

16. Diamagnetyki, paramagnetyki i ferromagnetyki

Wprowadzenie

Materiały różnią się reakcją na zewnętrzne pole magnetyczne. Wyróżnia się trzy podstawowe typy magnetycznego zachowania materiałów:

- diamagnetyki,
- paramagnetyki,
- ferromagnetyki.

Diamagnetyki

- Materiały, które słabo odpychają pole magnetyczne.
- Powstaje w nich słabe pole magnetyczne przeciwnie skierowane do pola zewnętrznego.
- Mechanizm: orbitalne ruchy elektronów powodują powstanie prądów indukowanych, które zgodnie z prawem Lenza tworzą pole przeciwdziałające zmianie pola.
- Właściwości:
 1. słaba ujemna podatność magnetyczna ($\chi < 0$),
 2. brak trwałego namagnesowania po usunięciu pola zewnętrznego.
- Przykłady: miedź, srebro, złoto, woda, większość związków organicznych.

Paramagnetyki

- Materiały, które słabo przyciągają pole magnetyczne.
- Powstaje w nich pole magnetyczne zgodne z polem zewnętrznym, ale efekt jest niewielki.
- Mechanizm: obecność niesparowanych elektronów (momentów magnetycznych atomów), które w polu zewnętrznym częściowo się uporządkowują.
- Właściwości:
 1. dodatnia, ale mała podatność magnetyczna ($\chi > 0$),
 2. brak trwałego namagnesowania po usunięciu pola.
- Przykłady: aluminium, platyna, tlen w stanie ciekłym, sól.

Ferromagnetyki

- Materiały, które silnie przyciągają pole magnetyczne i mogą zachować namagnesowanie po usunięciu pola zewnętrznego (remanencja).
- Mechanizm: silne oddziaływania wymuszają spontaniczne uporządkowanie momentów magnetycznych w obszarach zwanych domenami magnetycznymi.
- Właściwości:
 1. bardzo duża dodatnia podatność magnetyczna,
 2. histereza magnetyczna — pamięć magnetyczna,
 3. trwałe namagnesowanie.
- Przykłady: żelazo, nikiel, kobalt oraz ich stopy.

Porównanie właściwości

Cecha	Diamagnetyki	Paramagnetyki	Ferromagnetyki
Podatność magnetyczna χ	Ujemna (mała)	Dodatnia (mała)	Dodatnia (duża)
Reakcja na pole magnetyczne	Odpychanie	Słabe przyciąganie	Silne przyciąganie i trwałość
Namagnesowanie po usunięciu pola	Brak	Brak	Tak (remanencja)
Mechanizm	Prądy indukowane orbitalne	Uporządkowanie momentów magnetycznych	Domeny magnetyczne
Przykłady	Miedź, złoto, woda	Aluminium, platyna	Żelazo, nikiel, kobalt

Zastosowania

- Diamagnetyki — materiały izolujące magnetycznie,
- Paramagnetyki — detektory pola magnetycznego, chłodzenie magnetyczne,
- Ferromagnetyki — magnesy trwałe, pamięci magnetyczne, silniki elektryczne.

Podsumowanie

- Materiały różnią się reakcją na pole magnetyczne ze względu na budowę elektronową i oddziaływania wewnętrzne,
- Diamagnetyki i paramagnetyki wykazują słabe i nietrwałe efekty,
- Ferromagnetyki posiadają silne i trwałe właściwości magnetyczne.