

GXA-13

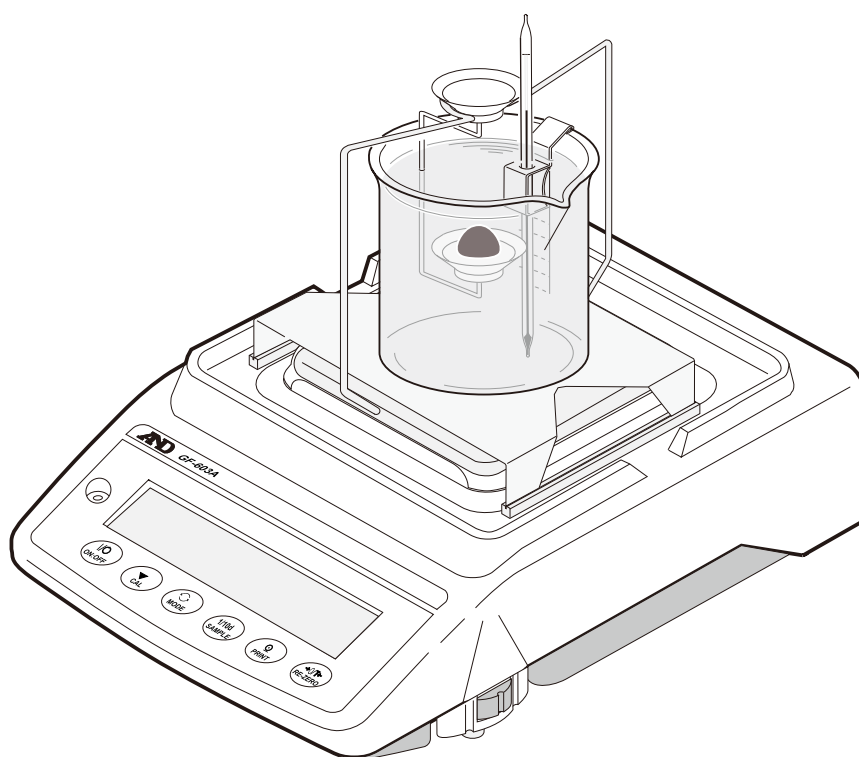
比重測定キット

取扱説明書

適用機種

GX-203A / GX-303A / GX-403A / GX-603A / GX-1003A / GX-1603A

GF-203A / GF-303A / GF-403A / GF-603A / GF-1003A / GF-1603A



注意事項の表記方法

⚠危険 この表記は、誤った取り扱いをすると、人が死亡または重傷を負う差し迫った危険が想定される内容を示します。

⚠警告 この表記は、誤った取り扱いをすると、人が死亡または重傷を負う可能性が想定される内容を示します。

⚠注意 この表記は、誤った取り扱いをすると、人が傷害を負ったり、物的損害の発生が想定される内容を示します。

注意 正しく使用するための注意点の記述です。

お知らせ 機器を操作するのに役立つ情報の記述です。

ご注意

- (1) この取扱説明書は、株式会社エー・アンド・デイの書面による許可なく、複製・改変・翻訳を行うことはできません。本書の内容の一部、または全部の無断複製は禁止されています。
- (2) この取扱説明書の記載事項および製品の使用は、改良のため予告なしに変更する場合があります。
- (3) 本書の内容については、万全を期して作成しておりますが、お気づきの点がございましたらご連絡ください。
- (4) 運用した結果の影響については、前項にかかわらず責任を負いかねますのでご了承ください。

© 2017 株式会社 エー・アンド・デイ
株式会社エー・アンド・デイの許可なく複製・改変などを行なうことはできません。

本書に記載されている商品名及び社名は日本国内または他の国における各社の商標または登録商標です。

目次

1.	はじめに.....	4
1.1.	使用上の注意.....	4
2.	製品構成.....	5
3.	密度測定の原理.....	6
3.1.	密度.....	6
3.2.	比重.....	6
3.3.	密度測定の原理.....	6
3.4.	固体の密度測定の方法.....	6
3.5.	液体の測定方法.....	6
4.	誤差要因.....	7
4.1.	空気中の浮力.....	7
4.2.	液体の温度.....	7
4.3.	浮き子の体積.....	7
4.4.	線材の影響.....	7
4.5.	表面張力.....	7
4.6.	気泡.....	8
5.	固体の密度測定.....	8
5.1.	キットの組立.....	8
5.1.1.	ガラス風防(GXA-10)を使用する場合.....	9
5.2.	固体の密度測定.....	10
5.2.1.	水の密度.....	10
6.	液体の密度測定.....	11
6.1.	キットの組立.....	11
6.2.	液体の密度測定.....	11
7.	GX-A/GF-A シリーズによる比重測定.....	12
7.1.	測定前の設定準備 (内部設定の変更).....	13
7.2.	固体の密度(比重)の測定方法 (内部設定 <i>dS 0</i>).....	19
7.3.	液体の密度の入力.....	22
7.4.	液体の密度(比重)の測定方法 (内部設定 <i>dS 1</i>).....	25
7.5.	浮き子の体積の入力.....	28
8.	比重測定でよくある質問.....	30

1. はじめに

このたびは、当社の上皿電子天びん（GX-A/GF-A シリーズ）用オプションをお買い求めいただきありがとうございます。本書は、比重測定キット用に作成された取扱説明書です。

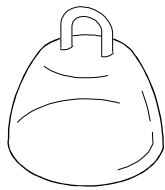
この比重測定キットを(株)エー・アンド・デイの上皿電子天びんのGX-203A、GX-303A、GX-403A、GX-603A、GX-1003A、GX-1603A、GF-203A、GF-303A、GF-403A、GF-603A、GF-1003A、GF-1603Aと組み合わせることにより、固体の密度と液体の密度を簡単に測定できます。

比重測定キットを十分に活用いただくために、使用前に本取扱説明書をよくお読みください。

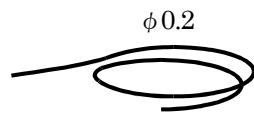
1.1. 使用上の注意

- 測定結果の精度に関しては、測定条件等の誤差要因があるため弊社で保証することはできません。
- 強い反応性物質の測定に使用しないでください。
- 使用後はサビや酸化物が表面に残らないよう清浄してください。
- 使用する天びんは精密機器ですので、衝撃や過荷重を加えないでください。
- 測定精度をあげるため、液体（水）、測定物（固体）、周囲の温度はできるだけ同じにし、安定した環境で測定してください。
- 比重測定キットを使用することにより、電子天びんに付属している小型風防は使用できなくなります。精密な密度測定を行う場合はオプションのガラス風防（GXA-10 別売品）の併用をお奨めします。

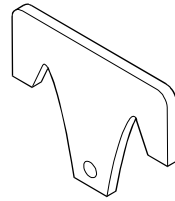
2. 製品構成



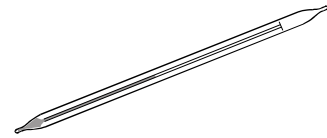
浮き子



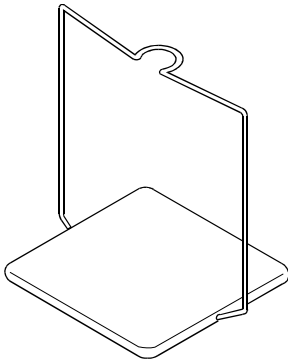
φ0.2
釣り下げワイヤ



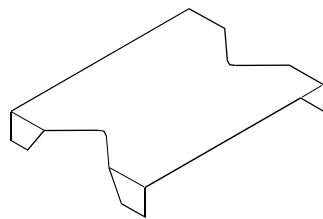
浮き子フック



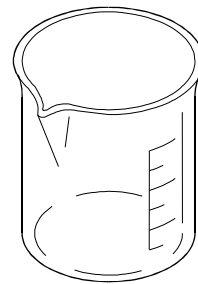
温度計



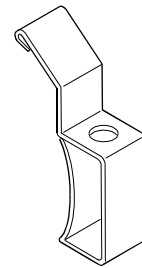
比重皿スタンド



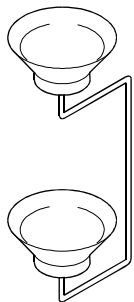
ビーカ・スタンド



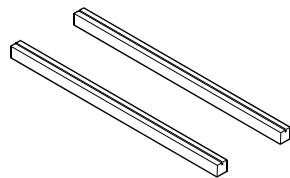
ビーカ



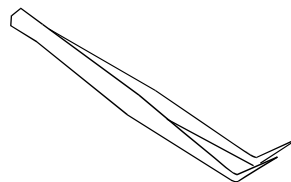
温度計クランプ



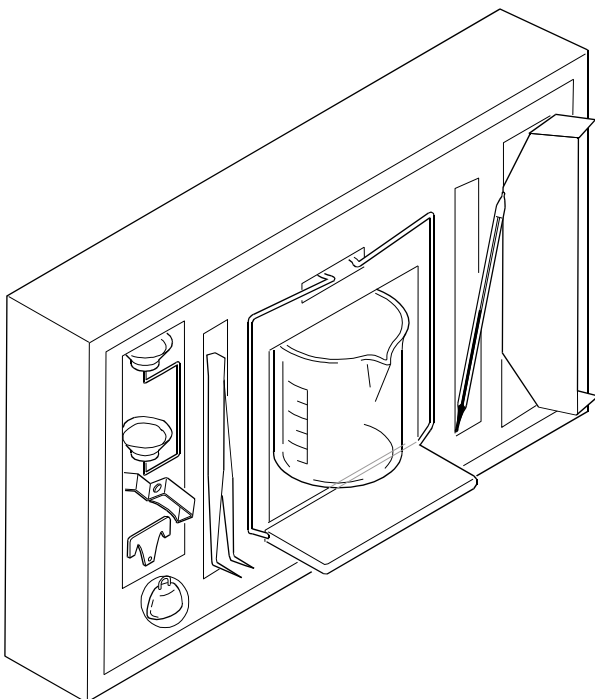
比重皿



スベリ止め 2個



ピンセット



キット箱

3. 密度測定の実験

3.1. 密度

- 密度とは、試料の単位容積に含まれる質量のことを言います。（単位 例えば[g/cm³]）

$$\rho = \frac{M}{V} \quad \rho : \text{密度 [g/cm}^3\text{]} \quad M : \text{質量 [g]} \quad V : \text{体積 [cm}^3\text{]}$$

3.2. 比重

- 比重とは、試料の質量と、それと同体積の圧力 1013.25 hPa のもとに於ける 4 °C の純粋の水の質量との比のことを言います。

$$\rho = \frac{M}{V \cdot \rho_4} \quad \rho : \text{比重 (単位はありません)} \quad M : \text{質量 [g]} \quad V : \text{体積 [cm}^3\text{]} \\ \rho_4 : 4 \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ の水の密度、} 0.99997 \text{ [g/cm}^3\text{]} \approx 1.000 \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

3.3. 密度測定の実験

- この比重測定キットと電子天びんを組み合わせ、アルキメデスの原理を応用して測定します。

アルキメデスの原理

液体(気体)中の物体は、その物体が排除した液体(気体)の重さに等しい力を鉛直上向きに受ける。この力を浮力という。

3.4. 固体の密度測定の方法

- 固体の密度は、試料の空気中の重さと液体中の重さ、液体の密度から求めることができます。

$$\rho = \frac{A}{A - B} \times \rho_0 \quad \rho : \text{試料の密度 [g/cm}^3\text{]} \quad A : \text{空気中の重さ [g]} \\ \rho_0 : \text{液体の密度 [g/cm}^3\text{]} \quad B : \text{液体中の重さ [g]}$$

3.5. 液体の測定方法

- 液体の密度は、体積のわかっている浮き子を使い、空気中の重さと液体中の重さ、浮き子の体積から求めることができます。

$$\rho = \frac{A - B}{V} + d \quad \rho : \text{液体の密度 [g/cm}^3\text{]} \quad A : \text{浮き子の空気中の重さ [g]} \\ V : \text{浮き子の体積 [cm}^3\text{]} \quad B : \text{浮き子の液体中の重さ [g]} \\ d : \text{空気の密度 (約 } 0.001 \text{ [g/cm}^3\text{])}$$

4. 誤差要因

- 密度測定には多くの誤差要因が含まれています。

4.1. 空気中の浮力

- 密度測定の場合、 $0.0010 \sim 0.0014 \text{ g/cm}^3$ の空気の浮力の影響を受けます。空気の密度は次の式で求められます。

$$d = \frac{0.0012932}{1+0.0036728 \times t} \times \frac{P}{1013.25}$$

d : 空気の密度 [g/cm^3]
t : 空気の温度 [$^{\circ}\text{C}$] P : 気圧 [hPa]

- 液体の測定精度を3桁まで求めるには、空気密度の誤差 0.001 g/cm^3 を加えることが目安になります。

4.2. 液体の温度

- 液体を使用する密度測定の場合、液体の温度により密度が変わります。「水温と密度の対応表 (表-1)」また、他の液体は文献より測定中の液体の温度から液体の密度を求めてください。

4.3. 浮き子の体積

- 浮き子の体積の測定値は、 $\pm 0.01 \text{ cm}^3$ の公差があります。

4.4. 線材の影響

- 固体の密度測定のとくに、水面下に沈んでいる計量皿に試料を乗せると水面の位置が変化します。そのときに、上下の計量皿をつないでいる線材 ($\phi 1 \text{ mm}$) に、水面の上昇分の浮力が発生します。1 mm 水面が上がると約 0.8 mg 線材に浮力が働きます。この誤差を小さくするには、液面をあまり上昇させない大きさの試料を選ぶか、計算によって補正する方法があります。
- 液体の密度測定のとくに、浮き子を結んだ線や水面に入った線材 ($\phi 0.2 \text{ mm}$) が影響します。線材は 10 mm 沈むと約 0.3 mg 浮力が働きます。ただし、この影響は密度計算のときに浮き子の体積で割るため、誤差は小さくなりほぼ無視できる値になります。

4.5. 表面張力

- 固体の密度測定の場合、比重皿の上下の皿をつないでいる線 ($\phi 1 \text{ mm}$) と液面の間で、約 5 mg の力が比重皿に働きます。
- 表面張力の影響を小さくするには、界面活性剤、写真の現像に使用する水滴防止液等を入れます。このとき、比重皿の線と液面の表面張力は約 1 mg に減ります。水 200 mL に対し 0.1 mL (密度 1.2 g/cm^3) の界面活性剤を入れた場合、約 0.0001 g/cm^3 水の密度が大きくなります。
- 液体の密度測定では、ワイヤの直径が $\phi 0.2 \text{ mm}$ のため約 1 mg の力が働きますが浮き子の体積で割るためほぼ無視できる値です。

4.6. 気泡

- 気泡の浮力は直径 $\phi 1$ mm のもので約 0.5 mg あります。試料の形状や材質によって気泡の付き易いものとそうでないものがあり、測定には十分注意が必要です。
- 固体の密度測定の場合、表面張力、気泡の影響を小さくするためにも界面活性剤を水に入れ、測定する方法をお奨めします。

5. 固体の密度測定

5.1. キットの組立

手順 1. 天びんの計量皿を取り外します。
小型風防も取り外します。

手順 2. 天びんに比重皿スタンドをセットします。

手順 3. 比重皿スタンドに触れないようにビーカ・スタンドを置きます。
スベリ止めのミズをビーカ・スタンドの左右の脚に合わせ、スベリ止めを敷きます。

手順 4. ビーカに温度計クランプを差し込み、
温度計を取り付けます。

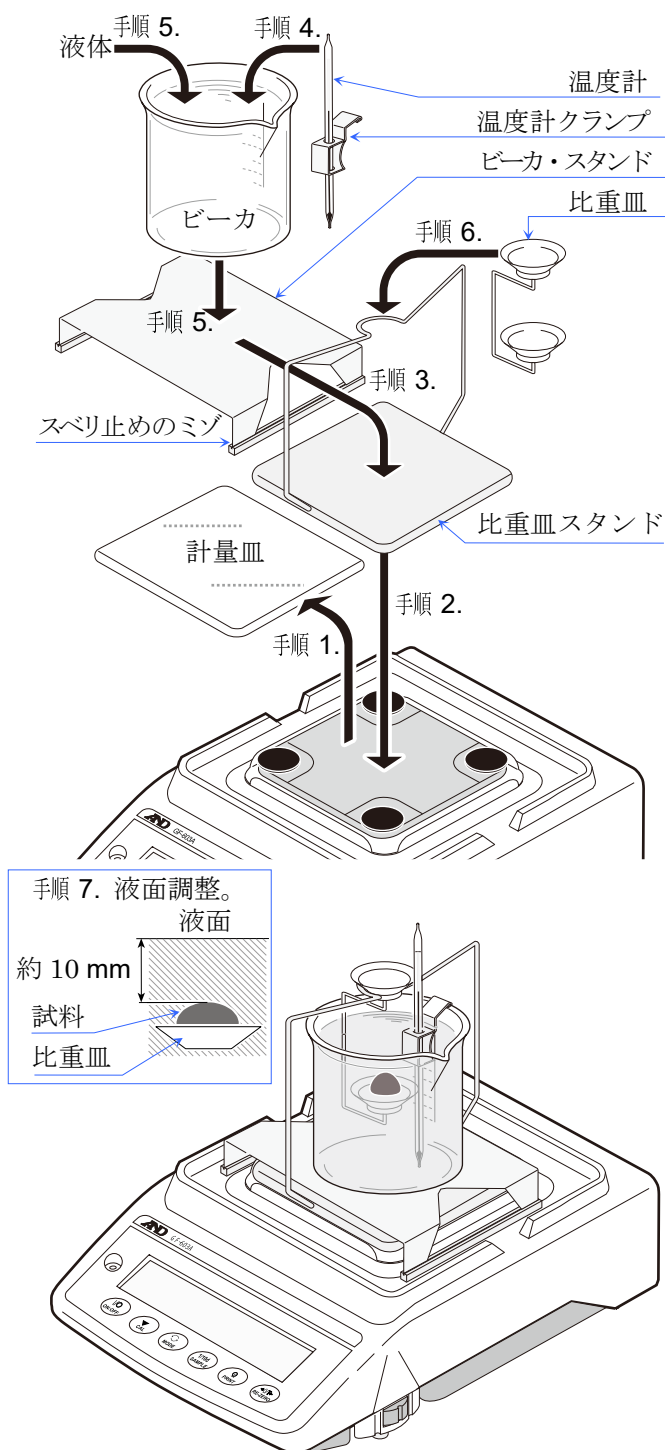
手順 5. ビーカにあらかじめ比重の分かっている液体
(蒸留水等)を適量入れ、ビーカ・スタンドの
上に乗せます。

手順 6. 比重皿を比重皿スタンドに乗せます。

手順 7. 比重皿の下皿(液体中の皿)に試料を乗せた
とき、試料が液面下約 10 mm になるよう
に液面を加減してください。

手順 8. 天びんの表示が安定したら **RE-ZERO**
キーを押し、表示をゼロにして、測定前
の準備が完了します。

- ※ 風や振動などで表示が安定しない場合は、
天びんの内部設定の応答特性 (t_{ond}) の
設定数値を大きくしてください。
また、風防を試してください。

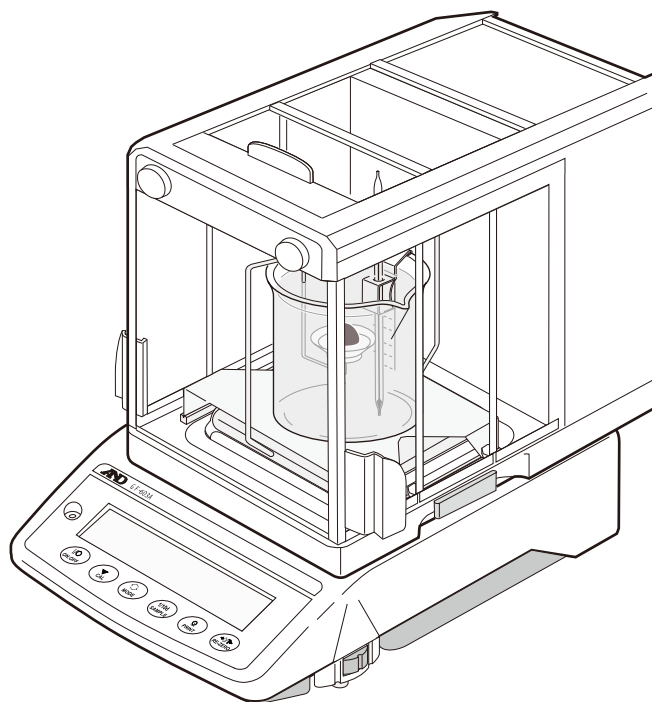


5.1.1. ガラス風防(GXA-10)を使用する場合

手順 1. 天びんの計量皿を取り外します。

手順 2. ガラス風防を付けた状態で、
「5.1 キットの組立」の手順 2. 一手順 8.
を行い、測定前の準備が完了しま
す。

※ 風や振動などで表示が安定しない場合は、
天びんの内部設定の応答特性 (τ_{ond}) の
設定数値を大きくしてください。



5.2. 固体の密度測定

- 固体の密度を測定の平均から求めます。表示例は GX-603A です。

手順 1. 水の温度が安定するまで待つてから測定してください。

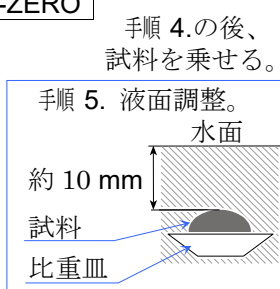
手順 2. **RE-ZERO** キーを押し表示をゼロにします。

手順 3. 試料を比重皿の上皿に乗せ、空気中での重さを記録します。空気中の測定値を **A** とします。

手順 4. 試料を比重皿の上皿から降ろした後、**RE-ZERO** キーを押し表示をゼロにします。

手順 5. 試料を比重皿の下皿に乗せ、液体中での重さを記録します。液体中の測定値を **B** とします。

※ このとき、試料が水面下約 10 mm になるようにしてください。



手順 6. 水温から水の密度を求めます。

「水温と密度の対応表 (表-1)」を参照してください。以下の式に測定値を代入し、液体の密度を求めます。

$$\rho = \frac{A}{A - B} \times \rho_0$$

ρ : 密度の計算値 [g/cm³]
 ρ_0 : 水の密度 [g/cm³]
 A : 空気中の測定値 [g]
 B : 液体中の測定値 [g]

計算例 下表は、「記録表」の例と試料の密度の計算例です。(有効数字 3 桁)

空気中の測定値 A	4.810 g	液体中の測定値 B	4.215 g	水温	26 °C
水の密度 ρ_0	0.99678 g/cm ³	試料の密度の計算値 ρ	8.06 g/cm ³		

$$\frac{4.810}{4.810 - 4.215} \times 0.99678 = 8.06 \text{ g/cm}^3$$

5.2.1. 水の密度

- 1 気圧のもとにおける水に密度は 3.98 °C において最大です。

水温と密度の対応表 (表-1)

単位 g/cm³

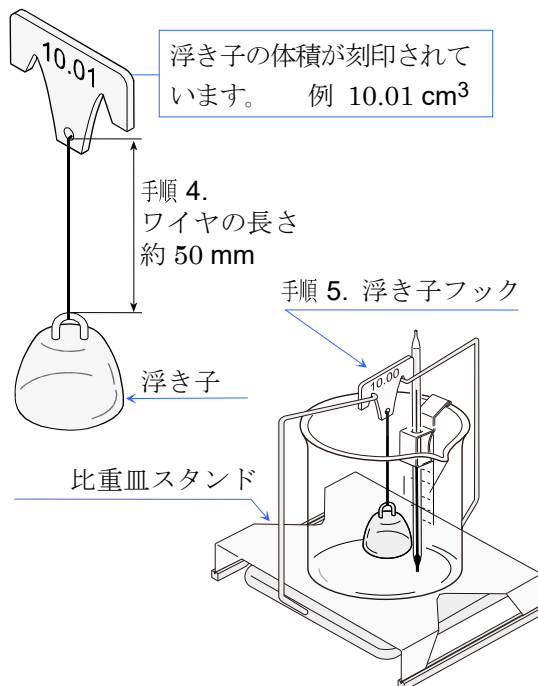
水温 °C	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
0	0.99984	0.99990	0.99994	0.99996	0.99997	0.99996	0.99994	0.99990	0.99985	0.99978
10	0.99970	0.99961	0.99949	0.99938	0.99924	0.99910	0.99894	0.99877	0.99860	0.99841
20	0.99820	0.99799	0.99777	0.99754	0.99730	0.99704	0.99678	0.99651	0.99623	0.99594
30	0.99565	0.99534	0.99503	0.99470	0.99437	0.99403	0.99368	0.99333	0.99297	0.99259
40	0.99222	0.99183	0.99144	0.99104	0.99063	0.99021	0.98979	0.98936	0.98893	0.98849

6. 液体の密度測定

6.1. キットの組立

- 次の手順でキットを組み立てます。

- 手順 1. ビーカ・スタンドのセットまでは、「5.固体の密度測定」の「5.1 キットの組立」を参照してください。
- 手順 2. ビーカに温度計クランプを差し込みます。温度計を取り付けます。
- 手順 3. ビーカをビーカ・スタンドの上に乗せます。
- 手順 4. 浮き子を吊り下げワイヤで浮き子フックと結びます。ワイヤの長さは約 50 mm にします。
- 手順 5. 浮き子フックを比重皿スタンドに吊り下げ、ビーカーにぶつからない事を確認し、浮き子を降ろします。
- 手順 6. 以上で、測定前の準備は完了です。



6.2. 液体の密度測定

- 次の手順で液体の密度測定を行います。表示例は GX-603A です。

- 手順 1. **RE-ZERO** キーを押し、表示をゼロにします。
- 手順 2. 浮き子を載せ、空気中での重さを記録します。測定値 **A** とします。
- 手順 3. ビーカに密度を測定したい液体を入れます。このとき、浮き子が液面下約 10 mm になるように加減してください。
- 手順 4. 表示が安定したら液体中での浮き子の重さを記録します。測定値 **B** とします。
- 手順 5. 以下の式に測定値を代入し、液体の密度を求めます。

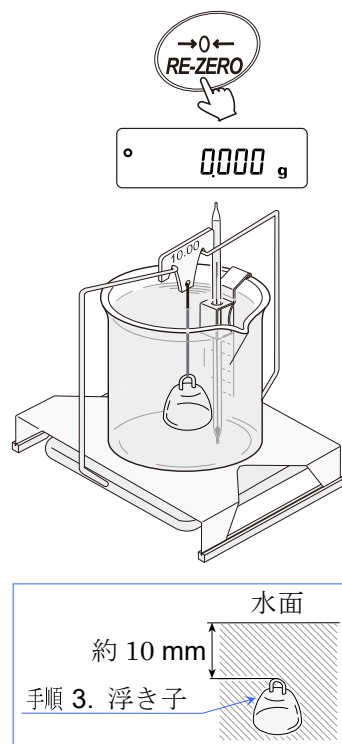
$$\rho = \frac{A - B}{V} + d$$

ρ : 液体の密度 [g/cm³]
 A : 空気中の浮き子の重さ [g]
 B : 液体中の浮き子の重さ [g]
 V : 浮き子の体積 [cm³]
 d : 空気の密度 (約 0.001 [g/cm³])

計算例 下表は、「記録表」の例と液体の密度の計算例です。(有効数字 3 桁)

測定値 A - B	9.970 g	浮き子の体積 V (浮き子フックに刻印)	10.01 cm ³	温度	25 °C
空気の密度 d	1.184x10 ⁻³ g/cm ³	気圧	1013.25 hPa	液体の密度 ρ	0.997 g/cm ³

$$\frac{9.970}{10.01} + 0.001 = 0.997 \text{ g/cm}^3$$



7. GX-A/GF-A シリーズによる比重測定

- 電子天びん GX-A/GF-A シリーズには、比重計機能が搭載されています。
この比重測定キット GXA-13 と下記の電子天びんの比重計機能を使用すると、固体の密度測定(比重)や液体の密度測定(比重)が行えます。

GX-203A、GX-303A、GX-403A、GX-603A、GX-1003A、GX-1603A、
GF-203A、GF-303A、GF-403A、GF-603A、GF-1003A、GF-1603A

注意

- 工場出荷時の設定では、比重計機能()は使用できません。
また、比重計機能()は、比重の単位()が有効になっていないと、内部設定に表示されません。
使用するには、最初に [内部設定]-[単位登録()] に比重の単位()を登録してください。
計量時の単位を キーで比重の単位()表示にしてください。
- [液体密度入力法()] が有効になると、[液体密度入力法()] [測定物の選択()] が表示されます。内部設定の操作方法は、天びんの取扱説明書の「内部設定」を参照してください。
- 比重計機能では、計量値は小数点以下の3桁は固定です。



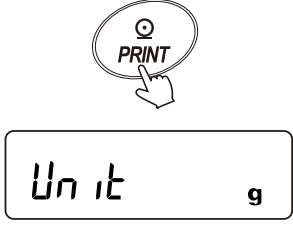
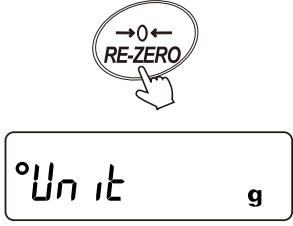
7.1. 測定前の設定準備（内部設定の変更）


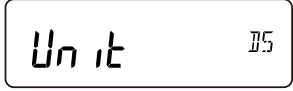

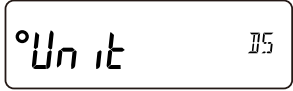


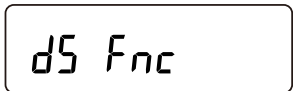







- 密度（比重）を測定する前に、天びんの内部設定を以下のように変更します。

単位へ比重(ρ)を登録する

[内部設定]-[単位登録()]で比重(ρ)を登録します。

以下は、**g** (グラム) → ρ (比重計モード)の順で単位登録を行う例です。

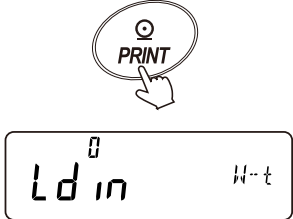
手順	説明	表示とキー操作
1.	計量状態の天びんの SAMPLE キーを長押し(約 2 秒間)して <input type="text" value="bASFnC"/> を表示し、内部設定に入ります。	 <p>長押し (約 2 秒間)</p>
2.	SAMPLE キーを数回押して、 <input type="text" value="Unit"/> を表示します。	 <p>数回押す</p>
3.	PRINT キーを押して、 <input type="text" value="Unit"/> g の表示にします。	
4.	RE-ZERO キーを押して 単位を指定し、単位指定マーク「 ρ 」を表示させます。	

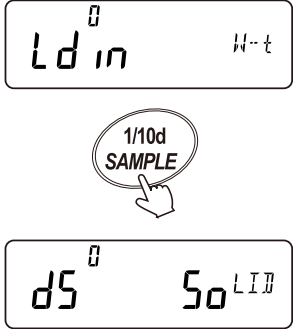
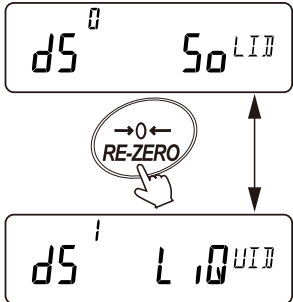


手順	説明	表示とキー操作
5.	SAMPLE キーを数回押して、 Unit の表示にします。	 数回押す 
6.	RE-ZERO キーを押して単位を指定し、単位指定マーク「 ° 」を表示させます。	 
7.	PRINT キーを押して、指定した単位を登録します。	 
8.	CAL キーを押すと計量表示に戻ります。	  
9.	MODE キーを押す度に、単位が指定した順に切り替わるようになります。 g → g ※の順 ※ 比重計モードでは密度算出時に g 単位となります。 空中重量測定時（左上に d-R 点灯、「  」マーク点滅）と水中重量測定時（左上に d-b 点灯、「  」マーク点灯）の表示単位は g になります。	  

測定物を選択する

- 測定物が、固体なのか液体なのかを選択します。

[内部設定]-[比重計機能(d5 Fnc)]-[測定物の選択(d5)]で指定します。


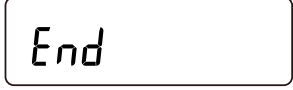





手順	説明	表示とキー操作
10.	計量状態の天びんの SAMPLE キーを長押し(約 2 秒間)して、 bASFnC を表示し、内部設定に入ります。	 <p>1/10d SAMPLE 長押し (約 2 秒間)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">bASFnC</div>
11.	SAMPLE キーを数回押して[比重計機能 (d5 Fnc)]を 表示します。	 <p>1/10d SAMPLE 数回押す</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">d5 Fnc</div>
12.	PRINT キーを押して項目に入ります。	 <p>PRINT</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">Ld in W-t</div>

手順	説明	表示とキー操作
13.	<p>次のキーで測定物を指定します。</p> <p>SAMPLE キー</p> <p>[測定物の選択 ($d5$)] を選択します。</p> <hr/> <p>RE-ZERO キー</p> <p>[固体 (0)] または、[液体 ($!$)] を選択します。</p>	 
14.	<p>設定内容は以下の通りです。</p> <p>[固体 (0)]</p> <p>手順 18.の後の測定は、「7.2. 固体の密度(比重)の測定方法 (内部設定 $d5 0$)」へ進みます。</p> <hr/> <p>[液体 ($!$)]</p> <p>手順 18.の後の測定は、「7.4. 液体の密度(比重)の測定方法 (内部設定 $d5 !$)」へ進みます。</p>	 

固体の密度（比重）測定のための、液体の密度入力方法を選択する

- 液体の密度（比重）の測定（内部設定 $d5 \ 1$ ）の場合、[液体密度入力法（ $Ld \ in$ ）]の設定は無関係なため、手順 17.に進んでください。

手順	説明	表示とキー操作
15.	次のキーで液体の密度の入力方法を指定します。	
	<p>SAMPLE キー</p> <p>[液体密度入力法（$Ld \ in$）]を選択します。</p>	
	<p>RE-ZERO キー</p> <p>[水温入力（0）]または、[密度直接入力（1）]を選択します。</p>	
16.	設定内容は以下の通りです。	
	<p>[水温入力（0）]</p> <p>「7.2. 固体の密度(比重)の測定方法（内部設定 $d5 \ 0$）」の手順 7.から、「7.3. 液体の密度の入力」の「水温入力による方法（$Ld \ in \ 0$）」へ進みます。</p>	
	<p>[密度直接入力（1）]</p> <p>「7.2. 固体の密度(比重)の測定方法（内部設定 $d5 \ 0$）」の手順 7.から、「7.3. 液体の密度の入力」の「密度を直接入力する方法（$Ld \ in \ 1$）」へ進みます。</p>	

手順	説明	表示とキー操作
17.	PRINT キーを押して、設定内容を登録します。	 
18.	設定準備は完了です。 測定を始めるために CAL キーを押して計量表示にしてください。	 
19.	MODE キーを押して比重計モードの単位を表示してください。 「7.2. 固体の密度(比重)の測定方法 (内部設定 <i>dS 0</i>)」 または 「7.4. 液体の密度(比重)の測定方法 (内部設定 <i>dS 1</i>)」 へ進みます。	  固体の密度測定 (<i>dS 0</i>) または  液体の密度測定 (<i>dS 1</i>)

参考資料

- 比重計機能は、電子天びんの内部設定[比重計機能(**dS Fnc**)]を使用します。

分類項目	設定項目	設定値	内容・用途
<i>dS Fnc</i> 比重計機能	<i>Ld in</i> 液体密度入力法	■ 0	水温入力
			密度直接入力
	<i>dS</i> 測定物の選択	■ 0	固体の密度測定
			液体の密度測定




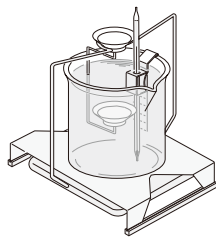


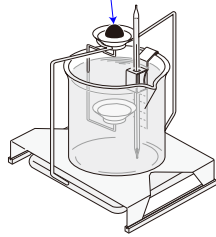


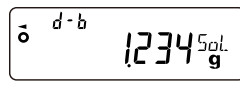
- は、出荷時設定です。

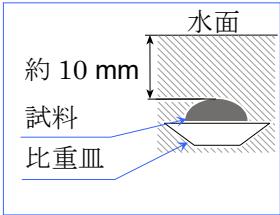

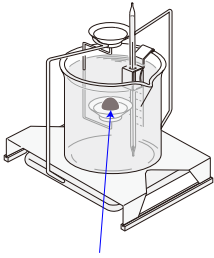






7.2. 固体の密度(比重)の測定方法 (内部設定 d5 0)


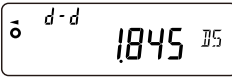
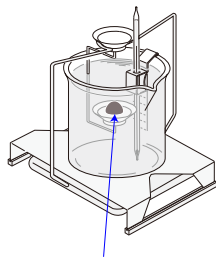


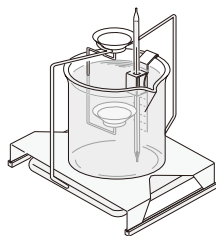


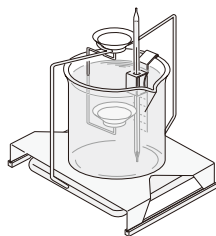
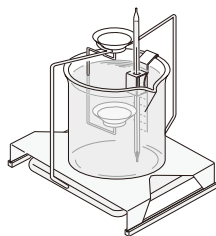

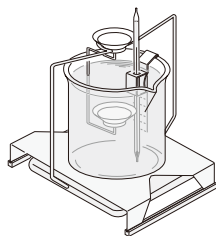
注意

- 測定途中で液体の温度が変わった場合や、液体の種類を変えたときなど、必要に応じて「7.3. 液体の密度の入力」で、液体の密度を再設定してください。
- 密度(比重)表示は小数点以下の3桁は固定です。 **[SAMPLE]** キーによる最小表示の変更はできません。
- 密度(比重)測定は、空気中の重さ測定、液体中の重さ測定を経て、密度を固定表示します。

測定手順

手順	説明	表示とキー操作	計量操作
1.	<p>空気中の重さ測定モード</p> <p>空気中の重さ測定モード (d-R 点灯、  点滅) を確認します。 空中の計量皿に何も載せずに [RE-ZERO] キーを押して表示ゼロにします。</p>	 	
2.	<p>空中の計量皿に試料を載せ、表示が安定するのを待ちます。 試料の質量を出力する場合、 [PRINT] キーを押します。</p> <p>出力例：空気中の重さ A&D 標準フォーマット (出荷時設定)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">ST,+0001.234_ _g</div> <p>_はスペース</p>	  計量データ出力	<p>空気中の試料</p> 
3.	<p>[SAMPLE] キーを押して空気中の重さを確定し、液体中の重さ測定モード (d-b 点灯、  点灯) に移ります。</p> <p>注意 マイナスまたは [E] 表示 (ひょう量を超えている場合) のとき、 [SAMPLE] キーは無効です。</p>	 	

手順	説明	表示とキー操作	計量操作
4.	<p>液体中の重さ測定モード</p> <p>空中の計量皿から液体中の計量皿に試料を移し、表示が安定するのを待ちます。(d-b 点灯、 ◀ 点灯)</p> <p>この時、試料が水面下約 10 mm になるように調節してください。</p> 		 <p>液体中の試料</p>
5.	<p>試料の質量を出力する場合、PRINT キーを押します。</p> <p>出力例：液体中の重さ A&D 標準フォーマット (出荷時設定)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">ST, +0000.567_ _g</div> <p>_ はスペース</p>	   <p>計量データ出力</p>	
6.	<p>SAMPLE キーを押して液体中の重さを確定し、液体の密度の入力モード (d-[点灯、 ◀ 点灯) に移ります。</p> <p>注意</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">E</div> 表示 (ひょう量を超えている場合) のとき、 SAMPLE キーは無効です。		
7.	<p>液体の密度入力モード</p> <p>液体の密度を入力します。</p> <p>「7.3. 液体の密度の入力」の「水温入力による方法 (Ld in 0)」(22 ページ) または「密度を直接入力する方法 (Ld in 1)」(23 ページ) を参照し密度を設定してください。</p>	 <p>水温入力 (Ld in 0)</p> <p>または</p>  <p>密度直接入力 (Ld in 1)</p>	

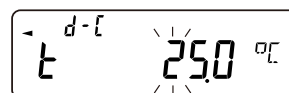
手順	説明	表示とキー操作	計量操作
8.	PRINT キーを押し、固体の密度表示モードに進みます。($d-d$ 点灯、 \blacktriangleleft 点灯)	 	 液体中の試料
9.	固体の密度表示モード 密度を表示しているとき、 PRINT キーを押すと密度を出力します。 密度（比重）の単位は g です。 出力例：密度（比重） A&D 標準フォーマット（出荷時設定） <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ST,+0001.845_DS</div> _はスペース	  計量データ出力	 液体中の試料
10.	別の試料を測定する場合、 SAMPLE キーを押し、手順 1.の「 空気中の重さ測定モード 」($d-R$ 点灯、 \star 点滅) から始めます。	 	 液体中の試料
11.	測定の途中で液体の温度が変わった場合や、液体の種類を変えたときなど、手順 7.の「 液体の密度入力モード 」にて、必要に応じて液体の密度を再設定してください。	手順 7. 「液体の密度入力モード」 を参照	 液体中の試料
12.	MODE キーを押すと他の計量モードになります。		 液体中の試料

7.3. 液体の密度の入力

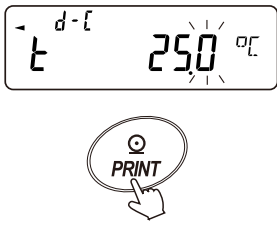
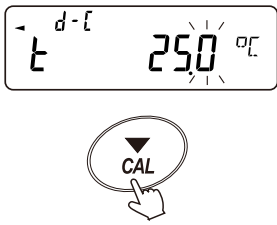
- 固体の密度測定のための、液体の密度の入力方法を選択します。
内部設定の[液体密度入力法(Ld_{in})]には、「水温入力による方法($Ld_{in} 0$)」(22 ページ) と「密度を直接入力する方法($Ld_{in} 1$)」(23 ページ) があります。

水温入力による方法($Ld_{in} 0$)

- 手順7. 「液体の密度入力モード」(20 ページ) の補足説明です。
現在設定されている水温が表示されます。(出荷時設定の水温は、25.0 ° C です。)
水温と水の密度の関係は、「5.2.1. 水の密度」の表(表-1) を参考にしてください。
設定可能範囲は0.0 ~ 99.9 ° C で0.1 ° C 単位です。



手順	説明	表示とキー操作
1.	RE-ZERO キー 点滅している桁の値を増加(+)させます。 (9 の次は、0 になります。)	
	MODE キー 点滅している桁の値を減少(-)させます。 (0 の次は、9 になります。)	
	SAMPLE キー 点滅している桁を移動します。	

手順	説明	表示とキー操作
1.	PRINT キー 設定値を記憶し、密度表示に進みます。 (手順9. 「 固体の密度表示モード 」へ) (21 ページ)	
	CAL キー 設定値を記憶せずに密度表示に進みます。 (手順9. 「 固体の密度表示モード 」へ) (21 ページ)	

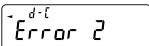
密度を直接入力する方法(*Ldin I*)

- 手順7. 「[液体の密度入力モード](#)」(20 ページ) の補足説明です。

現在設定されている水温が表示されます。(出荷時設定の密度は、 1.0000 g/cm^3 です。)

下記キーにより密度の設定値を変更できます。

設定可能範囲は、 $0.0000 \sim 1.9999 \text{ g/cm}^3$ です。

設定可能範囲を超えた値を入力すると、 が表示され、入力画面に戻ります。






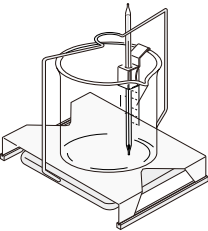

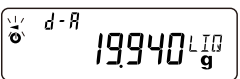

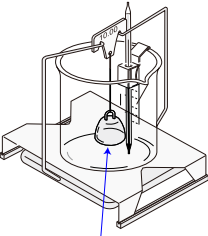


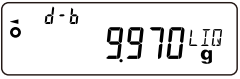
手順	説明	表示とキー操作
1.	RE-ZERO キー 点滅している桁の値を増加(+)させます。 (9 の次は、0 になります。)	 
	MODE キー 点滅している桁の値を減少(-)させます。 (0 の次は、9 になります。)	 

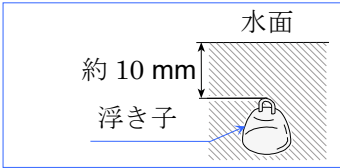
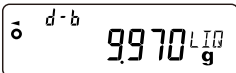
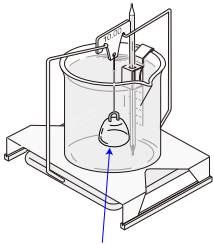
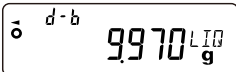





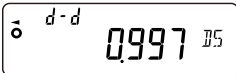
手順	説明	表示とキー操作
1.	<p>SAMPLE キー</p> <p>点滅している桁を移動します。</p>	
	<p>PRINT キー</p> <p>設定値を記憶し、密度表示に進みます。 (手順9. 「固体の密度表示モード」へ) (21 ページ)</p>	
	<p>CAL キー</p> <p>設定値を記憶せずに密度表示に進みます。 (手順9. 「固体の密度表示モード」へ) (21 ページ)</p>	


7.4. 液体の密度(比重)の測定方法 (内部設定 d5 l)

- 密度(比重)表示は小数点以下の3桁は固定です。 **SAMPLE** キーによる最小表示の変更はできません。
密度(比重)測定は、浮き子の空気中の重さ測定、浮き子の液体中の重さ測定を経て、密度を固定表示します。各状態と表示の関係は下記のようになります。

測定手順

手順	説明	表示とキー操作	計量操作
1.	<p>空気中の重さ測定モード</p> <p>空気中の重さ測定 (d-R 点灯、 点滅) 表示を確認します。 何も載せずに RE-ZERO キーを押して表示ゼロにします。</p>	 	
2.	<p>浮き子を載せ、表示が安定するのを待ちます。 浮き子の質量を出力する場合、 PRINT キーを押します。</p> <p>出力例：空気中の重さ A&D 標準フォーマット (出荷時設定)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ST,+0019.940_ _g</div> <p>_はスペース</p>	   計量データ出力	 空気中の浮き子
3.	<p>SAMPLE キーを押して空気中の重さを確定し、液体中の重さ測定モード (d-b 点灯、 点灯) に移ります。 注意 マイナスまたは、 E 表示(ひょう量を越えている場合)のとき、 SAMPLE キーは無効です。</p>	 	

手順	説明	表示とキー操作	計量操作
4.	<p>液体中の重さ測定モード</p> <p>ビーカーに密度を測定する液体を入れ、浮き子を沈めます。(d-b 点灯、 ◀ 点灯)</p> <p>この時、浮き子が液面下約 10 mm になる様に調節してください。</p> 		 <p>液体中の浮き子</p>
5.	<p>表示が安定するのを待ちます。試料の質量を出力する場合、 PRINT キーを押します。</p> <p>出力例：液体中の重さ A&D 標準フォーマット (出荷時設定)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ST, +0009.970 _ _g</div> <p>_ はスペース</p>	   <p>計量データ出力</p>	
6.	<p>SAMPLE キーを押して液体中の重さを確定し、体積の入力モード (d-[点灯、 ◀ 点灯) に進みます。</p> <p>注意</p> <p>マイナスまたは、 E 表示 (ひょう量を超えている場合) のとき、 SAMPLE キーは無効です。</p>	  <p>体積の入力モード</p>	
7.	<p>浮き子の体積入力モード</p> <p>浮き子の体積を入力します。 「7.5. 浮き子の体積の入力」を参照し、体積を入力してください。</p>	<p>「7.5. 浮き子の体積の入力」を参照</p>	
8.	<p>PRINT キーを押し、密度表示に進みます。 (d-d 点灯、 ◀ 点灯)</p>	 	

手順	説明	表示とキー操作	計量操作
9.	<p>液体の密度表示モード</p> <p>密度を表示しているとき、PRINT キーを押すと密度を出力します。</p> <p>出力例：密度（比重） A&D 標準フォーマット（出荷時設定）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">ST, +0000.997 DS</div> <p>┘はスペース</p>	<p>表示とキー操作</p>  <p>計量データ出力</p>	<p>計量操作</p>  <p>液体中の浮き子</p>
10.	<p>別の試料を測定する場合、SAMPLE キーを押し、空气中の重さ測定モード（d-R 点灯、 点滅）から始めます。</p>	<p>表示とキー操作</p> 	
12.	<p>MODE キーを押すと他の計量モードになります。</p>	<p>表示とキー操作</p> 	

7.5. 浮き子の体積の入力

- 手順7. 「浮き子の体積入力モード」(26 ページ) の補足説明です。
 現在設定されている浮き子の体積が表示されます。(出荷時設定の体積は、10.00 cm³です。)
 下記キーにより体積の設定値を変更できます。
 設定可能範囲は、0.01 ~ 99.99 cm³で0.01 cm³単位です。



手順	説明	表示とキー操作
1.	<p>RE-ZERO キー</p> <p>点滅している桁の値を増加(+させます。 (9 の次は、0 になります。)</p>	
	<p>MODE キー</p> <p>点滅している桁の値を減少(-させます。 (0 の次は、9 になります。)</p>	
	<p>SAMPLE キー</p> <p>点滅している桁を移動します。</p>	

手順	説明	表示とキー操作
1.	<p>PRINT キー</p> <p>設定値を記憶し、密度表示に進みます。 (手順 9. 「液体の密度表示モード」へ) (27 ページ)</p>	 <p>The image shows a digital display with the unit 'd-[]' and 'V' on the left, and '10.00 cm³' on the right. Below the display is a circular button labeled 'PRINT' with a hand icon pointing to it.</p>
	<p>CAL キー</p> <p>設定値を記憶せずに密度表示に進みます。 (手順 9. 「液体の密度表示モード」へ) (27 ページ)</p>	 <p>The image shows a digital display with the unit 'd-[]' and 'V' on the left, and '10.00 cm³' on the right. Below the display is a circular button labeled 'CAL' with a downward-pointing triangle and a hand icon pointing to it.</p>

8. 比重測定でよくある質問

質問内容	回答
樹脂のペレットやシートなど水に浮くもの、または水中に浮遊するものを測定したいのですが可能ですか？	メタノール(密度 0.798)・灯油(密度 0.80)などサンプルが侵されないものを使用して測定してください。使用する液体の密度は付属の浮き子を使い測定します。
気泡を含むサンプルは測定できますか？	サンプル中に気泡が入ったままの状態でも測定はできますが、時間とともに気泡が抜けて見かけ密度が変化することがあります。また、密度が小さく浮いてしまうようなサンプルは測定できません。
水の表面張力が影響して再現性が出ないことがあります。何か良い対処方法がありますか？	界面活性剤(食器洗淨用の中性洗剤等)を数滴入れると表面張力の影響が小さくなります。界面活性剤は、数滴程度なら液体の密度への影響はほとんどありません。水の代わりにメタノールを使うと界面活性剤を入れなくても表面張力の影響は小さくなります。
水道水を使うとサンプル表面に気泡が徐々に成長して測定誤差が出てしまいます。何か良い対処方法がありますか？	水道水には、溶存ガス(酸素や炭酸ガス等空気の成分)が含まれています。水道水を測定に使うと、水中から溶存ガスが放出され気泡をつくる原因となります。そのため、溶存ガスの少ない純水や蒸留水の使用をお奨めします。
ゴムなど撥水性の高い物質を測定しようとすると、気泡が付着してしまいます。何か良い対処方法がありますか？	界面活性剤を適量入れた水に浸け、サンプル表面の親水性を増してから水中の重さを測定することで、気泡が付きにくくなる場合があります。
どの程度の大きさのサンプルまで測れますか？	比重皿の大きさを考慮すると、 $\phi 25\text{ mm} \times$ 高さ 30 mm 程度までなら測定できます。
粘度の高い液体の密度を測定したいのですが可能ですか？	粘度 500 mPa·s 程度までは測定可能です。これ以上粘度が高いと浮き子が沈むのに時間がかかり測定誤差の原因になります。また、接着剤などは浮き子のクリーニングに手間がかかりお奨めしていません。
セミマイクロの天びんを使えば比重測定精度は上がりますか？	表面張力の影響により測定値には、約 0.2 ~ 1.0 mg の誤差が出ます。0.1 mg レンジの測定では、誤差(表面張力)レベルと天びん精度は同等であると考えられますが、0.01 mg レンジの精度で測定しても、誤差(表面張力)レベルが、天びん精度を大幅に上回ってしまうため、お奨めできません。

使い方・修理に関するお問い合わせ窓口

故障、別売品・消耗品に関してのご質問・ご相談も、この電話で承ります。
修理のご依頼、別売品・消耗品のお求めは、お買い求め先へご相談ください。

お客様相談センター

電話 **0120-514-019**

通話料無料

受付時間：9:00～12:00、13:00～17:00、月曜日～金曜日(祝日、弊社休業日を除く)
都合によりお休みをいただいたり、受付時間を変更させて頂くことがあります
のでご了承ください。

AND 株式会社 エー・アンド・デイ

本社 〒170-0013 東京都豊島区東池袋3-23-14 ダイハツ・ニッセイ池袋ビル

東京営業1課 TEL. 03-5391-6128(直)

東京営業2課 TEL. 03-5391-6121(直)

東京営業3課 TEL. 03-5391-6122(直)

札幌出張所 TEL. 011-251-2753(代)

仙台営業所 TEL. 022-211-8051(代)

宇都宮営業所 TEL. 028-610-0377(代)

東京北営業所 TEL. 048-592-3111(代)

東京南営業所 TEL. 045-476-5231(代)

静岡営業所 TEL. 054-286-2880(代)

名古屋営業所 TEL. 052-726-8760(代)

大阪営業所 TEL. 06-7668-3900(代)

広島営業所 TEL. 082-233-0611(代)

福岡営業所 TEL. 092-441-6715(代)

開発技術センター 〒364-8585 埼玉県北本市朝日1-243

※2019年10月29日現在の電話番号で
す。電話番号は、予告なく変更され
る場合があります。

※電話のかけまちがいに注意くだ
さい。番号をよくお確かめの上、お
かけくださるようお願いいたします。