

Spis treści

Przedmowa	7
1. Wprowadzenie do fizyki jądrowej	9
1.1. Podstawowe terminy fizyki jądrowej	9
1.2. Podstawowe parametry opisujące jądro atomowe	10
1.2.1. Ładunek jądra atomowego	10
1.2.2. Promień (rozmiary i kształty) jądra atomowego	11
1.2.3. Masa jądra i energia wiązania nukleonów w jądrze	12
1.2.4. Spin i moment magnetyczny jądra atomowego	14
1.2.5. Siły jądrowe	15
1.2.6. Modele jądrowe	17
1.3. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią	20
1.3.1. Oddziaływanie promieniowania alfa z materią	24
1.3.2. Oddziaływanie promieniowania beta z materią	28
1.3.3. Oddziaływanie promieniowania gamma z materią	30
1.3.4. Oddziaływanie promieniowania neutronowego z materią	40
1.4. Promieniowanie Czerenkowa	41
1.5. Promieniowanie kosmiczne	43
1.6. Literatura	46
2. Elementy radiometrii	47
2.1. Detektory gazowe	47
2.2. Detektory scyntylacyjne	57
2.3. Detektory półprzewodnikowe	65
2.4. Literatura	70
3. Elementy chemii jądrowej	71
3.1. Pierwiastki promieniotwórcze w przyrodzie	71
3.2. Prawo rozpadu promieniotwórczego	76
3.3. Rodziny (szeregi) promieniotwórcze	82
3.4. Samorzutne przemiany jądrowe – rodzaje naturalnych rozpadów promieniotwórczych	83
3.5. Radioizotopy otrzymywane sztucznie – promieniotwórczość wzbudzona	91
3.6. Metody produkcji izotopów promieniotwórczych. Przeróbka chemiczna materiałów tarczowych	92
3.6.1. Otrzymywanie izotopów promieniotwórczych przez napromienianie neutronami w reaktorach jądrowych	92
3.6.2. Otrzymywanie izotopów promieniotwórczych w cyklotronie	95
3.6.3. Otrzymywanie radiopierwiastków z produktów reakcji rozszczepiania	98

3.7.	Elementy chemii „gorących atomów”	99
3.7.1.	Efekt Szilarda-Chalmersa	100
3.7.2.	Praktyczne zastosowanie efektu Szilarda-Chalmersa	102
3.8.	Efekt izotopowy	103
3.8.1.	Fizyczne efekty izotopowe	104
3.8.2.	Termodynamiczne efekty izotopowe	105
3.8.3.	Izotopowe efekty kinetyczne	107
3.8.4.	Wykorzystanie efektów izotopowych do rozdzielania izotopów – chemiczne i fizyczne metody rozdzielania izotopów	108
3.9.	Wymiana izotopowa	111
3.10.	Wskaźniki promieniotwórcze – metoda „atomów znaczonych”	116
3.11.	Praktyczne zastosowanie metody wskaźników promieniotwórczych	119
3.11.1.	Bezpośrednie oznaczanie pierwiastków chemicznych	119
3.11.2.	Miareczkowanie radiometryczne	120
3.11.3.	Metoda rozcieńczenia izotopowego	121
3.11.4.	Zastosowanie znaczników promieniotwórczych w metodach rozdziálu i separacji	122
3.11.5.	Zastosowanie w badaniach mechanizmów reakcji chemicznych	123
3.11.6.	Zastosowanie promieniotwórczego węgla – fotosynteza	124
3.11.7.	Zastosowanie trytu	124
3.11.8.	Zastosowanie promieniotwórczego fosforu	125
3.11.9.	Zastosowanie promieniotwórczej siarki i promieniotwórczego jodu	125
3.11.10.	Badania obiegu i rozprzestrzeniania się pierwiastków w orga- nizmie	125
3.11.11.	Medyczne zastosowania diagnostyczne i terapeutyczne	125
3.12.	Przegląd zastosowań metody wskaźników promieniotwórczych w pracach naukowo-badawczych Politechniki Poznańskiej	126
3.12.1.	Badanie funkcjonalności opryskiwaczy	126
3.12.2.	Badanie funkcjonalności siewników i sadzarek	127
3.12.3.	Badanie rozkładu wtrąceń niemetalicznych w odlewach	130
3.12.4.	Badanie procesów migracji i dyspersji siarki w mieszkach gumowych	132
3.12.5.	Badania procesu erozji gleby w Australii	132
3.13.	Analiza aktywacyjna	135
3.14.	Metody analizy oparte na absorpcji i rozpraszaniu promieniowania jonizującego	136
3.14.1.	Metody oparte na absorpcji promieniowania alfa	136
3.14.2.	Metody oparte na absorpcji promieniowania beta	136
3.14.3.	Metody oparte na absorpcji promieniowania gamma	137
3.14.4.	Metody oparte na absorpcji promieniowania neutronowego	137
3.14.5.	Metody oparte na rozpraszaniu wstecznym promieniowania beta	138
3.14.6.	Metoda fotoneutronowa	138
3.15.	Elementy chemii radiacyjnej	139
3.15.1.	Charakterystyka reakcji radiolizy	140
3.15.2.	Podstawowe rodzaje przemian radiacyjno-chemicznych	142

3.15.3.	Mechanizmy powstawania jonów, wolnych rodników i cząsteczek wzbudzonych	146
3.15.4.	Radioliza wody i roztworów wodnych	148
3.15.5.	Radioliza związków organicznych – radiopolimeryzacja	150
3.15.6.	Radioliza aminokwasów	152
3.15.7.	Radioliza ciał stałych – metali i półprzewodników	154
3.15.8.	Radiacyjna modyfikacja polimerów	156
3.15.9.	Radiacyjne usuwanie SO_2 i NO_x z gazów odlotowych	157
3.15.10.	Radiacyjna degradacja lotnych związków organicznych w strumieniach gazowych	158
3.16.	Literatura	159
4.	Jądrowy cykl paliwowy (uranowy)	160
4.1.	Wydobycie i wstępna przeróbka rudy uranu	164
4.2.	Produkcja koncentratów uranowych	167
4.3.	Chemiczna konwersja U_3O_8 w UF_6 i wzbogacenie uranu w izotop U-235	168
4.3.1.	Metoda dyfuzyjna	170
4.3.2.	Metoda wirówkowa	171
4.3.3.	Metoda kanalikowa	172
4.3.4.	Metody laserowe	173
4.4.	Wytwarzanie materiałów paliwowych i zestawów paliwowych	174
4.5.	Proces wypalenia paliwa w reaktorze	176
4.6.	Czasowe składowanie wypalonego paliwa	181
4.7.	Przeróbka wypalonego paliwa – recykling paliwa MOX	182
4.8.	Przerób i składowanie odpadów promieniotwórczych	185
4.8.1.	Klasyfikacja odpadów promieniotwórczych	185
4.8.2.	Technologie przetwarzania i zestalania odpadów promieniotwórczych	186
4.8.3.	Składowanie odpadów promieniotwórczych w Polsce	188
4.8.4.	Ostateczne składowanie odpadów promieniotwórczych z reaktorów jądrowych	189
4.9.	Literatura	193