

I LO im. Tadeusza Kościuszki w Wieluniu

Ogniwa Peltiera

Paulina Szwed
Karolina Stolarczyk
Wiktor Kiejnich

Praca wykonana pod kierunkiem mgr. Zenony Stojeckiej

Spis treści

[Wstęp](#)

[Badanie efektu Seebecka](#)

[Opis metody badawczej i przebieg doświadczenia](#)

[Praktyczne zastosowanie efektu Seebecka](#)

[Badanie efektu Peltiera](#)

[Opis metody badawczej](#)

[Wyniki pomiarów:](#)

[Praktyczne zastosowanie efektu Peltiera](#)

Wstęp

Ogniwa Peltiera (inaczej moduły Peltiera, ogniwa termoelektryczne, termopary, elementy termoelektryczne) to urządzenia wykorzystujące zjawiska termoelektryczne, czyli wytworzenie napięcia elektrycznego w wyniku różnicy temperatur i odwrotnie. Urządzenie termoelektryczne wytwarza napięcie, gdy występuje różnica temperatur po obu jego stronach. Urządzenia wykorzystujące zjawiska termoelektryczne, takie jak ogniwa Peltiera, mają szerokie zastosowanie w procesach chłodzenia, pomiarach temperatury czy systemach bezpieczeństwa.

W poniższej pracy zajmować się będziemy badaniem zależności wielkości fizycznych w zjawiskach termoelektrycznych zachodzących w ogniwie Peltiera. Na podstawie badań efektu Seebecka postaramy się doświadczalnie wyznaczyć zależność napięcia i natężenia prądu uzyskiwanego z różnicy temperatur po dwóch stronach ogniwa. Zajmiemy się także wykorzystaniem termoelementów, jako przyrządów do pomiaru różnicy temperatur.

Następnie skupimy się na efekcie Peltiera, czyli zjawisku odwrotnym do efektu Seebecka - poprzez przyłożenia napięcia wytworzymy różnicę temperatur. Dodatkowo przedstawimy projekt chłodziarki oparty na wykorzystaniu tego zjawiska.

W opisie wyników pomiarów używamy następujących symboli:

- ∇T - różnica temperatur po obu stronach ogniwa
- U - napięcie na ogniwie
- I - natężenie prądu płynącego przez ogniwo
- Δ - niepewność wielkości np. ΔU - niepewność pomiaru napięcia;

Do wszystkich pomiarów i konstrukcji używamy ogniw Peltiera TEC1-12706.

Kwestia przeprowadzenia tego typu pomiarów zainteresowała nas m. in. ze względu na to, że w ogólnodostępnych źródłach znajduje się niewiele publikacji poświęconych zjawiskom termoelektrycznym, w których zawarto zależność napięcia i natężenia od różnicy temperatur i vice versa. Postanowiliśmy także przetestować różne zastosowania ogniw Peltiera.

Badanie efektu Seebecka

Efekt Seebecka to zjawisko termoelektryczne polegające na wytworzeniu w obwodzie zamkniętym złożonym z dwóch różnych przewodników lub półprzewodników, co spowodowane jest różnicą temperatur miejsc styku. W skali atomowej różnica temperatur powoduje przenikanie nośników ładunku ze strony gorącej na stronę zimną. Thomas Johann Seebeck, w 1821 roku odkrył, że igła kompasu zostanie odchylona poprzez zbliżony do niej obwód złożony z dwóch różnych metali połączonych w dwóch miejscach, o różnych temperaturach.¹ Zauważyliśmy, że podczas zmian różnicy temperatur po obu stronach ogniwa następuje zmiana wartości natężenia prądu płynącego przez ogniwo oraz napięcia na ogniwie. Postanowiliśmy zatem doświadczalnie wyznaczyć zależność $\nabla T(U)$ oraz $\nabla T(I)$.

Opisane przez Seebecka zależności określone są wzorem

$$U = (S_B - S_A) \cdot (T_2 - T_1) \quad ^2, \text{ gdzie}$$

U - napięcie, S_B, S_A - współczynniki Seebecka charakterystyczne dla danego materiału,
 T_2, T_1 - temperatury obu przewodników

Opis metody badawczej i przebieg doświadczenia

Do przeprowadzenia doświadczenia wykorzystujemy: termoogniwo, aluminiową puszkę, termometr, topniejący lód, multimetr, szklankę, gorącą wodę.

I

Wyznaczamy zależność różnicy temperatur po obu stronach ogniwa w zależności od natężenia prądu płynącego przez ogniwo. Do tego celu konstruujemy układ:

1. Aluminiową puszkę nacinamy z boku w celu utworzenia przestrzeni na przewody ogniwa.
2. W puszcze umieszczamy pokruszony topniejący lód ($T_{\text{lodu}} = 0^\circ\text{C}$). Puszkę izolujemy. Pomiar przeprowadzamy upewniając się, że temperatura lodu jest równa 0°C przez cały czas jego trwania.
3. Na powierzchni lodu umieszczamy ogniwo Peltiera i podłączamy do niego multimetr ustawiony na mierzenia natężenia prądu.

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric_effect#Seebeck_effect

² http://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric_effect#Seebeck_effect, Encyklopedia Fizyki PWN 1973 t. 3

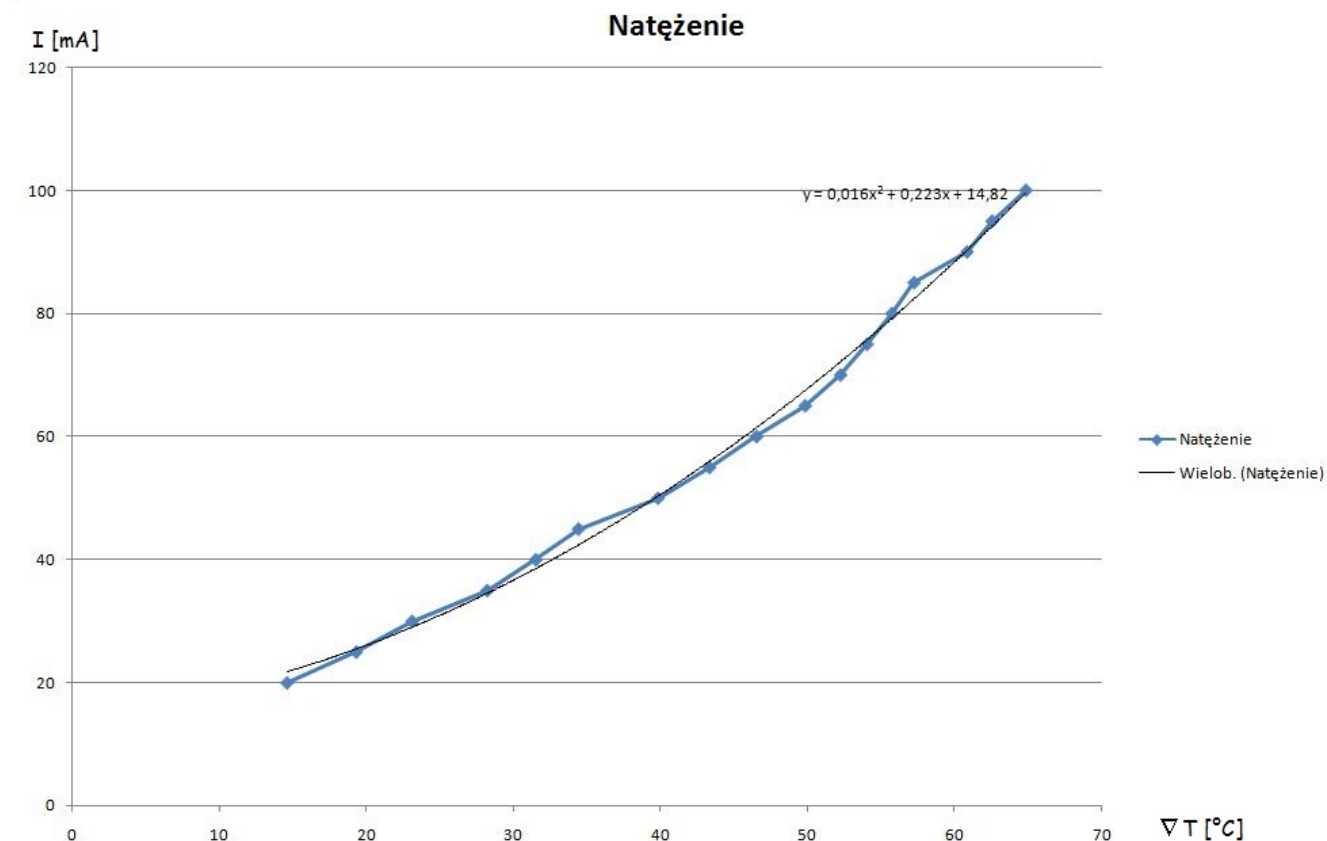
4. Do szklanki wlewamy wodę w wysokiej temperaturze ok. 80°C i umieszczamy szklankę na ogniwie.
5. Mierzmy temperaturę wody w zależności od wskazań amperomierza. Dzięki umieszczeniu topniejącego lodu po jednej stronie ogniw jej temperatura będzie stała z powodu właściwości substancji krystalicznych. W tej sytuacji wskazanie termometru umieszczonego w szklance jest równocześnie różnicą temperatur po obu stronach termoogniwa.



Wyniki pomiarów:

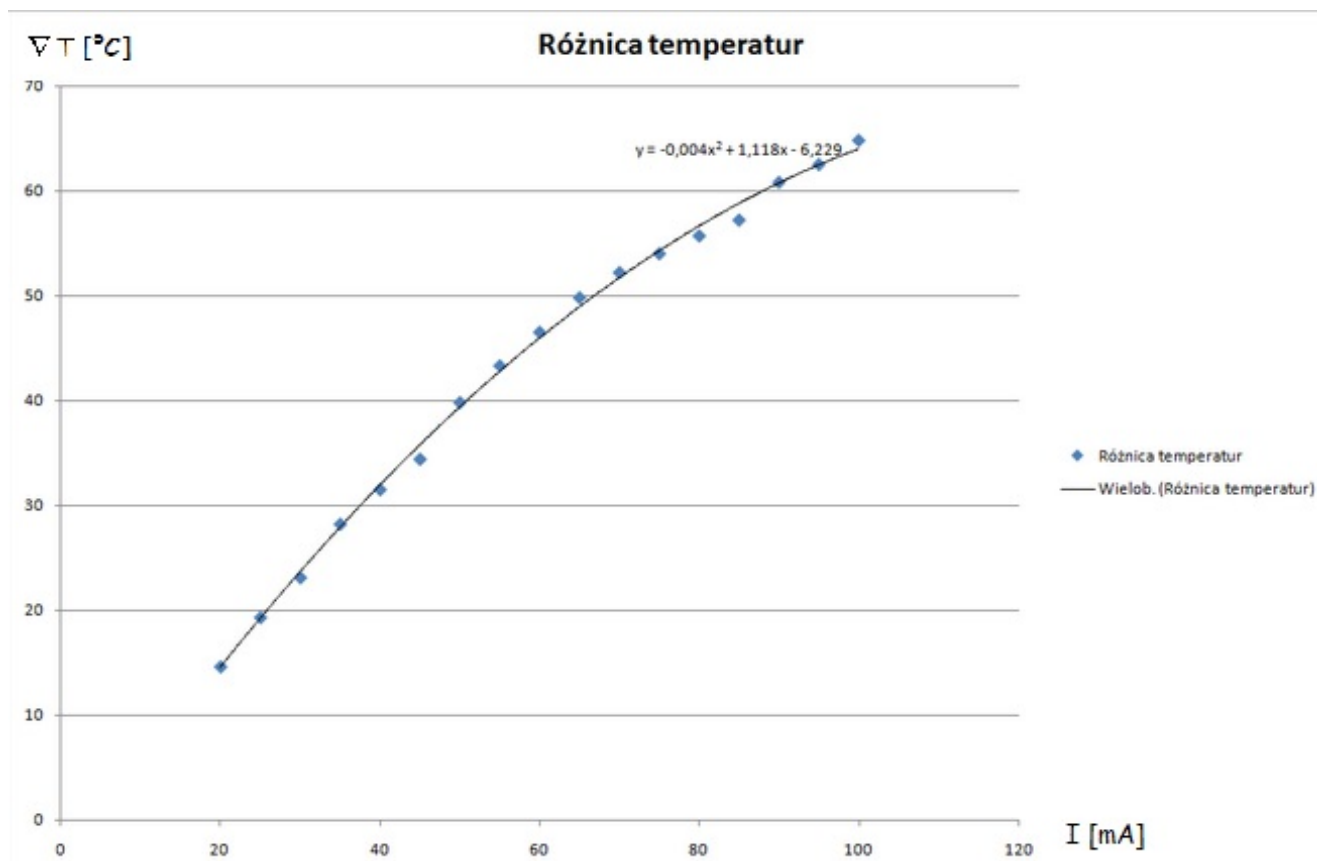
I [mA]	ΔI [mA]	∇T [°C]
100	1,4	64,8
95	1,3	62,5
90	1,3	60,8
85	1,2	57,2
80	1,2	55,7
75	1,1	54,0
70	1,0	52,2
65	1,0	49,8
60	0,9	46,5
55	0,9	43,3
50	0,8	39,8
45	0,7	34,4
40	0,7	31,5
35	0,6	28,2
30	0,6	23,1
25	0,5	19,3
20	0,4	14,6

Wyniki umieszczamy w arkuszu kalkulacyjnym programu MS Office Excel, po czym tworzymy wykres i określamy linię trendu.



Na wykresie możemy zauważyć, że wykres przecina oś pionową w punkcie innym niż początek układu współrzędnych. Oznacza to, że aby po obu stronach badanego termoparniwa pojawiła się różnica temperatur, potrzebna jest pewna minimalna wartość natężenia prądu płynącego przez ogniwo.

Z wykresu możemy odczytać wielomian opisujący zależność wartości natężenia od różnicy temperatur. Otrzymaną funkcję możemy również odwrócić - wtedy będzie ona miała następującą postać.



Z równania na wykresie odczytujemy współczynniki i w ten sposób otrzymujemy wielomian opisujący funkcję $\nabla T(I)$:

$$\nabla T(I) = -0,004I^2 + 1,118I - 6,229$$

Należy pamiętać o niepewności. Niepewność funkcji $\Delta T(I)$ możemy obliczyć metodą różniczki zupełnej. Obliczamy funkcję pochodną $\Delta T(I)$ i postawiamy do wzoru:

$$\Delta[\nabla T(I)] = [\nabla T(I)]' \cdot \Delta I$$

Zależność tę można wyznaczyć również poprzez narysowanie wykresu na papierze milimetrowym i wyznaczenie współczynników równania na podstawie wykresu. Otrzymaną zależność możemy opisać wielomianem postaci $f(x) = ax^2 + bx + c$. Przymujemy trzy punkty na wykresie, dla których tworzymy układ trzech równań:

$I_1 = 30$	$I_2 = 70$	$I_3 = 100$
$T_1 = 24$	$T_2 = 53$	$T_3 = 65$

Uzyskujemy w ten sposób następujący układ równań:

$$24 = a * 30 * 30 + b * 30 + c$$

$$70 = a * 53 * 53 + b * 53 + c$$

$$65 = a * 100 * 100 + b * 100 + c$$

Po rozwiązaniu:

$$a = -0,004$$

$$b = 1,189$$

$$c = 7,5$$

Stąd:

$$\nabla T(I) = -0,004^2 + 1,189I - 7,5$$

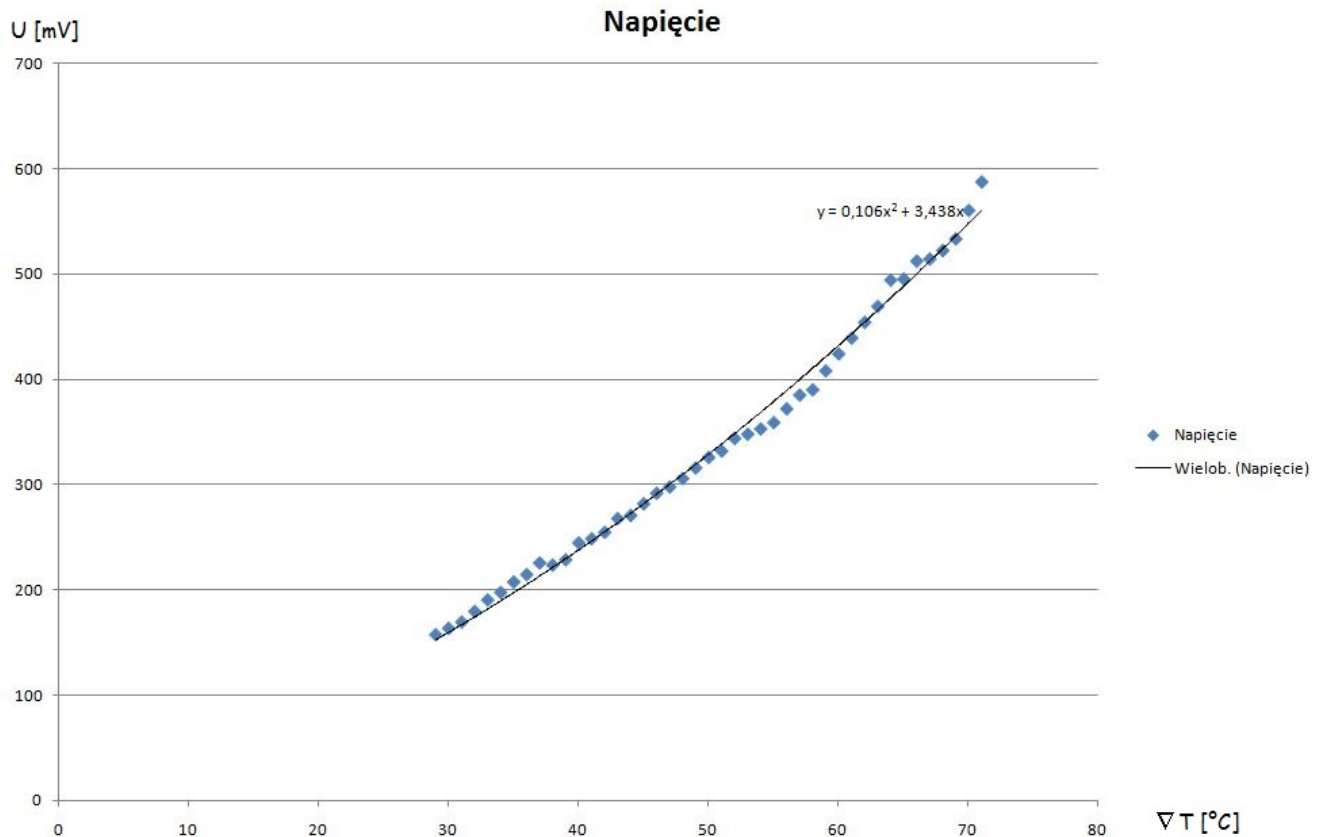
Należy pamiętać o niepewności. Niepewność funkcji $\nabla T(I)$ możemy obliczyć metodą różniczki zupełnej. Obliczamy funkcję pochodną $\nabla T(I)$ i podstawiamy do wzoru:

$$\Delta[\nabla T(I)] = [\nabla T(I)]' \cdot \Delta I$$

$$\Delta I = 0,12 \cdot I + 0,02$$

Następnie wyznaczamy zależność różnicy temperatur po obu stronach ogniwa w zależności od napięcia na termoogniwie. Wykorzystamy do tego identyczny układ jak w wyżej wymienionym przypadku, tylko z taką różnicą, że multimetr ustawiamy, aby tak, by mierzył napięcie

U [V]	ΔU	∇T	U [V]	ΔU	∇T
0,587	0,005	71	0,326	0,004	50
0,56	0,005	70	0,316	0,004	49
0,533	0,005	69	0,306	0,004	48
0,522	0,005	68	0,298	0,003	47
0,514	0,005	67	0,292	0,003	46
0,512	0,005	66	0,282	0,003	45
0,495	0,004	65	0,271	0,003	44
0,494	0,004	64	0,268	0,003	43
0,469	0,004	63	0,255	0,003	42
0,454	0,004	62	0,249	0,003	41
0,439	0,004	61	0,245	0,003	40
0,424	0,004	60	0,229	0,003	39
0,408	0,004	59	0,224	0,003	38
0,39	0,004	58	0,226	0,003	37
0,385	0,004	57	0,215	0,003	36
0,372	0,004	56	0,208	0,003	35
0,359	0,004	55	0,198	0,003	34
0,353	0,004	54	0,191	0,003	33
0,348	0,004	53	0,18	0,003	32
0,344	0,004	52	0,17	0,003	31
0,332	0,004	51	0,164	0,003	30
0,326	0,004	50	0,158	0,003	29



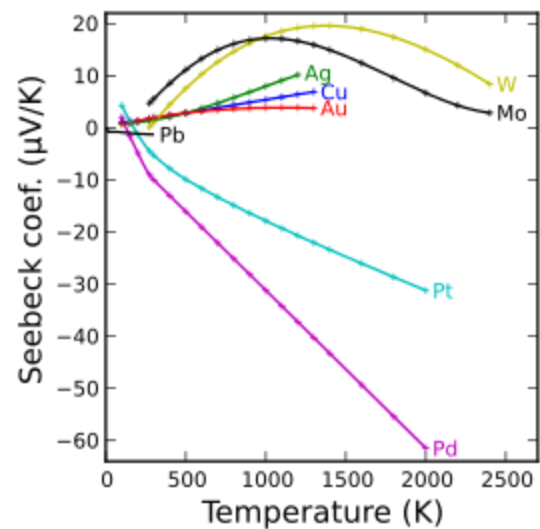
Zgodnie ze wzorem:

$$U = (S_B - S_A) \cdot (T_2 - T_1)$$

po przekształceniu:

$$U/(T_2 - T_1) = U/\Delta T = (S_B - S_A) \neq \text{const}$$

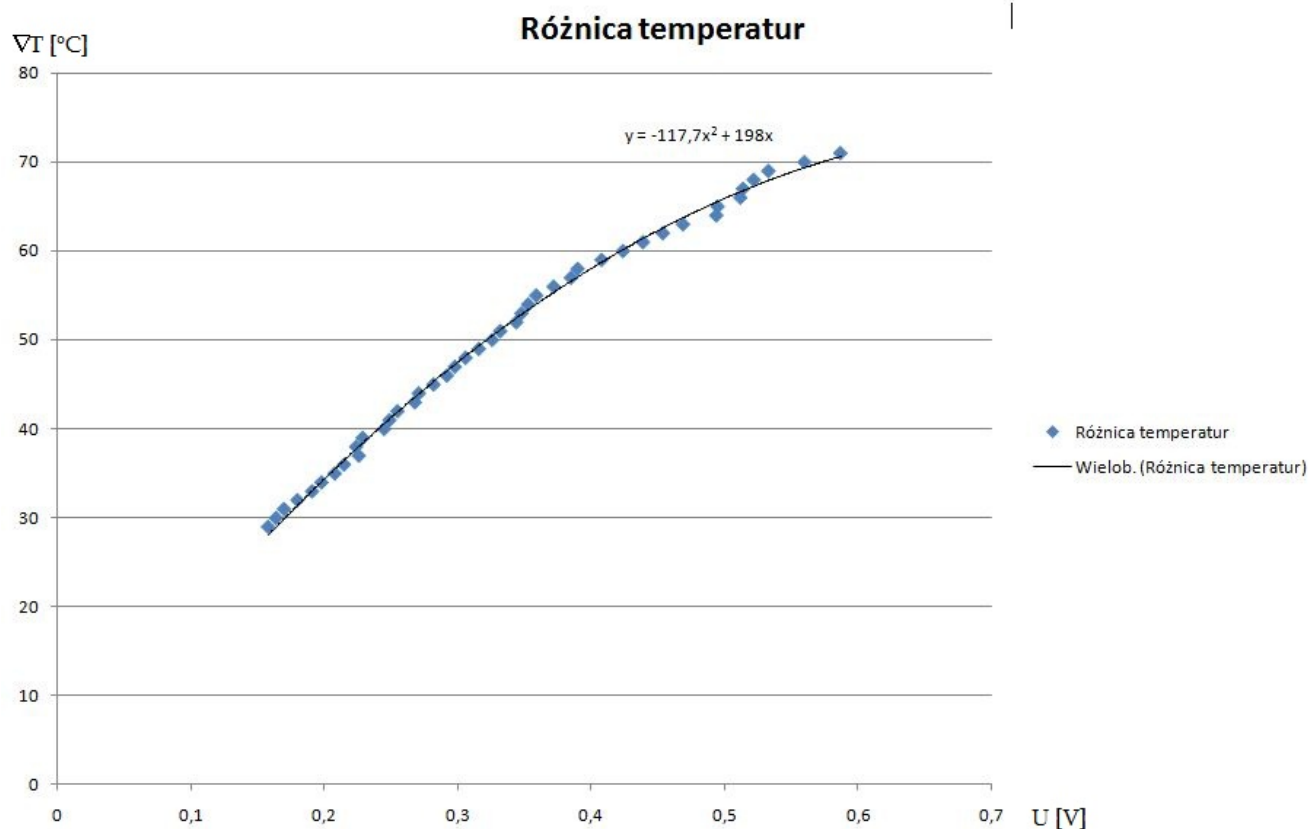
Jako, że zależność nie jest liniowa, możemy stwierdzić, że różnica $(S_B - S_A)$ nie jest stała. Zatem badanym ogniwie w zależności od różnicy temperatur zmieniają się wartości współczynników Seebecka. Potwierdza to przewidywania³. Współczynnik Seebecka w przypadku różnych materiałów na różne sposoby zmienia się w zależności od temperatury, jak pokazuje wykres.



W

³ http://en.wikipedia.org/wiki/Seebeck_coefficient

Zależność napięcia od różnicy temperatur można odwrócić i w ten sposób uzyskać zależność $\nabla T(U)$.



Otrzymujemy następującą zależność:

$$\nabla T(U) = -117,7U^2 + 198U$$

Obliczamy niepewność podanej zależności funkcyjnej metodą różniczki zupełnej.

$$\Delta(\nabla T(U)) = (\nabla T(U))' \cdot \Delta U$$

$$(\nabla T(U))' = 2 \cdot (-117,7) \cdot U + 198 = -235,4 \cdot U + 198$$

ΔU obliczamy według instrukcji miernika:

$$\Delta U = 0,5\% \cdot U + 0,002V$$

Możemy także odczytać zależność funkcyjną z wykresu na papierze milimetrowym, podobną metodą do przypadku zależności od natężenia. Tym razem jednak wystarczy przyjąć 2 punkty na wykresie, gdyż współczynnik c wielomianu $ax^2 + bx + c$ jest równy 0 (wykres przechodzi przez początek układu współrzędnych).

$U_1 = 0,25V$	$U_2 = 0,4V$
$T_1 = 41^{\circ}C$	$T_2 = 58,5^{\circ}C$

Zapisujemy układ równań:

$$41 = a \cdot (0,25)^2 + b \cdot 0,25$$

$$58,5 = a \cdot (0,4)^2 + b \cdot 0,4$$

Po rozwiązaniu układu otrzymujemy następujące współczynniki wielomianu:

$$a = -118,33$$

$$b = 193,58$$

Zatem $\nabla T(U) = -118,33U^2 + 193,58U$. Niepewność otrzymanej zależności liczymy metodą różniczki zupełnej.

$$\Delta(\nabla T(U)) = (\nabla T(U))' \cdot \Delta U$$

$$(\nabla T(U))' = 2 \cdot (-118,33) \cdot U + 193,58 = -236,66 \cdot U + 193,58$$

ΔU obliczamy według instrukcji miernika:

$$\Delta U = 0,5\% \cdot U + 0,002V$$

Praktyczne zastosowanie efektu Seebecka

Efekt Seebecka ma wiele praktycznych zastosowań. Są one powszechnie wykorzystywane w termometrach oraz urządzeniach bezpieczeństwa.

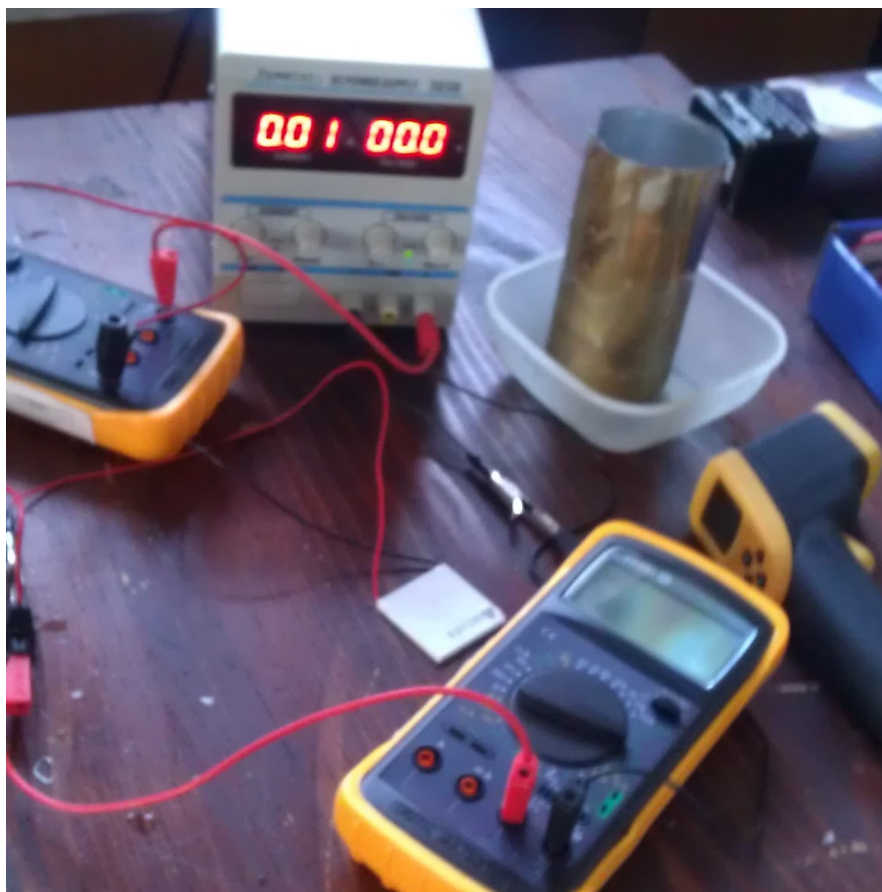
Postanowiliśmy stworzyć własny miernik działający w oparciu o wyznaczoną przez nas zależność różnicy temperatur od napięcia. Może on mierzyć temperaturę położonego na termoogniwie obiektu jeżeli znamy temperaturę w pomieszczeniu lub temperaturę drugiej strony ogniwa np. dzięki ułożeniu ogniwa na topniejącym lodzie albo różnicę temperatur np. pomiędzy temperaturą dłoni osoby trzymającej ogniwo a temperaturą obiektu dotykającego drugiej strony ogniwa. W celu skonstruowania sprawnie działającego miernika napisaliśmy program komputerowy Peltier Temp (dołączony do pracy), który przelicza wprowadzoną wartość napięcia na różnicę temperatur po dwóch stronach ogniwa. Do napisania programu wykorzystaliśmy komputer z systemem operacyjnym Windows 7 oraz kompilatory Dev-C++ oraz Eclipse działający na środowisku programistycznym Java Development Kit.

Badanie efektu Peltiera

Efekt Peltiera jest zjawiskiem odwrotnym do efektu Seebecka. W przypadku efektu Seebecka różnica temperatur powodowała powstanie różnicy potencjałów i przepływ prądu. Tutaj jest odwrotnie - ruch nośników ładunku powoduje wytworzenie różnicy temperatur dwóch różnych przewodników lub półprzewodników. Zbadaliśmy zatem identyczne zależności jak w poprzednim przypadku, tym razem wykorzystując źródło prądu.

Opis metody badawczej

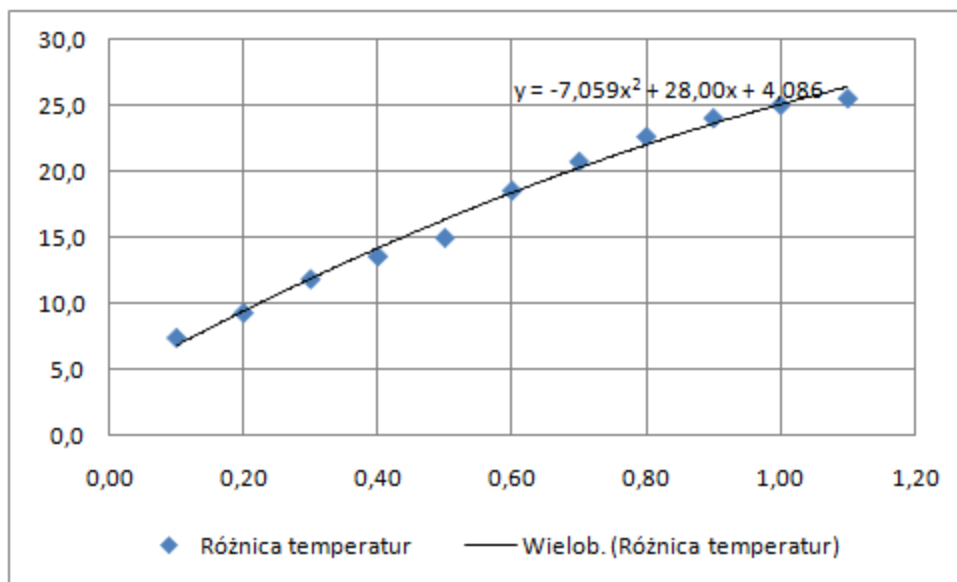
1. Aluminiową puszkę nacinamy z boku w celu utworzenia przestrzeni na przewody ogniwa.
2. W puszcze umieszczamy pokruszony topniejący lód ($T_{\text{lodu}} = 0^{\circ}\text{C}$). Puszkę izolujemy. Pomiar przeprowadzamy upewniając się, że temperatura lodu jest równa 0°C przez cały czas jego trwania.
3. Na powierzchni lodu umieszczamy ogniwo Peltiera i podłączamy do niego źródło prądu, multiimetr ustawiony na mierzenia natężenia prądu.
4. Mierzymy temperaturę powierzchni ogniwa za pomocą pirometru w zależności od wskazań amperomierza.



Wyniki pomiarów:

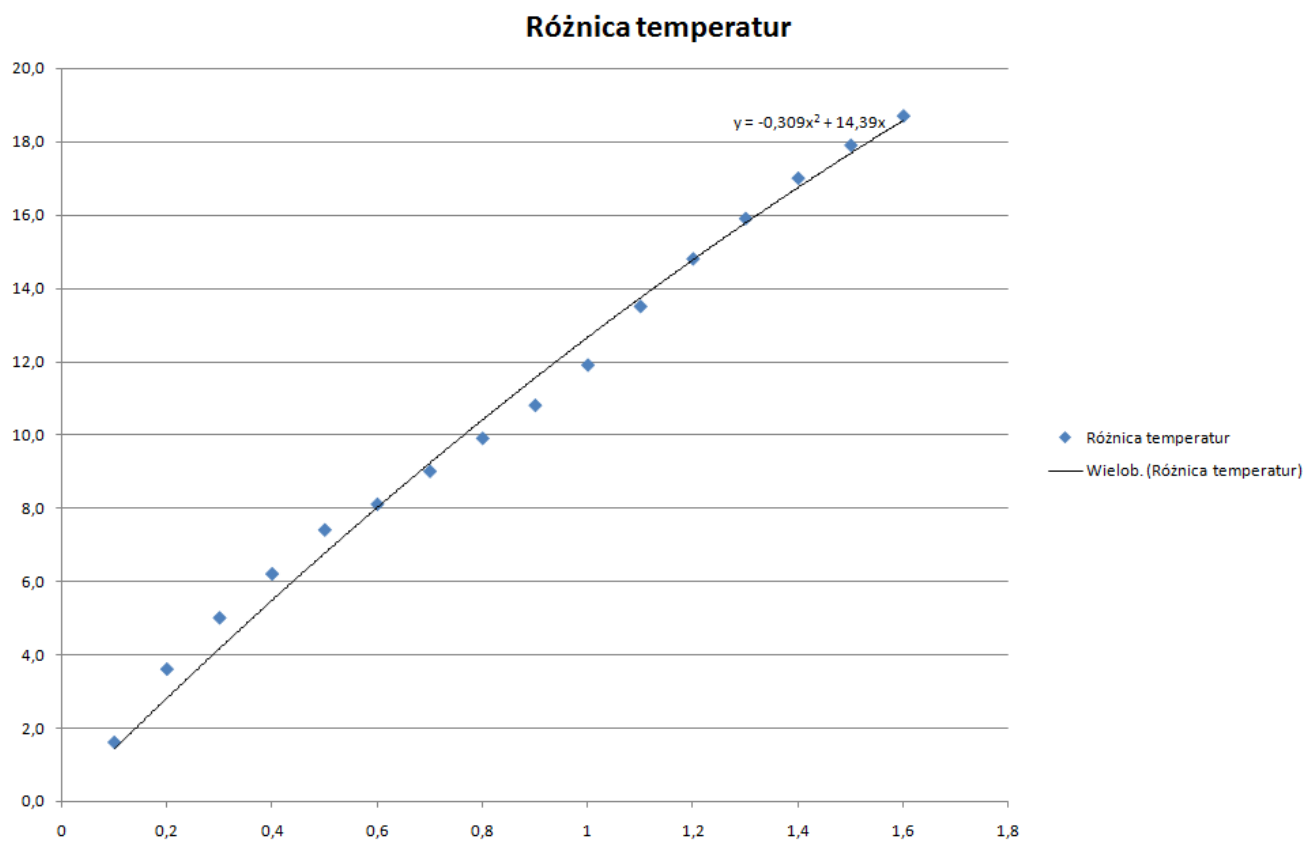
Zależność różnicy temperatur od natężenia: prądu płynącego przez ogniwo Peltiera

I [A]	ΔI [A]	∇T [°C]
0,10	0,020	7,4
0,20	0,020	9,3
0,30	0,021	11,9
0,40	0,021	13,6
0,50	0,021	15,0
0,60	0,021	18,6
0,70	0,021	20,8
0,80	0,022	22,7
0,90	0,022	24,1
1,00	0,022	25,1
1,10	0,022	25,6



Zależność od napięcia:

U [V]	ΔU [V]	$\nabla T(^{\circ}\text{C})$
0,10	0,02	1,6
0,20	0,02	3,6
0,30	0,02	5,0
0,40	0,02	6,2
0,50	0,02	7,4
0,60	0,02	8,1
0,70	0,02	9,0
0,80	0,03	9,9
0,90	0,03	10,8
1,00	0,03	11,9
1,10	0,03	13,5
1,20	0,03	14,8
1,30	0,03	15,9
1,40	0,03	17,0
1,50	0,02	17,9
1,60	0,02	18,7



Analizując kształt wykresu w zestawieniu z wykresami dotyczącymi efektu Seebecka możemy jednoznacznie potwierdzić opisane zależności.

Praktyczne zastosowanie efektu Peltiera

Najczęstszym zastosowaniem ogniw Peltiera jest użycie ich jako elementu chłodzącego w tzw. lodówkach turystycznych. Postanowiliśmy więc zbadać działanie takiego urządzenia na podstawie własnoręcznie zbudowanego modelu.

Do skonstruowania urządzenia zostały użyte następujące materiały:

- 1x Moduł Peltiera TEC1-12706 12V 6A
- 1x zasilacz CCTV 12V 10A
- 2x radiator CPU
- 1x Wentylator komputerowy 60mm 12V 0,3A
- 1X Wentylator komputerowy 85mm 12V 0,6A
- Termometr panelowy z sondą BLOW TH002
- sklejka 6mm i 10mm
- Listwy drewniane 15mmX15mm
- Styropian budowlany 50m
- Mata grzejnikowa 3mm
- Pasta termoprzewodząca, silikonowa klasy H

Ze sklejki 6mm i listew została zbita skrzynia bez pokrywy, która następnie została zaizolowana styropianem i wyłożona matą grzejnikową. W uprzednio przygotowaną wnękę zostaje włożony termometr a jego sonda jest wpuszczona do środka skrzyni.



Kolejną czynnością było wykonanie pokrywy ze sklejki 10mm. W klapie został wycięty otwór o wymiarach ogniwa oraz wkręcone śruby mocujące oba radiatory wraz z wiatrakami. Po wykonaniu powyższych czynności i uprzednim wyklejeniu płyty matą, w otworze zostaje umieszczone ogniwo pokryte pastą termoprzewodzącą po czym zostaje ono ściśnięte z obu stron radiatorami- radiator z mniejszym wiatrakiem zostaje umieszczony po stronie wewnętrznej ponieważ ma on tylko wymusić ruch powietrza we wnętrzu skrzyni. Ostatnią czynnością było podłączenie wiatraków oraz ogniwa do zasilacza oraz podklejenie uszczelką pokrywy lodówki



Gotowa lodówka ma wymiary zewnętrzne 500mmX296mmX225mm i pojemność 5,5L(po odjęciu przestrzeni zajmowanej przez wewnętrzny radiator z wiatrakiem).

Badanie sprawności lodówki

I. Chłodzenie pustej lodówki

Opis metody badawczej i przebieg doświadczenia

Do przeprowadzenia testu wykorzystujemy lodówkę wraz z zasilaczem, multimetr, wbudowany termometr z sondą wewnętrzną i zewnętrzną, pirometr, minutnik

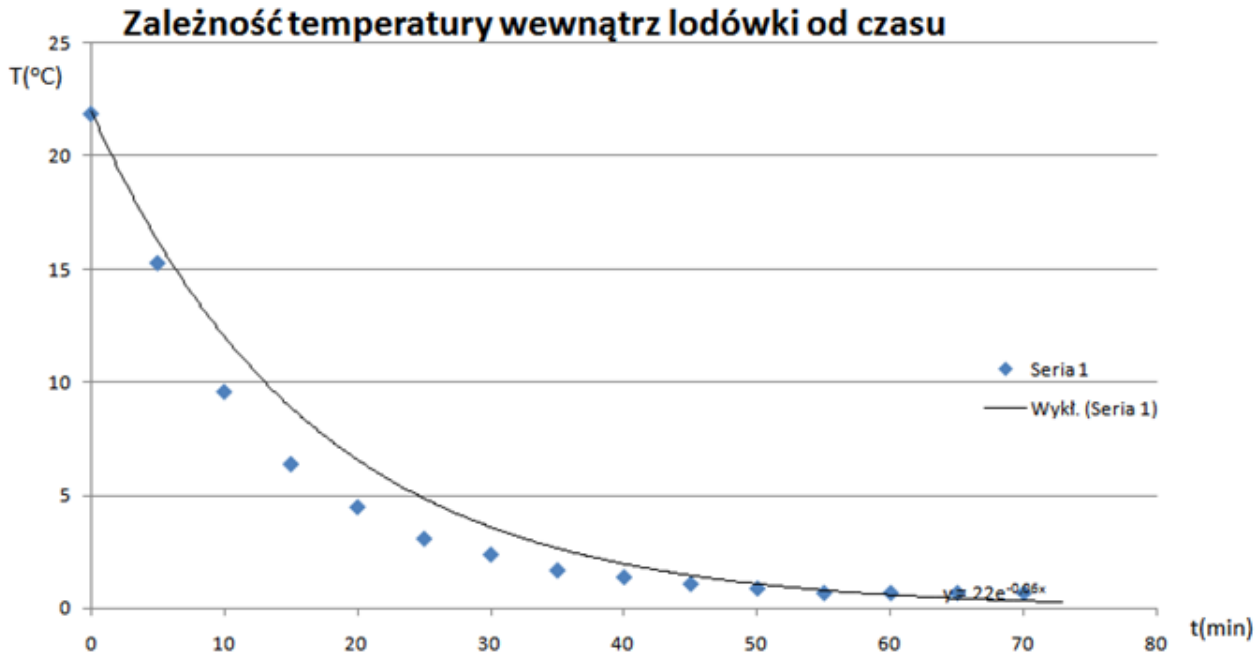
1. Multimetr włączamy szeregowo do obwodu odpowiadającego za zasilanie modułu Peltiera i włączamy wbudowany termometr. Temperaturę zewnętrznego radiatora odczytujemy przy pomocy pirometru.
2. Włączamy zasilanie i odczytujemy początkowe wskazania ze wszystkich urządzeń.



3. Kolejne
pomiaru wykonujemy co 5 min aż do czasu braku zmiany temperatury
wewnętrznej.

Wyniki pomiarów:

Czas(min)	Temp. wew. (°C)	Temp. zew. (°C)	Natężenie prądu(A)	Temp. zew. radiatora (°C)
0	21,9	22,5	4,4	23,8
5	15,3	22,6	4,19	30,9
10	9,6	22,7	4,18	29,9
15	6,4	22,4	4,18	29,5
20	4,5	22,1	4,18	29,8
25	3,1	21,7	4,18	29,7
30	2,4	21,7	4,18	29,6
35	1,7	21,4	4,18	29,7
40	1,4	21,3	4,18	29
45	1,1	21,2	4,18	29,1
50	0,9	20,8	4,18	29,8
55	0,7	21,1	4,17	29,9
60	0,7	20,9	4,16	29,9
65	0,7	21	4,16	30,4
70	0,7	21	4,16	29,3



I. Chłodzenie lodówki z zawartością

Opis metody badawczej i przebieg doświadczenia

Do przeprowadzenia testu wykorzystujemy lodówkę wraz z zasilaczem, multimetr, wbudowany termometr z sondą wewnętrzną i zewnętrzną, pirometr, minutnik

1. Do środka wkładamy dwie butelki o pojemności 0,5L wody o temperaturze 30°C
2. Multimetr włączamy szeregowo do obwodu odpowiadającego za zasilanie modułu Peltiera i włączamy wbudowany termometr. Temperaturę zewnętrznego radiatora odczytujemy przy pomocy pirometru.
3. Włączamy zasilanie i odczytujemy początkowe wskazania ze wszystkich urządzeń.
4. Kolejne pomiary wykonujemy co 5 min aż do czasu braku zmiany temperatury wewnętrznej przez cztery kolejne pomiary.

Wyniki pomiarów:

Czas(min)	Temp. wew. (°C)	Temp. zew. (°C)	Natężenie prądu(A)	Temp. zew. radiatora (°C)
0	24,7	23	4,5	23,3
5	20	23,1	4,17	29,8
10	18,7	23	4,17	29,7
15	17,7	23	4,18	29,6
20	17	22,9	4,21	29,5
25	16,2	22,8	4,2	29,8
30	15,6	22,7	4,2	29,4
35	15,3	22,7	4,2	30,1
40	14,8	22,5	4,2	30
45	14,4	22,4	4,21	29,7
50	13,9	22,3	4,21	29,1
55	13,5	22,2	4,21	29,1
60	13	22,1	4,21	29,2
65	12,4	22	4,19	29,7
70	12,1	22,1	4,19	29,7
75	11,7	21,8	4,19	29,1
80	11,2	21,8	4,19	29,6
85	10,9	21,6	4,18	30
90	10,6	21,8	4,18	29,7
95	10,4	21,5	4,19	30
100	10,1	21,5	4,19	29,3
105	9,8	21,5	4,18	30,3
110	9,6	21,4	4,19	30,1

115	9,3	21,5	4,19	29,1
120	9	21,3	4,19	29,4
125	8,7	21,3	4,2	28,9
130	8,2	21,3	4,2	28,7
135	8	21,3	4,2	29,4
140	7,8	21,5	4,2	28,7
145	7,5	21,3	4,2	29,2
150	7,2	21,7	4,2	29,4
155	7,1	21,3	4,2	28,6
160	6,8	21,6	4,2	29,3
165	6,6	21,4	4,21	29,3
170	6,4	21,3	4,21	29,1
175	6,2	21,3	4,21	29
180	6,1	21,2	4,21	29,5
185	5,9	21,2	4,21	28,9
190	5,7	21,3	4,21	29,6
195	5,5	21,1	4,21	29,4
200	5,3	21,2	4,21	29,5
205	5,1	21,3	4,21	29,5
210	5	21,1	4,21	29,3
215	4,9	21,2	4,21	28,9
220	4,8	21,2	4,21	28,9
225	4,6	21,1	4,22	29,4
230	4,4	21,1	4,22	29,3

235	4,3	21,1	4,22	28,7
240	4,2	21,2	4,22	28,9
245	4,1	21,1	4,21	29,8
250	3,9	21,1	4,21	28,7
255	3,8	21,1	4,21	28,9
260	3,7	21,2	4,21	29,9
265	3,6	21,2	4,21	29,8
270	3,5	21,3	4,2	29
275	3,4	21,1	4,21	28,9
280	3,3	21,2	4,21	28,6
285	3,2	21,3	4,2	29,1
290	3,1	21,3	4,2	27,7
295	3,1	21,3	4,2	27,8
300	3	21,3	4,2	28,5
305	2,8	21,3	4,2	29
310	2,7	21,2	4,21	28,7
315	2,7	21,3	4,21	28,9
320	2,6	21,3	4,21	28,8
325	2,5	21,1	4,21	28,7
330	2,4	21,1	4,21	28,7
335	2,3	21,2	4,21	28,5
340	2,2	21,2	4,21	28,6
345	2,2	21	4,21	28,2
350	2,1	21,1	4,21	28,5

355	2	21	4,2	28,3
360	2	21	4,2	28,5
365	1,9	21,2	4,2	28,6
370	1,9	21	4,2	28,6
375	1,8	21,1	4,2	28,5
380	1,7	20,9	4,22	27,8
385	1,7	20,9	4,21	28,3
390	1,6	21	4,2	28,7
395	1,5	20,8	4,2	28,4
400	1,5	20,8	4,2	28,5
405	1,5	20,7	4,2	28,5
410	1,4	20,5	4,2	28,6
415	1,4	20,7	4,2	28,6
420	1,3	20,7	4,2	28,3
425	1,3	20,7	4,2	28,8
430	1,3	20,7	4,2	28,4
435	1,2	20,7	4,2	28,2
440	1,2	20,8	4,21	28,7
445	1,2	20,7	4,21	29,2
450	1,1	20,8	4,21	29,1
455	1	20,7	4,21	28,4
460	1	20,5	4,21	28,5
465	1	20,8	4,21	28,7
470	1	20,7	4,21	28,6

475	1	20,7	4,22	28,2
-----	---	------	------	------

I. Ogrzewanie pustej lodówki

Opis metody badawczej i przebieg doświadczenia

Ogniwo Peltiera może służyć również do ogrzewania wnętrza pojemnika.

Do przeprowadzenia testu wykorzystujemy lodówkę wraz z zasilaczem, multimetr, wbudowany termometr z sondą wewnętrzną i zewnętrzną, pirometr, minutnik

1. Zmieniamy polaryzację prądu płynącego przez ogniwo powodując w ten sposób, iż temperatura w środku urządzenia zamiast spadać będzie rosła.
2. Multimetr włączamy szeregowo do obwodu odpowiadającego za zasilanie modułu Peltiera i włączamy wbudowany termometr. Temperaturę zewnętrznego radiatora odczytujemy przy pomocy pirometru.
3. Włączamy zasilanie i odczytujemy początkowe wskazania ze wszystkich urządzeń.
4. Kolejne pomiary wykonujemy co 5 min aż do czasu braku zmiany temperatury wewnętrznej przez cztery kolejne pomiary.

Wyniki pomiarów:

Seria 1

Czas(min)	Temp. wew. (C)	Temp. zew. (C)	Natężenie prądu(A)	Temp. zew. radiatora (C)
0	19,7	22,8	4,5	22,5
5	43,5	23	3,56	21,9
10	56,7	23,3	3,31	23,2
15	65,5	24	3,18	22,9

20	Eksperyment przerwany ze względów bezpieczeństwa
----	--

Seria

2

Czas(min)	Temp. wew. (C)	Temp. zew. (C)	Natężenie prądu(A)	Temp. zew. radiatora (C)
0	22,5	23,6	4,41	24,5
5	47,9	23,6	3,51	21,6
10	60,6	23,9	3,26	22,2
15	68,4	24,5	3,14	22,8
20	Eksperyment przerwany ze względów bezpieczeństwa			

Wnioski

Szybkość chłodzenia lodówki jest tym większa, im większa jest różnica temperatur. Początkowo szybkość spadku temperatury wewnątrz lodówki wynosi ok. $1,2^{\circ}\text{C}/\text{min}$, po upływie 10 min szybkość spadku temperatury wyraźnie maleje osiągając $0,5^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Po 40 minutach pracy lodówki tempo spadku temperatury wynosi już ok. $0,05^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Wymaganą temperaturę wewnątrz lodówki – ok. 4°C urządzenie osiąga już po 20 min. Na podstawie wykresu możemy wywnioskować, że temperatura maleje wykładniczo. Zauważamy jednocześnie spadek poboru prądu o ok. 5%. Jednak wychłodzenie 1 litra wody od temperatury 30°C do 4°C zajmuje już ok. 4 godzin!

Jak możemy zauważyć z wyników badań ogniwo może odebrać tylko określoną ilość ciepła w jednostce czasu co powoduje, że czas schładzania wkładu do określonej temperatury jest tym większy im większe jest jego ciepło właściwe. Dodatkowo można

wywnioskować, że materiał izolacyjny przepuszcza tym więcej ciepła, im niższa jest temperatura wewnątrz lodówki.

Ogniwo przepompowując ciepło na zewnątrz urządzenia zmniejsza temperaturę wewnątrz. Przyjmując, że moduł działa cały czas z taką samą mocą, w sytuacji, w której temperatura wewnątrz nie ulega zmianie, ilość ciepła wnikałego przez izolację równa jest ilości ciepła odbieranego przez ogniwo.

Podsumowanie

Przedstawione w pracy wyniki doprowadziły nas do wielu wniosków dotyczących ogniw Peltiera i ich zastosowań, a także pozwoliły na skonstruowanie własnych urządzeń opierających się na ogniwach. Zdołaliśmy opisać zależności pomiędzy występującymi w zjawiskach termoelektrycznych wielkościami, używając zależności funkcyjnych uzyskanych na podstawie doświadczeń.

Większość informacji przedstawionych w pracy naukowej czerpaliśmy z wyników doświadczeń oraz wiedzy własnej, część z internetu oraz literatury.

Bibliografia

- http://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric_effect#Seebeck_effect,
- Encyklopedia Fizyki PWN 1973 t. 3
- http://elportal.pl/pdf/k01/20_05.pdf
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Thermocouple>
- http://en.wikibooks.org/wiki/Robotics/Print_version#Electric_or_thermoelectric_methods