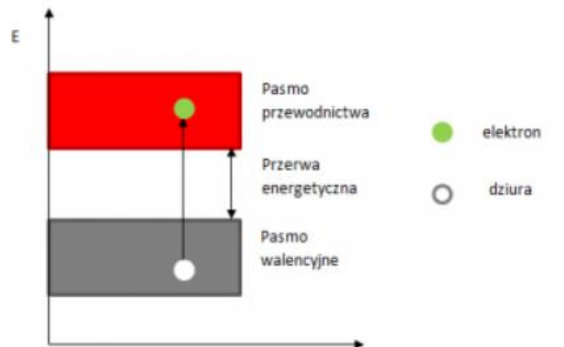


## Badamy moduł Peltiera

dla Szkoły Podstawowej nr 10 z Oddziałami Sportowymi i Oddziałami Gimnazjum  
przygotował Tomasz Wojciechowski

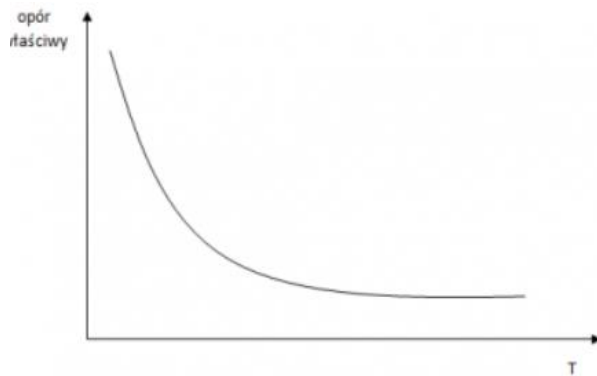
### 1. Półprzewodniki samoistne

- Niska temperatura
- Wzrost temperatury
- 



### d. elektron oraz dziura

e.

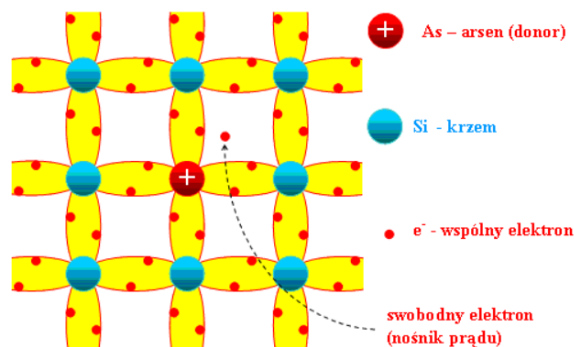


### f. zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne

g. Krzem i german

### 2. Półprzewodniki domieszkowe

- W **półprzewodnikach domieszkowych** liczba elektronów jest inna od liczby dziur. Jeżeli **półprzewodnik** zawiera nadwyżkę elektronów, to jest on nazywany **półprzewodnikiem typu n** od angielskiego **negative**, a **atom domieszki** nazywany jest **donorem** (gdyż dostarcza on elektronów).
- Półprzewodniki** zawierające więcej **dziur** niż **elektronów** nazywane są **półprzewodnikami typu p** od angielskiego **positive**. **Domieszka**, dzięki której powstaje **półprzewodnik typu p** nazywana jest **akceptorem**
- Przykłady

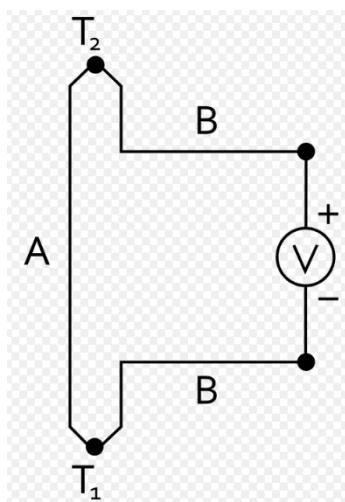


## Badamy moduł Peltiera

dla Szkoły Podstawowej nr 10 z Oddziałami Sportowymi i Oddziałami Gimnazjum  
przygotował Tomasz Wojciechowski

3. Ogniwa Peltiera (inaczej moduły Peltiera, ogniw termoelektryczne, termopary, elementy termoelektryczne) to urządzenia wykorzystujące zjawiska termoelektryczne, czyli wytworzenie napięcia elektrycznego w wyniku różnicy temperatur i odwrotnie. Skorzystamy z modułu Tec1-12715. 40x40x3,2mm,  $U_{max}$  15,4 V,  $I_{max}$  15,0 A,  $P_{max}$  130,0 W,  $T_{max}$  55,0 °C (**moduł zakupiony prywatnie w Chinach**).
  - a. Zbadamy doświadczalnie **zjawisko Seebecka** - wyznaczymy zależność napięcia i natężenia prądu od różnicy temperatur po dwóch stronach ogniwa. Zaprojektujemy termometr.
  - b. Następnie skupimy się na **zjawisku Peltiera**, czyli zjawisku odwrotnym do efektu Seebecka poprzez przyłożenia napięcia wytworzymy różnicę temperatur. Zaprojektujemy lodówkę lub coś innego.
4. **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. [https://pl.wikipedia.org/wiki/Zjawisko\\_Seebecka](https://pl.wikipedia.org/wiki/Zjawisko_Seebecka)

a.



b. zjawisko opisuje równanie:

$$U = (S_B - S_A) \cdot (T_2 - T_1)^2$$

Gdzie:  $S_A$  i  $S_B$  to **współczynniki Seebecka** charakterystyczne dla wybranych substancji. Powstające napięcie jest rzędu od kilku do kilkudziesięciu mikrowoltów na kelwin (stopień Celsjusza).

## 5. Doświadczenie 1 - Opis metody badawczej i przebieg doświadczenia

- a. Moduł Peltiera umieszczamy na topniejącym lodzie (zakładamy, że utrzymuje 0°C)
- b. Na powierzchni modułu ustawiamy szklankę wody o temperaturze około 80°C
- c. Będziemy mierzyć spadającą temperaturę tej wody (zakładamy, że jest to różnica temperatur  $\Delta T = T - 0^\circ\text{C} = T$ ) i odpowiadające tej różnicy natężenie prądu elektrycznego za pomocą multimetru (**DT9208A zakupionego prywatnie w Chinach**) podłączonego do przewodów modułu.
- d. Dokładność pomiarów należy odczytać z instrukcji: <http://instrukcje.apitel.pl/hurt/ag102c.pdf> i obliczyć ze wzorów: błąd bezwzględny

## Badamy moduł Peltiera

dla Szkoły Podstawowej nr 10 z Oddziałami Sportowymi i Oddziałami Gimnazjum

przygotował Tomasz Wojciechowski

pomiaru =  $\pm$  (% wartości wskazanej + d \* najmniej znacząca cyfra) inaczej  $\pm$  (% wartości wskazanej + d krotność rozdzielczości).

e. Tabela pomiarowa:

$I$ [mA]	$\Delta I$ [mA]	$\Delta T$ [°C]

f. Dane zostaną poddane analizie w programie MS Excel®, uzyskując przybliżoną funkcję kwadratową:  $I(\Delta T) = a(\Delta T)^2 + b(\Delta T) + c$  i (lub) funkcję odwrotną  $\Delta T(I) = a(I)^2 + b(I) + c$

g. Niepewność pomiarową uzyskanej funkcji można wyznaczyć metodą różniczeki zupełnej lub analizować w inny sposób.

### 6. Doświadczenie 2 - Opis metody badawczej i przebieg doświadczenia

a. Doświadczenie przygotowujemy jak poprzednie, jedynie multimetr ustawiamy na pomiar napięcia.

b. Tabela pomiarowa:

$U$ [mV]	$\Delta U$ [mV]	$\Delta T$ [°C]

c. Dane zostaną poddane analizie w programie MS Excel®, uzyskując przybliżoną funkcję kwadratową:  $U(\Delta T) = a(\Delta T)^2 + b(\Delta T) + c$  i (lub) funkcję odwrotną  $\Delta T(U) = aU^2 + b(U) + c$

d. Niepewność pomiarową uzyskanej funkcji można wyznaczyć metodą różniczeki zupełnej lub analizować w inny sposób.

**7. Efekt Peltiera** – zjawisko termoelektryczne w ciałach stałych, polegające na wydzielaniu lub pochłanianiu energii pod wpływem przepływu prądu elektrycznego przez złącze. W wyniku pochłaniania energii na jednym złączu i wydzielania energii na drugim, pomiędzy złączami powstaje różnica temperatur. Zjawisko jest odwrotne do efektu Seebecka, po raz pierwszy zostało zaobserwowane w 1834 roku przez Jeana Peltiera [1].

Efekt Peltiera zachodzi na granicy dwóch różnych przewodników lub półprzewodników (n i p) połączonych dwoma złączami (tzw. złącza Peltiera). Podczas przepływu prądu jedno ze złącz ulega ogrzaniu, a drugie ochłodzeniu. Ochłodzeniu ulega złącze, w którym elektrony przechodzą z przewodnika o niższym poziomie energetycznym do przewodnika o wyższym. Po zmianie kierunku przepływu prądu na przeciwny, zjawisko ulega odwróceniu (ze względu na symetrię złącz).

### 8. Doświadczenie 3 - Opis metody badawczej i przebieg doświadczenia

a. Doświadczenie przygotowujemy jak poprzednie.

b. W obwodzie elektrycznym umieszczamy moduł Peltiera, zasilacz i multimetr ustawiony do pomiaru natężenia prądu elektrycznego (należy zwrócić uwagę na właściwą polaryzację zasilacza i nie należy przekraczać napięcia 12V).

c. Dokonujemy pomiarów natężenia prądu i jednocześnie za pomocą pirometru (**termometr lekarski zakupiony w Lidlu**) górnej powierzchni modułu. Natężenie prądu zmieniamy od 0 do 1,1 A co 0,1 A

d. Tabela pomiarowa:

## Badamy moduł Peltiera

dla Szkoły Podstawowej nr 10 z Oddziałami Sportowymi i Oddziałami Gimnazjum  
przygotował Tomasz Wojciechowski

$I [A]$	$\Delta I [A]$	$\Delta T [^{\circ}C]$

- e. Dane zostaną poddane analizie w programie MS Excel®, uzyskując przybliżoną funkcję kwadratową:  $I(\Delta T) = a(\Delta T)^2 + b(\Delta T) + c$  i (lub) funkcję odwrotną  $\Delta T(I) = a(I)^2 + b(I) + c$
- f. Niepewność pomiarową uzyskanej funkcji można wyznaczyć metodą różniczeki zupełnej lub analizować w inny sposób.

### 9. Doświadczenie 4 - Opis metody badawczej i przebieg doświadczenia

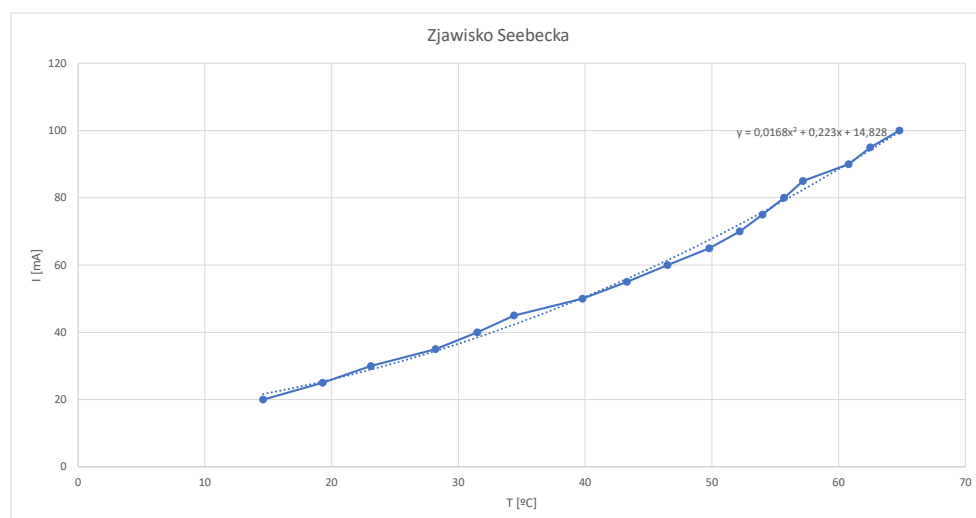
- a. Doświadczenie przygotowujemy jak poprzednie.
- b. W obwodzie elektrycznym umieszczamy moduł Peltiera, zasilacz i multimetr ustawiamy na pomiar napięcia i włączamy równolegle.
- c. Napięcie prądu zmieniamy od 0 do 1,6 V co 0,1 V
- d. Tabela pomiarowa:

$U [V]$	$U [V]$	$\Delta T [^{\circ}C]$

- e. Dane zostaną poddane analizie w programie MS Excel®, uzyskując przybliżoną funkcję kwadratową:  $U(\Delta T) = a(\Delta T)^2 + b(\Delta T) + c$  i (lub) funkcję odwrotną  $\Delta T(U) = aU^2 + b(U) + c$
- f. Niepewność pomiarową uzyskanej funkcji można wyznaczyć metodą różniczeki zupełnej lub analizować w inny sposób.

### 10. Przykładowe wyniki

I [mA]	$\Delta I$ [mA]	$\nabla T [^{\circ}C]$
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
70	1	52,2
65	1	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



### **Badamy moduł Peltiera**

dla Szkoły Podstawowej nr 10 z Oddziałami Sportowymi i Oddziałami Gimnazjum  
przygotował Tomasz Wojciechowski

#### **11. Do samodzielnego wykonania, praca może być wykonywana w grupach**

- a. Należy wykonać analizy wszystkich pomiarów (opisanych powyżej) za pomocą programu Excel (do każdej krzywej należy znaleźć odpowiednie równanie drugiego lub wyższych rzędów)
- b. Należy wyciągnąć wnioski z wykonanych wykresów (jak najwięcej)
- c. Należy przeprowadzić analizę dokładności badań – w miarę swoich możliwości (różniczka zupełna nie jest konieczna)
- d. Należy przygotować gotowe pomysły na wykorzystanie zjawiska Seebecka, np. termometr (należy pamiętać, że zależności nie są liniowe i do termometru konieczny jest odpowiedni program komputerowy wykorzystujący uzyskane równanie kwadratowe).
- e. Należy przygotować gotowe pomysły na wykorzystanie zjawiska Peltiera, np. lodówkę lub klimatyzację USB.
- f. Osoby, które będą chciały fizycznie zrealizować swoje konstrukcje mogą niedrogo zakupić moduły Peltiera za pomocą Internetu (np. na Allegro)