
Laboratorium Podstaw Fizyki

Nr ćwiczenia

Temat ćwiczenia

Nazwisko i Imię prowadzącego kurs

Wykonawca:	
Imię i Nazwisko nr indeksu, wydział	
Termin zajęć: dzień tygodnia, godzina	
Numer grupy ćwiczeniowej	
Data oddania sprawozdania:	
Ocena końcowa	

Zatwierdzam wyniki pomiarów.

Data i podpis prowadzącego zajęcia

Adnotacje dotyczące wymaganych poprawek oraz daty otrzymania poprawionego sprawozdania

0.1 Cele ćwiczenia:

- Skalowanie termopary oraz wyznaczenie współczynnika termoelektrycznego termopary.
- Wyznaczenie temperatury krzepnięcia wody.

0.2 Metoda pomiarowa

- Skalowanie termopary - wyznaczenie zależności $U = f(T)$
- Jedno spojenie termopary umieścić w termosie z lodem ($T_0 = 0^{\circ}C$)
- Drugie spojenie termopary umieścić w naczyniu termicznym
- Podgrzewanie naczynia termicznego
- Obliczenie współczynnika temperaturowego α termopary
- Wyznaczenie temperatury krzepnięcia wody

0.3 Spis przyrządów

- Multimetr
 1. Pomiar napięcia
$$\Delta U = 0,05\% \cdot rdg + 0,01 \cdot zakres; \text{zakres } 100mV$$
- kuchenka elektryczna
- termometr
- naczynie do podgrzewania wody
- termos z roztworem lodu i wody
- termopara
- woltomierz
- naczynie na roztwór lodu z wodą i solą kuchenną
- naczynie na wodę/lód
- strzykawka
- stoper

0.4 Oznaczenia zmiennych

Opis oznaczeń:

U - napięcie

T - temperatura

t - czas

T_k - temperatura krzepnięcia

U_k - napięcie krzepnięcia

α - współczynnik termoelektryczny

0.5 Tabele pomiarowe

0.5.1 Skalowanie termopary

T	$u(T)$	U	$u(U)$	α	$u(\alpha)$	$u(\alpha)/\alpha \cdot 100\%$	B	$u(B)$
[°C]	[°C]	[mV]	[mV]	[mV/°C]	[mV/°C]	[%]	[mV]	[mV]
50	0,58	1,97	0,00057	0,04716	0,00095	2,0086	-0,436	0,061
52	0,58	2,03	0,00059					
54	0,58	2,13	0,00062					
56	0,58	2,2	0,00064					

Rysunek 1: Tabela1

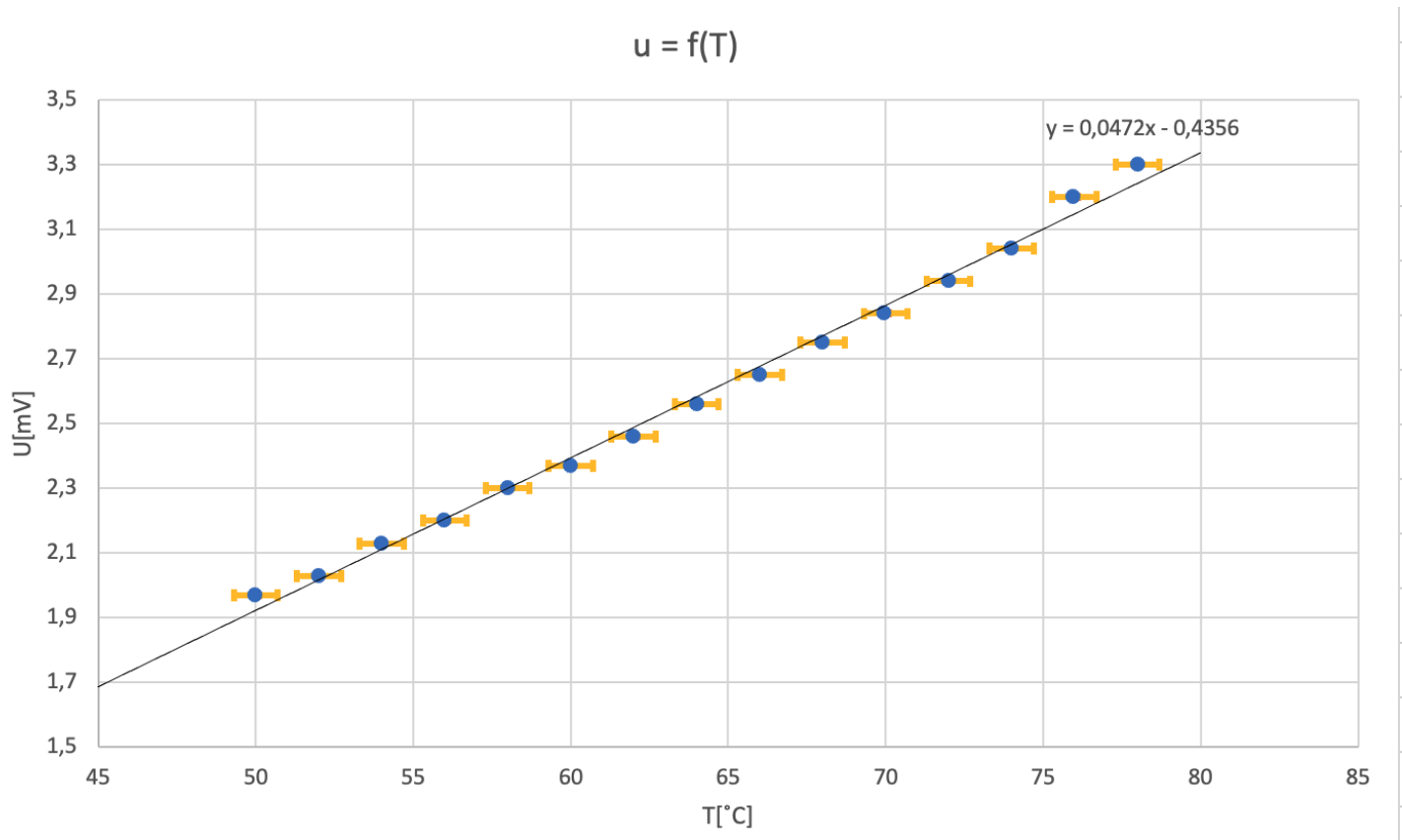
0.5.2 Wyznaczenie temperatury krzepnięcia wody

t	U	$u(U)$	U_k	$u(U_k)$	T_k	$u_c(T_k)$	$u_c(T_k)/T_k \cdot 100\%$
[s]	[mV]	[mV]	[mV]	[mV]	[°C]	[°C]	[%]
320	-0,06	-0,000017	-0,057	0,0033	-10,44	0,075	-0,72
340	-0,06	-0,000017					
360	-0,05	-0,000014					

Rysunek 2: Tabela 2

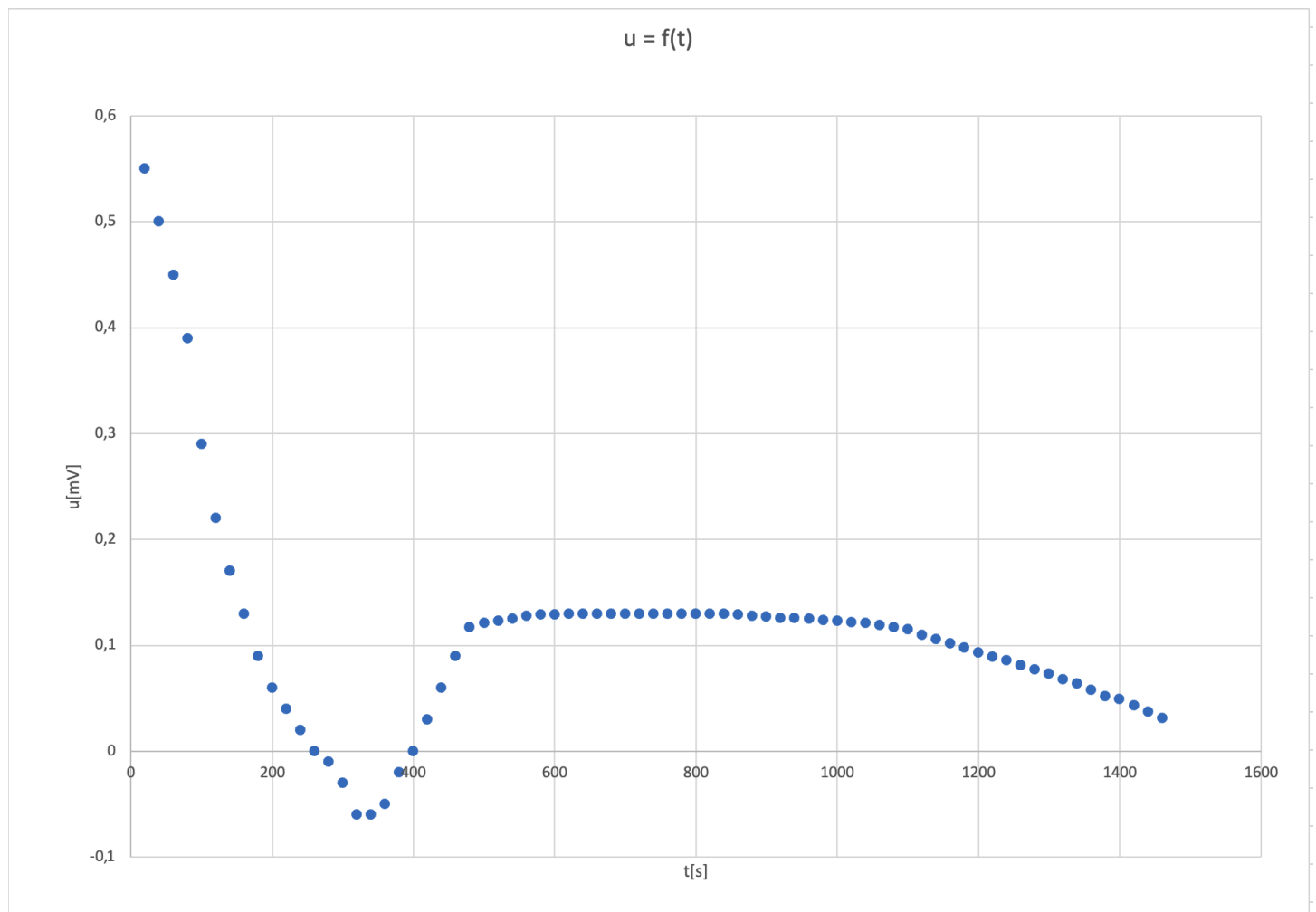
0.6 Wykresy

0.6.1 Skalowanie termopary i wyznaczenie współczynnika termoelektrycznego α



Rysunek 3: Wykres 1

0.6.2 Wyznaczenie temperatury krzepnięcia wody



Rysunek 4: Wykres 1

0.7 Wykorzystane wzory i przykładowe obliczenia

Niepewność pomiaru temperatury

$$\Delta T = 1^{\circ}C$$

(1)

0.7.1 Niepewność pomiaru woltomierzem

$$\Delta U = 0,05\% \cdot \text{rdg} + 0,01\% \cdot \text{dgt}$$

(2)

0.7.2 Niepewność pomiaru napięcia

$$u(U) = \frac{0,05\% \cdot \text{rdg} + 0,01\% \cdot \text{dgt}}{\sqrt{3}} = \frac{0,05\% \cdot 1,97 + 0,01\% \cdot 0,01}{\sqrt{3}} \approx 0,00057 [V] \quad (3)$$

0.7.3 Temperatura krzepnięcia

$$T_k = \frac{U_k + B}{a} = \frac{-0,057 - 0,436}{0,04716} \approx -10,44^{\circ}C \quad (4)$$

0.7.4 Niepewność złożona temperatury krzepnięcia

$$u_c(T_k) = \sqrt{\left[\frac{\partial T_k}{\partial \alpha}\right]^2 \cdot u^2(\alpha) + \left[\frac{\partial T_k}{\partial u_k}\right]^2 \cdot u^2(u_k)} \quad (5)$$

$$u_c(T_k) = \sqrt{\left[\frac{-u_k}{\alpha}\right]^2 \cdot u^2(\alpha) + \left[\frac{1}{\alpha}\right]^2 \cdot u^2(u_k)} \quad (6)$$

$$u_c(T_k) = \sqrt{\left[\frac{0,057}{0,04716}\right]^2 \cdot 0,00095^2 + \left[\frac{1}{0,04716}\right]^2 \cdot 0,0033^2} \approx 0,075^{\circ}C \quad (7)$$

0.8 Wnioski

- Temperatura krzepnięcia wody przy ciśnieniu równym 1 atm = 101 325 Pa wynosi 0°C, natomiast uzyskana w wyniku moich pomiarów temperatura jest równa -10,440 (0,075) °C, co uwzględniając wszystkie niepewności znacząco odbiega wartości teoretycznej.
- Taka rozbieżność wyników może być spowodowana zbyt małą ilością pomiarów w obszarze plateau w wyniku czego obliczone ze średniej napięć napięcie krzepnięcia było niedokładne.