

KIT

Zestaw do wyznaczania gęstości ciał stałych i cieczy

Wagi serii XA, AS, PS

INSTRUKCJA OBSŁUGI

ITKU-53-02-07-18-PL



LIPIEC 2018

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	4
2. ZASADA POMIARU GĘSTOŚCI	5
2.1. DEFINICJE	5
2.2. ŹRÓDŁA BŁĘDÓW POMIARU	6
3. ZALECENIA PRODUCENTA	8
4. KIT 85 - ZESTAW DO WYZNACZANIA GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH I CIECZY – WAGI SERII XA, AS	9
5. KIT 128 - ZESTAW DO WYZNACZANIA GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH I CIECZY – WAGI SERII PS.....	10
6. KIT 195 - ZESTAW DO WYZNACZANIA GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH I CIECZY – WAGI SERII PS.....	11
7. SPOSÓB MONTAŻU ZESTAWU NA WADZE XA	12
8. SPOSÓB MONTAŻU ZESTAWU NA WADZE AS	13
9. SPOSÓB MONTAŻU ZESTAWU NA WADZE PS Z SZALKĄ 128X128 MM	14
10. SPOSÓB MONTAŻU ZESTAWU NA WADZE PS Z SZALKĄ 195X195 MM.....	15
11. POMIAR GĘSTOŚCI DLA WAG SERII PS.....	16
11.1. POMIAR GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH	16
11.1.1. POMIAR GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH O GĘSTOŚCI MNIEJSZEJ NIŻ GĘSTOŚĆ CIECZY.....	19
11.2. POMIAR GĘSTOŚCI CIECZY	20
12. POMIAR GĘSTOŚCI DLA WAG SERII AS I XA	22
12.1. POMIAR GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH	22
12.1.1. POMIAR GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH O GĘSTOŚCI MNIEJSZEJ NIŻ GĘSTOŚĆ CIECZY.....	23
12.1.2. POMIAR GĘSTOŚCI GRANULATU.....	24
12.2. POMIAR GĘSTOŚCI CIECZY	25
13. TABELE.....	26
13.1. TABELA 1. ZALEŻNOŚĆ GĘSTOŚCI WODY DESTYLOWANEJ OD TEMPERATURY	26
13.2. TABELA 2. ZALEŻNOŚĆ GĘSTOŚCI WODY OD TEMPERATURY.....	26
13.3. TABELA 3. GĘSTOŚCI NIEKTÓRYCH MATERIAŁÓW.....	27
13.4. TABELA 4. GĘSTOŚCI NIEKTÓRYCH CIECZY PRZY 20 °C	27

1. WSTĘP

Wyznaczanie gęstości ciał stałych i cieczy jest nieodłącznym elementem pracy wielu laboratoriów. Mając to na względzie, firma RADWAG opracowała program pozwalający usprawnić proces wyznaczania gęstości.

Metoda tradycyjna wymaga od operatora wielu pomiarów i nie mniej żmudnych obliczeń. W efekcie otrzymywany wynik gęstości próbki może być obarczony szeregiem błędów obliczeniowych i systematycznych, a czas potrzebny na wyznaczenie gęstości ciała stałego lub cieczy jest stosunkowo długi.

W przypadku zastosowania wag z funkcją wyznaczania gęstości można znacznie uprościć i przyspieszyć ten proces. Czas potrzebny na otrzymanie wyniku końcowego jest krótki, ze względu na to, iż wszystkie obliczenia wykonuje program wagi, a użytkownik ogranicza swoją pracę do czynności manualnych, takich jak:

- obsługa klawiatury wagi,
- umieszczenie próbek na szalkach,
- zawieszanie nurnika.

Wyznaczanie gęstości jest możliwe dzięki zastosowaniu zestawu do pomiaru gęstości ciał stałych i cieczy. Stanowi on dodatkowe wyposażenie wag laboratoryjnych. Oprogramowanie umożliwiające określanie gęstości charakteryzuje się przede wszystkim:

- prostotą obsługi (wszystkie czynności są opisane przy pomocy komunikatów, eksponowanych dla użytkownika na wyświetlaczu),
- pewnością (wszystkie obliczenia wykonuje program automatycznie),
- szybkim przetwarzaniem danych (wynik otrzymywany jest po określeniu masy próbki w wodzie lub nurnika w cieczy),
- rzetelną obróbką danych (przed każdorazowym pomiarem masy wskazanie wyświetlacza jest automatycznie zerowane – dzięki temu wyniki są rzetelne i odzwierciedlają stan faktyczny),
- możliwością drukowania wyników na dowolnej drukarce lub ich przesyłania do komputera celem dalszego ich przetwarzania.

2. ZASADA POMIARU GĘSTOŚCI

2.1. DEFINICJE

- **Gęstość**

Gęstość oznacza stosunek masy próbki do jej objętości.

$$\rho = \frac{M}{V} \quad [g/cm^3]$$

ρ - gęstość próbki
 M - masa próbki
 V - objętość próbki

- **Gęstość względna**

Gęstość względna oznacza stosunek gęstości próbki do gęstości wody (o objętości równej objętości próbki), w temperaturze 4°C, przy ciśnieniu 1013,25 hPa.

$$S = \frac{M}{V \times \rho_n}$$

S - gęstość względna
 M - masa próbki
 V - objętość

ρ_n - gęstość wody w temperaturze 4°C przy ciśnieniu 1013,25 hPa

- **Prawo Archimedesesa**

Ciało zanurzone w cieczy pozornie traci na wadze tyle, ile wynosi masa wypartej przez to ciało cieczy.

- **Gęstość ciał stałych**

Gęstość ciał stałych wyliczana jest według poniższego wzoru:

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

ρ - gęstość próbki
 A - masa próbki w powietrzu
 B - masa próbki w cieczy
 ρ_o - gęstość cieczy

- **Gęstość cieczy**

Gęstość cieczy oblicza się według poniższego wzoru:

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

- ρ - gęstość cieczy
- A - masa nurnika w powietrzu
- B - masa nurnika w wodzie
- V - objętość nurnika
- d - gęstość powietrza (max 0,001 g/cm³)

2.2. ŹRÓDŁA BŁĘDÓW POMIARU

Program wpisany do pamięci wag oblicza i eksponuje na wyświetlaczu cyfrowym wyniki pomiarów gęstości z dokładnością 0,001 g/cm³. Należy jednak pamiętać, że wynik pomiaru może być obarczony dodatkowymi błędami.

- **Błąd pomiaru masy**

Masa próbki (w powietrzu i w wodzie) wyznaczana jest przez wagę z dokładnością 0,001g.

- **Wypór powietrza**

Wypór powietrza określa wzór:

$$d = \frac{0,0012932}{1 + 0,0036728 \times t} \times \frac{p}{1013,25}$$

- t - temperatura powietrza [°C]
- p - ciśnienie powietrza

- **Temperatura cieczy**

Podczas pomiaru gęstości ciał stałych gęstość cieczy, w której dokonywany jest pomiar, zmienia się wraz z jej temperaturą.

Gęstość cieczy (H₂O i C₂H₅OH) jest przyjmowana przez program wagi z tabel, zapisanych w procesorze, w zależności od zmierzonej temperatury cieczy tuż przed pomiarem.

Natomiast gęstość innej znanej cieczy jest wprowadzana do pamięci wagi przez użytkownika przez procesem wyznaczania gęstości.

Uwaga:

Poprawki zmiany gęstości dla wody destylowanej i alkoholu wprowadzane są automatycznie przez program wagi.

- **Objętość nurnika**

Podana jest na haczyku i jest wyrażona w cm^3 .

- **Napięcie powierzchniowe**

Podczas pomiaru gęstości ciała stałego na szalkę działa siła (napięcie powierzchniowe) pomiędzy cięgnem szalki i powierzchnią cieczy.

Podczas pomiaru cięgno o średnicy 0,2 mm wywiera siłę ok. 1 mg. Siła ta nie ma praktycznie wpływu na wynik pomiaru.

- **Pęcherzyki powietrza**

Siła wyporu pęcherzyka o średnicy 1 mm wynosi ok. 0,5mg. Przylepność pęcherzyka zależy od kształtu próbki i materiału, z którego jest pobrana.

Pęcherzyki powietrza znacznie łatwiej przyczepiają się do powierzchni zatłuszczonych.

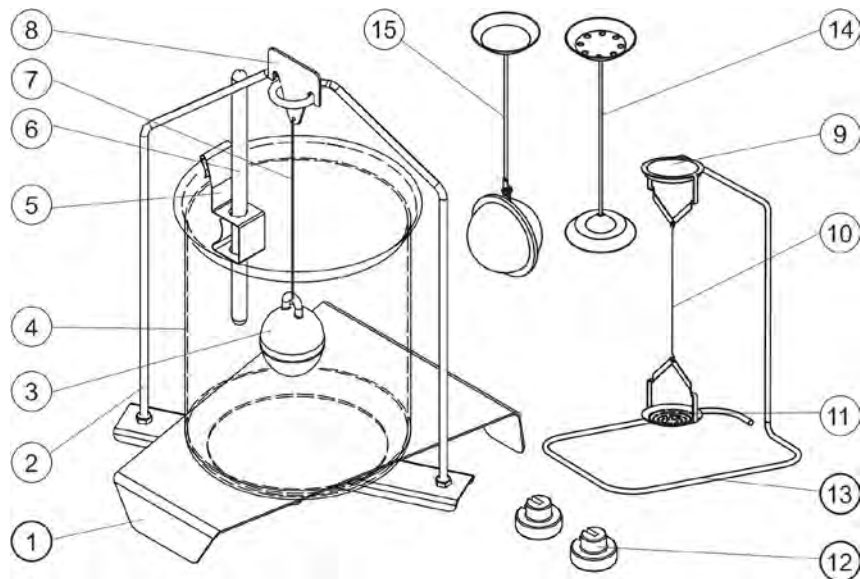
3. ZALECENIA PRODUCENTA

1. *Gęstość ciał stałych należy określać na podstawie kilku pomiarów.*
2. *Badana próbka musi być odtłuszczona.*
3. *W przypadku przedmiotów owalnych, które trudno uchwycić pincetą, należy naciąć karb, umożliwiając pewne uchwycenie próbki.*
4. *Powierzchnia próbki nie może być powierzchnią porowatą. Sprzyja to przyczepianiu się pęcherzyków powietrza.*
5. *Przed każdym kolejnym pomiarem należy próbkę osuszyć. Jeżeli nie zostanie osuszona, to efektem będzie inna masa próbki w powietrzu przy kolejnym pomiarze, a wyliczona przez program wagi gęstość będzie obarczona błędem.*
6. *Materiał badany należy delikatnie umieszczać na szalkach zestawu, nie powodując uderów.*
7. *Poziom cieczy musi być tak ustalony, aby ramię dolnej szalki było całkowicie w niej zanurzone.*
8. *Wielkość próbki należy dobrać względem wielkości szalek zestawu.*
9. *Masa próbki użytej do badań powinna być większa niż 5g.*
10. *Czynnikiem zniekształcającym pomiary może być woda, którą zdarza się przenieść wraz z pincetą na górną szalkę. Należy zatem po wyjęciu próbki z wody osuszyć również pincetę.*
11. *Gęstość cieczy należy określać na podstawie kilku pomiarów.*
12. *Badana ciecz powinna mieć ustabilizowaną temperaturę.*
13. *Nurnik musi być odtłuszczony. Jeżeli jego powierzchnia będzie zatłuszczona, to sprzyjać to będzie przyczepianiu się pęcherzyków powietrza.*
14. *Przed pomiarem należy dokładnie umyć zlewkę.*
15. *Ilość cieczy należy tak dobrać, aby nurnik był zanurzony około 10 – 15 mm poniżej powierzchni cieczy.*
16. *Nurnik należy wieszać na wieszaku szalek delikatnie, nie powodując uderów.*
17. *Czynnikiem zniekształcającym pomiary może być badana ciecz, która pozostaje na nurniku. Może to spowodować różnice masy nurnika w powietrzu przy kolejnych ważeniach. Należy po każdorazowym ważeniu w cieczy osuszyć nurnik.*

Uwaga:

- *Do osuszania nurnika nie należy używać tkanin z tworzyw sztucznych, ponieważ powodują one powstawanie ładunków elektrostatycznych. Zalecane jest zwilżenie tkaniny płynem antystatycznym lub pianką antystatyczną.*
- *Uszkodzenia szklanego nurnika powstałe podczas eksploatacji (ułamania, stłuczenia) nie podlegają naprawom w ramach gwarancji.*

4. KIT 85 - ZESTAW DO WYZNACZANIA GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH I CIECZY – WAGI SERII XA, AS



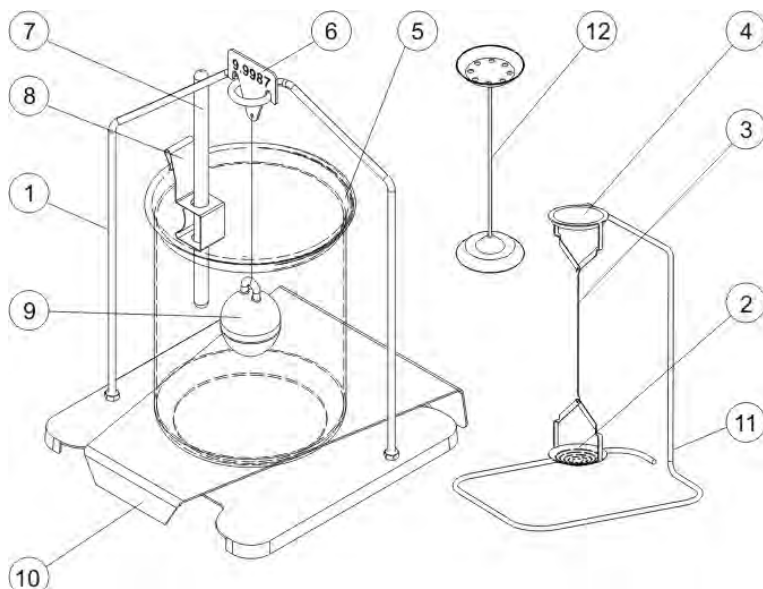
W skład zestawu wchodzi:

1	Podstawa zlewki	9	Górna szalka zestawu do pomiaru gęstości ciał stałych
2	Wieszak szalek	10	Cięgno szalek
3	Nurnik	11	Dolna szalka zestawu do pomiaru gęstości ciał stałych
4	Zlewka	12	Dodatkowy ciężarek
5	Uchwyt termometru	13	Dodatkowy wieszak dla zestawu szalek lub nurnik
6	Termometr	14	Dodatkowy zestaw szalek do wyznaczenia gęstości ciał stałych, które mają gęstość mniejszą od gęstości wody
7	Cięgno nurnika	15	Dodatkowy zestaw szalek do wyznaczenia gęstości granulatów
8	Haczyk		

Uwaga:

- Części zestawu należy przechowywać w pudełku.
- Nie należy odkładać zestawu szalek lub nurnika na blat stołu, grozi to uszkodzeniem poszczególnych elementów.
- Jeżeli zestaw szalek lub nurnik nie jest używany, powinien być umieszczony na dodatkowym wieszaku.

5. KIT 128 - ZESTAW DO WYZNACZANIA GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH I CIECZY – WAGI SERII PS



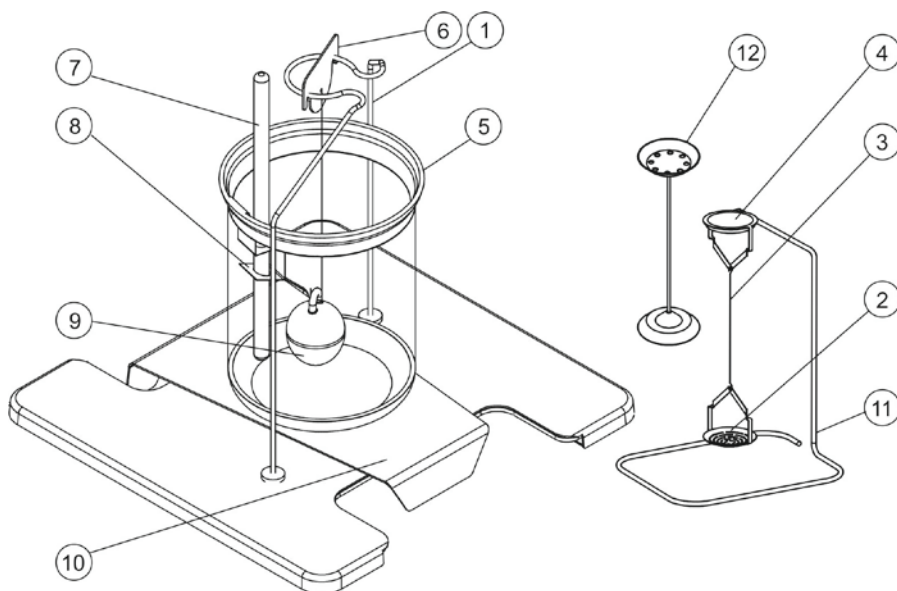
W skład zestawu wchodzi:

1	Szalka wraz z wieszakiem	7	Termometr
2	Dolna szalka zestawu do pomiaru gęstości ciał stałych	8	Uchwyt termometru
3	Cięgno	9	Nurnik
4	Górna szalka zestawu do pomiaru gęstości ciał stałych	10	Podstawa zlewki
5	Zlewka	11	Dodatkowy wieszak dla zestawu szalek lub nurnik
6	Haczyk	12	Dodatkowy zestaw szalek do wyznaczenia gęstości ciał stałych, które mają gęstość mniejszą od gęstości wody

Uwaga:

- Części zestawu należy przechowywać w pudełku.
- Nie należy odkładać zestawu szalek lub nurnika na blat stołu, grozi to uszkodzeniem poszczególnych elementów.
- Jeżeli zestaw szalek lub nurnik nie jest używany, powinien być umieszczony na dodatkowym wieszaku.

6. KIT 195 - ZESTAW DO WYZNACZANIA GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH I CIECZY – WAGI SERII PS



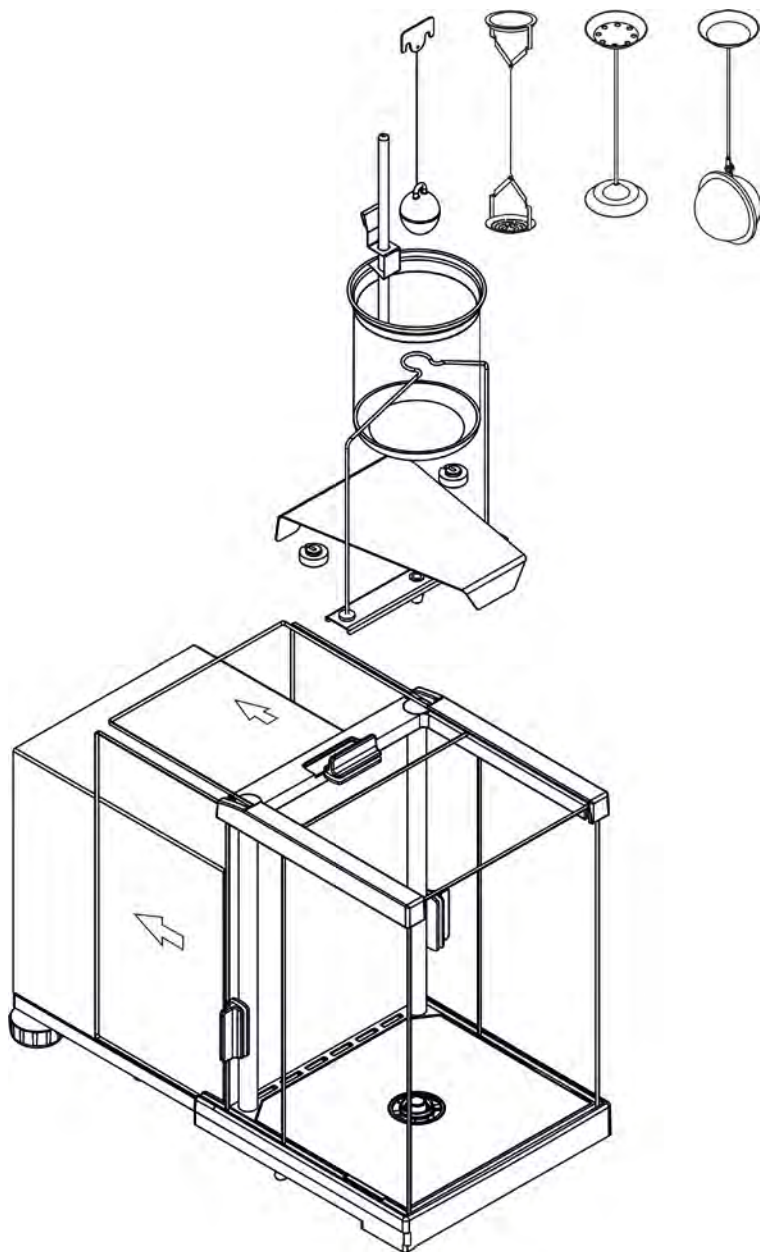
W skład zestawu wchodzi:

1	Szalka wraz z wieszakiem	7	Termometr
2	Dolna szalka zestawu do pomiaru gęstości ciał stałych	8	Uchwyt termometru
3	Cięgno	9	Nurnik
4	Górna szalka zestawu do pomiaru gęstości ciał stałych	10	Podstawa zlewki
5	Zlewka	11	Dodatkowy wieszak dla zestawu szalek lub nurnik
6	Haczyk	12	Dodatkowy zestaw szalek do wyznaczenia gęstości ciał stałych, które mają gęstość mniejszą od gęstości wody

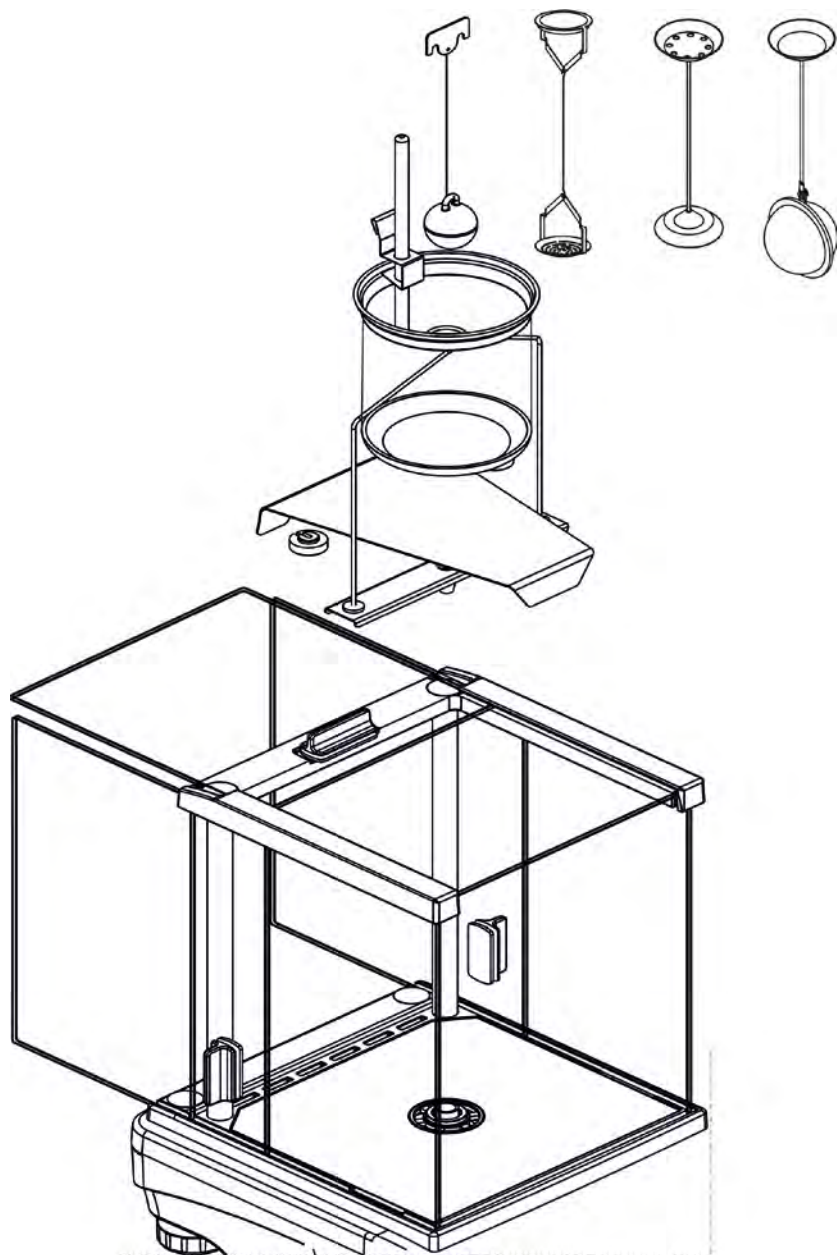
Uwaga:

- Części zestawu należy przechowywać w pudełku.
- Nie należy odkładać zestawu szalek lub nurnika na blat stołu, grozi to uszkodzeniem poszczególnych elementów.
- Jeżeli zestaw szalek lub nurnik nie jest używany, powinien być umieszczony na dodatkowym wieszaku.

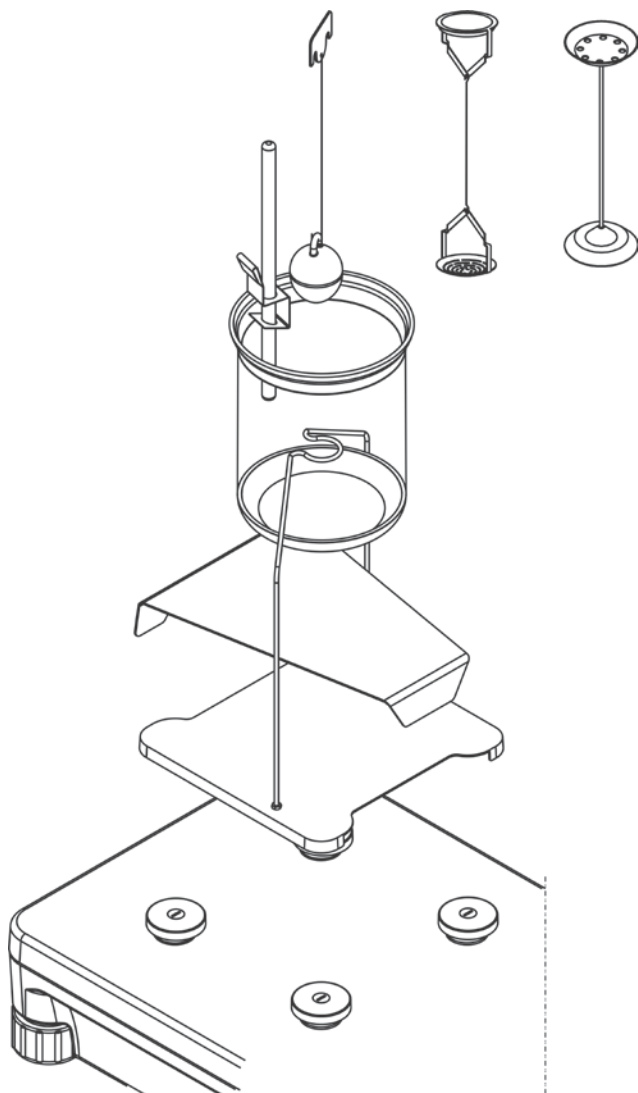
7. SPOSÓB MONTAŻU ZESTAWU NA WADZE XA



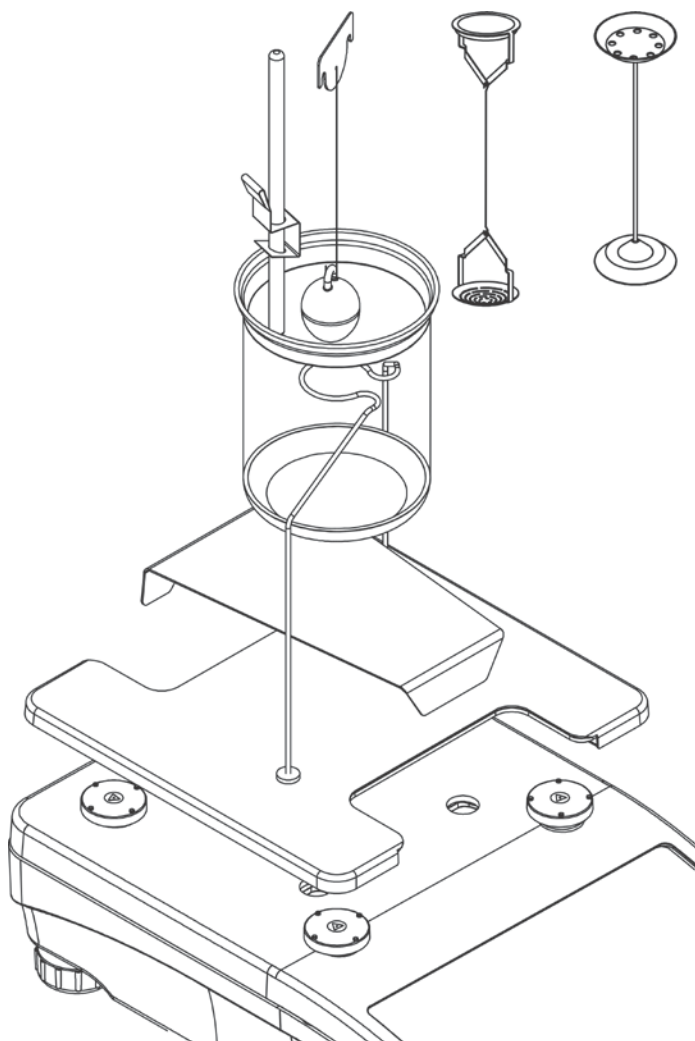
8. SPOSÓB MONTAŻU ZESTAWU NA WADZE AS



9. SPOSÓB MONTAŻU ZESTAWU NA WADZE PS z szalką 128x128 mm



**10. SPOSÓB MONTAŻU ZESTAWU NA WADZE PS
z szalką 195x195 mm**



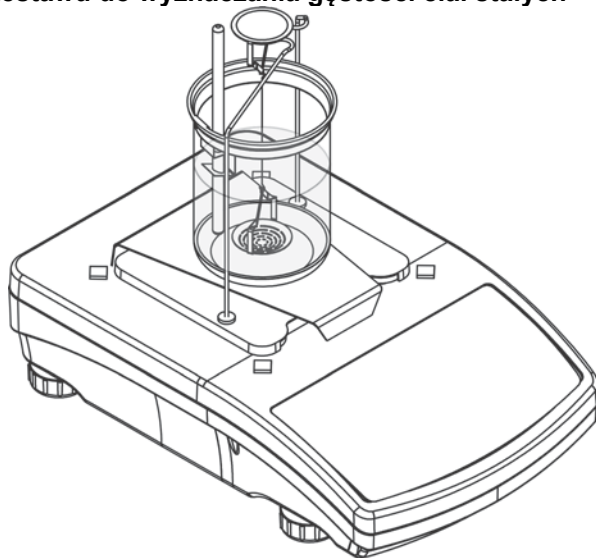
11. POMIAR GĘSTOŚCI DLA WAG SERII PS

Po zainstalowaniu zestawu do wyznaczania gęstości nie można dokonać kalibracji wagi. Należy kalibrować wagę przed zainstalowaniem zestawu.

11.1. POMIAR GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH

Należy zdjąć szalkę wagi, następnie zainstalować zestaw do pomiaru gęstości zgodnie z pkt. 8. Należy ustawić zlewkę na podstawie tak, żeby nie dotykała wieszaka. Następnie należy zamontować termometr w uchwycie termometru i założyć go na obrzeżu zlewki. Napełnić zlewkę cieczą, w której będzie badana próbka (woda destylowana, alkohol lub inna o znanej gęstości) do objętości około $\frac{3}{4}$ objętości zlewki. Należy zainstalować zestaw szalek centralnie wewnątrz zlewki, następnie sprawdzić temperaturę cieczy w zlewce. Należy zwrócić uwagę, aby temperatura cieczy w zlewce w czasie pomiarów była stabilna (gęstość cieczy zależy od temperatury – może to wpłynąć na rzetelność pomiarów). W ten sposób przygotowanie zestawu do pomiaru gęstości ciał stałych jest zakończone.

Instalacja zestawu do wyznaczania gęstości ciał stałych



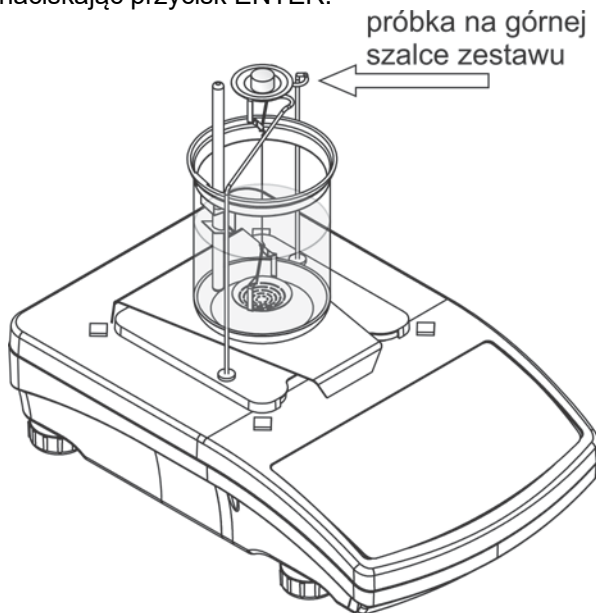
Procedura:

1. Zdjąć szalkę wagi.
2. Założyć szalkę zestawu w miejsce szalki wagi.
3. Ustawić zlewkę na podstawie tak, żeby nie dotykała wieszaka szalek.

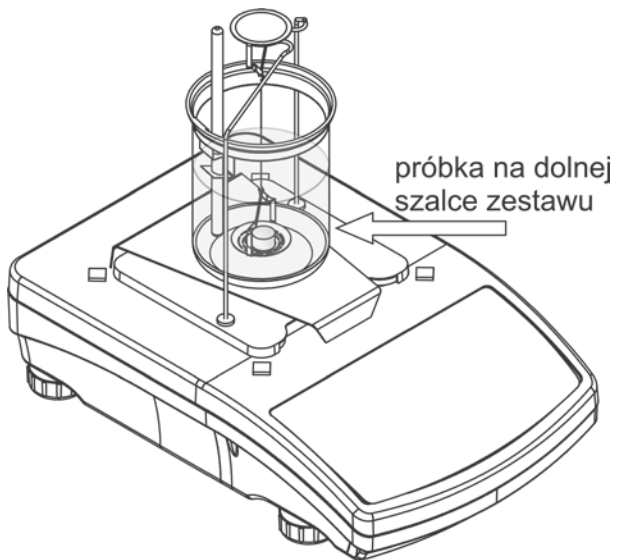
4. Zamontować termometr w uchwycie termometru i założyć go na obrzeże zlewki.
5. Napełnić zlewkę cieczą, w której będzie badana próbka (około $\frac{3}{4}$ objętości zlewki).
6. Zainstalować wieszak szalek centralnie wewnątrz zlewki.
7. Sprawdzić temperaturę cieczy w zlewce, w czasie pomiarów powinna ona być stabilna (gęstość cieczy jest zależna od temperatury).
8. Nacisnąć przycisk ZERO lub TARE na elewacji wagi.

Wybór cieczy, w której będzie realizowany pomiar:

- Jeżeli wybrano WODĘ LUB ALKOHOL, należy odczytać z termometru temperaturę cieczy i wpisać ją do pamięci wagi.
- Rozpocząć procedurę wyznaczania gęstości (opis procedury zawarty jest w instrukcji wagi).
- Umieścić próbkę na górnej szalce i zapisać jej masę do pamięci wagi, naciskając przycisk ENTER.



- Umieścić próbkę na dolnej szalce i zapisać jej masę do pamięci wagi, naciskając przycisk ENTER.



Program wagi automatycznie wyliczy gęstość próbki. Zostanie ona wyświetlona w oknie głównym, a raport zostanie wydrukowany na urządzeniu podłączonym do odpowiedniego portu wagi.

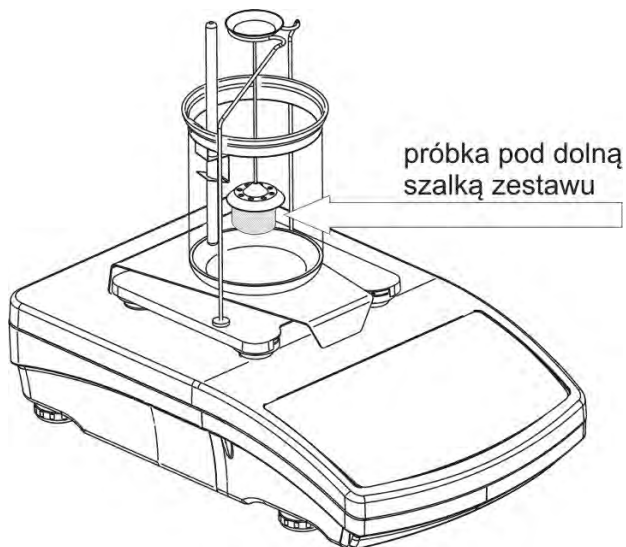
11.1.1. POMIAR GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH O GĘSTOŚCI MNIJSZEJ NIŻ GĘSTOŚĆ CIECZY

(próbka pływa po powierzchni cieczy)

Pomiar odbywa się jak poprzednio, jedyną różnicą jest konieczność umieszczenia próbki dla drugiego pomiaru pod dolną szalką.

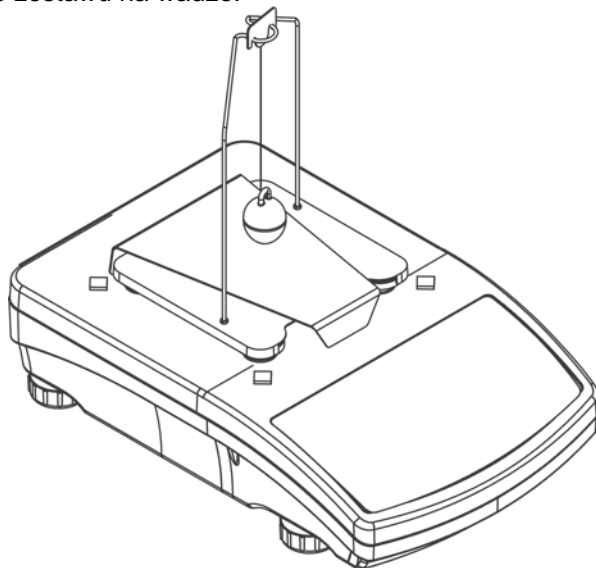
Uwaga:

W przypadku, gdy próbka ma większą wyporność (niż ciężar szalki), należy przed pomiarem dociążyć szalkę.



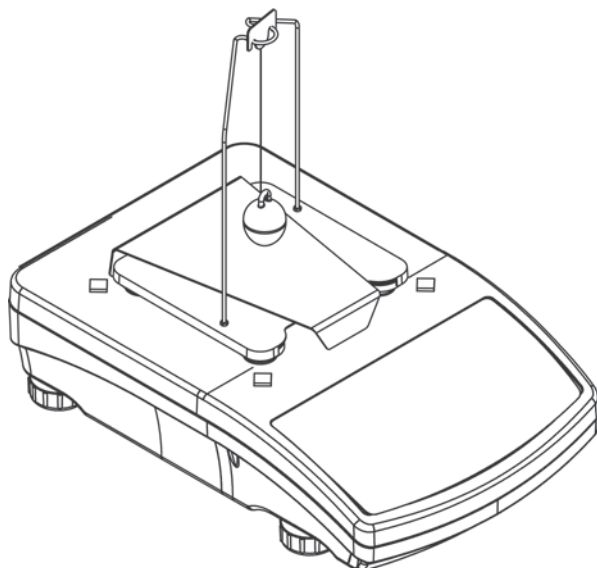
11.2. POMIAR GĘSTOŚCI CIECZY

Instalowanie zestawu na wadze:

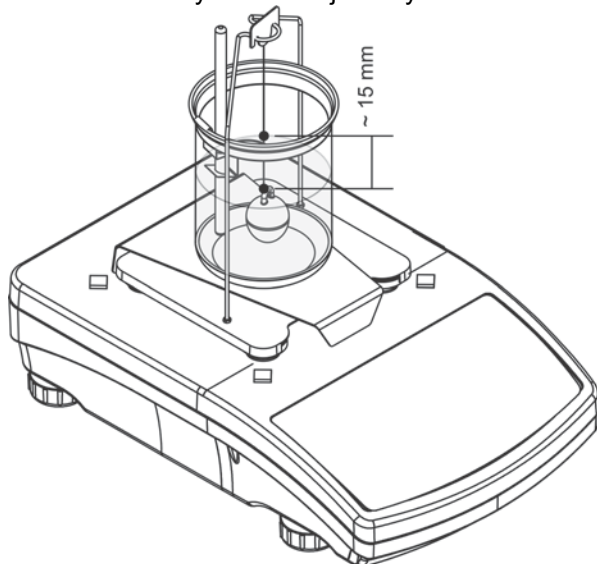


Procedura:

1. Zdjąć szalkę wagi.
2. Zainstalować zestaw zgodnie z punktem 7.
3. Nacisnąć przycisk ZERO lub TARE, gdy wyświetlacz wagi pokazuje wartość inną niż 0.000g.
4. Wlać badaną ciecz do zlewki – postawić zlewkę obok wagi (ilość cieczy powinna być tak dobrana, żeby nurnik był całkowicie zanurzony).
5. Wprowadzić objętość nurnika do pamięci wagi (wartość objętości jest widoczna na haczyku nurnika).
6. Rozpocząć procedurę wyznaczania gęstości (opis procedury zawarty jest w instrukcji wagi).
7. Zawiesić nurnik na wieszaku. Gdy wynik jest stabilny, nacisnąć przycisk ENTER.
8. Zdjąć nurnik z wieszaka.



9. Postawić zlewkę z badaną cieczą na podstawie (zlewka nie może dotykać wieszaka).
10. Delikatnie zawiesić nurnik na wieszaku. Nurnik powinien być całkowicie zanurzony w badanej cieczy.

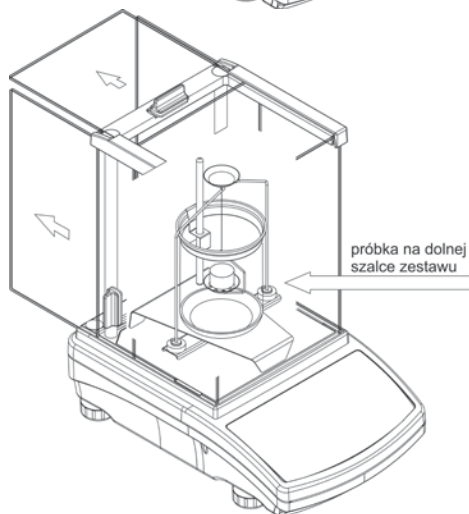
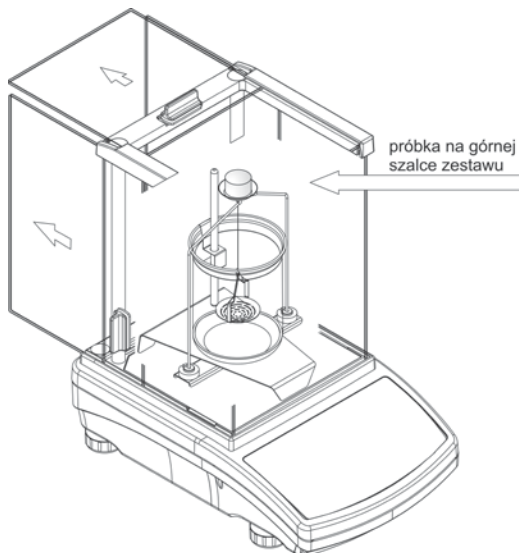


11. Nacisnąć przycisk ENTER, gdy wynik jest stabilny. Program wagi automatycznie wyliczy gęstość próbki. Zostanie ona wyświetlona w oknie głównym, a na urządzeniu podłączonym do odpowiedniego portu wagi zostanie wydrukowany raport.

12. POMIAR GĘSTOŚCI DLA WAG SERII AS i XA

Procedura wyznaczania gęstości ciał stałych i cieczy jest taka sama, jak w wagach PS. Poniżej zamieszczone są rysunki, przedstawiające proces wykonywany przy użyciu wag AS (w wagach XA jest używany ten sam zestaw).

12.1. POMIAR GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH



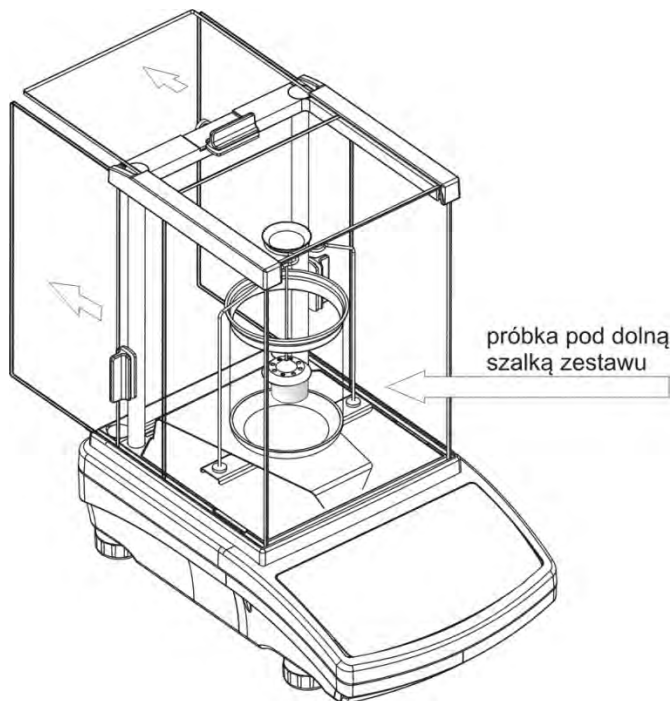
12.1.1. POMIAR GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH O GĘSTOŚCI MNIJSZEJ NIŻ GĘSTOŚĆ CIECZY

(próbka pływa po powierzchni cieczy)

Pomiar odbywa się jak poprzednio, jedyną różnicą jest konieczność umieszczenia próbki dla drugiego pomiaru pod dolną szalką.

Uwaga:

W przypadku, gdy próbka ma większą wyporność (niż ciężar szalki), należy przed pomiarem dociążyć szalkę.

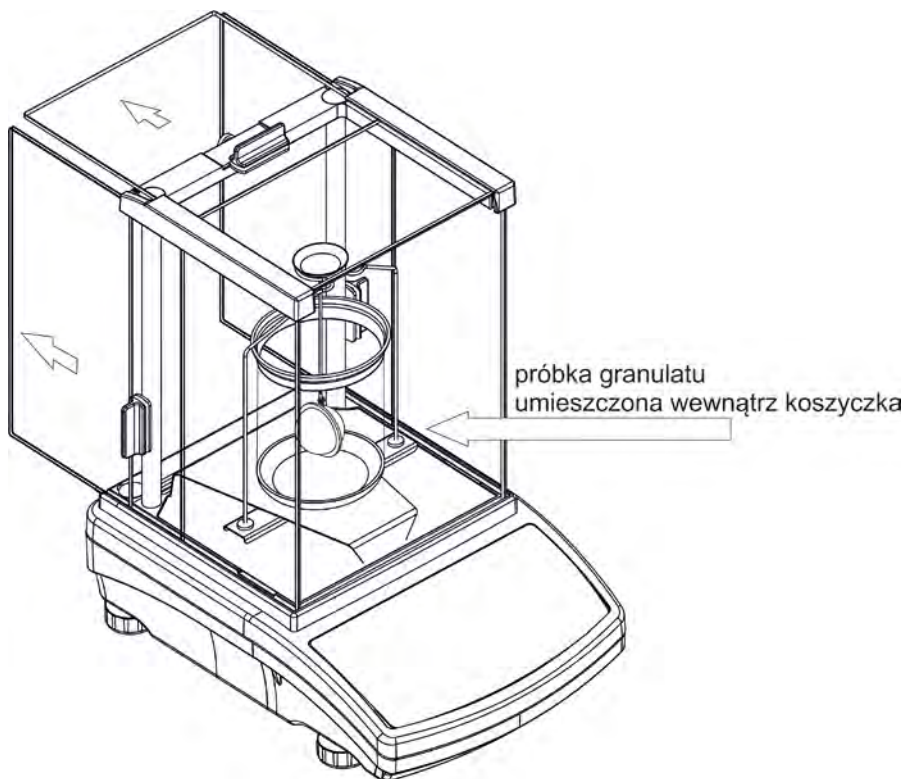


12.1.2. POMIAR GĘSTOŚCI GRANULATU

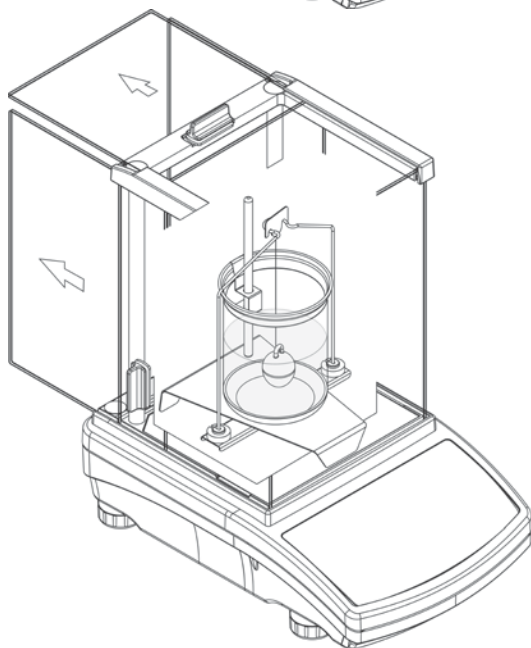
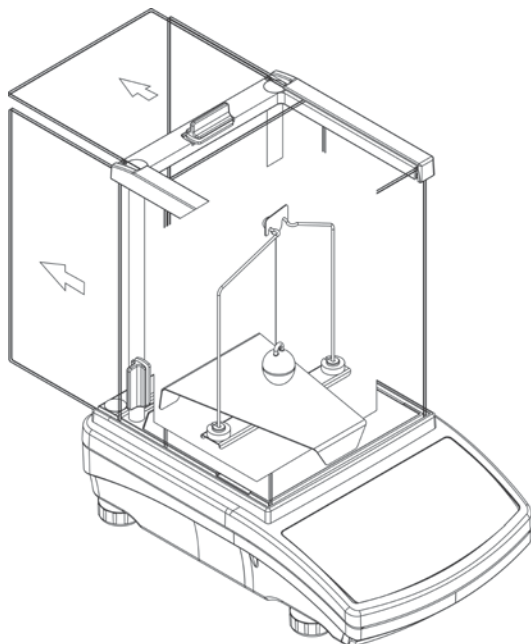
Pomiar odbywa się jak poprzednio, jedyną różnicą jest konieczność umieszczenia próbki granulatu dla drugiego pomiaru wewnątrz zamykanego koszyczka.

Uwaga:

W przypadku, gdy próbka ma większą wyporność (niż ciężar szalki), należy przed pomiarem dociążyć szalkę.



12.2. POMIAR GĘSTOŚCI CIECZY



13. TABELE

13.1. Tabela 1. Zależność gęstości wody destylowanej od temperatury

TEMP	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	0,99934	0,99503	0,99470	0,99437	0,99403	0,99368	0,99333	0,99297	0,99259

13.2. Tabela 2. Zależność gęstości wody od temperatury (Dziennik Urzędowy Miar i Probiernictwa Nr 7/94)

Temperatura wody [° C]	Gęstość wody [g/cm ³]
17,0	0,9988
17,5	0,9987
18,0	0,9986
18,5	0,9985
19,0	0,9984
19,5	0,9983
20,0	0,9982
20,5	0,9981
21,0	0,9980
21,5	0,9979
22,0	0,9978
22,5	0,9977
23,0	0,9975

13.3. Tabela 3. Gęstości niektórych materiałów

(Poradnik Inżyniera Mechanika Tom 1)

Nazwa	Gęstość [kg/m ³]	Nazwa	Gęstość [g/cm ³]
Bakelit	1270	Miedź	8,9
Bawełna	1300	Aluminium	2,7
Cegła	1400	Żelazo	7,8
Cukier	1600	Platyna	21,4
Drewno – Dąb	900	Złoto	19,3
Filc	300	Srebro	10,5
Guma	1200	Molibden	10,2
Linoleum	1200	Cyna	7,3
Papa	1100	Ołów	11,4
Papier	900	Kadm	8,65
Skóra	1000	Rtęć	13,6
Szkoło lustrzane	2550	Ind	7,3
Torf luźny	130	Bizmut	9,9
Tynk wapienny	1700	Tantal	16,6
Wata szklana	200	Nikiel	8,9
Wosk	950 – 980	Mosiądz	8,4 - 8,7

13.4. Tabela 4. Gęstości niektórych cieczy przy 20 °C

(Poradnik Inżyniera Mechanika Tom 1)

Nazwa	Gęstość [kg/m ³]	Nazwa	Gęstość [kg/m ³]
Amoniak	610	Olej wrzecionowy	871
Benzyna	680 – 740	Nafta	800 - 850
Gliceryna	1260	Lód 0° C	917,6
Kwas azotowy 20%	1120	Kwas octowy	1050

Numer instrukcji
IMMU-53-02-07-18-PL



RADWAG WAGI ELEKTRONICZNE
ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE WAGOWE

