

Instrukcja obsługi

Zestaw do oznaczania gęstości dla wagi analitycznej KERN ABT

KERN ABT-A01

Wersja 1.0

02/2007

PL





KERN ABT-A01

Wersja 1.0 2/2007

Instrukcja obsługi

Zestaw do oznaczania gęstości dla wagi analitycznej KERN ABT

Spis treści:

1	WPROWADZENIE	4
1.1	ZAKRES DOSTAWY	5
2	INSTALACJA ZESTAWU DO OZNACZANIA GĘSTOŚCI	7
3	ZASADA OZNACZANIA GĘSTOŚCI	9
3.1	WIELKOŚCI WPŁYWAJĄCE I ŹRÓDŁA BŁĘDÓW	10
4	OZNACZANIE GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH	11
4.1	AKTYWACJA FUNKCJI	12
4.2	WPROWADZANIE GĘSTOŚCI CIECZY	13
4.3	WYKONYWANIE POMIARU	14
5	OZNACZANIE GĘSTOŚCI CIECZY	14
5.1	AKTYWACJA FUNKCJI	14
5.2	WPROWADZANIE GĘSTOŚCI WYPORNIKA SZKLANEGO	16
5.3	WYKONYWANIE POMIARU	17
6	WARUNKI PRECYZYJNYCH POMIARÓW	18
6.1	PRZELICZANIE WYNIKÓW	18
6.2	CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA BŁĄD POMIARU	19
6.2.1	<i>Pęcherzyki powietrza</i>	19
6.2.2	<i>Przedmiot badany w postaci ciała stałego</i>	19
6.2.3	<i>Ciecze</i>	19
6.2.4	<i>Powierzchnia</i>	19
6.2.5	<i>Wypornik szklany do pomiarów cieczy</i>	20
6.3	INFORMACJE OGÓLNE	20
6.3.1	<i>Gęstość / gęstość względna</i>	20
6.3.2	<i>Dryf wskazania wagi</i>	20
7	TABELA GĘSTOŚCI CIECZY	21
8	NIEPEWNOŚĆ POMIARU PRZY OZNACZANIU GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH	22
9	WSKAZÓWKI UŻYTKOWE	23

1 Wprowadzenie

Wskazówki bezpieczeństwa:

Aby zapewnić niezawodną i bezproblemową eksploatację tego instrumentu, należy przestrzegać następujących środków ostrożności.

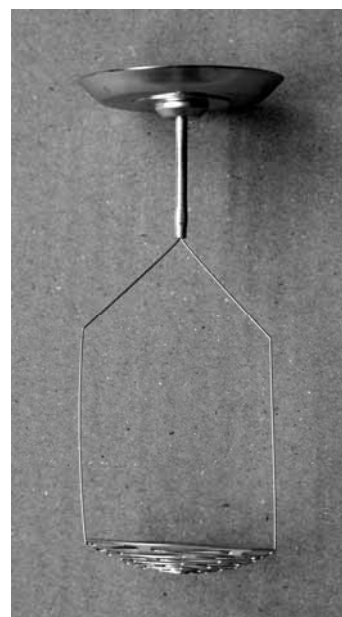
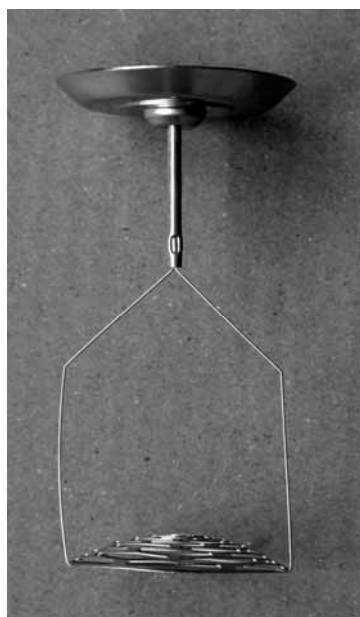
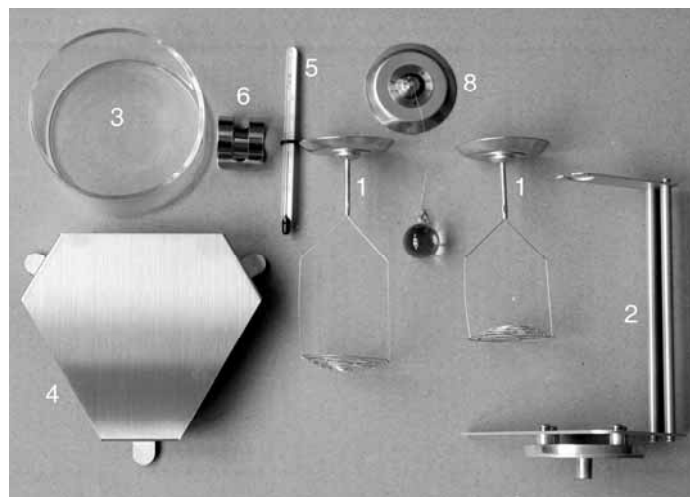
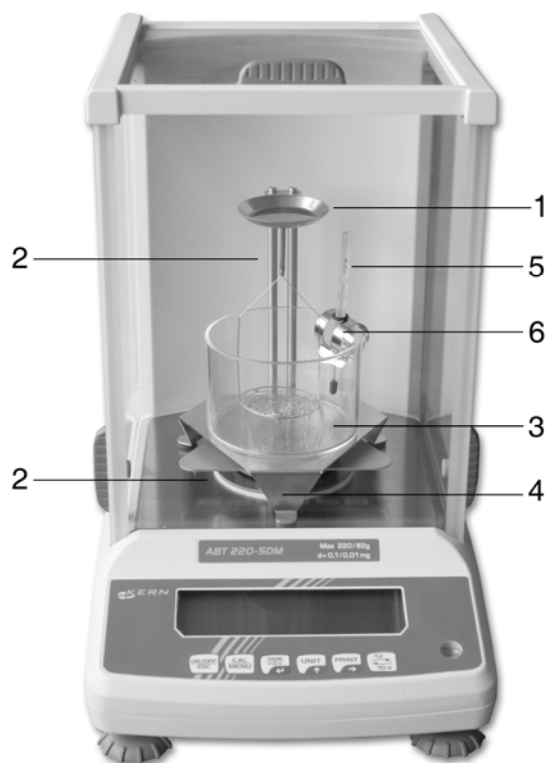
1. Uważnie przeczytać instrukcję obsługi.
2. Ostrożnie obchodzić się z tym zestawem i wagą, są to instrumenty precyzyjne. Zestaw obejmuje elementy szklane. Wszystkie elementy szklane należy chronić przed potrąceniami i uderzeniami.
3. Nie demontować zestawu ani wagi.

KERN ABT-A01 Zestaw do oznaczania gęstości dla wag analitycznych serii **KERN ABT** (Dokł. odczytu $d = 0,1$ mg).

Zestaw ten przeznaczony jest do efektywnego oznaczania gęstości ciała stałego za pomocą wagi analitycznej. Ponadto za pomocą dodatkowego wypornika można oznaczyć gęstość cieczy.

W niniejszej instrukcji opisano tylko prace wykonywane z zestawem do określania gęstości. Dalsze informacje dotyczące obsługi wagi znajdują się w instrukcji obsługi dołączonej do każdej wagi.

1.1 Zakres dostawy



MONTAŻ TERMOMETRU:

Nr	Oznaczenie
1	Podstawka kombinowana (szalka na próbki i szalka z sitkiem), 2 x
2	Podstawka wagi ze stojakiem
3	Menzurka szklana
4	Podstawka na menzurkę szklaną
5	Termometr
6	Uchwyt termometru
7	--
8	Wypornik szklany

2 Instalacja zestawu do oznaczania gęstości

1. Wyłączyć wagę i odłączyć od napięcia zasilającego.
2. Otworzyć boczne drzwiczki szklanej komory ważenia wagi i wyjąć pierścień osłonowy, płytkę wagi i wspornik płytki wagi.



3. Ostrożnie ustawić podstawkę wagi ze stojakiem na dnie komory ważenia.



4. Podstawkę na menzurkę szklaną ustawić bez dotykania podstawki wagi, w sposób pokazany na rysunku



5. Podstawkę kombinowaną (szalka na próbki i szalka z sitkiem) zawiesić na stojaku podstawki wagi. Należy przy tym zwracać uwagę, aby element centrujący górnej szalki na próbki zawiesić w wycięciu górnej części podstawki wagi.



6. Zamknąć drzwiczki szklane i włączyć napięcie zasilające wagi. Odczekać do zakończenia samodiagnozy wagi i wyświetlenia na wyświetlaczu symbolu „OFF”. W niektórych modelach przed wyświetleniem symbolu „OFF” również przeprowadzane jest automatyczne justowanie. (Wagę zamknąć z podstawką kombinowaną, ale bez cieczy w menzurce szklanej.)

7. Włączyć wagę za pomocą przycisku [ON/OFF], na wyświetlaczu zostanie wyświetlony symbol grama.

8. Termometr z uchwytem zamocować na menzurce szklanej. Menzurkę szklaną wypełnić znaną cieczą (do oznaczania gęstości ciał stałych) lub cieczą badaną (do oznaczania gęstości cieczy).

9. Chcąc ustawić menzurkę szklaną na środku podstawki, należy zdjąć podstawkę kombinowaną ze stojaka.

10. Ponownie zahaczyć podstawkę kombinowaną na stojaku i upewnić się, że szalka z sitkiem nie dotyka menzurki szklanej.

11. Odczekać, aż ciecz badana, znana ciecz, instrumenty lub wypornik będą miały taką samą temperaturę. Również waga musi mieć zapewniony wymagany czas nagrzewania. (patrz instrukcja obsługi wagi)

Uwaga:

- **Podstawka menzurki szklanej nie może dotykać do stojaka!**
- **Przy zainstalowanym zestawie do oznaczania gęstości nie jest możliwe prawidłowe justowanie. W celu prawidłowego justowania należy ponownie założyć płytke wagi.**

3 Zasada oznaczania gęstości

Trzy ważne wielkości fizyczne to: **objętość** i **masa** ciała, jak również **gęstość** substancji. Masa i objętość są ze sobą sprzężone poprzez gęstość:

Gęstość [ρ] jest to stosunek masy [m] do objętości [V].

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

Jednostką gęstości w układzie SI jest kilogram na metr sześcienny (kg/m^3). $1 \text{ kg}/\text{m}^3$ jest równy gęstości jednorodnego ciała, który przy masie 1 kg zajmuje objętość 1 m^3 . Innymi często stosowanymi jednostkami są:

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, 1 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

Dzięki zastosowaniu zestawu do oznaczania gęstości w połączeniu z wagą KERN ABT można szybko i pewnie określić gęstość ciał stałych oraz cieczy. W sposobie pracy tego zestawu do oznaczania gęstości wykorzystywana jest „**zasada Archimedesesa**”:

WYPÓR STANOWI SIŁĘ. DZIAŁA ONA NA CIAŁO ZANURZONE W CIECZY. WYPÓR CIAŁA JEST WPROST PROPORCJONALNY DO SIŁY CIĘŻKOŚCI WYPARTEJ PRZEZ NIE CIECZY. SIŁA WYPORU DZIAŁA PROSTOPADLE DO GÓRY.

Dzięki temu obliczenie gęstości odbywa się według następujących wzorów:

Oznaczanie gęstości ciał stałych:

Za pomocą tej wagi ciała stałe można ważyć zarówno w powietrzu [A], jak również w wodzie [B]. Jeżeli gęstość wypieranego medium [ρ_o] jest znana, gęstość ciała stałego [ρ] oblicza się w następujący sposób:

$$\rho = \frac{A}{A-B} \rho_o$$

- ρ = Gęstość próbki
- A = Masa próbki w powietrzu
- B = Masa próbki w cieczy pomiarowej
- ρ_o = Gęstość cieczy pomiarowej

Oznaczanie gęstości cieczy:

Gęstość cieczy określana jest za pomocą wypornika, którego objętość [V] jest znana. Wypornik ważony jest zarówno w powietrzu [A], jak również w cieczy badanej [B].

Zgodnie z prawem Archimedesesa na ciało zanurzone w cieczy działa siła wyporu [G]. Siła ta jest wprost proporcjonalna do siły ciężkości (ciężaru) cieczy wypartej przez objętość ciała.

Objętość [V] ciała zanurzonego jest równa objętości wypartej cieczy.

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

G = Wypór wypornika

Wypór wypornika =

Masa wypornika w powietrzu [A] - Masa wypornika w cieczy badanej [B]

A zatem:

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

ρ = Gęstość cieczy badanej

A = Masa wypornika w powietrzu

B = Masa wypornika w cieczy badanej

V = Objętość wypornika

ρ_L = Gęstość powietrza (0.0012 g/cm³)

3.1 Wielkości wpływające i źródła błędów

- ⇒ Ciśnienie powietrza
- ⇒ Temperatura
- ⇒ Odchyłka objętości wypornika ($\pm 0,005 \text{ cm}^3$)
- ⇒ Naprężenie powierzchniowe cieczy
- ⇒ Pęcherzyki powietrza
- ⇒ Głębokość zanurzenia szalki na próbki względnie wypornika
- ⇒ Porowatość ciała stałego

4 Oznaczanie gęstości ciał stałych

Przygotować wagę w sposób opisany w rozdz. 2 „Instalacja zestawu do oznaczania gęstości”.



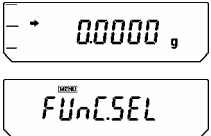
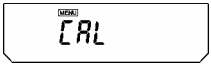
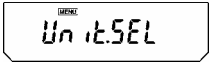

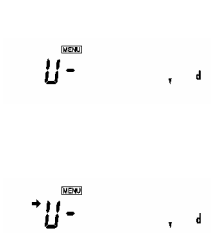
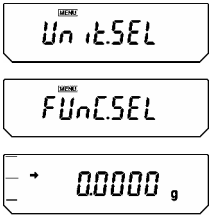
- ⇒ Uchwyt termometru umieścić na krawędzi szklanej menzurki.
- ⇒ Zawiesić termometr
- ⇒ Wlać do menzurki szklanej ciecz pomiarową, której gęstość ρ_0 jest znana. Wysokość napełnienia powinna wynosić ok. $\frac{3}{4}$ pojemności.
- ⇒ Menzurkę szklaną umieścić na środku podstawki.
- ⇒ Zawiesić szalkę na próbki na środku stojaka.
- ⇒ Tak długo regulować temperaturę cieczy pomiarowej, aż będzie ona stała.

4.1 Aktywacja funkcji

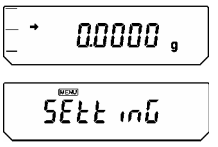
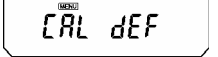
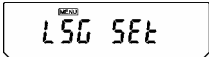
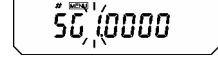
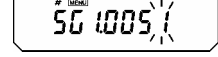
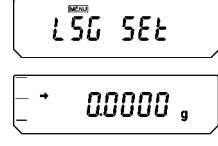
Wielokrotne naciśnięcie przycisku **[UNIT]** umożliwia przełączanie wskaźnika pomiędzy aktywowanymi jednostkami, trybami określania liczby sztuk, oznaczania procentów i gęstości.

Nie jest wymagane żadne dodatkowe oprogramowanie.


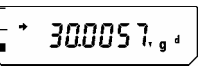
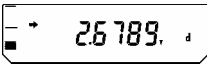
Ustawienia należy aktywować w menu:

	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [CAL], aż zostanie wyświetlony symbol „FUnC.SEL”.</p>
	<p>Nacisnąć przycisk [TARE].</p>
 <p>(Przykład)</p>	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [CAL], aż zostanie wyświetlony symbol „Unit.SEL”.</p>
	<p>Nacisnąć przycisk [TARE].</p>
	<p>Przycisk [CAL] umożliwia wybór następujących ustawień: „U- ,d” („,” odwrócony trójkąt) Aktualne ustawienia wskazywane są za pomocą wskaźnika ustabilizowania (➔). Potwierdzić swój wybór za pomocą przycisku [TARE]. Chcąc dezaktywować jednostkę lub funkcję, w każdym przypadku należy nacisnąć przycisk [TARE], gdy odpowiednie ustawienie wyświetlane jest na wyświetlaczu za pomocą wskaźnika ustabilizowania.</p>
	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [ON/OFF]. Następuje powrót wagi do menu/trybu ważenia.</p>

4.2 Wprowadzanie gęstości cieczy

	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [CAL], aż zostanie wyświetlony symbol „Setting”.</p>
	<p>Nacisnąć przycisk [TARE].</p>
	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [CAL], aż zostanie wyświetlony symbol „LSG SET”.</p>
 <p>(Przykład)</p>	<p>Nacisnąć przycisk [TARE]. Zostanie wyświetlona aktualnie ustawiona gęstość cieczy pomiarowej. W górnej części pola wskaźników wyświetlany jest symbol [MENU] i znak # informujący, że waga znajduje się w stanie wprowadzania numerycznego. Pierwsza pozycja z lewej strony miga.</p>
 <p>(Przykład)</p>	<p>Wprowadzić gęstość cieczy pomiarowej. Naciśnięcie przycisku [UNIT] umożliwia zwiększenie wartości numerycznej migającej pozycji każdorazowo o 1. Przycisk [PRINT] umożliwia określenie wartości migającej pozycji i przesunięcie migającego punktu o jedną pozycję w prawo. Zatwierdzić swoje ustawienie za pomocą przycisku [TARE].</p>
	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [ON/OFF], aż waga znajdzie się w trybie ważenia.</p>

4.3 Wykonywanie pomiaru

	Wielokrotnie nacisnąć przycisk [UNIT] , aż na wskaźniku zostanie wyświetlony tryb oznaczania gęstości ciała stałego „d”. Należy zwracać uwagę, że w czasie pomiaru masy w powietrzu również wyświetlany jest symbol „g”.
	Nacisnąć przycisk [TARE] . Położyć przedmiot pomiarowy na szalce na próbki. Po zakończonej sukcesem kontroli ustabilizowania nacisnąć przycisk [CAL] .
	Położyć przedmiot pomiarowy na zanurzonej szalce z sitkiem. Na wyświetlaczu zostanie wyświetlona gęstość przedmiotu pomiarowego. W razie konieczności, przy pustej szalce wagi zostanie wyświetlony symbol „dSP oL”, co jest normalne. W celu uruchomienia następnego pomiaru nacisnąć przycisk [CAL] i przycisk [TARE] i położyć przedmiot pomiarowy na szalce wagi.

5 Oznaczanie gęstości cieczy

Przygotować wagę w sposób opisany w rozdz. 2 „Instalacja zestawu do oznaczania gęstości”.

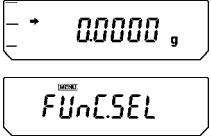

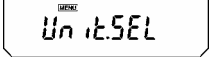

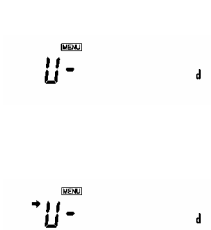
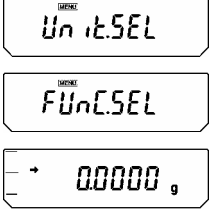
- ⇒ Uchwyt termometru umieścić na krawędzi szklanej menzurki.
- ⇒ Zawiesić termometr
- ⇒ Wlać ciecz pomiarową do menzurki szklanej. Wysokość napełnienia powinna wynosić ok. $\frac{3}{4}$ pojemności.
- ⇒ Tak długo regulować temperaturę cieczy pomiarowej, aż będzie ona stała.
- ⇒ Postawić gotową menzurkę szklaną.

5.1 Aktywacja funkcji

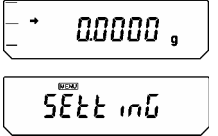
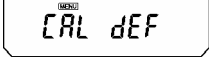
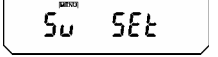
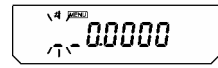
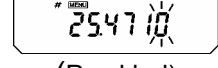
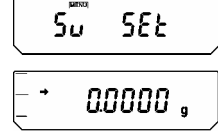
Wielokrotne naciśnięcie przycisku **[UNIT]** umożliwia przełączanie wskaźnika pomiędzy aktywowanymi jednostkami, trybami określania liczby sztuk, oznaczania procentów i gęstości.

Nie jest wymagane żadne dodatkowe oprogramowanie.

Ustawienia należy aktywować w menu:


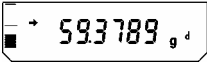
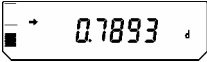
	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [CAL], aż zostanie wyświetlony symbol „FUnC.SEL”.</p>
	<p>Nacisnąć przycisk [TARE].</p>
 <p>(Przykład)</p>	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [CAL], aż zostanie wyświetlony symbol „Unit.SEL”.</p>
	<p>Nacisnąć przycisk [TARE].</p>
	<p>Przycisk [CAL] umożliwia wybór następujących ustawień: „U- d” Aktualne ustawienia wskazywane są za pomocą wskaźnika ustabilizowania (➔). Potwierdzić swój wybór za pomocą przycisku [TARE]. Chcąc dezaktywować jednostkę lub funkcję, w każdym przypadku należy nacisnąć przycisk [TARE], gdy odpowiednie ustawienie wyświetlane jest na wyświetlaczu za pomocą wskaźnika ustabilizowania.</p>
	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [ON/OFF]. Następuje powrót wagi do menu/trybu ważenia.</p>

5.2 Wprowadzanie gęstości wypornika szklanego

	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [CAL], aż zostanie wyświetlony symbol „SettinG”.</p>
	<p>Nacisnąć przycisk [TARE].</p>
	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [CAL], aż zostanie wyświetlony symbol „Sv SET”.</p>
 <p>(Przykład)</p>	<p>Nacisnąć przycisk [TARE]. Zostanie wyświetlona aktualnie ustawiona gęstość wypornika. W górnej części pola wskaźników wyświetlany jest symbol [MENU] i znak # informujący, że waga znajduje się w stanie wprowadzania numerycznego. Pierwsza pozycja z lewej strony miga.</p>
 <p>(Przykład)</p>	<p>Wprowadzić gęstość swojego wypornika. Naciśnięcie przycisku [UNIT] umożliwia zwiększenie wartości numerycznej migającej pozycji każdorazowo o 1. Przycisk [PRINT] umożliwia określenie wartości migającej pozycji i przesunięcie migającego punktu o jedną pozycję w prawo. Zatwierdzić swoje ustawienie za pomocą przycisku [TARE].</p>
	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [ON/OFF], aż waga znajdzie się w trybie ważenia.</p>

5.3 Wykonywanie pomiaru

Zdjąć podstawkę kombinowaną i menzurkę szklaną z podstawki.

	<p>Wielokrotnie nacisnąć przycisk [UNIT], aż na wskaźniku zostanie wyświetlony tryb oznaczania gęstości cieczy „d”. Należy zwracać uwagę, że w czasie pomiaru masy w powietrzu również wyświetlany jest symbol „g”.</p> <p>Nacisnąć przycisk [TARE]. Zawiesić wypornik szklany na stojaku w celu przeprowadzenia pomiaru w powietrzu.</p>
	<p>Po zakończonej sukcesem kontroli ustabilizowania nacisnąć przycisk [CAL].</p>
	<p>Ponownie wyjąć wypornik szklany.</p> <p>Menzurkę szklaną z cieczą badaną umieścić na podstawce dla menzurki szklanej.</p> <p>Ponownie zawiesić wypornik szklany na stojaku i zanurzyć go cieczy całkowicie i bez powstawania pęcherzyków.</p> <p>Na wyświetlaczu zostanie wyświetlona gęstość cieczy próbnej. Przy braku wypornika szklanego zostanie wyświetlony symbol „dSP oL”, co jest normalne.</p>

W celu uruchomienia następnego pomiaru nacisnąć przycisk **[CAL]** i **[TARE]** oraz ponownie zawiesić wypornik na stojaku bez menzurki szklanej, aby przeprowadzić pomiar w powietrzu.

Przed każdym napełnieniem cieczą badaną menzurka szklana musi być całkowicie czysta i sucha. To samo dotyczy również wyporników szklanych.

6 Warunki precyzyjnych pomiarów

Występują liczne możliwości błędów w trakcie oznaczania gęstości. W celu uzyskania precyzyjnych wyników przy stosowaniu tego zestawu do oznaczania gęstości w połączeniu z wagą niezbędne są dokładna wiedza i ostrożność.

6.1 Przeliczanie wyników

Podczas oznaczania gęstości przez wagę wyniki wyświetlane są zawsze z 4 miejscami po przecinku. Nie oznacza to jednak, że wyniki są dokładne aż do ostatniego wyświetlanego miejsca, jak przy obliczaniu wartości. Dlatego też do przeliczeń wykorzystywanych wyników ważenia należy podchodzić krytycznie.

Przykład określania gęstości ciała stałego:

W celu zagwarantowania najwyższej jakości wyników, zarówno licznik, jak również mianownik następującego wzoru muszą charakteryzować się żądaną dokładnością. Jeżeli jeden z nich jest niestabilny lub błędny, wówczas wynik jest również niestabilny i błędny.

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

- ρ = Gęstość próbki
- A = Masa próbki w powietrzu
- B = Masa próbki w cieczy pomiarowej
- ρ_0 = Gęstość cieczy pomiarowej

Jeżeli przedmiot badany jest ciężki, przenoszone jest to na dokładność wyniku. W wyniku tego wartość licznika zostaje zwiększona. Jeżeli przedmiot badany jest lekki, również przenoszone jest to na dokładność wyniku, ponieważ wypór (A-B) jest większy. W wyniku tego wynik mianownika jest większy. Należy również zwrócić uwagę na to, że dokładność gęstości cieczy pomiarowej ρ_0 przenosi się do licznika i również istotnie wpływa na dokładność wyniku.

Wynik gęstości przedmiotu badanego nie może być dokładniejszy niż najbardziej niedokładna z wyżej wymienionych pojedynczych wielkości.

Ten stan rzeczy obowiązuje także przy oznaczaniu gęstości cieczy i justowaniu wypornika szklanego.

6.2 Czynniki wpływające na błąd pomiaru

6.2.1 Pęcherzyki powietrza

Jeden mały pęcherzyk, przykładowo 1 mm^3 , w sposób istotny wpływa na pomiar, jeżeli przedmiot badany jest mały. Powoduje on zwiększenie wyporu o prawie 1 mg, co natychmiast oznacza błąd 2 cyfr. Dlatego należy zapewnić, aby do ciała stałego zanurzonego w cieczy nie przyłgnęły pęcherzyki powietrza. To samo dotyczy także wypornika szklanego zanurzonego w cieczy badanej.

Jeżeli pęcherzyki powietrza mogą być usunięte poprzez obracanie, należy to wykonywać ostrożnie, nie rozpryskiwać przy tym cieczy i nie zwilżyć zawieszenia szalki z sitkiem. Zwilżenie zawieszenia szalki z sitkiem prowadzi do zwiększenia masy.

Próbki ciała stałego lub wypornika szklanego nie należy dotykać gołymi palcami. Zaolejone powierzchnie powodują pęcherzyki powietrza, gdy przedmiot badany zostanie zanurzony w cieczy.

Przedmiotów badanych w postaci ciała stałego (szczególnie przedmioty płaskie) nie należy ustawiać na szalce z sitkiem poza cieczą, ponieważ w trakcie wspólnego zanurzania powstają pęcherzyki powietrza. Dodatkowo dno szalki z sitkiem należy sprawdzić pod względem występowania pęcherzyków powietrza po zanurzeniu przedmiotu badanego w cieczy.

6.2.2 Przedmiot badany w postaci ciała stałego

Jeżeli przedmiot badany posiada zbyt dużą objętość i został zanurzony w cieczy, poziom cieczy w menzurce szklanej ulega podniesieniu. Prowadzi to do tego, że część zawieszenia szalki z sitkiem zostanie zanurzona, a wypór ulegnie zwiększeniu. W wyniku tego masa przedmiotu badanego w cieczy staje się mniejsza.

Przedmioty badane o zmiennej objętości lub wchłaniające ciecz nie mogą być mierzone.

6.2.3 Ciecze

Temperatura wody musi być również uwzględniona. Gęstość wody zmienia się o ok. 0,01% na stopień Celsjusza. Jeżeli pomiar temperatury zawiera błąd 1 stopnia Celsjusza, 4. miejsce pomiaru jest niedokładne.

Jeżeli przedmiot badany wchłania ciecz lub w trakcie pomiaru ulega rozpuszczeniu w cieczy, należy wybrać inną ciecz. Należy również uwzględnić ewentualne parowanie cieczy.

6.2.4 Powierzchnia

Zawieszenie szalki z sitkiem przebija powierzchnię cieczy. Stan ten ulega zmianie w sposób ciągły. Jeżeli przedmiot badany lub wypornik szklany jest względnie mały, napięcie powierzchniowe pogarsza powtarzalność wyników. Dodanie niewielkiej ilości środka do mycia naczyń pozwala na pominięcie napięcia powierzchniowego i zwiększa powtarzalność wyników.

6.2.5 Wypornik szklany do pomiarów cieczy

Chcąc oszczędzać ciecze badane przy oznaczaniu gęstości cieczy, należy używać małych menzurek szklanych i odpowiednich wyporników szklanych. W rzeczywistości należy zwrócić uwagę, że większy wypornik szklany oznacza większą dokładność. Pożądane jest, aby wypór i objętość wypornika szklanego określane były możliwie najbardziej dokładnie. Wyniki te wykorzystywane są przy przeliczeniu gęstości cieczy, zarówno w mianowniku, jak i w liczniku wzoru.

6.3 Informacje ogólne

6.3.1 Gęstość / gęstość względna

Gęstość względna jest to masa ciała badanego dzielona przez masę wody (przy 4°C) o takiej samej objętości. Dlatego też gęstość względna nie ma żadnej jednostki.

Gęstość jest to masa dzielona przez objętość.

Jeżeli zamiast gęstości cieczy we wzorze wykorzystywana jest gęstość względna, uzyskuje się błędny wynik. Dla cieczy miarodajna jest tylko jej gęstość.

6.3.2 Dryf wskazania wagi

Dryfowanie (systematyczna zmiana wyników w określonym kierunku) nie ma żadnego wpływu na wynik końcowy oznaczania gęstości, chociaż wyświetlana masa dotyczy ważenia w powietrzu. Dokładne wartości wymagane są tylko wtedy, gdy gęstość cieczy oznaczana jest za pomocą wypornika szklanego.

W tym celu w niektórych modelach przeprowadzane jest samoczynne justowanie.

7 Tabela gęstości cieczy

Temperatura [°C]	Gęstość ρ [g/cm ³]		
	Woda	Alkohol etylowy	Alkohol metylowy
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

8 Niepewność pomiaru przy oznaczaniu gęstości ciał stałych

W tabeli tej przedstawiono przybliżoną dokładność odczytu wagi w połączeniu z zestawem do oznaczania gęstości. Należy przy tym zwrócić uwagę, że te teoretycznie wyznaczone wartości mogą ulegać zmianie w zależności od warunków otoczenia.

Należy również przestrzegać wskazówek zawartych w rozdziale 6.

Przykład dla poniższej tabeli:

Testowane jest ciało stałe o masie 5 gram i gęstości 3 g/cm^3 . Minimalna wyświetlana wartość gęstości wynosi $0,0004 \text{ g/cm}^3$. Dlatego też ostatnie wyświetlane miejsce na wyświetlaczu (dokładność odczytu $0,0001$) dla tego pomiaru jest nieistotne.

Przybliżona dokładność odczytu przy oznaczaniu gęstości (przy zastosowaniu zakresu 0,1 mg)						
Masa (g) przedmiotu badanego Gęstość przedmiotu badanego (g/cm^3)	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

9 Wskazówki użytkowe

- Do utworzenia powtarzalnej wartości średniej koniecznych jest kilka pomiarów gęstości.
- Próbkę/korpus (wypornik) szklany/menzurkę szklaną odporne na rozpuszczalniki należy odtłuścić.
- Szalki na próbki/korpus (wypornik) szklany/menzurkę szklaną należy regularnie czyścić, nie dotykać rękami zanurzanej części.
- Próbkę/korpus (wypornik) szklany/pincetę po każdym pomiarze należy osuszyć.
- Wielkość próbki należy dopasować do szalki na próbki (idealna wielkość próbki > 5 g).
- Stosować tylko wodę destylowaną.
- Przy pierwszym zanurzeniu lekko potrząsnąć szalką na próbki i wypornikiem, w celu uwolnienia ewentualnych pęcherzyków powietrza.
- Koniecznie zwracać uwagę na to, aby przy ponownym zanurzeniu w cieczy nie powstawały dodatkowe pęcherzyki powietrza; najlepiej wkładać próbkę za pomocą pincety.
- Silnie przylegające pęcherzyki powietrza ściągnąć za pomocą pincety lub innego środka pomocniczego.
- Aby uniknąć przylegania pęcherzyków powietrza, próbkę o chropowatej powierzchni należy wcześniej wygładzić.
- Zwracać uwagę na to, aby w trakcie ważenia na górną szalkę na próbki nie kapłała woda z pincety.
- Aby zredukować naprężenie powierzchniowe wody i tarcie wody o drut, do cieczy pomiarowej dodać trzy krople dostępnego w handlu środka powierzchniowo-czynnego (środek do mycia naczyń) (zmianę gęstości wody destylowanej w wyniku dodania środka powierzchniowo-czynnego można pominąć).
- Próbki owalne można łatwo chwycić pincetą za zarysy karbów.
- Gęstość porowatych substancji stałych można oznaczyć jedynie w przybliżeniu. W trakcie zanurzania w cieczy pomiarowej nie całe powietrze zostaje wyparte z porów, co prowadzi do błędów wyporu.
- Aby uniknąć silnych wstrząsów wagi, próbkę należy wkładać ostrożnie.
- Unikać wyładowań statycznych, np. korpus (wypornik) szklany czyścić tylko za pomocą bawełnianej ściereczki.
- Jeżeli gęstość ciała stałego różni się jedynie niewiele od wody destylowanej, jako ciecz pomiarową można zastosować etanol. Ale wcześniej należy sprawdzić, czy próbka jest odporna na rozpuszczalniki. Ponadto w trakcie prac z etanolem należy koniecznie zachować obowiązujące przepisy bezpieczeństwa.
- Ostrożnie obchodzić się z korpusami (wypornikami) szklanymi (utrata roszczeń gwarancyjnych w przypadku uszkodzenia).