

Protokół pomiarowo - obliczeniowy

Ćw 1. Błędy przypadkowe i systematyczne

Imię nazwisko:

Grupa:

Data realizacji ćwiczenia:

Błędy przypadkowe

Tabela 1. Tabela pomiarowa.

t1/s	t2/s	t3/s	t4/s	t5/s	t6/s	t7/s	t8/s	t9/s	t10/s
t11/s	t12/s	t13/s	t14/s	t15/s	t16/s	t17/s	t18/s	t19/s	t20/s
t21/s	t22/s	t23/s	t24/s	t25/s	t26/s	t27/s	t28/s	t29/s	t30/s

1. Obliczenie średniej wartości czasu t_{sr} .

$$t_{\text{sr}} = \frac{\sum_{i=1}^{n=30} t_i}{N}$$

$t_{\text{sr}} =$

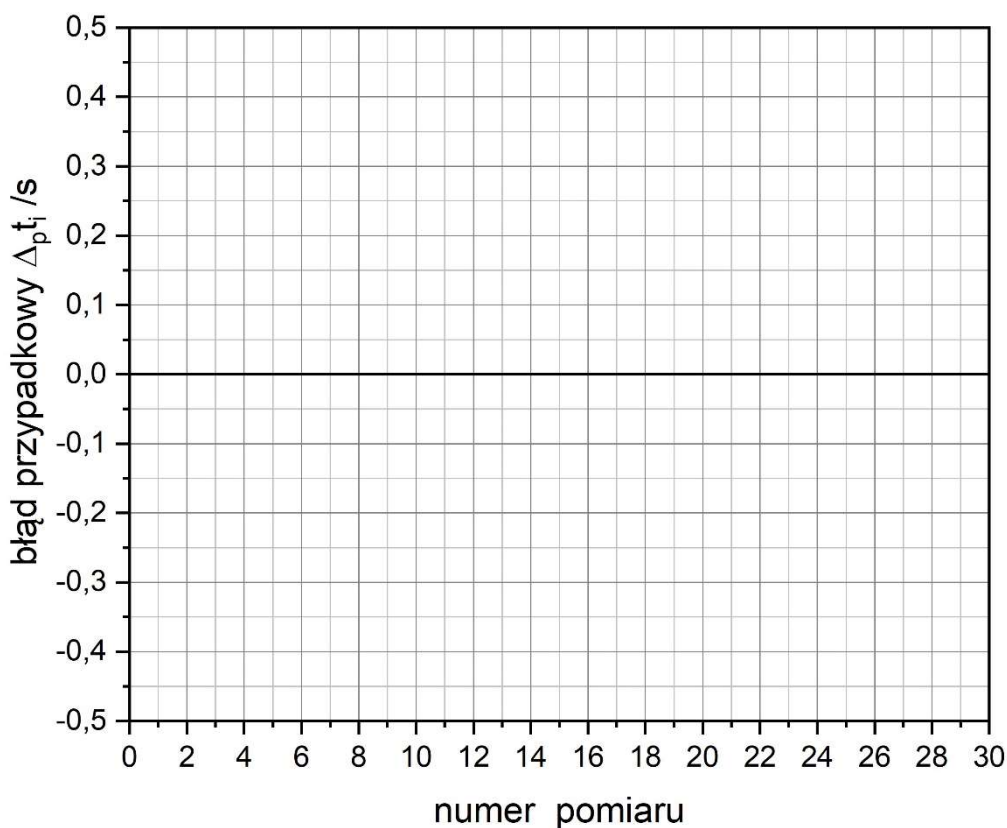
2. Obliczenie błędów przypadkowych $\Delta_p t_i$ czasu.

$$\Delta_p t_i = t_i - t_{\text{sr}}$$

Tabela 2. Tabela obliczonych błędów przypadkowych Δ_{pt_i}

$\Delta_{pt1/s}$	$\Delta_{pt2/s}$	$\Delta_{pt3/s}$	$\Delta_{pt4/s}$	$\Delta_{pt5/s}$	$\Delta_{pt6/s}$	$\Delta_{pt7/s}$	$\Delta_{pt8/s}$	$\Delta_{pt9/s}$	$\Delta_{pt10/s}$
$\Delta_{pt11/s}$	$\Delta_{pt12/s}$	$\Delta_{pt13/s}$	$\Delta_{pt14/s}$	$\Delta_{pt15/s}$	$\Delta_{pt16/s}$	$\Delta_{pt17/s}$	$\Delta_{pt18/s}$	$\Delta_{pt19/s}$	$\Delta_{pt20/s}$
$\Delta_{pt21/s}$	$\Delta_{pt22/s}$	$\Delta_{pt23/s}$	$\Delta_{pt24/s}$	$\Delta_{pt25/s}$	$\Delta_{pt26/s}$	$\Delta_{pt27/s}$	$\Delta_{pt28/s}$	$\Delta_{pt29/s}$	$\Delta_{pt30/s}$

3. Słupkowy wykres błędów przypadkowych od numeru pomiaru.



4. Rozkład błędów przypadkowych.

4a. Obliczenie odchylenia standardowego błędów przypadkowych $\sigma(\Delta_{pt_i})$.

Ponieważ wartość średnia (oczekiwana) błędów przypadkowych wynosi 0 to odchylenie standardowe błędów przypadkowych będzie równe odchyleniu standardowemu pojedynczego pomiaru czasu.

$$\sigma(\Delta_p t_i) = \sigma(t_i) = \sqrt{\frac{\sum(t_i - t_{sr})^2}{N-1}} \quad i=1 \dots 30$$

$$\sigma(\Delta_p t_i) = \sigma(t_i) =$$

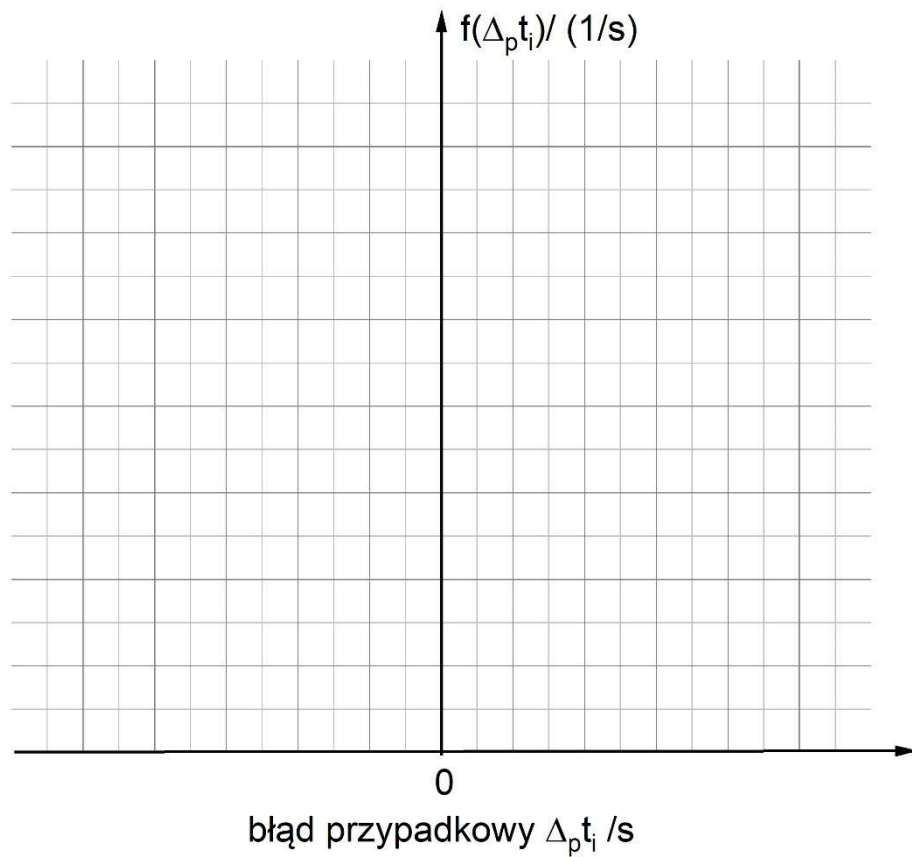
4b. Funkcja Gaussa dla błędów przypadkowych.

$$f(\Delta_p t_i) = \frac{1}{\sigma(t_i)\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta_p t_i}{\sigma(t_i)}\right)^2\right]$$

$$f(\Delta_p t_i) =$$

4c. Wykres funkcji Gaussa dla błędów przypadkowych.

$\Delta_p t_i/s$	$f(\Delta_p t_i)/(1/s)$
$\sigma(t_i)$	
$2 \sigma(t_i)$	
$3 \sigma(t_i)$	
$4 \sigma(t_i)$	
$5 \sigma(t_i)$	



4d. Wyznaczenie przedziałów występowania błędów przypadkowych.

Przedział	Wartość	Prawdopodobieństwo
$-\sigma(\Delta_p t_i) \leq \Delta_p t_i \leq \sigma(\Delta_p t_i)$		
$-2\sigma(\Delta_p t_i) \leq \Delta_p t_i \leq 2\sigma(\Delta_p t_i)$		
$-3\sigma(\Delta_p t_i) \leq \Delta_p t_i \leq 3\sigma(\Delta_p t_i)$		

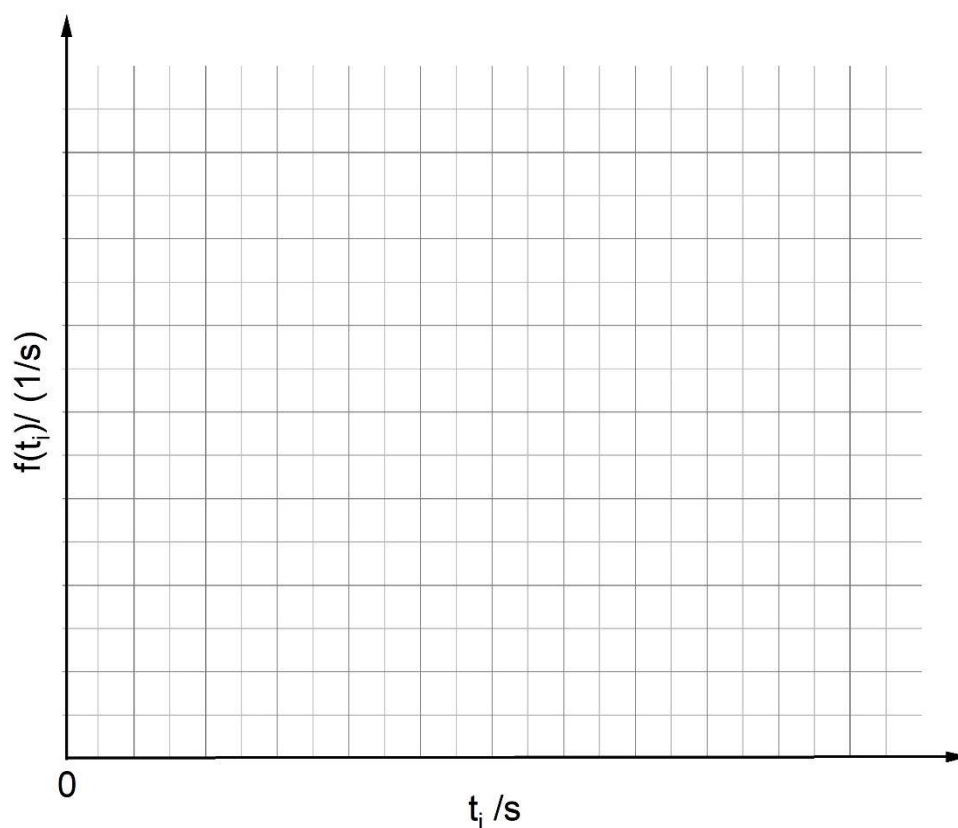
5. Funkcja Gaussa dla wyników pomiarów

$$f(t_i) = \frac{1}{\sigma(t_i)\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{t_i - t_{\dot{s}r}}{\sigma(t_i)} \right)^2 \right]$$

$f(t_i) =$

5a. Wykres funkcji Gaussa dla wyników pomiarów

t_i/s	$f(t_i)/(1/s)$
$t_{\dot{s}r}$	
$t_{\dot{s}r} + \sigma(t_i)$	
$t_{\dot{s}r} + 2\sigma(t_i)$	
$t_{\dot{s}r} + 3\sigma(t_i)$	
$t_{\dot{s}r} + 4\sigma(t_i)$	
$t_{\dot{s}r} + 5\sigma(t_i)$	



5b Wyznaczenie przedziałów występowania wyników pomiarów.

Przedział	Wartość	Prawdopodobieństwo
$t_{\dot{s}r} - \sigma(t_i) \leq t_i \leq t_{\dot{s}r} + \sigma(t_i)$		

$t_{sr} - 2\sigma(t_i) \leq t_i \leq t_{sr} + 2\sigma(t_i)$		
$t_{sr} - \sigma(t_i) \leq t_i \leq t_{sr} + \sigma(t_i)$		

Porównanie rozkładów Gaussa dla błędów przypadkowych i wyników pomiarów:

6. Zapis wyniku pomiaru czasu (zwrócić uwagę na liczbę cyfr znaczących)

$$t = t_{sr} \pm k \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Dla odpowiedniego α przyjąć współczynnik rozszerzenia k

t =

Wnioski i uwagi końcowe

Błędy systematyczne

1. **Pirometr:** o błędzie granicznym $\Delta_{gp} = \pm 1^{\circ}\text{C}$
2. **Kalibrator pirometrów:** IR model 350 o błędzie granicznym $\Delta_{gk} = \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ w granicach do 100 $^{\circ}\text{C}$. Współczynnik emisyjności $\varepsilon = 0,95$
3. **Zmierzona średnica powierzchni promieniującej kalibratora.**

S = mm

4. **Rozdzielczość optyczna pirometru.**

$$\frac{D}{S} =$$

5. Obliczenie maksymalnej odległości pomiarowej dla danej powierzchni promieniującej

$$D =$$

6. Nastawiona wartość temperatury na kalibratorze (temperatura rzeczywista)

$$\vartheta_k =$$

7. Temperatury odczytane z pirometru ϑ_{pi} przy współczynniku emisyjności $\varepsilon = 0,95$.

$\vartheta_{p1}/^{\circ}\text{C}$	$\vartheta_{p2}/^{\circ}\text{C}$	$\vartheta_{p3}/^{\circ}\text{C}$	$\vartheta_{p4}/^{\circ}\text{C}$	$\vartheta_{p5}/^{\circ}\text{C}$	$\vartheta_{p6}/^{\circ}\text{C}$	$\vartheta_{p7}/^{\circ}\text{C}$	$\vartheta_{p8}/^{\circ}\text{C}$	$\vartheta_{p9}/^{\circ}\text{C}$	$\vartheta_{p10}/^{\circ}\text{C}$

8. Obliczenie temperatury średniej $\vartheta_{p\acute{s}r}$.

$$\vartheta_{p\acute{s}r} = \frac{\sum_{i=1}^{i=10} \vartheta_{pi}}{10} =$$

9. Obliczenia błędu systematycznego pomiaru temperatury pirometrem $\Delta_s \vartheta_p$

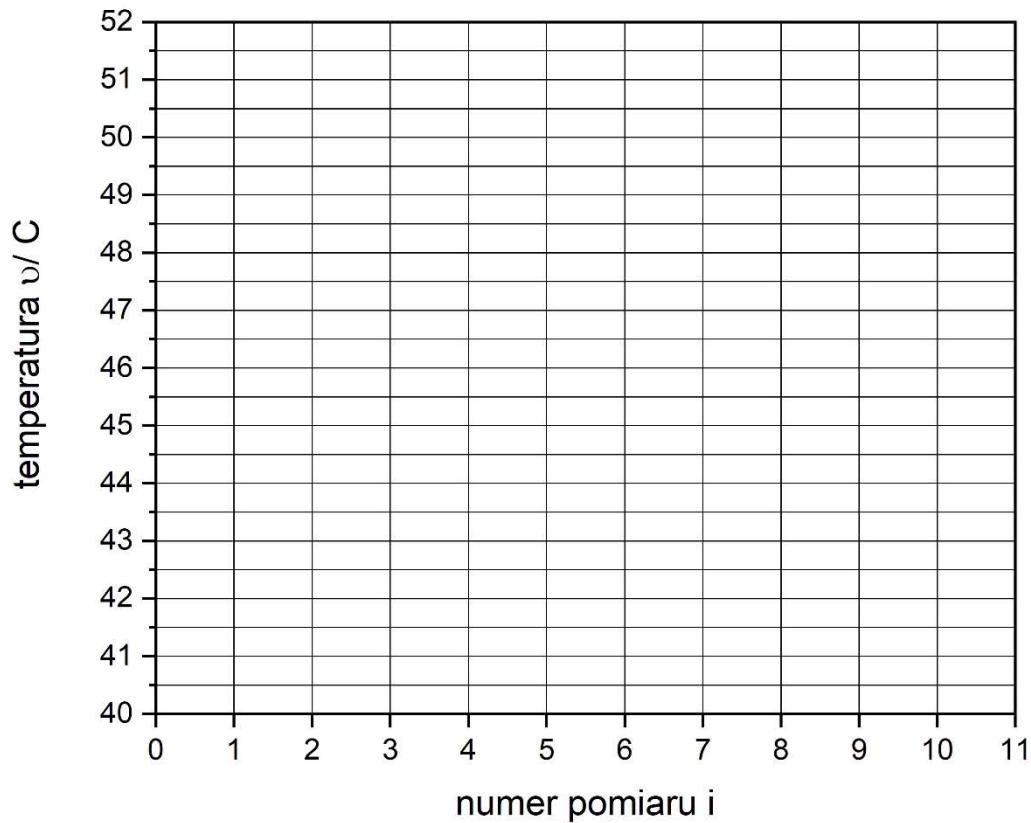
$$\Delta_s \vartheta_p = \vartheta_{p\acute{s}r} - \vartheta_k$$

$$\Delta_s \vartheta_p = -$$

10. Obliczenia poprawki wskazania mierzonej temperatury za pomocą pirometru P_w

$$P_w = - \Delta_s \vartheta_p = +$$

11. Wykres mierzonych temperatur z zaznaczeniem temperatury zadanej t_k , poprawki wskazania P_w



12. Obliczenie niepewności poprawki wskazania $u(P_w)$.

Poprawka wskazania: $P_w = \vartheta_k - \vartheta_{p\acute{s}r}$

Niepewność standardowa poprawki wskazania $u(P_w) = \sqrt{u_{\vartheta_k}^2 + u_{\vartheta_{p\acute{s}r}}^2}$

12.1. Niepewność standardowa temperatury kalibratora u_{ϑ_k}

$u_{\vartheta_k} = \frac{\Delta_g(\vartheta_k)}{\sqrt{3}}$ liczona metodą typu B

$u_{\vartheta_k} =$

12.2. Niepewność standardowa temperatury średniej $u_{\vartheta_{p\acute{s}r}}$

$u_{\vartheta_{p\acute{s}r}} = \sqrt{u_{A(\vartheta_{p\acute{s}r})}^2 + u_{B(\vartheta_{p\acute{s}r})}^2}$

Niepewność standardowa typu A:

$u_{A(\vartheta_{p\acute{s}r})} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=10} (\vartheta_{p_i} - \vartheta_{p\acute{s}r})^2}{(N-1) \cdot N}}$

$$u_{A(\vartheta_{p\acute{s}r})} =$$

Niepewność standardowa typu B :

$$u_{B(\vartheta_p)} = \frac{\Delta_g(\vartheta_p)}{\sqrt{3}}$$

$$u_{B(\vartheta_p)} =$$

$$u_{\vartheta_{p\acute{s}r}} =$$

Niepewność standardowa poprawki wskazania

$$u(P_w) = \sqrt{u_{\vartheta_k}^2 + u_{\vartheta_{p\acute{s}r}}^2} =$$

13. Poprawka wskazania wraz z niepewnością (zwrócić uwagę na liczbę cyfr znaczących)

$$P_w = (\quad) \quad \alpha =$$

14. Zapis wyniku pomiaru temperatury pirometrem (zwrócić uwagę na liczbę cyfr znaczących)

$$\vartheta = \vartheta_{p\acute{s}r} + P_w$$

$$\vartheta = \vartheta_{pop}$$

Niepewność standardowa temperatury:

$$u(\vartheta) = \sqrt{u_{\vartheta_{p\acute{s}r}}^2 + u_{P_w}^2}$$

Niepewność standardowa poprawki wskazania:

$$u_{P_w} =$$

Niepewność standardowa średniej temperatury mierzonej pirometrem po pominięciu niepewności związanej z rozdzielczością pirometru:

$$u_{\vartheta_{p\acute{s}r}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\vartheta_{pi} - \vartheta_{p\acute{s}r})^2}{N \cdot (N - 1)}}$$

$$u_{\vartheta_{p\acute{s}r}} =$$

Niepewność standardowa temperatury:

$$u(\vartheta) =$$

Niepewność całkowita (rozszerzona) temperatury:

$$U(\vartheta) = \quad \alpha =$$

Zapis wyniku pomiaru:

$$\vartheta = [\vartheta_{pop} \pm U(\vartheta)] \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\vartheta = (\quad) \text{ } ^\circ\text{C} \quad \alpha =$$

Wnioski i uwagi końcowe