



Nadprzewodnictwo

Zjawisko nadprzewodnictwa wymaga szerszego omówienia. Obecnie przytoczymy tylko najważniejsze fakty. Otóż szereg metali i związków poniżej pewnej temperatury, zwanej temperaturą krytyczną T_k , wykazuje gwałtowny spadek oporu elektrycznego. Co ciekawe, nadprzewodnictwo występuje w metalach, które są dosyć kiepskimi przewodnikami (olów, cyna czy rtęć). Temperatura krytyczna jest na ogół rzędu kilku kelwinów, najwyższą jak dotąd $T_k = 23$ K wykazuje związek Nb_3Ge . Przez wiele lat uważano, że opór nadprzewodnika jest równy zeru. W latach sześćdziesiątych przeprowadzono eksperymenty, w których przez ponad rok obserwowano prąd płynący w nadprzewodniku z odłączonym źródłem i oszacowano jego możliwe trwanie na kilkadziesiąt tysięcy lat. Pozwoliło to na oszacowanie przewodnictwa właściwego na $\sigma \approx 10^{24} (\Omega\text{cm})^{-1}$. Przed kilku laty przyznano nagrodę Nobla z fizyki za stworzenie teorii wyjaśniającej zjawisko nadprzewodnictwa. Jednym z ciekawych wniosków wpływających z tej teorii jest fakt, że prąd nadprzewodzący wywołany jest nie przez elektrony, ale przez pary elektronowe. Energia wiązania tych par jest niezwykle mała i podwyższenie temperatury powyżej T_k powoduje ich rozerwanie. Okazuje się, że pary elektronowe mogą poruszać się w sieci krystalicznej nie napotyając praktycznie na żaden opór.

Kryształy jonowe

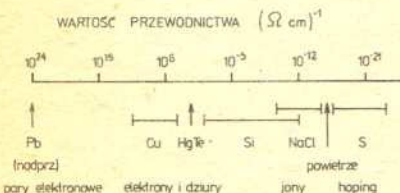
Jak już wspomniano poprzednio, istnieją ciała stałe, których własności nie mogą być scharakteryzowane modelem przewodnictwa pasmowego. Do takich kryształów zaliczamy kryształy jonowe (np. NaCl, czy KJ). Kryształy te wykazują pewne przewodnictwo $\sigma = 10^{-7} \div 10^{-12} (\Omega\text{cm})^{-1}$ związane z ruchem jonów czyli z transportem substancji w kryształ. Efekt ten jest identyczny ze zjawiskiem elektrolizy i może być opisywany ilościowo za pomocą znanych praw Faradaya. Przewodnictwo kryształów jonowych wzrasta wykładniczo z temperaturą, aż do punktu topnienia kryształu.

Przewodnictwo przeskokowe

W kryształach niejonowych (kowalencyjnych) nie wykazujących przewodnictwa pasmowego, takich jak siarka, fosfor biały, jod czy kryształy gazów szlachetnych, zaobserwowano istnienie bardzo niewielkiego przewodnictwa $\sigma = 10^{-10} \div 10^{-20} (\Omega\text{cm})^{-1}$ (dla porównania: powietrze w warunkach normalnych wykazuje przewodnictwo $\sigma \approx 10^{-15} (\Omega\text{cm})^{-1}$). Przewodnictwo w tych kryształach nazywamy przeskokowym (lub z angielskiego hoppingowym). Wyobrażamy sobie, że elektrony lub dziury znajdujące się w kryształcie mogą pod wpływem dodatkowej energii (drgań termicznych, oświetlenia) przeskakiwać pomiędzy sąsiednimi atomami, domieszkami lub defektami. Przypomina to dziecięcą zabawę w komórki do wynajęcia — czas przebywania nośnika na centrum jest o wiele dłuższy niż czas przeskoku. Przewodnictwo to oczywiście silnie zależy od temperatury i koncentracji domieszek.

Zakończenie

Na koniec, warto popatrzeć na schematyczne zestawienie wartości przewodnictwa σ w niektórych substancjach oraz rodzajów nośników prądu w ciałach stałych (rys. 6). Widać, że ogromna zmienność wartości przewodnictwa ciał stałych związana jest z czterema zasadniczo różnymi mechanizmami przewodnictwa — nadprzewodnictwem, przewodnictwem pasmowym elektronowo-dziurkowym, przewodnictwem jonowym i przeskokowym.



Rys. 6



Zadania

Redaguje mgr Andrzej MAKOWSKI

M 169. Przez wierzchołek A równoległoboku $ABCD$ poprowadzono prostą przecinającą przekątną BD w punkcie E , a proste CB i CD w punktach F i G . Udowodnić, że AE jest średnią geometryczną EF i EG .

Rozwiązanie na str. 10

M 170. Udowodnić, że równanie $14^x + 19^y = 29^z$ nie ma rozwiązań w liczbach całkowitych nieujemnych x, y, z .

Rozwiązanie na str. 9

M 171. Przez wierzchołek C kąta prostego trójkąta ABC poprowadzono prostą nie rozcinającą tego trójkąta. Rzutami prostokątnymi wierzchołków A i B na tę prostą są punkty A' i B' . Przy jakim położeniu prostej suma $AA' + BB'$ przyjmuje wartość największą?

Rozwiązanie na str. 15

Redaguje dr Waldemar GORZKOWSKI

F 57. Do przeciwległych krawędzi sześcianu utworzonego z 12 jednakowych przewodników dołączono źródło prądu stałego. Wyznacz natężenie pola magnetycznego w środku sześcianu (punkt O).

Pole magnetyczne pochodzące od przewodów doprowadzających prąd należy pominąć.

Rozwiązanie na str. 11

