer la structure dans la chambre de pesée. L'ouverture chanfreinée en haut de la structure doit faire face au côté où le support d'échantillon (panier, plongeur en verre) sera introduit dans la structure.



Utiliser le pont métallique pour supporter le bécher. Positionner ce pont sur le plateau de la structure de façon à ce qu'elle repose sur la base de la chambre de pesée. Pour les balances BA, BP, CPA, CP et ME, le pont repose sur les pieds extérieurs.
Pour les balances RC et MC, il doit reposer sur les pieds intérieurs.

YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS : les composants



1 Béchers (∅ 76 mm et ∅ 55 mm)

2 Structure de suspension (YDK02MS: structure de suspension rectangulaire)

3 Thermomètre avec clip de fixation

4 Plongeur calibré en verre

5 Panier pour échantillons «flottants» (ensemble à suspendre)

6 Panier pour échantillons (ensemble à suspendre)

7 Pont métallique

8 YDK01B, YDK01MS, YDK01LP: Adaptateur pour modèles ED224S, ED124S, LE324S, LE244S

9 Adaptateur pour modèles LA/LP avec chambre analytique

10 Disque de compensation pour modèles LA/LP3200D, LA/LP1200S

11 Adaptateur pour modèles LA/LP sans chambre analytique

12 YDK01 LP: Adaptateur pour modèles S/SI

YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS : mise en service

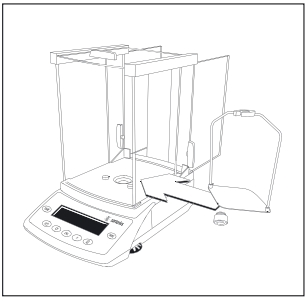
Description générale

– YDK01B pour les modèles Sartorius BSA124 S/-CW, BSA224S/-CW, Acculab ATL-224/-I, ATL-124/-I, ATL-84/-I
– YDK01LP pour les balances LA/LP avec une précision de lecture de 1 mg, ED224S, ED124S, LE324S, LE244S, modèles S/SI
– YDK01MS pour les modèles de la série Cubis avec une précision de lecture < 0,1 mg
– YDK02MS pour les modèles de la série Cubis avec une précision de lecture de 1 mg

Ⓜ **Utilisation en usage réglementé :** YDK01B, YDK01LP, YDK01MS et YDK02MS ne doivent pas être utilisés en usage réglementé.

Installation du dispositif de détermination de la masse volumique :

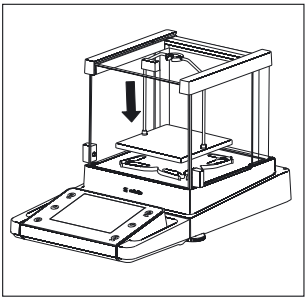
● enlevez le paravent en verre, le plateau de pesée et le cas échéant le support de plateau de la balance.



YDK01B, YDK01MS et YDK01LP sur les modèles ED224S, ED124S, LE324S, LE244S :

● Vissez l'adaptateur (8) à la structure de suspension.
● Posez la structure de suspension sur la balance.

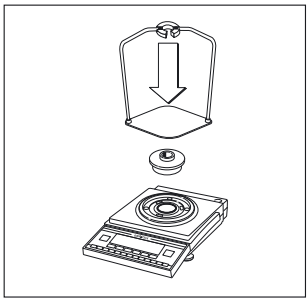
○ L'ouverture chanfreinée située en haut de la structure doit être dirigée du côté où le support d'échantillon (panier/plongeur en verre) sera introduit dans la structure.



YDK02MS:

● Posez la structure de suspension sur le support de plateau de la balance.

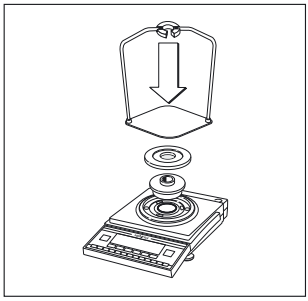
○ L'ouverture chanfreinée située en haut de la structure doit être dirigée du côté où le support d'échantillon (panier/plongeur en verre) sera introduit dans la structure.



Balances LA/LP sauf modèle LA/LP3200D, LA/LP1200S

● Installer successivement les pièces suivantes :
– Petit adaptateur
– Structure de suspension

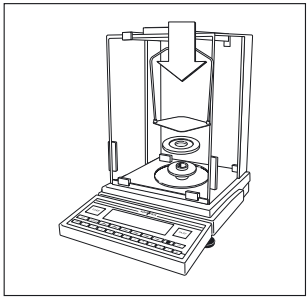
○ L'ouverture chanfreinée en haut de la structure doit faire face au côté où le support d'échantillon (panier, plongeur en verre) sera introduit dans la structure.



Balances LA/LP3200D, LA/LP1200S

● Installer successivement les pièces suivantes :
– Petit adaptateur
– Disque de compensation
– Structure de suspension

○ L'ouverture chanfreinée en haut de la structure doit faire face au côté où le support d'échantillon (panier, plongeur en verre) sera introduit dans la structure.

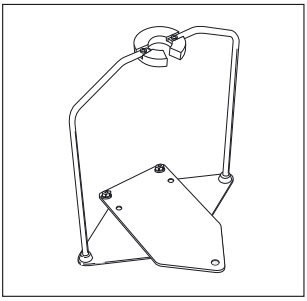


Balances LA/LP avec paravent YDS01LP

● Installer successivement les pièces suivantes :
– Grand adaptateur
– Disque de compensation : uniquement pour LA/LP3200D, LA/LP1200S
– Structure de suspension

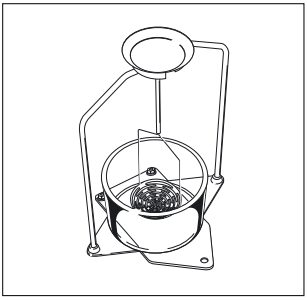
○ L'ouverture chanfreinée en haut de la structure doit faire face au côté où le support d'échantillon (panier, plongeur en verre) sera introduit dans la structure.

Choix du bécher/ de l'accessoire d'immersion



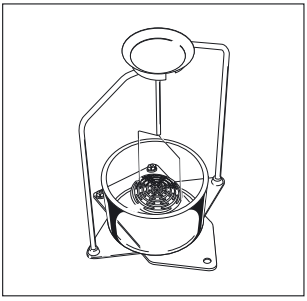
● Utiliser le pont métallique pour supporter le bécher. Positionner ce pont sur le plateau de la structure de façon à ce qu'elle repose sur la base de la balance.

Le choix du bécher et de l'accessoire d'immersion dépend de la nature de l'échantillon à déterminer :



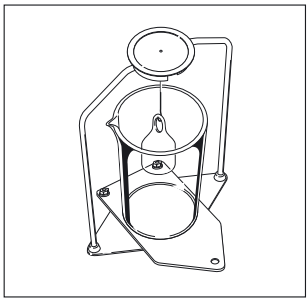
Pour déterminer les masses volumiques de solides quand elles sont supérieures à celle du liquide d'immersion, utiliser :

– le bécher de ∅ 76 mm et le support d'échantillons.



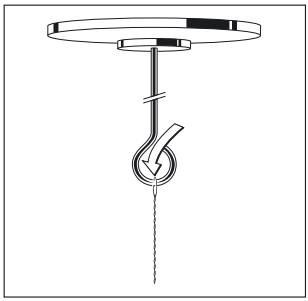
Pour déterminer les masses volumiques de solides quand elles sont inférieures à celle du liquide d'immersion, utiliser :

– le bécher de ∅ 76 mm et le panier pour maintenir l'échantillon immergé.



Pour déterminer les masses volumiques de liquides, utiliser :

– le bécher de ∅ 55 mm et le plongeur en verre.

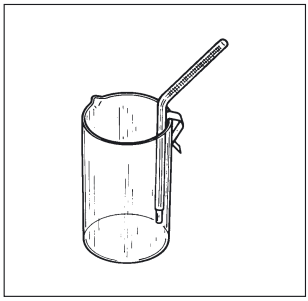


Déballage du plongeur en verre

⚠ Attention : ne pas plier le fil métallique car il risquerait de se casser ! Retirer le plongeur de l'emballage en le tenant par l'œillet en verre.

Montage du plongeur en verre

● Accrocher le fil métallique du plongeur au crochet du support.



Thermomètre

● Si nécessaire, accrocher le thermomètre au bord du bécher en utilisant le clip de fixation.

○ Le thermomètre contient du mercure et correspond à l'état actuel de la technique.

⚠ Les thermomètres à base de mercure peuvent représenter un danger s'ils se cassent et que le mercure liquide s'écoule. Le mercure ne doit être en aucun cas enlever à l'aide d'un aspirateur. Il faut l'essuyer avec précaution avec un chiffon. Le chiffon et le mercure sont à mettre dans un récipient pouvant être fermé et doivent être remis à la collecte des déchets spéciaux (en Allemagne, comme déchet HG, AVV060404, déchet solide à teneur en mercure). Les anciens thermomètres défectueux sont à éliminer de la même façon.

Méthodes de détermination de la masse volumique

Pour déterminer la masse volumique d'un solide avec cet accessoire, on utilise le principe d'Archimède :

Un solide immergé dans un liquide est soumis à la force appelée poussée hydrostatique. La valeur de cette force est égale au poids du volume liquide déplacé par l'échantillon.

Avec une balance hydrostatique qui permet d'effectuer aussi bien les pesées dans l'air que dans le liquide, il est possible de :

– déterminer la **masse volumique d'un solide** si l'on connaît la masse volumique du liquide provoquant cette poussée hydrostatique :

$$\rho = \frac{W(a) \cdot \rho(fl)}{W(a) - W(fl)}$$

ou

– déterminer la **masse volumique d'un liquide** si l'on connaît le volume du solide immergé :

$$\rho(fl) = \frac{G}{V}$$

avec :

ρ	= masse volumique du so
ρ (fl)	= masse volumique du liquide
W (a)	= poids du solide dans l'air
W (fl)	= poids du solide dans le liquide
G	= poussée hydrostatique appliquée au solide immergé
V	= volume du solide

Sources d'erreurs et possibilités de correction

La formule de la page précédente pour la détermination de la masse volumique de solides est suffisante pour obtenir la précision de une, voire deux décimales.

Pour un niveau de précision supérieur, il est nécessaire de tenir compte des erreurs et facteurs d'erreurs suivants :

- la masse volumique du liquide d'immersion en fonction de la température,
- la poussée aérostatique lors de la pesée dans l'air,
- le changement du niveau d'immersion des tiges du support d'échantillon pendant l'immersion de ce dernier,
- la tension superficielle du liquide sur le support d'échantillon,
- les bulles d'air sur l'échantillon.

Quelques-unes de ces erreurs peuvent être corrigées par calcul. Pour cela, procéder comme suit :

- mesurer la température du liquide de référence et corriger sa masse volumique en tenant compte de ce critère
  et
- définir exactement le diamètre intérieur du récipient contenant le liquide de référence.

Influence de la température sur la masse volumique du liquide
La masse volumique du liquide créant la poussée hydrostatique dépend de la température. La variation de masse volumique par °C de température est de l'ordre de :

- 0,02% pour l'eau distillée
- 0,1% pour les alcools et les hydrocarbures.

En d'autres termes, cela peut influencer la troisième décimale d'un résultat de détermination de masse volumique.

Pour corriger la masse volumique du liquide en fonction de la température, procéder comme suit :

- mesurer la température du liquide avec le thermomètre contenu dans la livraison,
- se reporter à la table à la fin de ce manuel pour connaître les masses volumiques des liquides les plus couramment utilisés (eau distillée et éthanol) à la température mesurée et utiliser cette masse volumique comme valeur ρ (fl).

Poussée aérostatique
Un cm^3 d'air pèse environ 1,2 mg selon les conditions de température, de pression et d'humidité. Quand un échantillon solide est pesé dans l'air, il est soumis à une poussée aérostatique égale au poids du volume d'air déplacé. L'erreur qui en découle est suffisamment importante pour influer sur la troisième décimale et il faut faire intervenir une correction.

La formule suivante tient compte de la poussée aérostatique :

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [\rho\,(fl) - \rho\,(a)]}{W\,(a) - W\,(fl)} + \rho\,(a).$$

Avec ρ (a) = 0,0012 g/cm^3 = masse volumique de l'air dans des conditions normales (température 20°C et pression 101,325 hPa).

Profondeur d'immersion
Le plateau pour supporter et/ou immerger l'échantillon pendant la pesée dans le liquide est maintenu par deux tiges et est situé à environ 30 mm sous la surface du liquide. Puisque la balance est tarée avant chaque mesure, la poussée hydrostatique induite par la partie immergée de l'accessoire n'influence en rien la détermination de la masse volumique.

Quand un solide est immergé dans le liquide, il déplace un volume de liquide égal au volume du solide. Ceci entraîne une montée du niveau du liquide et de ce fait une poussée hydrostatique sur la partie des tiges nouvellement immergée, d'où une erreur dans la détermination de la masse volumique.

Appliquer la formule suivante pour corriger cette erreur :

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [\rho\,(fl) - \rho\,(a)]}{0.99983\,[W\,(a) - W\,(fl)]} + \rho\,(a)$$

Le facteur de correction est exclusivement déterminé par la géométrie de l'accessoire de mesure de masses volumiques. A cet effet, s'assurer de toujours utiliser le bécher de ∅ 76 mm lors de la détermination de la masse volumique d'un solide. L'annexe en fin de manuel décrit les étapes de calcul de ce facteur de correction.

Tension superficielle sur le support
Quand le support d'échantillon (ou panier) est immergé dans le liquide produisant ainsi une poussée hydrostatique, le liquide adhère aux tiges du fait des forces de capillarité et génère ainsi un poids supplémentaire de l'ordre de quelques milligrammes.

Puisque le support d'échantillon (ou panier) se trouve dans le liquide pendant la pesée dans l'air et également pendant la pesée dans le liquide et que la balance est tarée au début de chaque manipulation, l'effet de ménisque peut être négligé.

Pour réduire la tension superficielle et la friction du liquide sur les tiges, ajouter trois gouttes de tensio-actif (de type Teepol ou liquide pour vaisselle) dans l'eau distillée contenue dans le bécher.

Comme le liquide se déplace le long des tiges, le poids peut légèrement évoluer après l'apparition du symbole de stabilité «g». Pour pallier cet inconvénient, noter le poids juste après l'apparition du «g».

Bulles d'air
L'erreur de mesure causée par des bulles d'air collées à l'échantillon peut être évaluée de la façon suivante. Une bulle d'air d'un diamètre de 0,5 mm induit une poussée hydrostatique supplémentaire légèrement inférieure à 0,1 mg quand l'échantillon est pesé dans l'eau. Une bulle d'air de 1 mm de diamètre a une influence de l'ordre de 0,5 mg et une bulle d'air de 2 mm de diamètre crée une perturbation d'environ 4,2 mg. Des bulles d'air plus conséquentes doivent absolument être éliminées à l'aide d'une petite brosse.

Il est aussi possible de mouiller l'échantillon dans un autre récipient avant la pesée dans le liquide.

Détermination de la masse volumique

Détermination de la masse volumique de solides

Préparation
(Le liquide employé dans cette description est de l'eau distillée)
- Placer le bécher de grand diamètre (76 mm) au milieu du pont métallique.
- Le remplir avec de l'eau distillée jusqu'à environ 5 mm du bord.
- Ajouter trois gouttes de tensio-actif dans l'eau distillée.
- Fixer le thermomètre sur le bord du bécher avec le clip de fixation métallique.
- Nettoyer le support d'échantillon avec un solvant (en particulier les tiges qui seront immergées) et le suspendre à la structure de suspension.

Déroulement de la mesure

Détermination du poids de l'échantillon dans l'air
- Tarer la balance.
- Placer l'échantillon sur le plateau supérieur de la structure de suspension et peser.
- Enregistrer le poids W (a).

Détermination de la poussée hydrostatique G = W (a) – W (fl)
- Tarer la balance avec l'échantillon sur le plateau supérieur de la structure de suspension.
- Placer ensuite l'échantillon dans le support d'échantillon (ou panier) [1]).
- Enregistrer la valeur absolue de la poussée hydrostatique «G» affichée avec un signe négatif.

Calcul de la masse volumique
- Lire la température du liquide d'immersion.
- En utilisant les tables figurant à la fin de ce manuel, déterminer la masse volumique ρ (fl) du liquide d'immersion à la température mesurée ci-dessus.
- Calculer la masse volumique en appliquant la formule suivante :

$$\rho = \frac{W(a) \cdot [\rho(fl) - 0.0012\ g/cm^3]}{0.99983\ G} + 0.0012\ g/cm^3$$

W (a) et G sont exprimés en grammes ;
ρ (fl) en g/cm³
G = W (a) – W (fl)

[1]) Si l'assemblage support plateau doit être ôté de la structure de suspension pour réaliser cette opération, s'assurer que de nouvelles bulles d'air ne viennent pas s'ajouter quand il est de nouveau immergé ; il est préférable de placer l'échantillon directement dans le panier en utilisant des brucelles ou un outil similaire.

Détermination de la masse volumique de solides ayant une masse volumique <1 g/cm^3
Il existe deux méthodes différentes pour déterminer la masse volumique de solides avec masse volumique inférieure à 1 g/cm^3.

1ère méthode :
Dans cette méthode, le liquide utilisé pour créer la poussée hydrostatique est de l'eau distillée, mais l'assemblage support plateau est remplacé par la grille pour immerger les échantillons (panier).

Pour déterminer la poussée hydrostatique de l'échantillon, le faire flotter à la surface de l'eau puis l'immerger en le bloquant sous la grille.

Il est aussi possible d'utiliser des brucelles ou un outil similaire pour glisser directement l'échantillon sous la grille (sans ôter la grille de la structure de suspension).

Si la poussée hydrostatique sur la substance à mesurer est supérieure au poids de la grille, il suffit d'alourdir la grille en ajoutant un poids de lestage sur le plateau supérieur de la structure.

2ème méthode :
Dans ce cas, pour créer la poussée hydrostatique utiliser un liquide de masse volumique plus faible que celle du solide dont il faut déterminer la masse volumique. On obtient de bons résultats avec l'éthanol (pour des masses volumiques jusqu'à environ 0,8 g/cm^3).

Les masses volumiques ρ (fl) de l'éthanol (en fonction de la température) sont indiquées dans une table à la fin de ce manuel.

Les effets négatifs de la tension superficielle du liquide sur les résultats de mesure sont moins significatifs lorsque l'éthanol est utilisé en lieu et place de l'eau distillée. Il n'est donc pas nécessaire d'ajouter de tensio-actif.

En cas d'utilisation de l'éthanol, il est recommandé de suivre scrupuleusement les consignes de sécurité adéquates.

N'utiliser cette seconde méthode que si la masse volumique du solide est vraiment très proche de celle de l'eau distillée. En effet, comme l'échantillon est «suspendu» dans l'eau, des erreurs systématiques peuvent intervenir avec la première méthode.

Il est également recommandé d'utiliser la deuxième méthode pour la détermination de masse volumique de substances en granulés car il est évident qu'il sera très difficile de positionner tous les grains sous la grille si jamais la première méthode est choisie.

Ne pas utiliser l'éthanol si ce dernier attaque ou dissout l'échantillon.

Préparation
(Le liquide employé dans cette description est de l'eau distillée)

- Placer le bécher de grand diamètre (76 mm) au milieu du pont métallique.
- Le remplir avec de l'eau distillée jusqu'à environ 5 mm du bord.
- Ajouter trois gouttes de tensio-actif dans l'eau distillée.
- Fixer le thermomètre sur le bord du bécher avec le clip de fixation métallique.
- Nettoyer la grille avec un solvant (spécialement les tiges qui seront immergées) et la suspendre à la structure de suspension.

Déroulement de la mesure

Détermination du poids de l'échantillon dans l'air

- Tarer la balance.
- Placer l'échantillon sur le plateau supérieur de la structure de suspension et peser.
- Enregistrer le poids W (a).

Détermination de la poussée hydrostatique G = W (a) – W (fl)

- Tarer de nouveau la balance avec l'échantillon sur le plateau supérieur de la structure de suspension.
- Placer ensuite l'échantillon sous la grille ou l'immerger sous la surface du liquide en utilisant la grille [1]).
- Enregistrer la valeur absolue de la poussée hydrostatique «G» affichée avec un signe négatif.

Calcul de la masse volumique

- Lire la température du liquide d'immersion.
- En utilisant les tables figurant à la fin de ce manuel, déterminer la masse volumique ρ (fl) du liquide d'immersion à la température mesurée ci-dessus.
- Calculer la masse volumique en appliquant la formule suivante :

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{0.99983\ G} + 0.0012\ g/cm^3$$

W (a) et G sont exprimés en grammes ;
ρ (fl) en g/cm^3
G = W (a) – W (fl)

[1]) Si l'assemblage support plateau doit être ôté de la structure de suspension pour réaliser cette opération, s'assurer que de nouvelles bulles d'air ne viennent pas s'ajouter quand il est de nouveau immergé ; il est préférable de placer l'échantillon directement sous la grille en utilisant des brucelles ou un outil similaire.

Détermination de la masse volumique de liquides

Préparation

- Placer le bécher de petit diamètre (55 mm) au milieu du pont métallique.
- Fixer le thermomètre sur le bord du bécher avec le clip de fixation métallique.

Déroulement de la mesure

- Suspendre à la structure le disque avec le plongeur en verre (soutenu par un fil).
- Tarer la balance.
- Remplir le bécher avec le liquide dont il faut déterminer la masse volumique jusqu'à environ 10 mm au-dessus du plongeur en verre.

Détermination de la poussée hydrostatique G = W (a) – W (fl)

La valeur négative affichée par la balance correspond à la poussée hydrostatique appliquée sur le plongeur en verre par le liquide.

- Enregistrer la valeur absolue de la poussée hydrostatique «G» affichée avec un signe négatif.
- Lire la température et l'enregistrer également.

Calcul de la masse volumique

- Calculer la masse volumique en appliquant la formule suivante :

$$\rho\,(fl) = \frac{G}{V}$$

G est exprimé en gramme, V en cm^3.

Le plongeur en verre inclu dans le dispositif de détermination des masses volumiques a un volume de 10 cm^3.

Il est très facile d'obtenir la masse volumique d'un liquide (en g/cm^3) ; une calculatrice n'est pas nécessaire. Il suffit de déplacer mentalement la virgule d'une décimale vers la gauche.

Utilisation en usage réglementé

Le dispositif de détermination de masses volumiques YDK 01-0D ne peut être utilisé en usage réglementé que pour déterminer la masse volumique de liquides.

Pour cela, outre la structure de suspension, l'adaptateur et le pont métallique, utiliser les éléments suivants inclus dans le contenu de la livraison du dispositif YDK 01-0D :

– Bécher :	∅ 55 mm
– Plongeur en verre :	Matériau : verre AR Volume : 10 cm^3 suspendu à un fil en constantan
– Thermomètre autorisé pour l'utilisation en usage réglementé :	Version selon E014.1 Echelle de 15 à 25°C Précision de lecture de 0,1°C Précision ±0,1°C

Tables

Masses volumiques de H_2O selon la température T (en °C)

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

Masses volumiques de l'éthanol selon la température T (en °C)

T/°C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10.	0,79784	0,79775	0,79767	0,79758	0,79750	0,79741	0,79733	0,79725	0,79716	0,79708
11.	0,79699	0,79691	0,79682	0,79674	0,79665	0,79657	0,79648	0,79640	0,79631	0,79623
12.	0,79614	0,79606	0,79598	0,79589	0,79581	0,79572	0,79564	0,79555	0,79547	0,79538
13.	0,79530	0,79521	0,79513	0,79504	0,79496	0,79487	0,79479	0,79470	0,79462	0,79453
14.	0,79445	0,79436	0,79428	0,79419	0,79411	0,79402	0,79394	0,79385	0,79377	0,79368
15.	0,79360	0,79352	0,79343	0,79335	0,79326	0,79318	0,79309	0,79301	0,79292	0,79284
16.	0,79275	0,79267	0,79258	0,79250	0,79241	0,79232	0,79224	0,79215	0,79207	0,79198
17.	0,79190	0,79181	0,79173	0,79164	0,79156	0,79147	0,79139	0,79130	0,79122	0,79113
18.	0,79105	0,79096	0,79088	0,79079	0,79071	0,79062	0,79054	0,79045	0,79037	0,79028
19.	0,79020	0,79011	0,79002	0,78994	0,78985	0,78977	0,78968	0,78960	0,78951	0,78943
20.	0,78934	0,78926	0,78917	0,78909	0,78900	0,78892	0,78883	0,78874	0,78866	0,78857
21.	0,78849	0,78840	0,78832	0,78823	0,78815	0,78806	0,78797	0,78789	0,78780	0,78772
22.	0,78763	0,78755	0,78746	0,78738	0,78729	0,78720	0,78712	0,78703	0,78695	0,78686
23.	0,78678	0,78669	0,78660	0,78652	0,78643	0,78635	0,78626	0,78618	0,78609	0,78600
24.	0,78592	0,78583	0,78575	0,78566	0,78558	0,78549	0,78540	0,78532	0,78523	0,78515
25.	0,78506	0,78497	0,78489	0,78480	0,78472	0,78463	0,78454	0,78446	0,78437	0,78429
26.	0,78420	0,78411	0,78403	0,78394	0,78386	0,78377	0,78368	0,78360	0,78351	0,78343
27.	0,78334	0,78325	0,78317	0,78308	0,78299	0,78291	0,78282	0,78274	0,78265	0,78256
28.	0,78248	0,78239	0,78230	0,78222	0,78213	0,78205	0,78196	0,78187	0,78179	0,78170
29.	0,78161	0,78153	0,78144	0,78136	0,78127	0,78118	0,78110	0,78101	0,78092	0,78084
30.	0,78075	0,78066	0,78058	0,78049	0,78040	0,78032	0,78023	0,78014	0,78006	0,77997

Annexe

Cette annexe décrit comment ont été établies les formules utilisées pour le calcul des masses volumiques, et quels sont les facteurs d'influence dont on a tenu compte.

Règles de base

$$\text{Masse volumique} = \frac{\text{Masse (g)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

Principe d'Archimède :
Un solide immergé dans un liquide est soumis à la force appelée poussée hydrostatique (G). La valeur de cette force est égale au poids du volume liquide déplacé par l'échantillon.
Le volume du solide immergé V (k) est égal au volume liquide déplacé V (fl).

On détermine :
1. le poids du solide dans l'air W (a),
2. la poussée hydrostatique appliquée au solide (G).

La masse volumique d'un solide est :

$$\rho = \frac{\text{masse du solide}}{\text{volume du solide}} = \frac{W\,(a)}{V\,(s)} = \frac{W\,(a)}{V\,(fl)}$$

Lorsque la masse volumique ρ (fl) du liquide déplacé est connue, alors

$$V\,(fl) = \frac{\text{Masse (fl)}}{\rho\,(fl)} = \frac{G}{\rho\,(fl)}$$

Par conséquent :

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{G}$$

Calcul
La masse volumique d'un solide est calculée à partir de la relation :
$\rho : W\,(a) = \rho\,(fl) : W\,(a) - W\,(fl)$

Il en résulte :

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{W\,(a) - W\,(fl)}$$

$W\,(a) - W\,(fl) = G$ = poussée hydrostatique sur l'échantillon.

La **masse volumique d'un liquide** est déterminée à partir de la poussée hydrostatique sur le plongeur, qui a un volume bien défini.

$$V\,(fl) = \frac{G}{V}$$

avec :

ρ	= masse volumique du solide
ρ (fl)	= masse volumique du liquide
W (a)	= poids du solide dans l'air
W (fl)	= poids du solide dans le liquide
G	= poussée hydrostatique appliquée au solide (ou au plongeur)
V	= volume du solide (ou du plongeur)

Facteurs d'influence
Il faut tenir compte de certains facteurs d'influence lors de la détermination de la masse volumique de solides :

– **la poussée aérostatique appliquée à l'échantillon lors de la pesée dans l'air,** avec r (a) = 0,0012 g/cm^3 = masse volumique de l'air dans des conditions normales de température et de pression (20°C et 101,325 hPa).
Il en résulte :

$$\rho = \frac{W(a) \cdot [r(fl) - \rho(a)]}{W(a) - W(fl)} + \rho(a)$$

– **l'immersion des tiges du support d'échantillon (panier) ou de la grille.** Quand le dispositif de détermination de masses volumiques est utilisé, il est nécessaire de corriger la poussée hydrostatique G = [W (a) – W (fl)] par le coefficient 0,99983 (corr).

$$\rho = \frac{W(a) \cdot [\rho(fl) - \rho(a)]}{[W(a) - W(fl)] \cdot Korr} + \rho(a)$$

Ce facteur prend en compte la poussée hydrostatique supplémentaire appliquée aux tiges du support lorsque le niveau du liquide monte du fait de l'immersion de l'échantillon.

Détermination du coefficient de correction
La poussée hydrostatique causée par la submersion des tiges dépend de la hauteur «h» d'élévation du niveau de liquide lors de l'immersion de l'échantillon.

Le volume de l'échantillon V (pr) est égal au volume du liquide déplacé V (fl).
Le volume de l'échantillon est déterminé en mesurant la poussée hydrostatique.
En conséquence, on peut écrire :

$$V(pr) = V(fl)$$

soit

$$\frac{W(a) - W(fl)}{\rho(fl)} = \frac{\pi \cdot h \cdot D^2}{4}$$

$$\text{soit } h = \frac{4 \cdot [W(a) - W(fl)]}{\rho(fl) \cdot \pi \cdot D^2}$$

La poussée hydrostatique «A» causée par les tiges immergées est :

$$A = 2 \cdot \frac{\pi - d^2}{4} \cdot h \cdot \rho(fl)$$

En remplaçant «h» :

$$\rho = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 4 \cdot [W(a) - W(fl)] \cdot \rho(fl)}{4 \cdot \rho(fl) \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$A = 2 \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot [W(a) - W(fl)]$$

Pour tenir compte de la poussée hydrostatique sur les tiges, il faut soustraire la poussée hydrostatique «A» produite par les tiges à la poussée hydrostatique appliquée à l'échantillon : G = W (a) – W (fl).
La poussée hydrostatique corrigée à utiliser dans le calcul est donc :
«A (corr)» = G – «A»

$$A\,(corr) = [W\,(a) - W\,(fl)] - 2 \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

$$A\,(corr) = \left[1 - 2 \cdot \frac{d^2}{D^2}\right] \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

Le dispositif de détermination de masses volumiques utilise un grand bécher de 76 mm de diamètre et la structure d'immersion pour la détermination de masses volumiques de solides possède deux tiges de 0,7 mm de diamètre.
En introduisant ces valeurs numériques (d = 0,7 mm et D = 76 mm) dans la formule de correction :

$$1 - 2 \cdot \frac{0.7^2}{76^2} = \mathbf{0.99983}$$

En utilisant d'autres accessoires de dimensions différentes, il faut recalculer ce coefficient de correction.

Address label / Dealer's stamp

Copyright by Sartorius Weighing Technology GmbH,
Weender Landstrasse 94–108
Goettingen, Germany.
All rights reserved. No part
of this publication may be
reprinted or translated in any
form or by any means without
the prior written permission
of Sartorius.
The status of the information,
specifications and illustrations
in this manual is indicated by
the date given below.
Sartorius reserves the right
to make changes to the technology,
features, specifications and design
of the equipment without notice.

Status: June 2012
Sartorius Weighing Technology GmbH,
Goettingen, Germany

Printed in Germany on paper that has
been bleached without any use of chlorine
W_YDK01_YDK01-0D_YDK01B · KT
Publication No.: WYD6093-t12063