

Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń	7
Wstęp	11
ROZDZIAŁ 1	
Elektromagnetyczne cechy materii	13
1.1. Ogólny opis właściwości elektrycznych i magnetycznych materiałów	13
1.2. Właściwości elektryczne materiałów	15
1.2.1. Rodzaje ładunków elektrycznych	15
1.2.2. Ładunki swobodne w polu elektrycznym	17
1.2.3. Ładunki związane w polu elektrycznym	18
1.3. Właściwości magnetyczne materiałów	24
1.3.1. Dipole magnetyczne	24
1.3.2. Zjawiska wpływające na właściwości magnetyczne materiałów	25
1.3.3. Polaryzacja magnetyczna	27
1.4. Podział ogólny materiałów elektrotechnicznych	28
1.4.1. Grupy materiałów elektrotechnicznych	28
1.4.2. Podział materiałów ze względu na wartość konduktywności (rezystywności) elektrycznej	29
1.4.3. Podział materiałów ze względu na wartość przenikalności elektrycznej	31
1.4.4. Podział materiałów ze względu na wartość przenikalności magnetycznej	32
ROZDZIAŁ 2	
Budowa fizykochemiczna materiałów	34
2.1. Budowa atomów	34
2.1.1. Stany kwantowe w atomie	35
2.1.2. Zmiany stanu energetycznego atomu	38

2.2. Struktura materii	39
2.2.1. Stany skupienia	39
2.2.2. Wiązania chemiczne w ciałach stałych	44
2.2.3. Defekty w kryształach	47
2.3. Teoria pasmowa ciała stałego	49
2.4. Podział materiałów według teorii pasmowej	52

ROZDZIAŁ 3

Materiały przewodzące	54
3.1. Wstęp	54
3.2. Przewodnictwo elektryczne metali	54
3.2.1. Podstawy fizyczne	54
3.2.2. Wpływ temperatury na rezystywność materiałów przewodzących	61
3.2.3. Współczynnik temperaturowy rezystywności	65
3.2.4. Związek między temperaturowym współczynnikiem rezystywności α_p a temperaturowym współczynnikiem rezystancji α_R	67
3.2.5. Wpływ domieszek i zanieczyszczeń na rezystywność metali	69
3.3. Właściwości cieplne metali	70
3.3.1. Przewodnictwo cieplne metali	70
3.3.2. Wydzielanie się ciepła w przewodnikach przy przepływie prądu elektrycznego	72
3.3.3. Obciążalność prądowa przewodników	74
3.4. Właściwości materiałów przewodzących i ich zastosowania	76
3.4.1. Materiały przewodowe	76
3.4.2. Materiały stykowe	77
3.4.3. Materiały oporowe	78
3.4.4. Materiały z węgla i grafitu	82
3.5. Materiały nadprzewodzące	84
3.5.1. Charakterystyka zjawiska nadprzewodnictwa	84
3.5.2. Właściwości materiałów nadprzewodzących i ich zastosowania	88
3.5.3. Warunki chłodzenia cieciami kriogenicznymi	91

ROZDZIAŁ 4

Materiały elektroizolacyjne	93
4.1. Podział i charakterystyka materiałów elektroizolacyjnych	93
4.2. Podział materiałów elektroizolacyjnych ze względu na efekty makroskopowe zjawisk polaryzacyjnych	95
4.3. Materiały elektroizolacyjne stałe	99
4.3.1. Grupy materiałów elektroizolacyjnych i ich zastosowania	99

4.3.2. Materiały nieorganiczne naturalne	100
4.3.3. Materiały organiczne naturalne	104
4.3.4. Materiały organiczne syntetyczne	106
4.3.4.1. Budowa i właściwości polimerów syntetycznych	106
4.3.4.2. Rodzaje i charakterystyka polimerów syntetycznych	109
4.3.5. Materiały o wyróżniającej się polaryzacji	121
4.3.6. Rezystancja powierzchniowa i skrośna	123
4.3.7. Zależność temperaturowa konduktywności dielektryków	128
4.3.8. Przenikalność elektryczna i straty dielektryczne	130
4.3.9. Wytrzymałość elektryczna	134
4.3.9.1. Mechanizmy przebicia materiałów elektroizolacyjnych stałych	134
4.3.9.2. Rodzaje wytrzymałości elektrycznej	141
4.4. Materiały izolacyjne ciekłe	142
4.4.1. Podział olejów izolacyjnych	142
4.4.2. Podstawowe właściwości olejów izolacyjnych	144
4.4.3. Przewodnictwo dielektryków ciekłych	146
4.4.4. Wytrzymałość elektryczna cieczy izolacyjnych	151
4.4.4.1. Mechanizmy przebicia cieczy	151
4.4.4.2. Charakterystyka wytrzymałości elektrycznej olejów izolacyjnych	152
4.5. Gazy elektroizolacyjne	154
4.5.1. Zjawiska elektryczne w gazach	154
4.5.2. Właściwości powietrza i jego zastosowania	157
4.5.3. Właściwości sześćiofluorku siarki	159
4.5.4. Wytrzymałość elektryczna gazów elektroizolacyjnych	160
 ROZDZIAŁ 5	
Materiały półprzewodzące	164
5.1. Podstawy teoretyczne	164
5.2. Przewodnictwo elektryczne półprzewodników	168
5.3. Wpływ temperatury na rezystywność półprzewodników	173
5.4. Wybrane zjawiska w półprzewodnikach	176
5.4.1. Fotoprzewodnictwo	176
5.4.2. Luminescencja	176
5.4.3. Zjawisko Halla	177
5.4.4. Właściwości złącza $p-n$	179
5.4.5. Zjawiska termoelektryczne	182
5.5. Wybrane zastosowania półprzewodników	184
5.5.1. Fotorezystory i fotodiody	184
5.5.2. Ogniwa fotoelektryczne i słoneczne	185
5.5.3. Diody półprzewodnikowe i tranzystory	186

5.5.4. Diody elektroluminescencyjne i lasery	187
5.5.5. Warystory	187
5.5.6. Termistory	192
5.5.7. Ogniwa termoelektryczne	193
ROZDZIAŁ 6	
Materiały magnetyczne	195
6.1. Wybrane zjawiska w materiałach ferromagnetycznych	195
6.2. Ferromagnetyk w polu magnetycznym	199
6.3. Straty energii w materiałach ferromagnetycznych	202
6.4. Podział technicznych materiałów magnetycznych	205
6.5. Właściwości materiałów magnetycznych	207
6.5.1. Materiały magnetyczne miękkie	207
6.5.2. Materiały magnetyczne twarde	212
6.5.3. Materiały magnetyczne ciekłe	217
ROZDZIAŁ 7	
Materiały w konstrukcjach urządzeń elektrycznych	219
Literatura	229
Załącznik 1: Podstawowe stałe fizyczne i jednostki wybranych wielkości elektrycznych, mechanicznych i cieplnych	233