

Kit de détermination de la masse volumique

Détermination des solides et liquides



METTLER TOLEDO

Table des matières

1	Introduction	5
2	Matériel fourni	6
3	Préparation de la balance en vue de la détermination de la masse volumique	8
4	Principe de la détermination de la masse volumique	10
5	Détermination de la masse volumique de solides	11
	5.1 Bases	11
	5.2 Détermination de la masse volumique de solides	11
	5.3 Amélioration de la précision du résultat	12
6	Détermination de la masse volumique des liquides	14
	6.1 Bases	14
	6.2 Détermination de la masse volumique des liquides	14
	6.3 Amélioration de la précision du résultat	15
7	Informations complémentaires	16
	7.1 Facteurs d'influence	16
	7.2 Tableau de masses volumiques pour l'eau distillée	17
	7.3 Tableau de masses volumiques pour l'éthanol	18

1 Introduction

Merci d'avoir acheté le kit de détermination de la masse volumique pour votre balance METTLER TOLEDO. À l'aide de celui-ci, vous pouvez avoir recours à votre balance pour calculer la masse volumique des solides et des liquides.

Ces instructions vous expliquent comment utiliser ce kit. Pour savoir comment vous servir de la balance, reportez-vous au mode d'emploi qui l'accompagne.

Remarque :

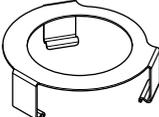
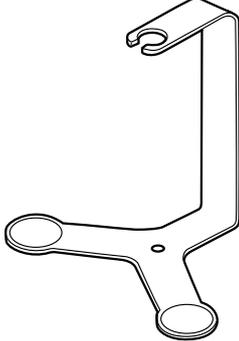
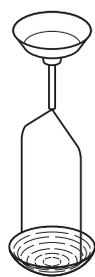
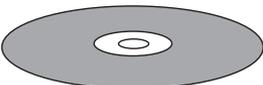
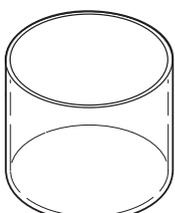
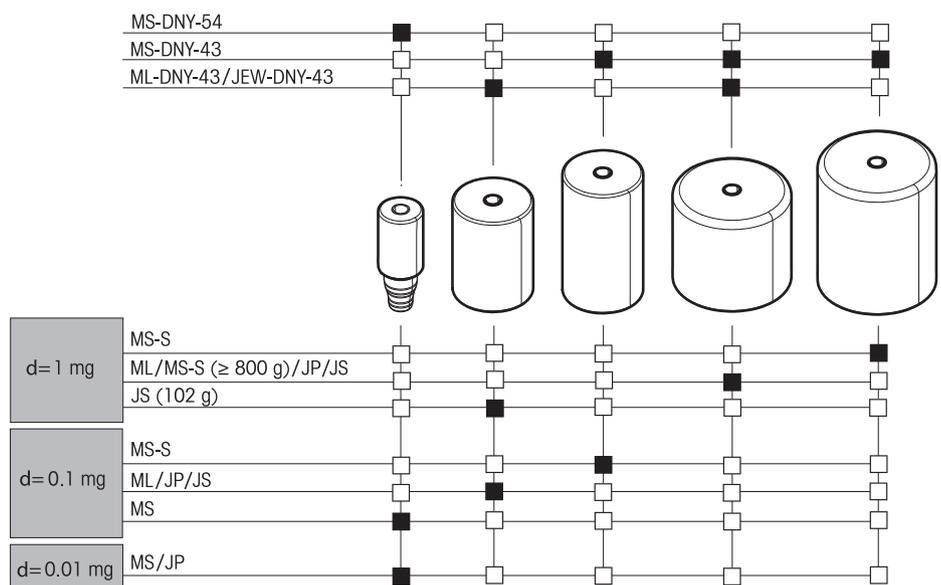
- Balances avec la version 1.30 ou une version logicielle ultérieure préinstallée :
L'application de détermination de la masse volumique est disponible.
- Balances avec une version antérieure à la version 1.30 préinstallée :
Mises à jour du logiciel et du numéro de définition du type requises pour l'application de détermination de la masse volumique. Veuillez contacter le service clientèle de METTLER TOLEDO.



Tenez compte de tous les avertissements figurant dans le mode d'emploi de votre balance et conformez-vous-y.

2 Matériel fourni

Le kit de détermination de la masse volumique des solides est constitué des composants décrits dans le tableau ci-dessous.

<p>Plate-forme</p> 	<p>Étrier</p> 	<p>Panier universel pour solides flottants et non flottants (30004211)</p> 
<p>Plateau</p> 		<p>Agent mouillant (0072409)</p> 
<p>Vis</p> 		<p>Mode d'emploi sur CD (11781524)</p> 
<p>Becher en verre, 80 mm de diamètre (11142289)</p> 	<p>Thermomètre de précision avec support (00238767) (version étalonnée en option avec certificat, 11132685)</p> 	
<p>Pare-brise (sauf MS-DNY-54)</p> 		
<p>Poids de compensation suivant le kit</p>  <p>The diagram shows a grid of compensation weights for five different kits: MS-DNY-54, MS-DNY-43, ML-DNY-43/JEW-DNY-43, MS-S, and JS (102 g). The weights are arranged in five columns corresponding to the kits. The first column shows weights of 1 mg, 0.1 mg, and 0.01 mg. The second column shows weights of 1 mg, 0.1 mg, and 0.01 mg. The third column shows weights of 1 mg, 0.1 mg, and 0.01 mg. The fourth column shows weights of 1 mg, 0.1 mg, and 0.01 mg. The fifth column shows weights of 1 mg, 0.1 mg, and 0.01 mg. The diagram also shows the placement of the weights on the balance pan.</p>		

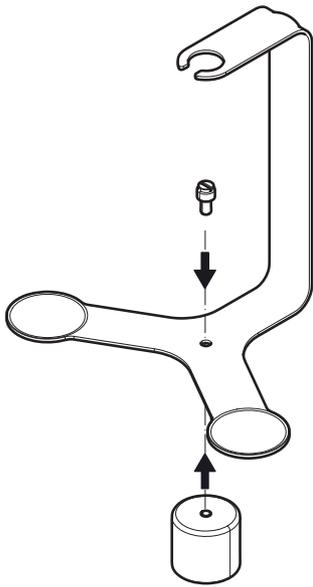
Pour la détermination de la masse volumique des liquides, vous avez besoin du kit et du **plongeur de 10 cm³** optionnel (00210260).

Plongeur étalonné avec certificat (00210672)

Nouveau certificat (plongeur réétalonné) (00210674)



3 Préparation de la balance en vue de la détermination de la masse volumique

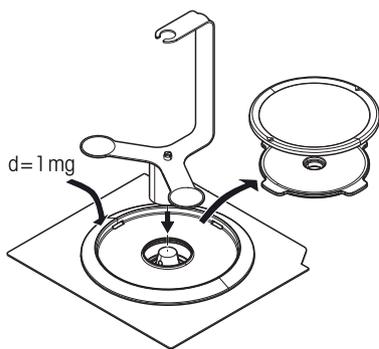


1 Installation du poids de compensation

Pour choisir le poids de compensation qui convient, consultez le tableau du chapitre relatif au matériel fourni.

Fixez le poids de compensation approprié à l'étrier à l'aide de la vis.

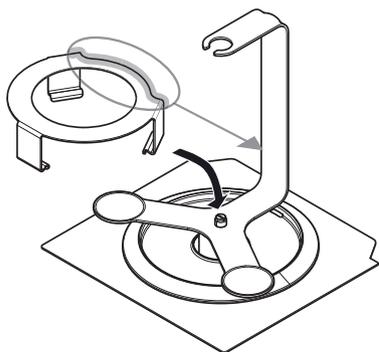
Attention : Veillez à serrer la vis juste assez pour assurer un bon contact de mise à la terre.



2 a) Retirez le plateau et le porte-plateau (le cas échéant) de la chambre de pesée.

b) **Pour les modèles d = 1 mg :** positionnez le pare-brise.

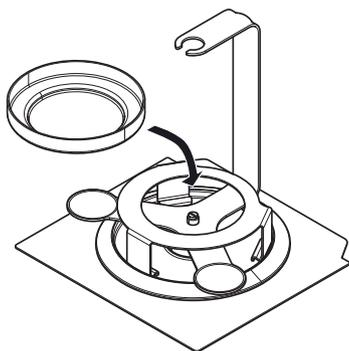
c) Placez l'étrier avec le poids de compensation monté sur le cône de pesage.



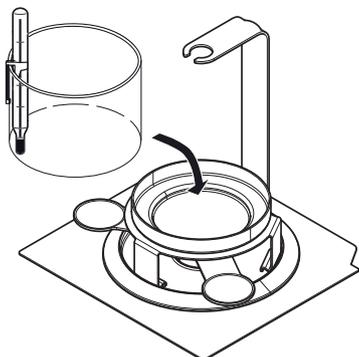
3 a) Posez la plate-forme sur le pare-brise.

b) Tournez l'étrier de façon à l'aligner sur la plate-forme.

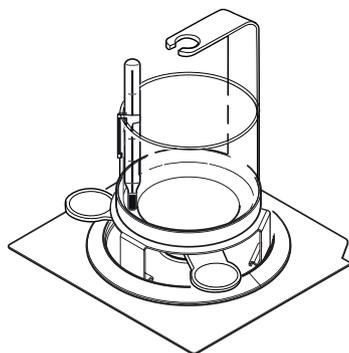
Attention : Celui-ci ne doit en aucun cas toucher la plate-forme !



4 Placez le plateau sur la plate-forme.



5 a) Accrochez le thermomètre fourni sur le bord du becher.
b) Placez le becher sur le plateau.



6 **Votre balance est désormais prête pour des mesures de masse volumique.**

Remarque : Si elle a été mise hors tension pendant une mesure (à cause d'une coupure d'électricité, par exemple), installez le kit comme dans l'illustration avant de la remettre sous tension.

4 Principe de la détermination de la masse volumique

La masse volumique ρ se calcule en multipliant la masse m par le volume V .

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

Le système international d'unités utilise le kg/m^3 comme unité de mesure de la masse volumique. Cependant, le g/cm^3 convient davantage aux mesures en laboratoire.

La masse volumique est souvent déterminée sur la base du **principe d'Archimède**, qui est d'ailleurs employé avec le kit de détermination de la masse volumique accompagnant les balances. Suivant ce principe, tout corps plongé dans un fluide subit de la part de celui-ci une poussée verticale ascendante égale au poids du volume de fluide déplacé.

La procédure de détermination de la masse volumique selon le principe d'Archimède varie selon qu'il s'agit d'évaluer la **masse volumique de solides ou de liquides**.

5 Détermination de la masse volumique de solides

5.1 Bases

La masse volumique d'un solide se calcule à l'aide d'un liquide dont la masse volumique ρ_0 est connue (les liquides auxiliaires les plus fréquemment utilisés sont l'eau et l'éthanol). Le solide est pesé dans l'air (A), puis dans le liquide auxiliaire (B). La masse volumique ρ peut être calculée à partir des deux pesées de la façon suivante :

Masse volumique :

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

Volume :

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

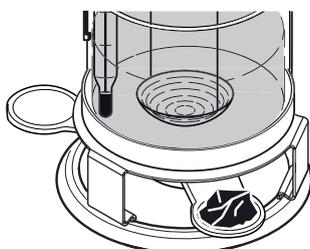
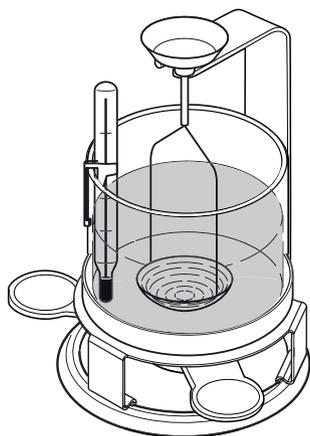
ρ	=	Masse volumique de l'échantillon
A	=	Poids de l'échantillon dans l'air
B	=	Poids de l'échantillon dans le liquide auxiliaire
V	=	Volume de l'échantillon
ρ_0	=	Masse volumique du liquide auxiliaire
ρ_L	=	Masse volumique de l'air (0,0012 g/cm ³)
α	=	Facteur de correction du poids (0,99985) tenant compte de la poussée aérostatique du poids de réglage

5.2 Détermination de la masse volumique de solides

Remarque : Ces instructions décrivent l'utilisation du kit de détermination de la masse volumique. Elles indiquent la procédure de calcul manuel afférente.

Pour plus d'informations concernant l'utilisation de votre balance, reportez-vous au mode d'emploi que vous avez reçu. Celui-ci comporte des directives sur la gestion de l'**application de détermination de la masse volumique** intégrée à la balance (depuis la version 1.30 du logiciel).

Pour déterminer la masse volumique de solides, employez le panier universel dédié aux solides flottants ou non flottants.

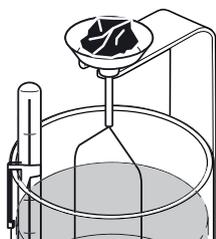


- Préparez la balance à la détermination de la masse volumique en vous référant à la section relative à la préparation.
- a) Versez du liquide auxiliaire (liquide de masse volumique connue ρ_0 , en principe de l'eau distillée ou de l'éthanol) dans le becher. Ajoutez-en suffisamment pour que le solide soit recouvert d'au moins 1 cm de liquide une fois immergé.
- b) Suspendez le support universel pour solides à l'étrier (l'illustration ci-contre représente le panier universel préparé pour des solides non flottants).

Assurez-vous qu'**aucune bulle d'air** n'adhère à la partie immergée du panier (pour éliminer celles éventuellement présentes, déplacez le panier ou servez-vous d'un pinceau fin).

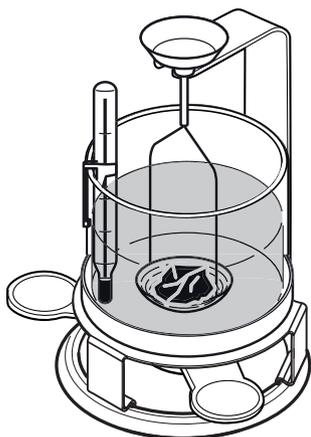
Pesée dans l'air :

- a) Fermez les portes du pare-brise et tarez la balance.
- b) Placez le solide dans l'un des deux plateaux de l'étrier.
- c) Attendez que le poids affiché sur la balance se stabilise (le témoin lumineux de stabilité s'allume).
- d) Notez le poids affiché A (poids de l'échantillon dans l'air).



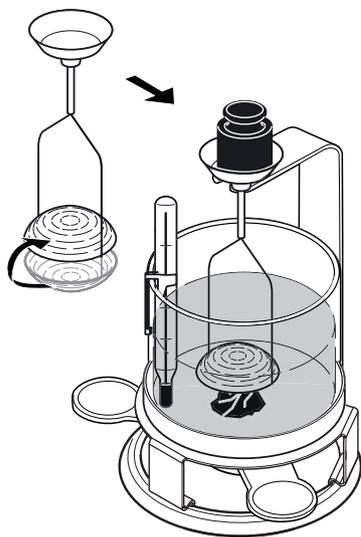
Remarque concernant les modèles 0,01 mg et 0,1 mg :

Lorsque vous pesez dans l'air un **solide d'un poids de plus de 20 g**, posez-le sur le plateau supérieur du panier (dans ce cas, la pesée sur un bras peut entraîner une erreur due à la charge excentrée).



Pesée dans un liquide :

- Retirez le solide du plateau, fermez les portes du pare-brise et tarez la balance.
- Placez le solide dans le panier. Vérifiez qu'aucune bulle d'air n'adhère au solide (éliminez les bulles éventuelles à l'aide d'un pinceau fin).
- Attendez que la balance présente un affichage stable, puis notez le poids affiché B (poids de l'échantillon dans le liquide auxiliaire).
- Déterminez à présent la masse volumique ρ du solide selon la formule précédente.



Solides avec une masse volumique inférieure à 1 g/cm³ :

Avec des solides flottants, vous devez préparer le panier universel en le faisant pivoter de sorte qu'il maintienne le corps solide sous la surface du liquide auxiliaire. Si la poussée d'Archimède sur le solide est supérieure au poids du panier, ce dernier doit être alourdi en rajoutant un poids sur le plateau supérieur de l'étrier. **Après avoir chargé le poids supplémentaire, tarez la balance et recommencez la procédure de détermination de la masse volumique, en pesant tout d'abord le solide dans l'air (A), puis dans le liquide auxiliaire (B).**

5.3 Amélioration de la précision du résultat

Pour améliorer la précision des résultats lors de la détermination de la masse volumique de solides, suivez les conseils ci-après.

Température

Les solides sont généralement si insensibles aux fluctuations de température que les changements de masse volumique correspondants sont sans conséquence. Toutefois, sachant que la détermination de la masse volumique de solides est réalisée avec un liquide auxiliaire suivant le principe d'Archimède, la température de ce liquide doit être prise en compte, car son effet est plus important avec les liquides, puisqu'elle provoque des variations de masse volumique de l'ordre de 0,1 à 1 ‰ par °C. Cet effet est déjà manifeste à partir du troisième chiffre après la virgule.

Afin d'obtenir des résultats précis, il vous est recommandé de tenir compte systématiquement de la température du liquide auxiliaire pour tous vos calculs de masse volumique. Les valeurs appropriées sont dis-

ponibles dans un livret contenant des tableaux. Les tableaux relatifs aux valeurs d'eau distillée et d'éthanol figurent dans la section 6.

Tension superficielle du liquide auxiliaire

L'adhésion du liquide auxiliaire aux fils de suspension du panier génère une augmentation de poids apparente pouvant aller jusqu'à 3 mg.

Étant donné que le panier est plongé dans le liquide auxiliaire pour les deux pesées du solide (dans l'air et dans le liquide auxiliaire) et que la balance est tarée avant chaque mesure, l'influence de l'augmentation de poids apparente peut être ignorée.

Si une précision extrême est requise, utilisez quelques gouttes de l'agent de mouillage fourni.

6 Détermination de la masse volumique des liquides

6.1 Bases

La masse volumique d'un liquide est déterminée avec un plongeur de volume connu. Le plongeur est pesé dans l'air, puis dans le liquide dont vous souhaitez déterminer la masse volumique. Pour les deux pesées, la masse volumique ρ peut être déterminée comme suit.

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

Avec une balance électronique, il est possible d'évaluer le poids du liquide déplacé P ($P = A - B$) et, par conséquent, la poussée d'Archimède, ce qui permet de simplifier la formule précédente ainsi :

Masse volumique :

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

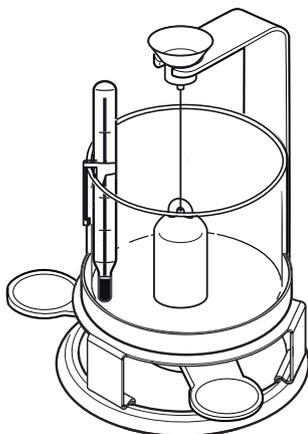
ρ	=	Masse volumique du liquide
A	=	Poids du plongeur dans l'air
B	=	Poids de l'échantillon dans le liquide
V	=	Volume du plongeur
ρ_L	=	Masse volumique de l'air (0,0012 g/cm ³)
α	=	Facteur de correction du poids (0,99985) tenant compte de la poussée aérostatique du poids de réglage
P	=	Poids du liquide déplacé ($P = A - B$)

6.2 Détermination de la masse volumique des liquides

Remarque : Ces instructions décrivent l'utilisation du kit de détermination de la masse volumique. Elles indiquent la procédure de calcul manuel afférente.

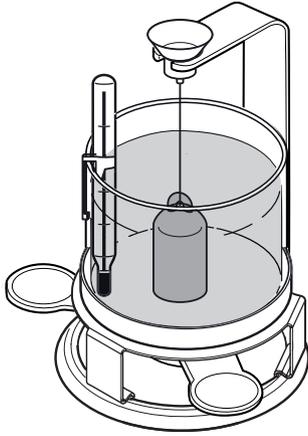
Pour plus d'informations concernant l'utilisation de votre balance, reportez-vous au mode d'emploi que vous avez reçu. Celui-ci comporte des directives sur la gestion de l'**application de détermination de la masse volumique** intégrée à la balance (depuis la version 1.30 du logiciel).

Pour déterminer la masse volumique de liquides, employez le plongeur optionnel.



Pour peser le plongeur dans l'air :

- Préparez la balance à la détermination de la masse volumique en vous référant à la section relative à la préparation.
- a) Attachez le plongeur à l'étrier et assurez-vous qu'il n'est en contact ni avec le becher ni avec le thermomètre.
- b) Tarez la balance.



Pour peser le plongeur dans un liquide :

- a) Versez le liquide dont vous souhaitez déterminer la masse volumique dans le becher (jusqu'à environ 1 cm au-dessus de l'anneau de fixation du plongeur). Vérifiez qu'aucune bulle d'air n'adhère au plongeur (éliminez les bulles éventuelles à l'aide d'un pinceau fin).
- b) Attendez que le poids affiché sur la balance se stabilise (le témoin lumineux de stabilité s'allume) et notez la valeur P observée (poids du liquide déplacé).
- c) Vous pouvez à présent déterminer la masse volumique ρ du liquide (à la température indiquée par le thermomètre) en appliquant la formule précédente.

6.3 Amélioration de la précision du résultat

Pour obtenir des résultats plus précis lors de la détermination de la masse volumique de liquides, suivez les conseils ci-après.

Tolérances du volume du plongeur

Le plongeur optionnel 210260 recommandé pour la détermination de la masse volumique de liquides répond aux exigences de la réglementation allemande sur les poids et mesures (EO 13-4, paragraphe 9.21). Son volume, moitié supérieure du fil de suspension comprise, est réglé de sorte que l'erreur maximale lors de la détermination de la masse volumique de l'eau à une température de 20 °C est de $\pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$.

7 Informations complémentaires

Cette section fournit des informations à propos des facteurs d'influence pouvant nuire à la précision des résultats des mesures. Par ailleurs, vous y trouverez des tableaux de masses volumiques pour l'eau distillée et l'éthanol.

7.1 Facteurs d'influence

Hormis la température, la poussée aérostatique et la tension superficielle du liquide, les facteurs suivants peuvent avoir un effet sur les résultats des mesures :

- la profondeur d'immersion du panier ou du plongeur ;
- la présence de bulles d'air ;
- la porosité du corps solide.

Profondeur d'immersion du panier ou du plongeur

Pour la **détermination de la masse volumique de liquides**, le plongeur est accroché à un fil de platine de **0,2 mm de diamètre**. Dans l'eau, le fil subit une **poussée d'Archimède d'environ 0,3 mg chaque fois qu'il est immergé de 10 mm supplémentaires**.

Exemple : Si le liquide est 10 mm au-dessus de l'anneau de fixation du plongeur, le fil est immergé sur une longueur approximative de 40 mm. La poussée alors générée est de 1,2 mg avec une masse volumique proche de 1. En raison de la division de la poussée par 10 cm³ (soit le volume du plongeur), l'erreur de résultat est négligeable et il est inutile de la corriger.

La partie immergible du panier pour la **détermination de la masse volumique de solides** est constituée de 2 fils de **0,6 mm de diamètre chacun**. Avec une masse volumique de liquide égale à 1, la **poussée d'Archimède qui en résulte est d'environ 0,4 mg par mm de profondeur d'immersion**.

En cas de pesée du solide dans l'air, la profondeur d'immersion du panier reste inchangée. La force de poussée sur celui-ci est donc constante et peut être ignorée. Il est néanmoins important de s'assurer que le **niveau du liquide ne change pas** entre les pesées (la variation due à l'immersion du solide est généralement très faible).

Présence de bulles d'air

Avec les liquides peu mouillants (comme l'eau sans agent de mouillage), il est possible que des bulles d'air adhèrent aux parties immergées (corps solide, plongeur, panier) et faussent le résultat du fait de la poussée qu'elles exercent. Une bulle de 1 mm de diamètre génère une poussée d'Archimède de 0,5 mg ; avec une bulle de 2 mm de diamètre, cette poussée s'élève déjà à 4 mg. Pour éviter les bulles d'air, il est conseillé de respecter les **précautions suivantes** :

Utilisez l'agent de mouillage ou les liquides organiques fournis ou disponibles dans le commerce (la variation de masse volumique de l'eau distillée au moment de l'ajout de l'agent de mouillage peut être ignorée).

- Dégraissez les solides résistant aux solvants.
- Nettoyez régulièrement le panier et le plongeur et ne touchez jamais les parties immergées avec vos mains.
- Secouez doucement le panier et le plongeur lorsque vous les immergez pour la première fois afin d'éliminer les bulles d'air éventuelles.
- Supprimez les bulles d'air tenaces avec un pinceau fin.
- Utilisez l'agent de mouillage ou les liquides organiques fournis ou disponibles dans le commerce (la variation de masse volumique de l'eau distillée au moment de l'ajout de l'agent de mouillage peut être ignorée).

Porosité du corps solide

Lorsque des corps solides sont immergés dans un liquide, en principe, l'air incorporé dans les pores n'est pas intégralement expulsé. Il en résulte des erreurs au niveau de la poussée d'Archimède et, par conséquent, la masse volumique de corps poreux ne peut être déterminée que de manière approximative.

7.2 Tableau de masses volumiques pour l'eau distillée

Tableau de masses volumiques pour l'eau distillée

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

7.3 Tableau de masses volumiques pour l'éthanol

Tableau de masses volumiques pour l'éthanol

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

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

GWP® – Good Weighing Practice™

Le guide de recommandations générales pour les systèmes de pesage
GWP® réduit les risques liés à vos processus de pesage et vous aide à:

- choisir la bonne balance
- réduire les coûts en optimisant mes procédures de tests.
- conformité qui répond à la plupart des exigences réglementaires

► www.mt.com/GWP

www.mt.com

Pour plus d'informations

Mettler-Toledo AG, Laboratory & Weighing Technologies

CH-8606 Greifensee, Switzerland

Tel. +41 (0)44 944 22 11

Fax +41 (0)44 944 30 60

www.mt.com

Sous réserve de modifications techniques.

© Mettler-Toledo AG 07/2010

11781524 French 2.13

