

Protokół pomiarowo- obliczeniowy

Ćw. 3. Metody pomiarowe: zerowa, różnicowa, podstawowa

Imię nazwisko:

Grupa:

Data realizacji ćwiczenia:

1. Metoda zerowa pomiaru

1.1 Schemat (zdjęcie) stanowiska pomiarowego wraz z krótkim opisem

1.2 Obliczenia mierzonej temperatury.

- Temperatura zadana t_z

$t_z =$

- Długość przewodów połączeniowych termometru rezystancyjnego metalowego Pt100:

$L_1 =$

$L_2 =$

- Pole przekroju przewodów przyłączeniowych

$$s = \frac{\pi \cdot d^2}{4} =$$

$s =$

d - średnica przewodów miedzianych , d = 0,21 mm

- Rezystancja wewnętrzna przewodów połączeniowych R_w

$$R_w = \rho \cdot \frac{(L_1 + L_2)}{s} =$$

$$R_w =$$

gdzie:

ρ - rezystywność przewodów miedzianych $\rho = 0,00175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

s – pole przekroju przewodów miedzianych

- Rezystancja odczytana po zrównoważeniu mostka Wheatstone'a

$$R_x =$$

- Rezystancja rzeczywista R_t

$$R_t = R_x - R_w$$

$$R_t =$$

- Wartość temperatury odczytana z tabeli dla rezystancji rzeczywistego t_{zm}

$$t_{zm} =$$

- Odchyłka pomiarowa Δt

$$\Delta t = t_{zm} - t_z$$

$$\Delta t =$$

- Poprawka temperatury P_t

Dla obliczonej rezystancji wewnętrznej R_w , z tabeli odczytać wartość temperatury t_p

$$P_t = -t_p$$

$$P_t =$$

2. Metoda różnicowa pomiaru wysokości wałka

2.1 Schemat (zdjęcie) stanowiska pomiarowego wraz z krótkim opisem.

- Wysokość płytek wzorcowych h_{wz} , ich błędy graniczne $\Delta_g(h_{wz})$ i niepewności $u(h_{wz})$ (błędy graniczne płytek przyjąć z tabeli)

$$h_{wz1} = \quad \Delta_g(h_{wz1}) = \quad u(h_{wz1}) = \frac{\Delta_g(h_{wz1})}{\sqrt{3}} =$$

$$h_{wz2} = \quad \Delta_g(h_{wz2}) = \quad u(h_{wz2}) = \frac{\Delta_g(h_{wz2})}{\sqrt{3}} =$$

- Wysokość stosu płytek

$$h_{wz} = h_{wz1} + h_{wz2} =$$

Niepewność standardowa wysokości

$$u(h_{wz}) = \sqrt{u^2(h_{wz1}) + u^2(h_{wz2})} =$$

$$u(h_{wz}) =$$

- Pomiary różnicy wysokości Δh_i

Δh_1 (mm)	Δh_2 (mm)	Δh_3 (mm)	Δh_4 (mm)	Δh_5 (mm)	Δh_6 (mm)	Δh_7 (mm)	Δh_8 (mm)	Δh_9 (mm)	Δh_{10} (mm)

- Średnia wartość różnicy wysokości $\Delta \bar{h}$

$$\Delta \bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{n=10} \Delta h_i}{n}$$

$$\Delta \bar{h} =$$

- Zapis wyniku pomiaru

$$H = h_{wz} + \Delta \bar{h}$$

$$H =$$

- Niepewność standardowa wysokości wałka

$$u(H) = \sqrt{u^2(h_{wz}) + u^2(\Delta \bar{h})}$$

- Niepewność standardowa wysokości płytki wzorcowej $u(h_{wz1})$

$$u(h_{wz1}) =$$

- Niepewność standardowa średniej różnicy wysokości $u(\Delta h_{sr})$

$$u(\Delta \bar{h}) = \sqrt{u_A^2(h_{wz}) + u_B^2(\Delta \bar{h})}$$

$$u(\Delta \bar{h}) =$$

- Niepewność standardowa typu A średniej różnicy wysokości $u_A(h_{wz})$

$$u_A(h_{wz}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=10} (h_i - \Delta \bar{h})^2}{n \cdot (n - 1)}}$$

$$u_A(h_{wz}) =$$

Niepewność standardowa typu B średniej różnicy wysokości $u_B(h_{wz})$

$$u_B(h_{wz}) = \frac{\Delta g}{\sqrt{3}}$$

Δg - błąd graniczny czujnika zegarowego, $\Delta g = 0,01mm$

- Niepewność standardowa średniej różnicy wysokości $u(\Delta \bar{h})$

$$u(\Delta \bar{h}) =$$

- Niepewność standardowa wysokości wałka $u(H)$

$$u(H) =$$

- Niepewność całkowita wysokości wałka $U(H)$ dla $P = 95,4\%$ $k=2$

$$U(H) =$$

- Zapis wyniku pomiaru (zwrócić uwagę na cyfry znaczące)

$$H = \quad \pm$$

$$\alpha =$$

3. Metoda podstawowa pomiaru gęstości

3.1. Gęstość cieczy manometrycznej ρ_c

l.p.	Masa suchego naczynka m_0 /g	Średnia wartość masy $m_{o\acute{s}r}$ /g	Odch. standardowe średniej wartości masy $\sigma(m_{o\acute{s}r})$ /g	Masa naczynka z cieczą m_1 /g	Średnia wartość masy $m_{1\acute{s}r}$ /g	Odch. standardowe średniej wartości masy $\sigma(m_{1\acute{s}r})$ /g	Objętość cieczy V/ml
1							
2							
3							
4							
5							

Odchylenie standardowe średniej liczyć z równania:

$$\sigma_{x\acute{s}r} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=N} (x_i - x_{\acute{s}r})^2}{n \cdot (n - 1)}}$$

$$\acute{S}rednia\ masa\ suchego\ naczynka\ m_{o\acute{s}r} = \quad kg$$

$$\acute{S}rednia\ masa\ naczynka\ z\ ciecz\acute{a}\ m_{1\acute{s}r} = \quad kg$$

$$\acute{S}rednia\ obj\acute{e}to\acute{s}c\ cieczy\ manometrycznej\ V = \quad m^3$$

Gęstość cieczy manometrycznej ρ_c (zwrócić uwagę na jednostki)

$$\rho_c = \frac{(m_{1\acute{s}r} - m_{o\acute{s}r})}{V}$$

$$\rho_c = \quad kg/m^3$$

Niepewność standardowa gęstości $u(\rho_c)$

$$u_{\rho_c} = \sqrt{\left(\frac{\delta\rho_c}{\delta m_{1sr}}\right)^2 \cdot u_{m_{1sr}}^2 + \left(\frac{\delta\rho_c}{\delta m_{0sr}}\right)^2 \cdot u_{m_{0sr}}^2 + \left(\frac{\delta\rho_c}{\delta V}\right)^2 \cdot u_V^2}$$

$$\frac{\delta\rho_c}{\delta m_{1sr}} = \frac{1}{V}$$

$$\frac{\delta\rho_c}{\delta m_{0sr}} = -\frac{1}{V}$$

$$\frac{\delta\rho_c}{\delta V} = -\frac{1}{V^2}$$

- Niepewność standardowa $u_{m_{1sr}}$

$$u_{m_{1sr}} = \sqrt{(u_{Am_{1sr}})^2 + (u_{Bm_{1sr}})^2}$$

$$u_{Am_{1sr}} = \sigma(m_{1sr}) \quad (\text{patrz tabela})$$

$$u_{Bm_{1sr}} = \frac{\Delta_{gm}}{\sqrt{3}}; \quad \Delta_{gm} - \text{błąd graniczny wagi}, \quad \Delta_{gm} = 0,1 \text{ g}$$

$$u_{Am_{1sr}} =$$

$$u_{Bm_{1sr}} =$$

$$u_{m_{1sr}} =$$

- Niepewność standardowa $u_{m_{0sr}}$

$$u_{m_{0sr}} = \sqrt{(u_{Am_{0sr}})^2 + (u_{Bm_{0sr}})^2}$$

$$u_{Am_{0sr}} = \sigma(m_{0sr}) \quad (\text{patrz tabela})$$

$$u_{Bm_{0sr}} = \frac{\Delta_{gm}}{\sqrt{3}}; \quad \Delta_{gm} - \text{błąd graniczny mierzonej masy}, \quad \Delta_{gm} = 0,1 \text{ g}$$

$$u_{Am_{0sr}} =$$

$$u_{Bm_{0sr}} =$$

$$u_{m_{0sr}} =$$

- Niepewność standardowa u_v

Błąd graniczny objętości $\Delta_{gv} = 1 \text{ ml}$

$$u_V = u_{BV} = \frac{\Delta_{gv}}{\sqrt{3}}$$

$$u_V =$$

- Niepewność standardowa gęstości $u(\rho_c)$

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

- Niepewność całkowita gęstości $U(\rho_c)$

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

- Wynik pomiaru (uwaga na cyfry znaczące)

$$\rho_c = (\quad) \text{ kg/m}^3 \quad \alpha =$$

3.1. Gęstość nasypowa piasku ρ_p

l.p.	Masa pustego zbiornika m_0 /g	Średnia wartość masy $m_{o\acute{s}r}$ /g	Odch. standardowe średniej wartości masy $\sigma(m_{o\acute{s}r})$ /g	Masa zbiornika z piaskiem m_1 /g	Średnia wartość masy $m_{1\acute{s}r}$ /g	Odch. standardowe średniej wartości masy $\sigma(m_{1\acute{s}r})$ /g	Objętość zbiornika V/mm^3
1							
2							
3							
4							
5							

Odchylenie standardowe średniej liczyć z równania:

$$\sigma_{x\acute{s}r} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=N} (x_i - x_{i\acute{s}r})^2}{N \cdot (N - 1)}}$$

$$\acute{S}rednia \text{ masa pustego naczynka } m_{o\acute{s}r} = \quad \text{kg}$$

$$\acute{S}rednia \text{ masa naczynka z piaskiem } m_{1\acute{s}r} = \quad \text{kg}$$

$$\acute{S}rednia \text{ objętość zbiornika } V = \quad \text{m}^3$$

Gęstość nasypowa piasku ρ_p (zwrócić uwagę na jednostki)

$$\rho_p = \frac{(m_{1\acute{s}r} - m_{o\acute{s}r})}{V}$$

$$\rho_p = \quad \text{kg/m}^3$$

Niepewność standardowa gęstości $u(\rho_p)$

$$u_{\rho_p} = \sqrt{\left(\frac{\delta\rho_p}{\delta m_{1sr}}\right)^2 \cdot u_{m_{1sr}}^2 + \left(\frac{\delta\rho_{cp}}{\delta m_{0sr}}\right)^2 \cdot u_{m_{0sr}}^2 + \left(\frac{\delta\rho_p}{\delta V}\right)^2 \cdot u_V^2}$$

$$\frac{\delta\rho_p}{\delta m_{1sr}} = \frac{1}{V}$$

$$\frac{\delta\rho_p}{\delta m_{0sr}} = -\frac{1}{V}$$

$$\frac{\delta\rho_p}{\delta V} = -\frac{1}{V^2}$$

Niepewność standardowa $u_{m_{1sr}}$

$$u_{m_{1sr}} = \sqrt{(u_{Am_{1sr}})^2 + (u_{Bm_{1sr}})^2}$$

$$u_{Am_{1sr}} = \sigma(m_{1sr}) \quad (\text{patrz tabela})$$

$$u_{Bm_{1sr}} = \frac{\Delta_{gm}}{\sqrt{3}}; \quad \Delta_{gm} - \text{błąd graniczny wagi} \quad , \quad \Delta_{gm} = 0,1 \text{ g}$$

$$u_{Am_{1sr}} =$$

$$u_{Bm_{1sr}} =$$

$$u_{m_{1sr}} =$$

Niepewność standardowa $u_{m_{0sr}}$

$$u_{m_{0sr}} = \sqrt{(u_{Am_{0sr}})^2 + (u_{Bm_{0sr}})^2}$$

$$u_{Am_{0sr}} = \sigma(m_{0sr}) \quad (\text{patrz tabela})$$

$$u_{Bm_{0sr}} = \frac{\Delta_{gm}}{\sqrt{3}}; \quad \Delta_{gm} - \text{błąd graniczny mierzonej masy} \quad , \quad \Delta_{gm} = 0,1 \text{ g}$$

$$u_{Am_{0sr}} =$$

$$u_{Bm_{0sr}} =$$

$$u_{m_{0sr}} =$$

Niepewność standardowa u_v

Dla zbiorniczka nr1 przyjąć

$$\frac{u_V}{V} = 0,006$$

$$u_V =$$

Dla zbiorniczka nr2 przyjąć

$$\frac{u_V}{V} = 0,005$$

$$u_V =$$

Niepewność standardowa gęstości nasypowej piasku $u(\rho_p)$

$$u(\rho_p) = \quad \text{kg/m}^3$$

Niepewność całkowita gęstości $U(\rho_p)$

$$U(\rho_p) = \quad \text{kg/m}^3 \quad \alpha =$$

Wynik pomiaru (uwaga na cyfry znaczące)

$$\rho_p = (\quad) \text{ kg/m}^3 \quad \alpha =$$

Uwagi i wnioski końcowe