

## Protokół pomiarowo-obliczeniowy

### Ćw. 3. Metoda podstawowa pomiaru na przykładzie wyznaczenia gęstości.

#### Błędy w metodzie pośredniej

Imię nazwisko: .....

Grupa: .....

Data realizacji ćwiczenia:.....

### 1. Wyznaczenie gęstości cieczy

Tabela pomiarowo-wynikowa

Masa pustego i suchego naczynia (mierzurki)  $m_o = \dots\dots\dots$  g

Lp.	Objętość cieczy $V$	Masa naczynia z cieczą, $m_{Li}$	Masa cieczy $m_c = m_o - m_{Li}$
-	ml	g	g
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Średnia wartość masy cieczy  $m_{c\acute{s}r} = \dots\dots\dots$  g =  $\dots\dots\dots$  kg

Średnia wartość objętości  $V_{\acute{s}r} = \dots\dots\dots$  ml =  $\dots\dots\dots$  m<sup>3</sup>

Gęstość cieczy  $\rho_c = m_{c\acute{s}r} / V_{\acute{s}r} = \dots\dots\dots$  kg/m<sup>3</sup>

Błąd graniczny pomiaru masy  $\Delta g_m = 0,01$  g =  $\dots\dots\dots$  kg

Standardowe odchylenie średniej wartości masy  $u(W_m) = \dots\dots\dots$  g =  $\dots\dots\dots$  kg

Niepewność standardowa złożona masy:

$$u(m) = \sqrt{(u(W_m))^2 + \left(\frac{\Delta g_m}{\sqrt{3}}\right)^2} =$$

Błąd graniczny pomiaru objętości:  $\Delta g_v = 1$  ml =  $\dots\dots\dots$  m<sup>3</sup>

Standardowe odchylenie średniej wartości objętości  $u(W_v) = \dots\dots\dots$  ml =  $\dots\dots\dots$  m<sup>3</sup>

Niepewność standardowa złożona objętości:

$$u(V) = \sqrt{(u(W_V))^2 + \left(\frac{\Delta g_V}{\sqrt{3}}\right)^2} =$$

Niepewność względna gęstości wynosi:

$$\frac{u(\rho_c)}{\rho_c} = \sqrt{\left(\frac{u(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2}$$

Niepewność bezwzględna wynosi:

$$u(\rho_c) = \dots\dots\dots \text{ kg/m}^3$$

Niepewność rozszerzona na poziomie ufności 95% wynosi:

$$U(\rho_c) = \dots\dots\dots \text{ kg/m}^3$$

**Ostatecznie gęstość cieczy ma wartość:**

$$\rho_c = \dots\dots\dots \text{ kg/m}^3$$

## 2. Wyznaczenie gęstości nasypowej pyłu

Tabela pomiarowo-wynikowa

Wymiary naczynia miarowego (zbiornika):  $d = \dots\dots\dots$  mm

$H = \dots\dots\dots$  mm

Masa pustego naczynia miarowego:  $m_0 = \dots\dots\dots$  g

Lp.	Masa naczynia z pyłem	Masa pyłu, $m_{pi}$
-	g	g
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Objętość naczynia miarowego na podstawie jego wymiarów wynosi:

$$V = \dots\dots\dots \text{ mm}^3 = \dots\dots\dots \text{ m}^3$$

Średnia masa pyłu wyznaczona na podstawie 5-ciu pomiarów wynosi:

$m_{psr} = \dots \dots \dots$  g =  $\dots \dots \dots$  kg

Gęstość nasypowa badanego pyłu wynosi:

$\rho_n = m_{psr}/V = \dots \dots \dots$  kg/m<sup>3</sup>

Błąd graniczny pomiaru masy  $\Delta g_m = 0,01$  g =  $\dots \dots \dots$  kg

Standardowe odchylenie średniej wartości masy  $u(W_m) = \dots \dots \dots$  g =  $\dots \dots \dots$  kg

Niepewność standardowa złożona masy:

$$u(m) = \sqrt{(u(W_m))^2 + \left(\frac{\Delta g_m}{\sqrt{3}}\right)^2} =$$

Wraz z wymiarami naczynia podana została niepewność względna wyznaczenia jego objętości wynosząca:  $u(V)/V = 0,6\%$  (zbiornik 1) lub  $u(V)/V = 0,5\%$  (zbiornik 2).

Niepewność względna gęstości wynosi:

$$\frac{u(\rho_n)}{\rho_n} = \sqrt{\left(\frac{u(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2} =$$

Niepewność bezwzględna wynosi:

$u(\rho_n) = \dots \dots \dots$  kg/m<sup>3</sup>

Niepewność rozszerzona na poziomie ufności 95% wynosi:

$U(\rho_n) = \dots \dots \dots$  kg/m<sup>3</sup>

**Ostatecznie gęstość nasypowa pyłu ma wartość:**

**$\rho_n = \dots \dots \dots$  kg/m<sup>3</sup>**

### Obliczenia

## **Wnioski**