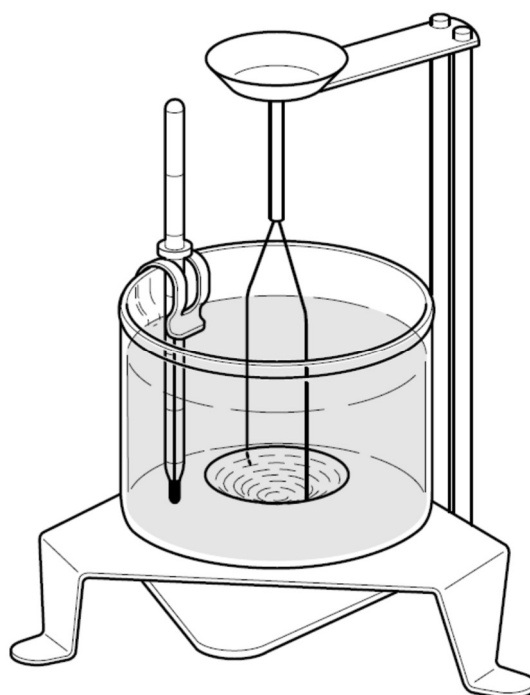




島津分析天びん AT-R シリーズ用
簡易比重測定キット SMK-501
取扱説明書



この文書をよく読んで正しくご使用ください。
いつでも使用できるように大切に保管してください。

はじめに

本製品をご使用の前に、取扱説明書を必ずお読みください。

このたびは本製品をお買い上げいただきありがとうございます。

固体試料を空気中と液中で測定することにより、試料の密度または比重を天びんが算出して表示します。また、沈錘を用意することにより、液体密度の測定にも利用できます。

この取扱説明書には、本製品の使用方法について記載しています。取扱説明書をよく読んで、内容に従って正しく使用してください。

取扱説明書は本製品とともに大切に保管し、いつでも参照できるようにしてください。

お願い

- 本製品の使用者または使用場所に変更がある場合には、その変更先の使用者に必ずこの取扱説明書をお渡しください。
- 取扱説明書を紛失または損傷された場合は、すみやかに当社営業所または代理店に連絡してください。
- 取扱説明書には安全に作業していただくために、安全上の注意事項を記載しています。本製品を使用する前に必ず「安全にお使いいただくために」をお読みください。

■ おことわり

- 取扱説明書の内容は改良のために、将来予告なしに変更することがあります。
- 取扱説明書の内容は作成にあたり万全を期しておりますが、万一、誤りや記載もれなどが発見されても、ただちに修正できないことがあります。
- 取扱説明書の著作権は、株式会社 島津製作所が所有しています。当社の許可なく内容の一部または全部を転載／複製することはできません。

© 2019 Shimadzu Corporation. All rights reserved.

製品保証

当社は本製品に対し、下記のとおり保証します。

1. **保証期間** お買い上げ日より1年間とします。
2. **保証内容** 万一保証期間中に当社の責により故障を生じた場合は、その修理または部品の代替を無償で行います。
3. **責任の制限**
 1. どのような場合にも、お客様の逸失利益、間接的損害、派生的な損害について、当社は一切責任を負いません。第三者からお客様に対してなされた損害賠償に基づく損害についても、当社は一切責任を負いません。
 2. 当社の損害賠償責任は、どのような場合にも、本製品の代金相当額をもってその上限とします。
4. **保証除外事項** 保証期間内であっても、次に該当する故障の場合は保証の対象から除外します。
 1. 誤ってお取り扱いになった場合
 2. 当社または当社指定のサービス担当店以外で修理や改造などが行われたことに起因する場合
 3. 故障の原因が機器以外の理由による場合
 4. 高温多湿・腐食性ガス・振動など、過酷な条件の中でご使用になった場合
 5. 火災・地震その他の天変地異による場合
 6. 落下や強い振動・衝撃を加えた場合
 7. 消耗品およびこれに準ずる部品

アフターサービスと部品の供給期間

アフターサービス 本製品が正常に動かないときや、故障と考えられる現象が発生した場合は、当社営業所／代理店または当社指定のサービス担当店に連絡してください。



部品の供給期間 本製品の補修部品の供給期間は、製造打ち切り後7年としています。この供給期間以降は、補修部品の供給にお応えできない場合があります。あらかじめご了承ください。

ただし、当社の純正部品でないものは、製造した会社の定める供給期間とします。

安全にお使いいただくために



本製品を使用する前に、この「安全にお使いいただくために」をよく読み、正しく使用してください。ここに記載されている注意事項は、安全に関する重大な内容ですので、必ず守ってください。




誤った使い方をしたときに生ずる危険や損害の程度を次の表示で区分し、次のように説明しています。

表記	意味
 警告	その事象を避けなければ、死亡または重傷に至る可能性のある場合に用いています。
 注意	その事象を避けなければ、軽傷または中程度の傷害を負う可能性のある場合、および物的損害の可能性のある場合に用いています。

お守りいただく内容の種類を次の絵表示で区分し、説明しています。

下記は、絵表示の一例です。

表記	意味
 強制	必ず実行していただく「強制」内容を示します。
 禁止	してはいけない「禁止」内容を示します。

 警告	
 禁止	本製品は改造・分解・修理しないでください。 異常動作の原因になります。 故障と思われるときは、当社サービス会社に連絡してください。
 禁止	屋外や水のかかるところでは使わない。



注意



禁止

次のような場所で使用しない
故障の原因になります。

- ・ 極端な温度変化があるところ
- ・ 振動があるところ
- ・ 直射日光があたる場所
- ・ 侵食性ガス、引火性ガスがあるところ
- ・ ほこり、電磁波、磁界があるところ



強制

丈夫でがたつきのない平らなテーブル、または床の上に設置する
不安定な場所に置くと、けがや故障の原因になります。
測定作業に十分なスペースを確保してください。



強制

注意深く、丁寧に扱う

天びんへの取り付け、取り外しは丁寧に行ってください。天びんに衝撃を与えると故障の原因になります。

天びんを移動するときは、必ず本製品を取り外してください。

長期間の保管が必要なときは、製品納入時の梱包箱を使ってください。



禁止

当社指定の天びん以外には設置しない

トラブル防止のため、必ず、この取扱説明書に記載された方法で
取り付けてください。



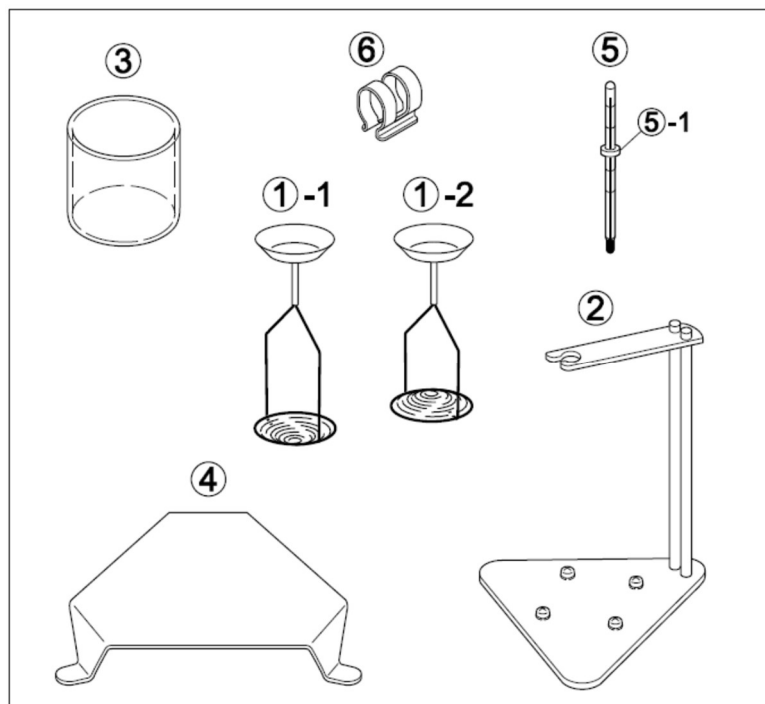
もくじ

はじめに.....	ii
製品保証	iii
アフターサービスと部品の供給期間.....	iii
安全にお使いいただくために	iv
iv	
v	
1. 部品の名称と装置の外観.....	1
2. 測定原理	2
2.1. 固体密度	2
2.2. 液体密度	2
3. すえつけ	4
4. 測 定.....	6
4.1. 固体比重測定	6
4.1.1. 固体比重測定の準備.....	6
4.1.2. 固体比重をはかる	9
4.1.3. 液体に浮くものの測定	9
4.2. 液体比重測定	9
4.2.1. 液体密度測定の準備.....	9
4.2.2. 液体密度をはかる	12
5. 測定精度について	13
5.1. 有効数字について.....	13
5.2. 誤差の要因	13
5.2.1. 気 泡	13
5.2.2. 固体試料.....	13
5.2.3. 液体試料と沈錘.....	13
5.2.4. 媒 液	14
5.2.5. 表面張力.....	14
付録 1. 媒液の温度密度表	15
付録 2. 固体密度測定精度	16

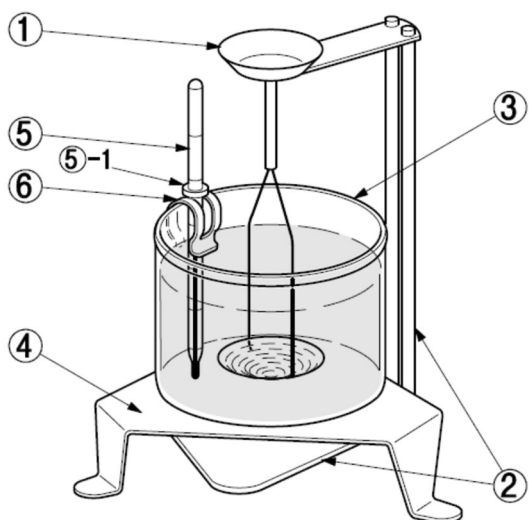
1. 部品の名称と装置の外観

梱包を開けて、以下の部品が入っていることを確認してください。

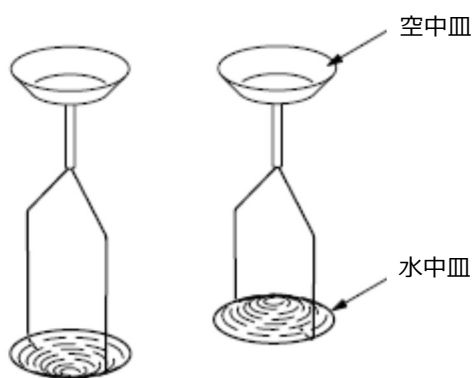
名称	数量	名称	数量
①-1 測定皿 (沈むサンプル用)	1	④ 水槽台	1
①-2 測定皿 (浮くサンプル用)	1	⑤ 温度計	1
② 皿受けフレーム	1	⑤-1 温度計ストッパー (ゴム)	1
③ 水槽	1	⑥ 温度計ホルダー	1



梱包部品



すえつけ全体図



測定皿



液体密度測定用
沈錘(オプション)

2. 測定原理

ATR シリーズでは「固体密度」と「液体密度」を算出しています。下記の式(1)、式(2)、式(3)、式(4)で密度 ρ の代わりに媒液の比重を入力することで、試料の比重を求めることができます。

2.1. 固体密度

液体中にある試料は、試料と同じ体積の液体の重さに等しい浮力を受けているので、空気中で重さを量った試料を液体中に吊るして再度重さを量り、これらの値と液体の密度から試料の密度を求めます。固体の密度 ρ は以下の式によって求められます。

天びんはこの式により密度を算出して表示します。

空気中の浮力の補正を加味するか、加味しないかで計算式が異なります。式(1)と式(2)は、密度の計算式の選択(AIR.COR)の設定を変更することで、切り替えが可能です。

式はアルキメデスの原理（流体中の物体は物体が排除した流体の重さに相当する浮力を流体から受ける）から導かれています。

空気中の浮力の補正を加味しない計算式	空気中の浮力の補正を加味した計算式
$\rho = \frac{W_a}{W_a - W_l} \rho_l \dots \text{式 (1)}$	$\rho = \frac{W_a}{W_a - W_l} (\rho_l - \rho_a) + \rho_a \dots \text{式 (2)}$
W_a : 空気中で測定した試料の重量値 W_l : 液体中で測定した試料の重量値 ρ_l : 使用する液体(通常は水)の密度	W_a : 空気中で測定した試料の重量値 W_l : 液体中で測定した試料の重量値 ρ_l : 使用する液体(通常は水)の密度 ρ_a : 空気の密度 0.0012 g/cm ³

* 液体の密度の代わりに液体の比重を入力すると、固体試料の比重が表示されます。

液体の比重は下の式で求めることができます。

液体の比重 = (測定時の液体の密度 ρ_l) / (4°Cの水の密度[0.999973 g/cm³])

測定時の液体の密度 ρ_l は付録 1. 媒液の温度密度表を参照してください。

上式で求めた液体の比重は、4.1.1. 固体比重測定の準備 の手順⑤サンプルを浸す倍液の設定で「OTHER」を選択し、入力してください。

ATR シリーズでは、小数点以下 4 桁で入力するため、液体の比重は付録 1. 媒液の温度密度表の値と同じになります。

2.2. 液体密度

体積が既知のおもり（沈錘）を試料液体中に吊るして重さを量り、そのおもり（沈錘）が液中で受ける浮力とおもりの体積から試料液体の密度を求めます。液体の密度 ρ は以下の式によって求められます。

空気中の浮力の補正を加味するか、加味しないかで計算式が異なります。式(3)と式(4)は、密度の計算式の選択(AIR.COR)の設定を変更することで、切り替えが可能です。

式はアルキメデスの原理から導かれています。天びんはこの式により密度を算出して表示します。

空気中の浮力の補正を加味しない計算式	空気中の浮力の補正を加味した計算式
$\rho = \frac{W_a - W_l}{V} \cdots \text{式 (3)}$ <p> W_a : 空気中で測定した沈錘の重量値 W_l : 液体中で測定した沈錘の重量値 V : 使用した沈錘の体積 </p>	$\rho = \frac{W_a - W_l}{V} + \rho_a \cdots \text{式 (4)}$ <p> W_a : 空気中で測定した沈錘の重量値 W_l : 液体中で測定した沈錘の重量値 V : 使用した沈錘の体積 ρ_a : 空気密度 0.0012 g/cm³ </p>

* 液体比重を直接天びんのソフトで求めて表示させることはできません。比重に換算するときは4℃の水の密度[0.999973 g/cm³]で ρ を除算します。

* V はあらかじめ下の式を用いて正確に求めて入力してください。沈錘の空気中、水中の測定には本製品を使用し、通常のg表示で測定してください。

$$V = \frac{W_a - W_w}{\rho_w}$$

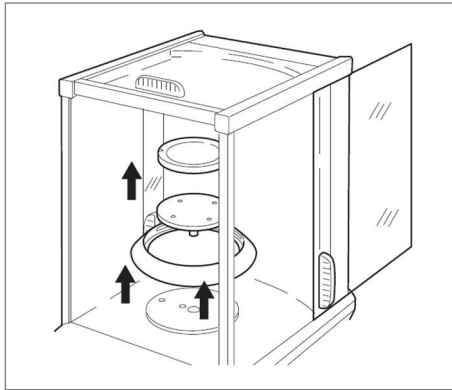
W_a : 空気中で測定した沈錘の重量値(天びんの通常のg表示の読み)

W_w : 液体中で測定した沈錘の(見かけの)重量値(天びんの通常のg表示の読み)

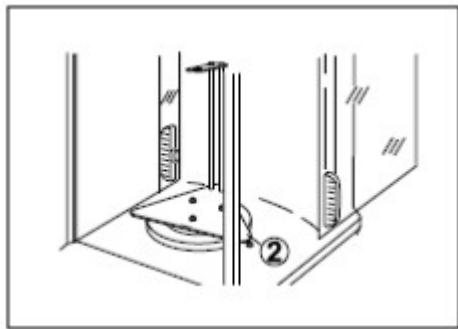
ρ_w : 使用する水の密度(温度を測り密度表から求めてください)

3. すえつけ

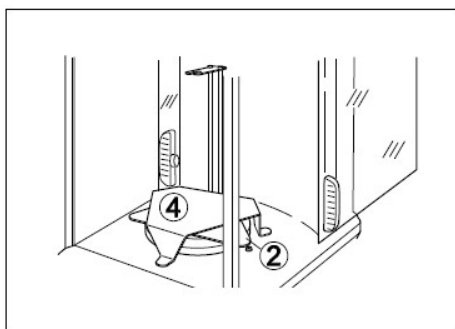
1. すえつけは、必ず天びんから AC アダプタを外した状態で行ってください。
2. 天びんのひょう量室のガラス扉を開け、標準付属の皿、皿受け、皿リングを取り外します。



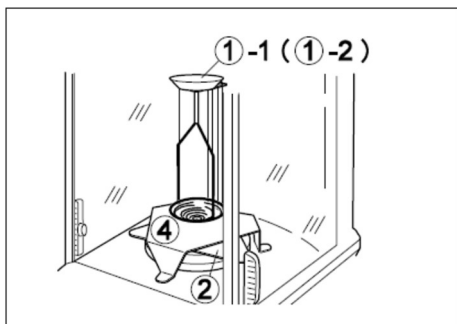
3. 皿受け軸に、比重測定キットの皿受けフレーム (②) を静かにセットします。



4. 水槽台 (④) を皿受けフレーム (②) に触れないように図のようにひょう量室内におきます。



5. 皿受けフレーム (②) に測定皿 (①-1) を載せます。空中皿の中心を切り欠き部分に合わせてかけます。




6. ガラス扉を閉め、AC アダプタをつないで電源を入れます。自動的に行われるセルフチェックの後、OFF 表示になるのを待ちます。

※水槽のない状態で行ってください。

電源投入は、必ず両扉を閉めた状態で行ってください。



分析天びん AT-R シリーズ OFF 表示画面

7.  [BREAK] を押して g (グラム) 表示にします。

ここで、ATX-R シリーズでは、内蔵分銅を使った感度調整を行います。ATY-R シリーズでは、測定皿 (①-1 または①-2) の空中皿上に外部分銅を載せることにより感度調整を行います。

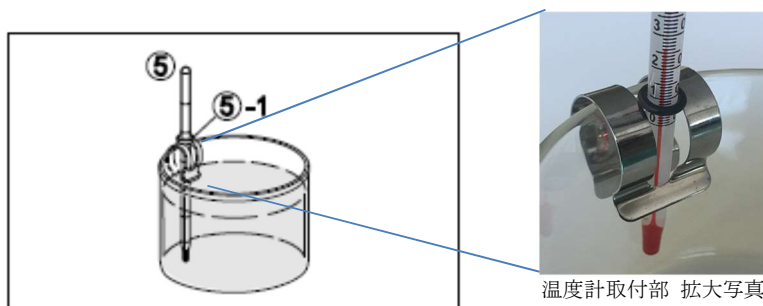


外部分銅を載せた様子

8. 水槽に温度計ホルダー (⑥) を取り付けます。温度計ホルダー (⑥) の溝に温度計 (⑥) を通し、付属の温度計ストッパー (ゴム) (⑤-1) を当てて保持させます。

※温度計にはゴムが2種類付属しています。温度計ホルダーへの保持はリング状のゴムをご使用ください。もう1種は、転がり防止用です。温度計上端付近に付けてご使用ください。

使用する液体を入れます (温度計ストッパー (ゴム) の位置をずらすことにより、温度計の位置を変えることができます)。



温度計取付部 拡大写真

9. 一度、測定皿を外して水槽を水槽台の中央に置きます。
10. 測定皿を皿受けフレームに再度載せ、水中皿が水槽の壁に触れていないことを確認します。





4. 測定


※操作については本体取説のメニュー設定を参照してください。

4.1. 固体比重測定


4.1.1. 固体比重測定の準備

1. 固体比重測定モードにします





- ① 質量表示で  [MENU] を2回押して、メインメニューに入ります。
- ② “APL.FUNC”が表示されるまで、 [UNIT] または  [MENU] を複数回押していき、 [PRINT] を押します。
- ③ “SG”が表示するまで、 [UNIT] または  [MENU] を複数回押していき、 [0/T] を押します。比重測定が設定されたことを示す “SET” が表示されます。
- ④ “S.SG”が表示するまで、 [UNIT] または  [MENU] を複数回押していき、 [0/T] を押します。固体比重測定が設定されたことを示す “SET” が表示されます。
- ⑤ サンプルを浸す媒液の設定を行います。





[水] [エチルアルコール] [メチルアルコール]
[その他] のいずれかを選んで  [0/T] を押します。媒液が設定されたことを示す “SET” が表示されます。

- ⑥ 媒液の温度を入力します。

”L.TEMP”が表示されている状態で  [0/T] を押し、媒液温度を入力します。媒液の温度の入力範囲は 10.0℃ ~ 35.0℃ です。

また、[その他] を選んだ場合は媒液温度ではなく、媒液密度を直接入力します。

表示	媒質
 WATER	水
 ETHL	エチルアルコール
 METHL	メチルアルコール
 OTHER	その他

数値入力	
天びんの表示部が数値入力モードになり、1桁目が点滅し、その桁が下記のとおり変更可能です。	
	数値増加
	数値減少
	右に移動
	数値確定

固体比重値を測定する場合

媒液密度の代わりに液体の比重を入力すると、固体試料の比重が表示されます。液体の比重は下の式で求めることができます。

液体の比重 = (測定時の液体の密度 ρ_1) / (4℃の水の密度[0.999973 g/cm³])

測定時の液体の密度 ρ_1 は付録 1. 媒液の温度密度表を参照してください。

上式で求めた液体の比重は、手順⑤のサンプルを浸す媒液に「OTHER(その他)」を選択し、入力してください。

AT-R シリーズでは、小数点以下 4 桁で入力するため、液体の比重は付録 1. 媒液の温度密度表の値と同じになります。




媒液温度の入力について



天びんにあらかじめ温度による媒液密度の相関データが入力されていますので、媒液温度を入力することにより、自動的に媒液密度を計算します。



- ⑦ 媒液温度を入力後、自動的に入力した温度の媒液密度を 3 秒間表示し、固体比重測定モードになります。媒液に [その他] を選んだ場合は媒液密度を入力後、固体比重測定モードになります。

2. 必要に応じて、データホールド機能の設定をします

- ① 質量表示で  [MENU] を 2 回押して、メインメニューに入ります。

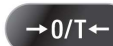
- ② “APL.FUNC” が表示されるまで、 [UNIT] または  [MENU] を複数回押していき、
 [PRINT] を押します。

- ③ “SG” が表示するまで、 [UNIT] または  [MENU] を複数回押します。

“SG” と表示で、安定マーク(→)が点灯している場合は  [PRINT] キーを、安定マーク(→)が消灯している場合は  [0/T] キーを押します。

- ④  [UNIT] または  [MENU] を複数回押していき、“SG.HOLD” を表示します。




- ⑤  [0/T] を押すたびに 安定マーク(→)の点灯/消灯が切り替わります。安定マーク(→)が点灯している場合はデータホールド機能が設定されていることを表します。




- ⑥  [BREAK] を複数回押すか、 [BREAK] を 3 秒間長押しして比重測定に戻ります。



データホールド機能について

データホールド機能を ON にすると、固体比重値が確定すると、 [UNIT] を押すまで表示が保持されます。

3. 必要に応じて、密度/比重の計算式の選択を行います (“AIR.COR”の設定をオン/オフする)

- ① 質量表示で  [MENU] を 2 回押して、メインメニューに入ります。

- ② “APL.FUNC” が表示されるまで、 [UNIT] または  [MENU] を複数回押していき、
 [PRINT] を押します。

- ③ “SG”が表示するまで、 [UNIT] または  [MENU] を複数回押します。
- “SG”と表示で、安定マーク(→)が点灯している場合は  [PRINT] キーを、安定マーク(→)が消灯している場合は  [0/T]キーを押します。
- ④  [UNIT] または  [MENU] を複数回押していき、“AIR.COR”を表示します。
-  AIR.COR
- ⑤  [0/T] を押すたびに 安定マーク(→) の点灯/ 消灯が切り替わります。安定マーク(→) が点灯している場合は “AIR.COR” が設定されていることを表します。
- ⑥  [BREAK] を複数回押すか、 [BREAK] を 3 秒間長押しして比重測定に戻ります。



“AIR.COR”機能について

“AIR.COR”機能を ON にすると、空気中の浮力の補正を加味した計算式を用いて固体密度/液体密度を算出します(2.1. 固体密度の式(2)と 2.2. 液体密度の式(4)を用いる)。

4.1.2. 固体比重をはかる

1. 固体比重測定モードになっていることを確認します



一般測定モードに戻っていたときは

「4.1.1 固体比重測定の前準備」の「1. 固体比重測定モードにする」を参照して、固体比重測定モードにします。

2. 試料を空気中ではかります

① 風袋引きして試料を空中皿の上に載せ計量します。

② 安定マーク(→)が表示されたら、**(g)** [UNIT] を押して

右図の通り、「SINK」を表示させます。

3. 試料を水中ではかります

① 試料を水中に沈め、水中皿の上に載せて計量します。

② **(g)** [UNIT] を押します。

4. 固体比重値を読み取ります

算出された固体比重値を読み取ります。

プリンターに接続し  [PRINT] キーを押すと出力することができます。

5. 試料を取り除きます

次の試料を計測する場合は、**(g)** [UNIT] を押して上記の「2. 試料を空気中ではかる」から再開します。



算出される固体密度の値がゼロ以下の場合 “——” と表示されます。



4.1.3. 液体に浮くものの測定

アルキメデスの原理から導かれた 2.1 式(1)と式(2)は、液体より軽い物体にも適用されます。天びんの固体比重(密度)測定機能は、水に浮く試料の測定にもそのまま使用できます。浮く試料の測定の際は、測定皿①-2 (P1 参照) を使用してください。試料は全体を沈めて水中皿の下に入れ、浮き上がらないようにします。試料の浮力が大きい場合、測定皿全体が浮き上がるのを防ぐため、あらかじめ空中皿にダミーのおもりとなる物を置き、**→0/T←** [0/T] キーで風袋引きを取ってから、空気中での測定を開始してください。

4.2. 液体比重測定


液体比重測定は既知の体積を持つ沈錘(固体)の重量を、空中と測定したい液体中でそれぞれ測定し、液体の比重(または密度)を算出するものです。以下のとおり、比重測定キットを使用することによって簡単に液体比重(または密度)測定を行うことができます。

4.2.1. 液体密度測定の準備

1. 沈錘体積の算出のため、質量測定モードにします



応用測定モードになっているときは

質量表示で  [MENU] を約 3 秒間押して質量測定モードに切り替えます。

2. 沈錘体積の算出します

① あらかじめ水槽に水を入れ周囲温度になじませて、温度計で水温を測定します。

- ② 測定皿は外しておき、水槽も水槽台から下ろしておきます。
- ③ **→0/T←** [0/T] を押し、ゼロ表示にします。
- ④ 沈錘を空気中で量るため皿受けフレームにかけます。
- ⑤ 安定マーク(→)が点灯したら **→0/T←** [0/T]キーを押します。下式の $W_a=0.0000g$ とします。
- ⑥ 水を入れた水槽を水槽台に置き、沈錘全体が水中に浸かるようにします。
- ⑦ 安定マーク(→)が点灯したら表示値を W_w として記録します。
注：沈錘に付着した試料液体は次の測定の前に必ず完全に除去して沈錘を乾かしてください。
- ⑧ 以下の式を用いて沈錘の体積 V [cm³] を求めます。

$$V = \frac{W_a - W_w}{\rho_w}$$

W_a : 空気中で測定した沈錘の重量値(天びんの通常の g 表示の読み)










W_w : 液体中で測定した沈錘の(見かけの)重量値(天びんの通常の g 表示の読み)


ρ_w : 使用する水の密度(水温を測り、次頁の温度密度表から求めます)

水の温度密度表

温度 [°C]	密度 ρ_w [g/cm ³]	温度 [°C]	密度 ρ_w [g/cm ³]	温度 [°C]	密度 ρ_w [g/cm ³]
10	0.9997	19	0.9984	28	0.9963
11	0.9996	20	0.9982	29	0.9960
12	0.9995	21	0.9980	30	0.9957
13	0.9994	22	0.9978	31	0.9954
14	0.9993	23	0.9976	32	0.9951
15	0.9991	24	0.9973	33	0.9947
16	0.9990	25	0.9971	34	0.9944
17	0.9988	26	0.9968	35	0.9941
18	0.9986	27	0.9965		

3. 液体密度測定モードにします

- ① 質量表示で  [MENU] を2回押して、メインメニューに入ります。
- ② “APL.FUNC” が表示されるまで、 [UNIT] または  [MENU] を複数回押していき、
 [PRINT] を押します。
- ③ “SG”と表示で、安定マーク(→)が点灯している場合は  [PRINT] キーを、安定マーク(→)が消灯している場合は  [0/T]キーを押します。
- ④ “L.DENS” が表示するまで、 [UNIT] または  [MENU] を複数回押していき、
 [0/T] を押します。液体密度測定が設定されたことを示す “SET” が表示されます。
- ⑤ ”S.VOLUM”(沈錘の体積)が表示されるので

 [0/T] を押します。



- ⑥ 沈錘体積を右図の表を参照して入力し、

 [0/T] を押します。

“#” マークは天びんが数値入力モードに入っていることを示しています。数値の左端の桁が点滅し、値を変更することができます。

数値入力	
天びんの表示部が数値入力モードになり、1桁目が点滅し、その桁が下記のとおり変更可能です。	
↑	数値増加
↓	数値減少
→	右に移動
←	数値確定

※沈錘体積の算出例。

水温が 25℃として、値を計算すると

(沈錘の空气中質量 W_a は 0.0000g、沈錘の水中質量 W_w は -4.4782g とする)

水温が 25℃の密度は「水の温度密度表」より 0.9971 g/cm³

$$V = \frac{0.0000 \text{ [g]} (\text{沈錘の空气中重量}) - (-4.4782) \text{ [g]} (\text{沈錘の水中重量})}{0.9971 \text{ [g/cm}^3\text{]} (25^\circ\text{C 水の密度})}$$

$$= 4.491224551... \text{ [cm}^3\text{]} \quad \div \quad 4.4912 \text{ [cm}^3\text{]}$$

小数点以下 4 桁目を四捨五入した値を沈錘体積として入力します。

- ⑦ 沈錘体積を入力後、“SET” を 3 秒間表示し、液体密度測定モードになります。



データホールド機能と、密度/比重の計算式の選択の設定は p.7 を参照して下さい。

4.2.2. 液体密度をはかる

1. 液体密度測定モードになっていることを確認します

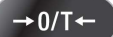


一般測定モードに戻っていたときは


「4.2.1 液体密度測定の準備」の「3. 液体密度測定モードにする」を参照して、液体密度測定モードにします。

2. 沈錘を空気中ではかります

① 測定皿は外して、水槽も水槽台から下ろしておきます。

②  [0/T] を押し、ゼロ表示にします。

③ 沈錘を空気中で量るため皿受けフレームにかけます。

④ 安定マーク(→)が表示されたら、 [UNIT] を押します。表示が "SINK" になったら、沈錘をフレームから外します。

3. 沈錘を液中ではかります

① サンプル液体を入れた水槽を静かに水槽台に置きます。


② 沈錘をサンプル液体中で量るため、再び皿受けフレームにかけ、沈錘全体がサンプル液体中に浸かるようにします。

このとき、沈錘に気泡が付かないように気をつけて水槽に沈めます。

③  [UNIT] を押します。


4. 液体密度を読み取ります

算出された液体密度を読み取ります。

プリンタに接続し  [PRINT] キーを押すと、結果を出力することができます。

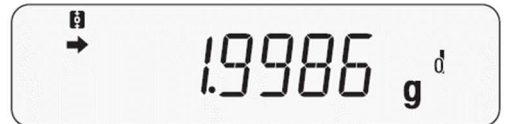


算出される液体密度の値がゼロ以下の場合は "—" と表示されます。

5.  [UNIT] キーを押して上に手順 2 から測定を再開できます



沈錘に付着した液体は、きれいに拭き取ってから次の測定を行なって下さい。



5. 測定精度について

5.1. 有効数字について

比重または密度の測定では、天びんの表示部に小数点以下4桁で結果が表示されます。ただし、表示される結果は、2.1 式(1)または式(2)、2.2 式(3)または式(4)に基づいて計算された計算値ですので、これらの式に代入される測定から直接得られる値すべてに誤差がなく、有効数字が確保されていなければ最終結果の信頼性も保証されません。正確な比重（または密度）を得るためには、測定時の誤差要因を抑えることが必要です。測定試料や条件により、測定時に誤差が避けられない場合、有効数字が確保できない場合には、天びんが正常な性能を有していても、表示値の再現性が低い、表示が不安定、などの現象が見られます。

一般的に固体試料の重量が小さすぎると正確な測定が困難になります。試料の重量が小さければ、2.1 式(1)または式(2)において分子の有効数字が少なくなるため、最終結果の有効数字も少なくなります。

また、固体試料の比重（または密度）が大きい方が正確な測定が困難になります。比重（または密度）が大きいほど浮力が小さいため、2.1 式(1)または式(2)の最終結果の有効桁数が確保できないためです。

5.2. 誤差の要因

5.2.1. 気泡

小さな気泡でも固体や水中皿に付着していると測定に影響します。仮に 1mm^3 の気泡が1個付着している場合、水中での浮力は約 1mg 大きく測定されるので、分析天びんでは下2桁の誤差が生じ、有効桁数も減少し、最終結果で信頼できる桁数は少なくなります。気泡を生じさせないためには液中測定の際、あらかじめ水中皿を液中に沈めた後、固体を水中皿に載せてください。

固体試料または沈錘を液中で測定するために沈めた後、気泡が付着していないか確認し、あれば取り除いてください。その際、液が水中皿を支持するワイヤーにかかって付着しないよう注意してください。

液中測定時の重量が増し、誤差の原因となります。試料に手で直接触れることは避けてください。

油分が固体の表面に付着すると気泡の発生の原因になります。

5.2.2. 固体試料

固体試料の体積が非常に大きい場合、液中に沈めたときに液面上昇が大きくなります。これにより水中皿の支持ワイヤーの液中に沈む長さが増加するため、浮力が本来よりも大きく測定されます。

ワイヤーの直径は 0.5mm ですので2本合わせた断面積は約 0.4mm^2 です。水の場合、ワイヤーが 1mm 沈むと浮力は約 0.4mg 大きく測定されます。なお、付属の水槽の断面積は約 55cm^2 です。

5.2.3. 液体試料と沈錘

液体密度の測定に小さなビーカーなどを使用すると少量の試料で測定が可能です。この場合、体積の小さい沈錘を使用することになりますが、沈錘が小さすぎると、最終結果の有効桁数が少なくなります。

2.2 式(3)または式(4)で示されるとおり、浮力と沈錘体積が液体密度算出式の分子と分母をなすため、それぞれの有効桁数と測定精度を確保する必要があります。

5.2.4. 媒 液

液体の温度は正確に測定され、また、測定は温度変化のない状態で行う必要があります。水の密度は1℃でおよそ 0.01%変化しますので温度に 1℃の誤差があれば、この要因のみで最終結果の上から 4 桁目は信頼性がなくなります。

吸水性や水溶性の固体試料の測定時にはアルコールを用いることもできますが、蒸発による誤差にも注意する必要があります。

5.2.5. 表面張力

水中皿のワイヤーが液面と接する状態は、測定ごとに微妙に変わる可能性があります。このため表面張力による誤差が再現性に影響する場合があります。再現性が悪い場合には、表面張力を抑制するため、市販の台所用洗剤を適量(2,3 滴程度)を落としてください。

付録 1. 媒液の温度密度表

温度 [°C]	密度 ρ [g/cm ³]		
	水	エチルアルコール	メチルアルコール
10	0.9997	0.7978	0.8009
11	0.9996	0.7969	0.8000
12	0.9995	0.7961	0.7991
13	0.9994	0.7953	0.7982
14	0.9993	0.7944	0.7972
15	0.9991	0.7935	0.7963
16	0.9990	0.7927	0.7954
17	0.9988	0.7918	0.7945
18	0.9986	0.7909	0.7935
19	0.9984	0.7901	0.7926
20	0.9982	0.7893	0.7917
21	0.9980	0.7884	0.7907
22	0.9978	0.7876	0.7898
23	0.9976	0.7867	0.7880
24	0.9973	0.7859	0.7870
25	0.9971	0.7851	0.7870
26	0.9968	0.7842	0.7861
27	0.9965	0.7833	0.7852
28	0.9963	0.7824	0.7842
29	0.9960	0.7816	0.7833
30	0.9957	0.7808	0.7824
31	0.9954	0.7800	0.7814
32	0.9951	0.7791	0.7805
33	0.9947	0.7783	0.7896
34	0.9944	0.7774	0.7886
35	0.9941	0.7766	0.7877

付録 2. 固体密度測定精度

比重測定キット SMK-501 と天びんを使用した場合の固体密度のおおよその測定精度を下記に示します。ただし、本表の数値は計算により算出したものであり、測定する試料や測定条件により誤差が大きくなる可能性がありますので、あくまで目安としてお考えください。

表の見方の例: 固体試料が 1g で、密度が 3g/cm³ の場合、±0.002 の誤差が生じ得ることを示しています。よって、測定結果は 2.998 ~ 3.002 の範囲内ではばらつく可能性があります。

密度(比重)測定 推定最大誤差 (天びんの最小表示 0.1mg の場合)						
試料の質量(g) 試料の 密度(g/cm ³) または比重	1	5	10	100	200	300
1	0.001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3	0.002	0.0004	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001
5	0.003	0.001	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002
8	0.004	0.001	0.0006	0.0003	0.0003	0.0003
10	0.005	0.001	0.0008	0.0004	0.0003	0.0003
12	0.006	0.002	0.001	0.0004	0.0004	0.0004
20	0.01	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001

No Text

アフターサービス

故障と思われるときは、以下の当社サービス会社へ連絡してください。

島津アクセス

<http://www.sac.shimadzu.co.jp>

- **札幌支店** 〒060-0031 札幌市中央区北一条東1-2-5
明治安田生命札幌北一条ビル 4F
TEL: (011) 242-2066 FAX: (011) 242-2068
- **東京支店** 〒111-0053 東京都台東区浅草橋5丁目20-8
CSタワー 6F
TEL: (03) 5820-3277 FAX: (03) 5820-3275
- **大阪支店** 〒530-0047 大阪市北区西天満5丁目14-10
梅田UNビル 8F
TEL: (06) 6367-5173 FAX: (06) 6367-5131

⊕ 島津製作所 分析計測事業部

島津天びんホームページアドレス <http://www.an.shimadzu.co.jp/balance/>

東京支社 天びん営業課 [担当地域 北海道・東北・関東・甲信越・静岡県]
〒101-8448 東京都千代田区神田錦町1丁目3 TEL(03)3219-5705 FAX(03)3219-5610

関西支社 天びん営業課 [担当地域 北陸・東海(※)・近畿・中国・四国・九州・沖縄]
〒530-0012 大阪市北区芝田1丁目1-4阪急ターミナルビル14階 TEL(06)6373-6662 FAX(06)6373-6526

※静岡県は東京の天びん営業課の担当です。