



## **INSTRUKCJA OBSŁUGI**

ZESTAW DO POMIARU GĘSTOŚCI  
DO WAG ATA, AKA I ALN

## SPIS TREŚCI:

1. Wstęp	3
2. Kompletacja	3
3. Opis mechaniczny zestawu	4
3.1 Przygotowanie zestawu do pracy	6
3.2 Opis działania	6
4. Zasady pomiaru gęstości	7
4.1 Określenia	7
4.2 Czynniki mające wpływ na wynik pomiaru gęstości	8
5. Opis funkcji wyznaczania gęstości ciała stałego lub cieczy	10
5.1 Wyznaczanie gęstości ciała stałego i cieczy	11
5.2 Wyznaczanie gęstości ciała stałego i cieczy (wagi z wyświetlaczem graficznym)	13
6. Praktyczne uwagi	16

## 1. Wstęp

Instrukcja obsługi zestawu jest uzupełnieniem instrukcji obsługi wagi i ma na celu zapoznanie z niektórymi teoretycznymi i praktycznymi aspektami pomiaru gęstości.

Zestaw pozwala na wykonywanie pomiarów gęstości ciał stałych i cieczy.

Zestaw stanowi przyrząd mechaniczny umożliwiający sprawne wykonywanie pomiarów masy przedmiotów w powietrzu i przy zanurzeniu w cieczy za pomocą wagi wyposażonej w funkcję specjalną realizującą obliczenia arytmetyczne.

Stosowanie zestawu pozwala zaoszczędzić czas wykonującego pomiary oraz pozwala wyeliminować ryzyko błędu rachunkowego, występujące przy „ręcznej” metodzie wyliczeń.

Wynik pomiaru gęstości może zostać wydrukowany na drukarce termicznej, drukarce etykiet lub typowej drukarce komputerowej oraz może zostać wysłany do komputera w celu dalszego przetwarzania.

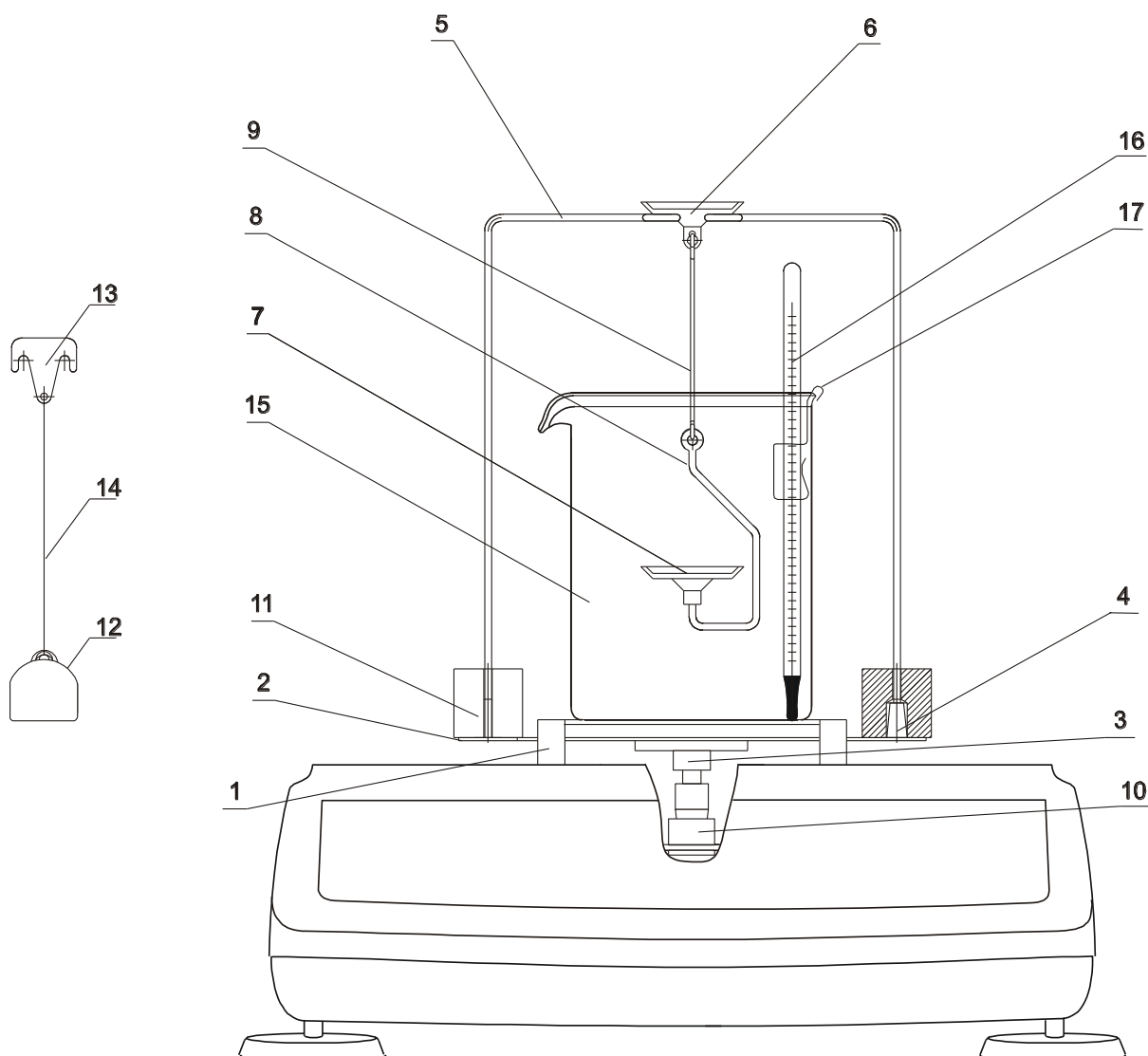
Zestawy do pomiaru gęstości stanowią wyposażenie dodatkowe do wag serii ATA(ATZ)220-520, AKA(AKZ)220-620 i ALN60-220. Ponieważ zastosowanie zestawu wymaga uaktywnienia funkcji specjalnej Density w wadze, wskazane jest zamawianie zestawu razem z wagą. Jeżeli zestaw zamawiany jest do wagi używanej przez Klienta a nie posiadającej funkcji Density, niezbędna jest wizyta w serwisie w celu uaktywnienia funkcji.

## 2. Kompletacja

W skład zestawu wchodzi:

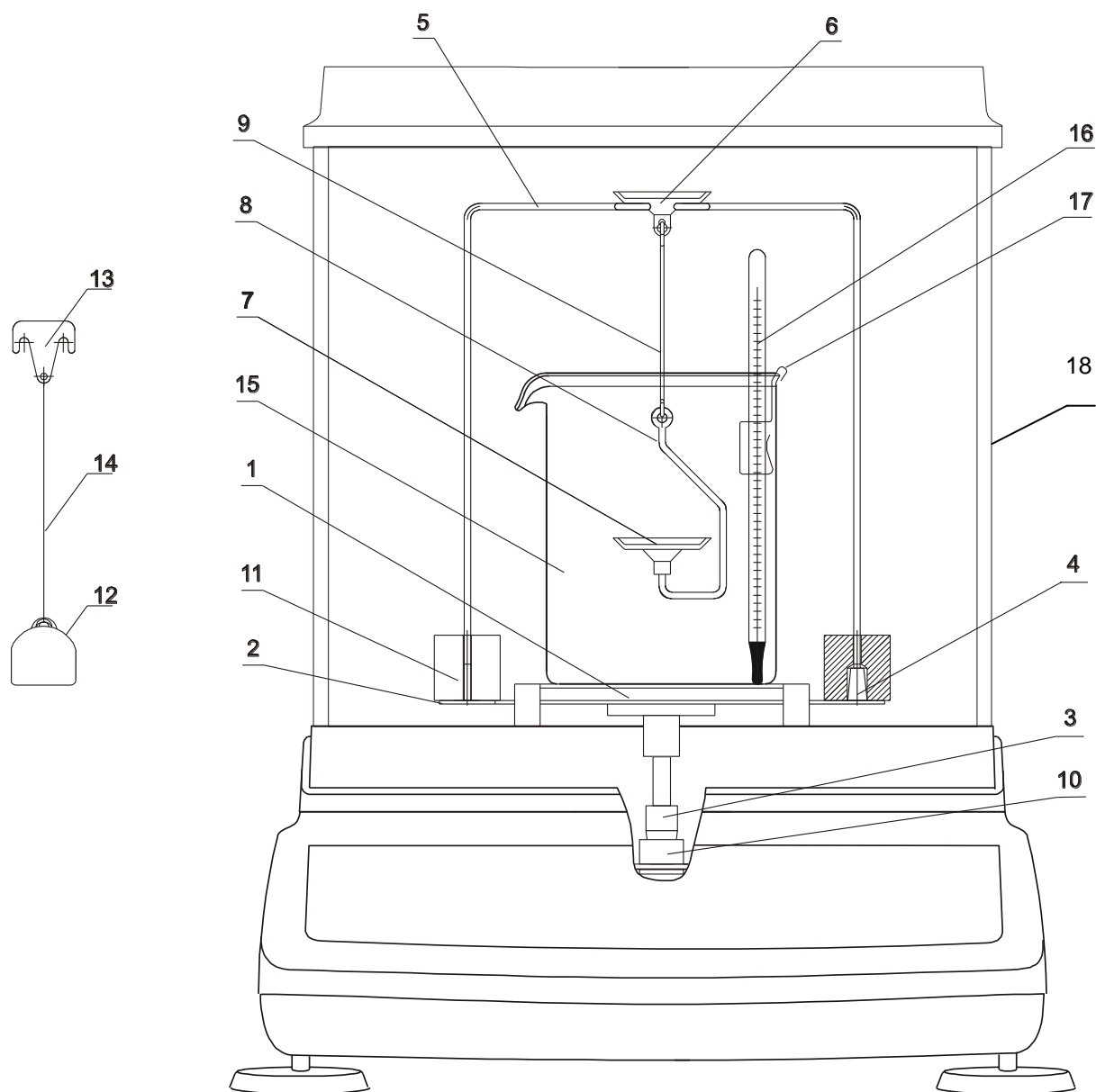
- a) podstawka pod zlewkę (1 - rys.1)
- b) szalka z ramką (2,4,5)
- c) tacka górna (6)
- d) tacka dolna z zawieszeniem (7,8)
- e) wieszak tacki (9)
- f) balast (11) – 2szt.
- g) nurnik z zawieszeniem (12,13,14)
- h) zlewka (15)
- i) termometr (16)
- j) uchwyt termometru (17)
- k) instrukcja obsługi zestawu

### 3. Opis mechaniczny zestawu



Rys.1: Widok wag ATA(ATZ) i AKA(AKZ) z zestawem do pomiaru gęstości:

- |                                |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 – podstawka pod zlewkę       | 10 – tuleja mechanizmu wagi |
| 2 – szalka z ramką             | 11 – balast                 |
| 3 – trzpień szalki ze stożkiem | 12 – nurnik                 |
| 4 – tulejka                    | 13 – wieszak nurnika        |
| 6 – tacka górna                | 14 – zawiesie nurnika       |
| 7 – tacka dolna                | 15 – zlewka                 |
| 8 - zawieszenie tacki dolnej   | 16 – termometr              |
| 9 – wieszak tacki              | 17 – uchwyt termometru      |



Rys.2: Widok wagi ALN z zestawem do pomiaru gęstości:

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1 – podstawka pod zlewkę       | 11 – balast (stosowany w razie potrzeby) |
| 2 – szalka z ramką             | 12 – nurnik                              |
| 3 – trzpień szalki ze stożkiem | 13 – wieszak nurnika                     |
| 4 – tulejka                    | 14 – zawiesie nurnika                    |
| 6 – tacka górna                | 15 – zlewka                              |
| 7 – tacka dolna                | 16 – termometr                           |
| 8 - zawieszenie tacki dolnej   | 17 – uchwyt termometru                   |
| 9 – wieszak tacki              | 18 – osłona komory ważenia               |
| 10 – tuleja mechanizmu wagi    |  |

### **3.1 Przygotowanie zestawu do pracy**

W celu zamontowania zestawu do wagi należy usunąć szalkę wagi unosząc ją do góry. Następnie w miejsce szalki w tuleję mechanizmu wagi 10 należy włożyć trzpień szalki zakończony stożkiem 3 zestawu i nałożyć balasty 11 na tulejki 4. Na pokrywie wagi ustawić podstawkę 1, a na niej zlewkę 15. Umocować termometr 16 z uchwytem 17 w zlewce.

Podstawa nie może dotykać do szalki i balastów. Termometr nie może dotykać do tacki i ramki. Wypełnić zlewkę cieczą co najmniej do poziomu wieszaka tacki 9 (tacka dolna wraz z zawieszeniem musi być całkowicie zanurzona).

Do pomiaru gęstości ciał stałych: umieścić tackę górną 6 w wygięciu ramki 5, zawiesić wieszak 9 i tackę dolną 7.

Do pomiaru gęstości cieczy: zawiesić wieszak nurnika 13 w wygięciu ramki 5.

**Uwaga:** Przy włączeniu zasilania wagi tacka górna z wieszakiem i tacką dolną oraz nurnik muszą być zdjęte z wagi, w przeciwnym wypadku podczas autotestów wagi pojawi się komunikat „Błąd obciążenia”. Po zakończeniu autotestów i autokalibracji wagi należy zawiesić tacki lub nurnik i wytarować wagę.

### **3.2 Opis działania**

Przy pomiarze gęstości ciała stałego badane ciało umieszczane jest najpierw na tacce górnej i ważone w powietrzu, a następnie na tacce dolnej w celu zważenia przy zanurzeniu w cieczy. Zlewka powinna być napełniona cieczą do wysokości zapewniającej pełne zanurzenie badanego ciała.

Przy pomiarze gęstości cieczy najpierw nurnik umieszczany jest w wygięciu ramki i ważony w powietrzu, a następnie zawieszony na wieszaku ważony jest przy zanurzeniu w cieczy.

Na podstawie tych dwóch pomiarów wyliczane są gęstości, przy czym wzory obliczeń są inne dla pomiaru gęstości ciała stałego i gęstości cieczy.

Termometr służy do wyznaczenia temperatury cieczy, która ma wpływ na wynik pomiaru gęstości.

#### 4. Zasady pomiaru gęstości

Zasada pomiaru opiera się na prawie Archimedesesa:

Ciało zanurzone w cieczy traci pozornie na ciężarze tyle ile waży ciecz przez nie wyparta.

##### 4.1 Określenia

Gęstość

Stosunek masy ciała do jego objętości.

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

gdzie:

m – masa,

V – objętość.

Gęstość względna (masa właściwa)

Stosunek gęstości danej substancji do gęstości substancji przyjętej jako wzorzec. Dla ciał stałych podaje się zazwyczaj gęstość względną substancji w określonej temperaturze pod ciśnieniem 1013hPa (1atm)

$$\rho_w = \frac{\rho}{\rho_o} = \frac{m}{V * \rho_o}$$

gdzie:

$\rho$  – gęstość bezwzględna substancji badanej,

$\rho_o$  – gęstość bezwzględna wody o temperaturze 4°C.

Wzór do wyliczenia gęstości ciała stałego stosowany przez program wagi (wg prawa Archimedesesa):

$$\rho = \frac{m_1}{m_1 - m_2} * \rho_o$$

gdzie:

$m_1$  – masa próbki w powietrzu,

$m_2$  – masa próbki zanurzonej w cieczy,

$\rho_o$  – gęstość cieczy.

Wzór do wyliczenia gęstości cieczy stosowany przez program wagi  
(wg prawa Archimedes'a):

$$\rho = \frac{m_1 - m_2}{V} + \rho_p$$

gdzie:

$m_1$  – masa nurnika w powietrzu,  
 $m_2$  – masa nurnika zanurzonego w cieczy,  
 $V$  – objętość nurnika,  
 $\rho_p$  – gęstość powietrza ( $<0,001\text{g/cm}^3$ ).

## **4.2 Czynniki mające wpływ na wynik pomiaru gęstości**

### ***Dokładność pomiaru masy***

Maksymalny błąd pomiaru gęstości wynikający z błędu pomiaru masy dla próbki o objętości  $1\text{cm}^3$  wynika z dopuszczalnego błędu obiegowego wagi  $\pm 0,010\text{g}$ . Przy zastosowaniu próbki o większej objętości błąd proporcjonalnie maleje. Zaleca się używanie próbki o objętości większej niż  $5\text{cm}^3$ , co w praktyce ogranicza błąd do ok.  $0,002\text{g/cm}^3$ .

### ***Wypór powietrza***

Błąd związany z wyporem powietrza ma wartość mniejszą niż  $0,0001\text{g/cm}^3$ .

### ***Temperatura cieczy***

Podczas pomiaru gęstości ciał stałych gęstość cieczy, użytej do zanurzania, ma istotny wpływ na wynik pomiaru. Z tego względu niezbędne jest zmierzenie temperatury cieczy. Dla wody destylowanej program wagi automatycznie wprowadza niezbędną poprawkę na podstawie wpisanej temperatury. W przypadku użycia innej cieczy należy korzystając z tabel lub wzorów wpisać wartość gęstości cieczy odpowiadającą jej temperaturze.

Dla wody destylowanej gęstość zmienia się o ok.  $0,0002\text{g/cm}^3/^{\circ}\text{C}$ .

Objętość nurnika

Tolerancja podanej objętości nurnika wynosi  $\pm 0,005\text{cm}^3$ .

### ***Zmiana poziomu cieczy w zlewce po zanurzeniu badanego ciała stałego***

Podniesienie się poziomu cieczy powoduje, że dłuższy odcinek zawieszenia tacki dolnej jest zanurzony, a zatem zwiększa się siła wyporu działająca na zawieszenie. Przy objętości badanego ciała  $5\text{cm}^3$  powoduje to błąd wyniku pomiaru gęstości mniejszy niż  $0,001\text{g/cm}^3$ . Zaleca się aby dolna tacka wraz z zawieszeniem była całkowicie zanurzona.



### ***Napięcie powierzchniowe***

Napięcie powierzchniowe powoduje oddziaływanie siłowe na zawieszenie dolnej tacki przy pomiarze gęstości ciał stałych oraz na drut, na którym zawieszony jest nurnik, przy pomiarze gęstości cieczy. Wywierana siła powoduje błąd mniejszy niż 0,001g i może być pominięta.

### ***Pęcherzyki powietrza***

Pęcherzyki powietrza przyczepione do powierzchni zanurzonego ciała powodują dodatkową siłę wyporu, która powoduje błąd pomiaru. Wypór pęcherzyka o średnicy 1mm wynosi 0,5mg.

Ilość powstających pęcherzyków zależy od kształtu i rodzaju ciała zanurzonego. Odtłuszczenie powierzchni pozwala zmniejszyć przylepianie się pęcherzyków.

### 5. Opis funkcji wyznaczania gęstości ciała stałego lub cieczy

Funkcja pozwala na wyznaczenie gęstości ciała stałego na podstawie wagi w powietrzu i wagi materiału zanurzonego w cieczy o znanej gęstości wg wzoru:

$$\rho = \frac{m_1}{m_1 - m_2} * \rho_{\text{cieczy}}$$

gdzie:

$m_1$ -masa w powietrzu

$m_2$ -masa w cieczy

Pomiar składa się z dwóch faz:

Faza I – pomiar próbki ciała stałego w powietrzu

Faza II – pomiar przy zanurzeniu próbki w cieczy

Funkcja pozwala także na wyznaczenie gęstości cieczy na podstawie wagi nurnika (o znanej objętości) w powietrzu i w cieczy badanej. Wykorzystywany jest wzór:

$$\rho = \frac{m_1 - m_2}{V}$$

gdzie:

$m_1$ -masa nurnika w powietrzu

$m_2$ -masa nurnika w cieczy

$V$  – objętość nurnika

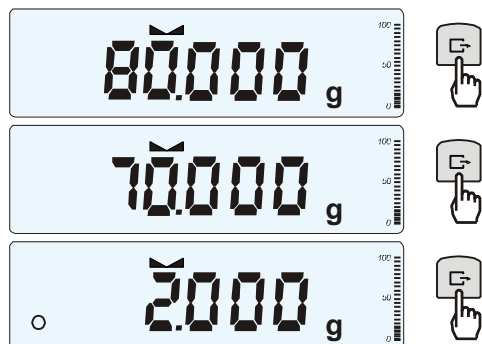
Objętość nurnika jest podana na jego wieszaku.

Tu również pomiar odbywa się w dwóch fazach:

Faza I – pomiar nurnika w powietrzu

Faza II – pomiar przy zanurzeniu nurnika w badanej cieczy

## 5.1 Wyznaczanie gęstości ciała stałego i cieczy



### Wyznaczanie gęstości ciała stałego

Funkcja pozwala na wyznaczenie gęstości ciała stałego na podstawie wagi w powietrzu i wagi ciała zanurzonego w cieczy o znanej gęstości wg wzoru:

$$g = \frac{m_1}{m_1 - m_2} * g_{\text{cieczy}}$$

gdzie:  $m_1$  - masa w powietrzu  
 $m_2$  - masa w cieczy

Dla wody destylowanej ( $H_2O$ ) i spirytusu ( $EthAnOL$ ), jako cieczy najczęściej używanych, wartość  $g_{\text{cieczy}}$  jest wyliczana automatycznie z uwzględnieniem temperatury. Wartość temperatury należy wpisać z dokładnością do  $0,5^\circ C$ .

Do wpisania należy użyć klawiszy:

▼ - zwiększanie cyfry,

→ - kropka dziesiętna,

→T← - przejście do następnej cyfry,

MENU - zakończenie wpisywania.

Dla innych cieczy (*othEr*), należy wpisać bezpośrednio wartość gęstości cieczy biorąc pod uwagę jej zależność od temperatury.

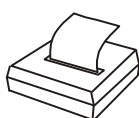
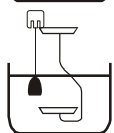
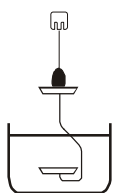
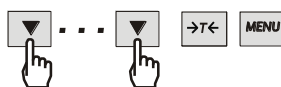
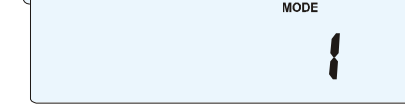
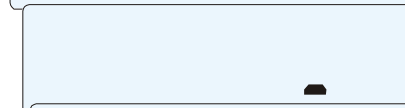
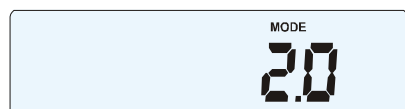
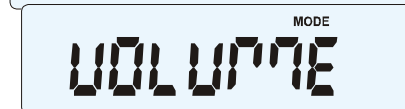
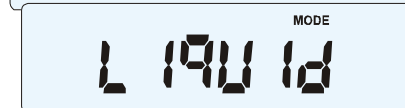
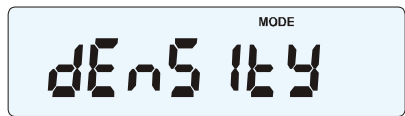
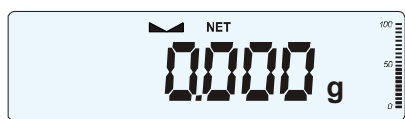
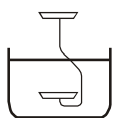
Faza I: Pomiar w powietrzu

Faza II: Pomiar w cieczy

Ostatnie naciśnięcie klawisza → powoduje wydruk wyniku i przejście do następnego pomiaru gęstości.

Jeżeli do wagi podłączona jest drukarka, nastąpi wydruk wyników pomiaru gęstości ciała stałego w następującej formie:

Data: ...	Godz. ...
NUMER POMIARU	= ...
MASA w powietrzu	= ... g
MASA w cieczy	= ... g
GĘSTOŚĆ MASY	= ... g/cm <sup>3</sup>
Gęstość cieczy	= ... g/cm <sup>3</sup>
Temperatura cieczy	= ... °C



## Wyznaczanie gęstości cieczy

Funkcja pozwala na wyznaczenie gęstości cieczy na podstawie wagi nurnika o znanej objętości w powietrzu i cieczy badanej na podstawie wzoru:

$$g = \frac{m_1 - m_2}{V}$$

gdzie:

$m_1$  - masa nurnika w powietrzu

$m_2$  - masa nurnika w cieczy

$V$  - objętość nurnika

Objętość nurnika jest podana na jego wieszaku. Do wpisania wartości objętości należy użyć klawiszy:

- ▼ - zwiększanie cyfry,
- ↵ - kropka dziesiętna,
- T← - przejście do następnej cyfry,
- MENU - zakończenie wpisywania.

Faza I: Pomiar w powietrzu

Faza II: Pomiar w cieczy

Ostatnie naciśnięcie klawisza **G** powoduje wydruk wyniku i przejście do następnego pomiaru gęstości.

## 5.2 Wyznaczanie gęstości ciała stałego i cieczy (wagi z wyświetlaczem graficznym)

APLIKACJE

☐ ...  
☐ **Gęstość**  
☐ ...  
 Wyjście

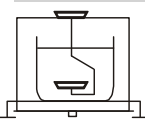
GĘSTOŚĆ

1. Aktywacja  
 2. Podgląd  
 3. Typ materiału:           <C.stale><Ciecz>  
 4. Rodzaj cieczy:        <Woda><Etanol><Inna>  
 5. Gęstość cieczy:        ..... g/cm<sup>3</sup>  
 6. Skrót:                <-><F1><F2>...<F5>  
 7. Wyjście

Opcje aplikacji:

- *Aktywacja* – przejście do pomiaru gęstości,
- *Podgląd* – sprawdzenie stanu rejestru sumującego,
- *Typ materiału* – ciało stałe lub ciecz,
- *Rodzaj cieczy* – woda, etanol lub inna (tu wpisać gęstość),
- *skrót* – klawisz szybkiego dostępu, klawiszami nawigacyjnymi wybrać klawisz skrótu: F1, F2, ... lub F5.

Max ... Min ... e= ... d= .. II



→T←

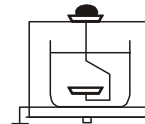
AUT DEN  
**0.0000 g**

0%
|
100%

### Kolejność czynności dla ciała stałego:

Po wybraniu typu materiału, rodzaju cieczy lub jej gęstości oraz włączeniu *Aktywacji* wytarować wagę klawiszem →T←.

Max ... Min ... e= ... d= .. II



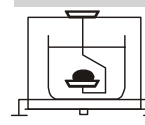
ENTER

AUT DEN  
**10.0900 g**

0%
|
100%

Nalożyć badane ciało stałe na górną tackę (pomiar w powietrzu) i nacisnąć *ENTER*.

Max ... Min ... e= ... d= .. II




ENTER

AUT DEN  
**8.0910 g**


0%
|
100%

Nalożyć badane ciało stałe na dolną tackę (pomiar w cieczy) i nacisnąć *ENTER*.


GĘSTOŚĆ/PODGLĄD



Masa w powietrzu : 10.090g  
 Masa w cieczy : 8.0910g  
 Gęstość masy : 5.0370g/cm<sup>3</sup>  
 Gęstość z kompens. : 5.0360g/cm<sup>3</sup>

 wydruk
CLR - wyjście

Następuje wyświetlenie wyników oraz dostępnych opcji:

 - wydruk zawartości rejestrów,

CLR - powrót do sumowania.

W celu zakończenia pracy z aplikacją należy ponownie wywołać aplikację i wybrać *Dezaktywację*.

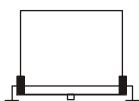
## GĘSTOŚĆ

1. Aktywacja
2. Podgląd
3. Typ materiału:                   <Stałe><Ciecz>
4. Objętość nurnika:               .....
5. Gęstość cieczy:                   ..... g/cm<sup>3</sup>
6. Skrót:                           <-><F1><F2>...<F5>
7. Wyjście

Opcje aplikacji:

- *Aktywacja* – przejście do pomiaru gęstości,
- *Podgląd* – sprawdzenie stanu rejestru sumującego,
- *Typ materiału* – ciało stałe lub ciecz,
- *Objętość nurnika* – tu wpisać wartość objętości podaną na nurniku,
- *skrót* – klawisz szybkiego dostępu, klawiszami nawigacyjnymi wybrać klawisz skrótu: F1, F2, ... lub F5.

Max ... Min ... e= ... d= .. II



→T←

0%

AUT DEN

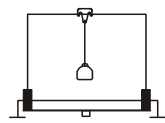
**0.0000 g**

100%

### ***Kolejność czynności dla cieczy:***

Po wybraniu cieczy jako typu materiału, wpisaniu objętości nurnika i włączeniu *Aktywacji* wytarować wagę klawiszem →T←.

Max ... Min ... e= ... d= .. II



ENTER

0%

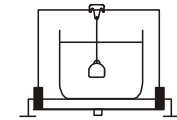
AUT DEN

**10.0900 g**

100%

Zawiesić nurnik bez zanurzania go w zlewce z badaną cieczą (pomiar w powietrzu) i nacisnąć *ENTER*.

Max ... Min ... e= ... d= .. II



ENTER

0%

AUT DEN

**8.0910 g**

100%

Zawiesić nurnik zanurzając go w zlewce z badaną cieczą (pomiar w cieczy) i nacisnąć *ENTER*.

## GĘSTOŚĆ/PODGLĄD



Masa w powietrzu : 10.090g  
 Masa w cieczy : 8.091g  
 Gęstość cieczy : 5.037g/cm<sup>3</sup>  
 Gęstość z kompens. : 5.036g/cm<sup>3</sup>



- wydruk

CLR - wyjście

Następuje wyświetlenie wyników oraz dostępnych opcji:


- ☐ - wydruk zawartości rejestrów,
- CLR - powrót do sumowania.

W celu zakończenia pracy z aplikacją należy ponownie wywołać aplikację i wybrać *Dezaktywację*.

## INSTRUKCJA OBSŁUGI

---

W celu wydrukowania wyników pomiaru należy podłączyć drukarkę do wyjścia RS232C wagi. Sposób podłączenia opisany jest w rozdziale nt. komunikacji wagi.

Po każdym pomiarze wydruk można uzyskać za pomocą klawisza  (można także zaznaczyć kursorem opcję *Wydruk raportu* i nacisnąć *ENTER*).

Postać wydruku:

Numer pomiaru	=	
Masa w powietrzu	=	... g
Masa w cieczy	=	... g
Gęstość ...	=	... g/cm <sup>3</sup>
Gęstość z kompens.	=	... g/ cm <sup>3</sup>
Gęstość wody	=	... g/cm <sup>3</sup>
Temperatura wody	=	... °C

### **6. Praktyczne uwagi**

1. Poziom cieczy w zlewce powinien zapewniać całkowite zanurzenie tacki dolnej z zawieszeniem.
2. Zaleca się odtłuszczenie badanego przedmiotu lub nurnika.
3. Badany przedmiot powinien zapewniać pewny uchwyt pensetą, np. nacięcie, co pozwoli uniknąć wyslizgnięcia się mokrego przedmiotu i rozbicie zlewki.
4. Powierzchnia próbki nie powinna być porowata (o ile to możliwe) ze względu na przyklejanie się pęcherzyków powietrza.
5. Zaleca się kilkakrotne wykonywanie pomiaru w celu wyeliminowania ryzyka błędu.
6. Przed kolejnym pomiarem należy próbkę lub nurnik osuszyć, gdyż pozostałości płynu powodują błędny wynik pomiaru masy w powietrzu, który wpływa na wyliczany wynik pomiaru gęstości.
7. Podczas pomiaru w powietrzu szalka musi być sucha bez śladów cieczy. Zaleca się osuszania szalki i pensety przed pomiarem.
8. Podczas osuszania przedmiotu badanego lub nurnika nie należy stosować materiału powodującego powstanie ładunków elektrostatycznych. Zaleca się używanie preparatów antyelektrostatycznych.
9. Wielkość mierzonego ciała stałego nie ma wpływu na wynik pomiaru gęstości co do zasady, jednak ze względu na dokładność pomiaru korzystne jest użycie możliwie dużej próbki, porównywalnej z wielkością tacki.
10. Poziom cieczy ustalony powinien być przed rozpoczęciem pomiaru gęstości ciała stałego i powinien zapewniać całkowite zanurzenie ramienia dolnej tacki.
11. Przy pomiarze gęstości cieczy nurnik powinien być zanurzony ok. 1 cm poniżej poziomu cieczy.