

# 20. Izolatory, półprzewodniki, przewodniki i nadprzewodniki

## Wprowadzenie

Materiały można podzielić na cztery główne grupy ze względu na ich właściwości przewodzenia prądu elektrycznego:

- izolatory,
- półprzewodniki,
- przewodniki,
- nadprzewodniki.

Każda z tych grup charakteryzuje się innym mechanizmem przewodzenia oraz inną wartością oporu elektrycznego.

## Izolatory

- Materiały o bardzo wysokim oporze elektrycznym.
- Prąd elektryczny płynie przez nie w bardzo ograniczonym stopniu lub wcale.
- Przykłady: szkło, guma, plastik, ceramika, sucha drewno.
- Mechanizm: brak swobodnych nośników ładunku (elektronów lub jonów).
- Zastosowanie: izolacja przewodów, elementy zabezpieczające przed porażeniem.

## Półprzewodniki

- Materiały o oporze pośrednim między przewodnikami a izolatorami.
- Przewodnictwo zależy od warunków zewnętrznych (temperatura, domieszki, światło).
- Przykłady: krzem (Si), german (Ge), arsenek galu (GaAs).
- Mechanizm: przewodnictwo dzięki elektronowym nośnikom i dziurom, liczba nośników może być sterowana.
- Zastosowanie: elementy elektroniczne – diody, tranzystory, czujniki.

## Przewodniki

- Materiały o niskim oporze elektrycznym.
- Prąd płynie przez nie łatwo dzięki swobodnym elektronom przewodnictwa.
- Przykłady: miedź, srebro, aluminium, złoto.
- Mechanizm: swobodne elektrony w strukturze metalu.
- Zastosowanie: przewody, kable, styki elektryczne.

## Nadprzewodniki

- Materiały, które w bardzo niskich temperaturach (bliskich 0 K) tracą całkowicie opór

elektryczny.

- Prąd płynie bez strat energii.
- Przykłady: rtęć (w temp.  $<4,2$  K), ołów, niektóre związki ceramiczne (HTS - wysokotemperaturowe nadprzewodniki).
- Mechanizm: parowanie elektronów (pary Coopera), brak rozpraszania.
- Zastosowanie: magnesy w medycynie (MRI), szybkie linie przesyłowe, elementy elektroniczne.

## Porównanie właściwości

Właściwość	Izolator	Półprzewodnik	Przewodnik	Nadprzewodnik
Opór elektryczny	bardzo wysoki	średni	bardzo niski	praktycznie zerowy
Nośniki ładunku	brak swobodnych	elektron + dziura	swobodne elektrony	pary Coopera
Zależność od temp.	maleje nieznacznie	silna	rośnie	zerowy opór poniżej $T_c$
Typowe materiały	szkło, plastik	krzem, german	miedź, srebro	rtęć, ołów, YBCO

## Podsumowanie

- Izolatory blokują przepływ prądu.
- Półprzewodniki przewodzą warunkowo, podstawą elektroniki.
- Przewodniki umożliwiają swobodny przepływ prądu.
- Nadprzewodniki pozwalają na przepływ prądu bez strat w odpowiednich warunkach.