

Wyznaczanie gęstości cieczy i ciał stałych za pomocą piknometru

Wprowadzenie teoretyczne

Gęstością danego ciała nazywamy stosunek jego masy m do objętości V . Jeżeli masę mierzymy w kg a objętość w m^3 , to gęstość wyrażona jest w kg/m^3 . Gęstością względną nazywamy stosunek gęstości danego ciała do gęstości innego ciała przyjętego za wzorcowe. Jak wynika z definicji gęstość względna jest wielkością bezwymiarową. Gdy objętości ciał są równe to gęstość względna równa jest stosunkowi mas tych ciał. Ciało, względem którego określamy gęstość względną, nazywa się wzorcowym. Najczęściej jako wzorcowe ciało używamy wody destylowanej. Gęstość wody destylowanej w temperaturze $4^{\circ}C$ i pod ciśnieniem $1013 Pa$ jest równa $1000 kg/m^3$. Gęstość względna jakiegoś ciała w stosunku do gęstości wody przy $4^{\circ}C$ jest praktycznie równa gęstości bezwzględnej tego ciała (różni się tylko brakiem miana).

Opis doświadczenia

Wyznaczanie gęstości cieczy. Do wyznaczenia gęstości cieczy potrzebna jest znajomość masy m i objętości V . Do pomiarów tych wielkości używamy wagi analitycznej i piknometru. Piknometr jest to niewielkie naczynie w kształcie kolby z dokładnie doszlifowanym korkiem. W środku korka znajduje się kanalik, przez który może wypływać nadmiar cieczy z naczynia. Przez przystąpieniem do pomiarów należy dokładnie wymyć i wysuszyć piknometr, najlepiej przemyć cieczą szybko parującą, np. alkoholem. Po wysuszeniu piknometr ważymy na wadze analitycznej i oznaczamy jego masę przez m_1 . Następnie napełniamy wodą destylowaną, zamykamy korkiem i zbieramy bibułą wodę wypływającą przez kanał w korku oraz osuszamy dokładnie zewnętrzne części piknometru. Ważymy piknometr napełniony wodą destylowaną i oznaczamy jego masę jako m_2 . Wylewamy wodę osuszamy piknometr i napełniamy badaną cieczą oraz wyznaczamy masę piknometru z badaną cieczą m_3 .

$$m = m_3 - m_1 \quad \text{masa cieczy}$$

$$m_w = m_2 - m_1 \quad \text{masa wody destylowanej}$$

$$\text{ponieważ } m_w = V d_t$$

gdzie d_t - gęstość wody w temperaturze t , zatem $m_2 - m_1 = V d_t$ i ostatecznie objętość wody destylowanej

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

Objętość cieczy jest równa objętości wody destylowanej, a zatem gęstość cieczy d_c

$$d_c = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} d_t$$

Gęstość d_t odczytać należy z tablic dla temperatury wody używanej do pomiarów.

Wyznaczanie gęstości ciał stałych. Napełniony wodą destylowaną piknometr posiada masę m_2 . Wyznaczamy masę danego ciała stałego w postaci granulek i oznaczamy jako m_4 . Wrzucamy granulki do piknometru

napełnionego wodą. Wstrząsamy kilkakrotnie piknometrem (aby usunąć z niego pęcherzyki powietrza) i zamykamy korkiem. Pewna objętość wody - równa objętości ciała zanurzonego - wylewa się z piknometru. Po osuszeniu ważymy piknometr z wodą i ciałem stałym i oznaczamy masę m_5 . Dzięki temu, że objętość wody jaka wylała się z piknometru równa jest objętości wrzuconych do piknometru granulek możemy obliczyć gęstość badanego ciała stałego:

$$d = \frac{m_4}{V} = \frac{m_4}{m_2 + m_4 - m_5} d_t$$

Zestaw pomiarowy

waga laboratoryjna, piknometr, woda destylowana, alkohol, ciecz o nieznannej gęstości, ciało stałe o nieznannej gęstości

Przebieg ćwiczenia

1. Wyznaczamy masę m_1 pustego piknometru.
2. Napełniamy piknometr wodą destylowaną i zamykamy korkiem, zbieramy bibułą nadmiar wody wypływającej przez kanalik w korku i osuszamy boczne części piknometru.
3. Wyznaczamy masę m_2 piknometru z wodą destylowaną.
4. Mierzymy temperaturę t wody.
5. Wyznaczamy masę badanego ciała w postaci granulek, tzn. masę m_4 .
6. Wrzucamy granulki do piknometru wypełnionego wodą. Wstrząsamy kilkakrotnie, zamykamy korkiem i zbieramy nadmiar wypływającej wody bibułą. Wyznaczamy masę m_5 , masę piknometru wraz z zawartością.
7. Wylewamy wodę, osuszamy piknometr i napełniamy badaną cieczą. Ważymy piknometr z cieczą, tzn. m_3 .
8. Odczytujemy z tablic gęstość wody d_t w temperaturze t .

Opracowanie wyników

Na podstawie zmierzonych wartości obliczyć gęstość cieczy i gęstość ciała stałego. Obserwacje i wyniki przedstawić w tabelach.

m_1 [10^{-3} kg]	m_2 [10^{-3} kg]	m_3 [10^{-3} kg]	m_4 [10^{-3} kg]	m_5 [10^{-3} kg]	t [°C]	d_t [10^3 kg/m ³]

gęstość cieczy: $d_c = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} d_t$

gęstość ciała stałego: $d = \frac{m_4}{m_2 + m_4 - m_5} d_t$

d_c [10^3 kg/m ³]	Δd_c [10^3 kg/m ³]	δ_{d_c} [%]	d [10^3 kg/m ³]	Δd [10^3 kg/m ³]	δ_d [%]



Rachunek błędów

Jako błąd pomiaru wartości masy przyjąć błąd systematyczny (dokładność przyrządu). Błąd bezwzględny wartości gęstości cieczy i ciała stałego obliczamy metodą różniczki zupełnej.

Literatura

1. Dryński T., Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki, PWN, Warszawa 1978.
2. Halliday D., Resnick R., Walker J., Fizyka t. I, PWN, Warszawa 2003.