

Pomiar gęstości cieczy

Zespół Szkół Zawodowych w Brzegu Dolnym
Technikum chemiczne (Technik Technologii Chemicznej)



1. Cel ćwiczenia:

Pomiar gęstości wody wodociągowej oraz roztworu NaCl o stężeniu 10% z wykorzystaniem:

- areometru (metoda pośrednia)
- wagi analitycznej i pipety (metoda bezpośrednia)

2. Wstęp teoretyczny

2.1. Gęstość (masa właściwa) substancji jednorodnej to stosunek jej masy do objętości:

$$d(\rho) = \frac{m}{V}$$

gdzie:

$d(\rho)$ – gęstość (kg/m^3),

m – masa substancji (kg),

V – objętość substancji (m^3).

Pomiar gęstości bezwzględnej wykonuje się w areometrach, natomiast do pomiaru gęstości względnej służą piknometry.

2.2. Jednostki gęstości :

- W układzie SI: kg/m^3
- W laboratorium najczęściej: g/cm^3
- Przelicznik: $1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$

2.3. Metody pomiaru gęstości cieczy

Metoda	Zasada	Sprzęt
Areometryczna	Pomiar głębokości zanurzenia areometru (prawo Archimidesa)	Areometr, cylinder, termometr
Wagowo-objętościowa	Bezpośredni pomiar masy znanej objętości cieczy	Waga analityczna, pipeta (10 cm^3), naczynko wagowe

⚠ Uwaga: Areometr wskazuje gęstość w temperaturze pomiaru. Jeśli temperatura różni się od 20°C , wynik może być obarczony błędem. Dlatego zawsze mierzymy temperaturę cieczy!

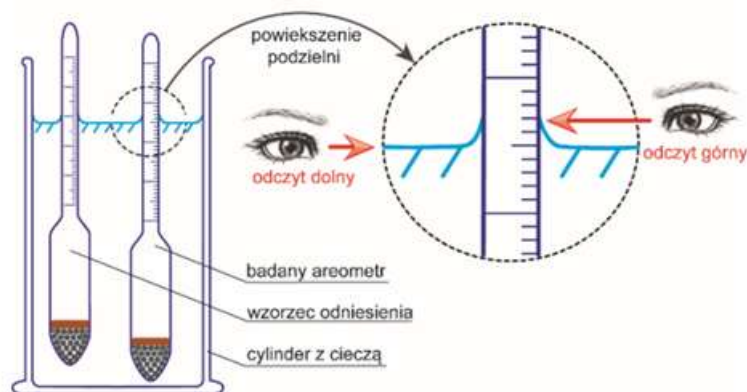
Pomiar gęstości cieczy

Zespół Szkół Zawodowych w Brzegu Dolnym
Technikum chemiczne (Technik Technologii Chemicznej)



2.4. Odczyt wskazania areometru

Odczyt wskazania areometru powinien być prowadzony w sposób zgodny z oznaczeniem podanym na areometrze, tj. albo na poziomej powierzchni swobodnej cieczy (odczyt dolny), albo górnej granicy menisku (odczyt górny). Idea pomiaru gęstości i sposobu odczytu areometru przedstawiona została na poniższym rysunku.



Źródło: Poradnik Głównego Urzędu Miar

3. Zasady BHP – przeczytaj i przestrzegaj!

Zasada	Dlaczego?
✔ Załóż okulary ochronne i rękawiczki	Ochrona przed rozlaną cieczą
✔ ZAKAZ pipetowania ustnego – używaj pipety z gruszką, smoczkiem lub naciągarką	Bezpieczeństwo
✔ Areometr zanurzaj delikatnie, bez uderzania o ścianki	Areometr jest kruchy
✔ Między pomiarami różnych cieczy umyj i osusz areometr	Uniknięcie zanieczyszczeń
✔ Po zakończeniu umyj ręce	Higiena

Pomiar gęstości cieczy

Zespół Szkół Zawodowych w Brzegu Dolnym
Technikum chemiczne (Technik Technologii Chemicznej)



4. Część doświadczalna

Zadanie 1: Przygotowanie roztworu o stężeniu procentowym $C_p = 10\%$ (dla całej grupy)

$C_p = 10\%$
Masz do dyspozycji sól i wodę. Wykonaj odpowiednie obliczenia a następnie sporządź 250g roztworu soli o stężeniu $C_p = 10\%$.
Obliczenia:

Zadanie 2: Wyznaczanie gęstości cieczy przy użyciu areometru

Wykonanie pomiaru gęstości:

- Umieścić badaną ciecz w wąskim wysokim cylindrze ustawionym pionowo (ok. $\frac{3}{4}$ wysokości).
- Zmierzyć temperaturę cieczy przy użyciu termometru szklanego
- Delikatnie zanurzyć w niej areometr w taki sposób aby areometr nie dotykał ścianek cylindra ani dna.
- Odczytać gęstość cieczy na skali areometru. Areometr wskazuje gęstość w temperaturze pomiaru – dlatego zawsze mierzymy temperaturę cieczy.

Uwaga: Zwróć uwagę, aby między pomiarami różnych cieczy trzeba umyć i osuszyć areometr (lub przepłukać kolejną cieczą)

- Powtórz pomiar 3 razy dla każdej cieczy.

Roztwór	Temperatura cieczy [°C]	Gęstość cieczy odczytana przy użyciu areometru [g/cm ³]	
		Pomiar	Średnia
Woda wodociągowa	1.	1.	
	2.	2.	
	3.	3.	
Roztwór soli o $C_p = 10\%$	1.	1.	
	2.	2.	
	3.	3.	

Pomiar gęstości cieczy

Zespół Szkół Zawodowych w Brzegu Dolnym
Technikum chemiczne (Technik Technologii Chemicznej)



Zadanie 3: Wyznaczanie gęstości cieczy metodą wagowo objętościową

Wykonanie pomiaru gęstości:

1. Zmierz temperaturę cieczy przy użyciu termometru szklanego
2. Zważ naczynko wagowe/ zlewkę. Zapisz w tabeli jego masę.
3. Do naczynka wagowego/ zlewki przenieś ilościowo 10 cm³ badanej cieczy.
4. Zważ naczynko wagowe/ zlewkę z cieczą. Zapisz w tabeli wynik pomiaru.
5. Oblicz masę cieczy.
Wskazówka. Od wyniku pomiaru z punktu 4. odejmij wynik pomiaru z punktu 2.
6. Wyraż objętość cieczy w cm³.
7. Oblicz gęstość cieczy, korzystając ze wzoru: $d(\rho) = m / V$
8. Czynności powtórz dla każdej z cieczy.

Dane dla wody wodociągowej

Wielkość	Wynik pomiaru lub obliczeń
Temperatura cieczy [°C]	
m_{naczynia} , masa naczynka wagowego/ zlewki [g]	
$m_{\text{całości}}$, masa naczynka wagowego/ zlewki z cieczą [g]	
m , masa cieczy [g]	
V , objętość cieczy [cm ³]	
$d(\rho) = m / V$, gęstość cieczy [g/cm ³]	

Dane dla roztwór soli o Cp=10%

Wielkość	Wynik pomiaru lub obliczeń
Temperatura cieczy [°C]	
m_{naczynia} , masa naczynka wagowego/ zlewki [g]	
$m_{\text{całości}}$, masa naczynka wagowego/ zlewki z cieczą [g]	
m , masa cieczy [g]	
V , objętość cieczy [cm ³]	
$d(\rho) = m / V$, gęstość cieczy [g/cm ³]	

Pomiar gęstości cieczy

Zespół Szkół Zawodowych w Brzegu Dolnym
Technikum chemiczne (Technik Technologii Chemicznej)



Sprzątanie stanowiska

1. Wylej pozostałości roztworów do zlewu (jeśli to bezpieczne) lub do odpowiednich pojemników na odpady.
2. Umyj dokładnie całe szkło laboratoryjne detergentem, wypłucz wodą.
3. Osusz areometr miękką szmatką i odłóż na miejsce – **bardzo ostrożnie!**
4. Posprzątaj swoje stanowisko pracy.
5. Umyj ręce.

5. Sprawozdanie z badań

W sprawozdaniu wypełnij tabele zamieszczone w instrukcji, porównaj wyznaczone gęstości dwoma metodami i sformułuj wnioski.

Tabele wyników:

Tabela 1. Pomiary areometryczne

Badana ciecz	Temperatura [°C]	Gęstość odczytana ρ areometr [g/cm ³]
Woda wodociągowa		
Roztwór NaCl, Cp=10%		

Tabela 2. Pomiary wagowo-objętościowe

Badana ciecz	Temperatura [°C]	Gęstość $\rho = m/V$ [g/cm ³]
Woda wodociągowa		
Roztwór NaCl, Cp=10%		

Tabela 3. Porównanie wyników

Badana ciecz	ρ areometr [g/cm ³]	ρ wagowa [g/cm ³]	Różnica $\Delta\rho$ [g/cm ³]	Która metoda dokładniejsza?
Woda wodociągowa				
Roztwór NaCl, Cp=10%				

Pomiar gęstości cieczy

Zespół Szkół Zawodowych w Brzegu Dolnym
Technikum chemiczne (Technik Technologii Chemicznej)



6. Wnioski

Odpowiedz na pytania:

6.1. Czy wyniki uzyskane obiema metodami są zbliżone? Jeśli nie – jakie mogą być tego przyczyny?

6.2. Która metoda jest Twoim zdaniem dokładniejsza? Dlaczego?

6.3. Jaki wpływ na wyniki pomiarów mogła mieć temperatura cieczy?

6.4. Jakie błędy mogły wpłynąć na niedokładność pomiarów w Twoim wykonaniu?

6.5. Dla jakiego rodzaju cieczy metoda areometryczna będzie niewystarczająco dokładna?

7. Zadania do samodzielnego wykonania

1. Próbką cieczy ma masę 120 g i objętość 150 cm³. Oblicz jej gęstość.
2. Metalowy odważnik ma masę 2,7 kg i objętość 1 dm³. Oblicz jego gęstość w kg/m³.
3. Masa próbki wynosi 450 g, a jej gęstość 0,9 g/cm³. Oblicz objętość próbki.
4. Próbką gazu ma masę 1,2 g i objętość 1 dm³. Oblicz jej gęstość w kg/m³.
5. Oblicz gęstość substancji o masie 0,5 kg i objętości 400 cm³. Wynik podaj w g/cm³.

8. Zadanie domowe

„Oblicz błąd względny pomiędzy wynikami obu metod. Która metoda jest Twoim zdaniem dokładniejsza i dlaczego?”

Wzór na błąd względny:

$$\delta = \frac{|\rho_{wag} - \rho_{areo}|}{\rho_{wag}} \times 100\%$$