

KAMILA ŹELECHOWSKA

NANO TECHNO LOGIA

W CHEMII I MEDYCYNIE

GDAŃSK 2014

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Janusz T. Cieśliński

RECENZENT

Tadeusz Pałko

REDAKCJA JĘZYKOWA

Agnieszka Frankiewicz

PROJEKT OKŁADKI

Katarzyna Olszonowicz

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Gdańskiej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem
<http://www.pg.edu.pl/wydawnictwo/katalog>
zamówienia prosimy kierować na adres wydaw@pg.gda.pl

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie
i w jakiegokolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej
Gdańsk 2014

ISBN 978-83-7348-545-7

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Wydanie I. Ark. wyd. 6,9 ark. druku 6,25, 1053/817

Druk i oprawa: *EXPOL* P. Rybiński, J. Dąbek, Sp. Jawna
ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek, tel. 54 232 37 23

SPIS TREŚCI

1. PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O NANOMATERIAŁACH	7
1.1. Podział nanomateriałów	7
1.2. Właściwości nanomateriałów	7
1.3. Wiązania w nanotechnologii	10
2. METODY OTRZYMYWANIA NANOSTRUKTUR	18
2.1. Rozdrabnianie i budowanie od podstaw	18
2.2. Reakcje chemiczne	19
3. NANOCZĄSTKI ZEROWYMIAROWE (0D)	21
3.1. Nanocząstki metaliczne	21
3.1.1. Chemiczne metody otrzymywania nanocząstek metalicznych	22
3.1.1.1. Redukcja w roztworze	22
3.1.1.2. Redukcja w mikroemulsji, czyli tzw. metoda odwróconych miceli	22
3.1.2. Metoda elektrochemiczna	23
3.1.3. Metoda fotochemiczna (wykorzystująca promieniowanie UV)	23
3.1.4. Metoda sonochemiczna	24
3.1.5. Metody biologiczne	24
3.1.6. Parametry wpływające na kształt i wielkość nanocząstek	25
3.1.7. Przykłady zastosowań nanocząstek metalicznych	28
3.2. Nanocząstki tlenków metali	31
3.2.1. Metody otrzymywania	31
3.2.1.1. Metoda zol–żel w rozpuszczalnikach niewodnych	34
3.2.2. Magnetyczne tlenki żelaza	34
3.2.3. Metody otrzymywania nanocząstek tlenków żelaza	36
3.2.3.1. Zastosowanie nanocząstek magnetycznych	37
3.2.4. Półprzewodnikowe nanocząstki tlenków metali	38
3.2.4.1. Nanocząstki dwutlenku tytanu	38
3.2.4.2. Nanocząstki tlenku cynku	40
3.3. Kropki kwantowe	41
3.4. Nanocząstki ze związków organicznych	45
3.4.1. Nanocząstki polimerowe	45
3.4.2. Liposomy	47
3.4.3. Dendrymery	48
3.5. Fulereny	49
3.5.1. Reakcje uwodornienia	49
3.5.2. Utlenianie	50
3.5.3. Halogenofulereny	50
3.5.4. Cykloaddycja	51
3.5.5. Polifulereny	52

4. STRUKTURY 1D	53
4.1. Metody wytwarzania	54
4.1.1. Kontrolowany wzrost w fazie gazowej lub ciekłej	54
4.1.2. Synteza według szablonu	55
4.1.3. Samoorganizacja	56
4.2. Właściwości i zastosowanie struktur jednowymiarowych	58
4.3. Nanorurki węglowe	59
4.3.1. Chemia nanorurek	60
4.3.1.1. Modyfikacja na końcach i w miejscach defektów	61
4.3.1.2. Modyfikacja ścian bocznych	63
4.3.1.3. Modyfikacja niekowalencyjna	67
4.3.2. Metody charakteryzowania nanorurek	70
4.3.3. Wybrane zastosowania chemicznie modyfikowanych nanorurek węglowych	72
5. STRUKTURY 2D	74
5.1. Warstwy monomolekularne	74
5.1.1. Lipofilizacja i funkcjonalizacja powierzchni	74
5.1.2. Samoorganizacja	76
5.1.2.1. Tiole, sulfidy i disulfidy	77
5.1.2.2. Kwasy karboksylowe, aminy i alkohole	77
5.1.3. Osadzanie warstw monoatomowych (<i>Atomic Layer Deposition</i>)	77
5.1.4. Warstwy Langmuira i Langmuira-Blodgett	78
5.1.4.1. Metoda Langmuira	78
5.1.4.2. Metoda Langmuira-Blodgett	80
5.2. Cienkie warstwy	83
5.2.1. Chemiczne osadzanie z fazy gazowej	83
5.2.1.1. Prekursory	84
5.2.1.2. Podłoże	85
5.2.1.3. Reakcje	85
5.2.2. Elektrochemiczne osadzanie z fazy gazowej (EVD – <i>Electrochemical Vapour Deposition</i>)	87
5.2.3. Techniki epitaksji z wiązki molekularnej	88
5.2.4. Zastosowanie cienkich warstw	89
5.3. Grafen	90
5.3.1. Chemia grafenu	95
LITERATURA	96