

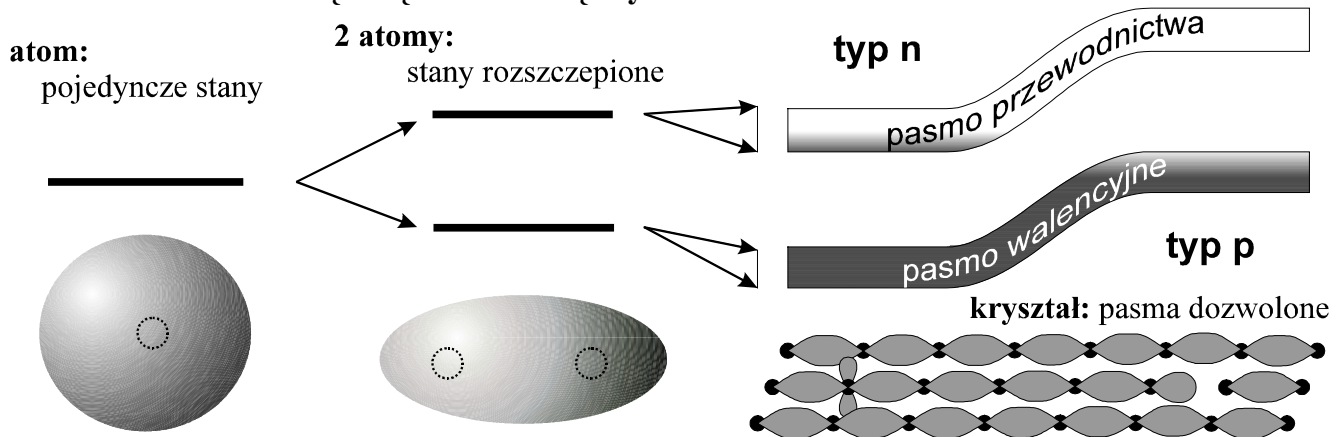
# Fizyka ciała stałego

Wykład Oddziału Warszawskiego Polskiego Towarzystwa Fizycznego, dr Krzysztof Korona, 4 marca 2000

Wszystkie ciała zbudowane są z atomów. Ciała stałe dzielimy na: **ciała amorficzne**, w których atomy są prawie nieuporządkowane oraz **kryształy**, w których atomy ułożone są według regularnego wzoru (większość metali i półprzewodników).

Uporządkowanie atomów tworzących kryształy powoduje bardzo ciekawe efekty, które są głównym przedmiotem zainteresowania **fizyki ciała stałego**. Na przykład: uporządkowanie momentów magnetycznych atomów prowadzi do zjawiska ferromagnetyzmu, natomiast regularna struktura wiązań międzyatomowych prowadzi do powstania struktury pasmowej. Podstawą fizyki ciała stałego jest mechanika kwantowa, która uważana jest za trudną i prawdopodobnie z tego względu fizyka ciała stałego jest dziedziną wiedzy słabo spopularyzowaną. Tym niemniej, to właśnie wykorzystaniu jej osiągnięć zawdzięczamy wiele istotnych zmian w naszym otoczeniu. Wystarczy choćby wspomnieć o półprzewodnikach (i opartych na nich tranzystorach, komputerach...).

## Jak struktura atomów wiąże się ze strukturą kryształów?



Rys. Elektrony w atomach nie mogą przyjmować dowolnych energii. Występują jedynie w stanach kwantowych o dobrze określonych energiach. Gdy atomy łączą się ze sobą liczba stanów kwantowych podwaja się, a gdy atomy formują regularną sieć (kryształ) stany kwantowe zamieniają się w pasma.

## Podział materiałów ze względu na przewodnictwo elektryczne:

- **izolatory**, bardzo szeroka przerwa energetyczna nie pozwalająca na pojawienie się swobodnych nośników uniemożliwia przewodzenie prądu przez te materiały,
- **półprzewodniki**, wypełnione są wszystkie stany w paśmie walencyjnym i puste w paśmie przewodnictwa, ale istnieje możliwość wytworzenia ładunków przez domieszkowanie, podgrzanie, naświetlenie itd. Powstałe nośniki ładunku mogą być dwóch rodzajów: ujemnie naładowane elektrony lub dodatnio naładowane dziury. Umożliwia to powstanie złącz prostujących (p-n) i budowę diód, tranzystorów, obwodów scalonych, telewizorów, komputerów, telefonów komórkowych i wielu innych urządzeń.
- **metale**, materiały w których najwyższe pasmo jest częściowo wypełnione, a więc istnieje dużo nośników swobodnych umożliwiających dobre przewodzenie prądu,
- **nadprzewodniki**, nośniki swobodne istnieją, ale są związane w pary dzięki czemu nie ulegają rozproszeniom i mogą przewodzić praktycznie bez strat.

## Efekty omawiane na wykładzie:

- **ferromagnetyzm i paramagnetyzm** (porządkowanie się momentów magnetycznych atomów i jego zanik pod wpływem temperatury),
- **temperaturowa zależność oporu** (wzrost oporu metali związany z rozpraszaniem elektronów i spadek oporu półprzewodników wywołany termicznym wzbudzeniem nośników),
- **złącze prostujące** (złącze p-n powstające z połączenia materiałów o różnych typach przewodnictwa może przewodzić tylko w jednym kierunku, wtedy gdy elektrony i dziury płyną sobie naprzeciw, a nie rozchodzą się w przeciwnie strony),
- **zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne** (wzbudzenie prądu lub napięcia w półprzewodniku przez światło o energii fotonów większej od przerwy energetycznej danego materiału),
- **elektroluminescencja** (w złączu p-n, przez które płynie prąd następuje rekombinacja par elektron-dziura i emitowane jest światło o energii odpowiadającej przerwie energetycznej półprzewodnika),
- **efekt termoelektryczny** (przepływ prądu w obwodzie złożonym z dwóch różnych materiałów przewodzących wywołany zmianą temperatury jednego ze złącz pomiędzy dwoma materiałami),
- **lewitacja nadprzewodnika** (wywołana wypychaniem pola magnetycznego przez nadprzewodnik).

Zapraszamy na kolejny wykład PTF, który odbędzie się w ramach dnia otwartego na Wydziale Fizyki 25 marca 2000.