

OBSAH

Seznam symbolů	11
1. ÚVOD (<i>O. Navrátil</i>)	17
2. SUBATOMÁRNÍ STRUKTURA HMOTY (<i>O. Navrátil</i>)	18
2.1. Základní definice	18
2.2. Interakce	18
2.3. Elementární částice	20
2.3.1. Charakteristika elementárních částic	20
2.3.2. Systematika elementárních částic	21
2.3.3. Úměrnost hmotnosti a energie	25
2.4. Atomové jádro	26
2.4.1. Složení, rozměry a náboj	26
2.4.2. Spin, magnetický a kvadrupólový moment	28
2.4.3. Hmotnost a vazebná energie jader	30
2.4.4. Stabilita jader	32
2.4.5. Modely jader	34
2.4.5.1. Kapkový model	35
2.4.5.2. Hladinový model	36
2.4.5.3. Jiné modely	38
3. JADERNÉ PŘEMĚNY (<i>V. Mikulaj</i>)	39
3.1. Radioaktivní přeměny nuklidů	39
3.1.1. Základní charakteristiky radioaktivních přeměn	39
3.1.2. Kinetika radioaktivních přeměn	42
3.1.2.1. Jednoduchá radioaktivní přeměna	42
3.1.2.2. Následné radioaktivní přeměny	44
3.1.2.3. Rozvětvená radioaktivní přeměna	48
3.1.3. Přeměny gama a izomerní přechody	49
3.1.4. Přeměny beta	51
3.1.5. Přeměna alfa	54

3.1.6. Spontánní štěpení	55
3.1.7. Samovolné emise nukleonů	56
3.1.8. Vliv fyzikálně-chemického stavu radionuklidu na rychlost radioaktivní přeměny	56
3.2. Jaderné reakce	57
3.2.1. Základní charakteristiky jaderných reakcí	58
3.2.2. Účinné průřezy a kinetika jaderných reakcí	60
3.2.3. Mechanismy jaderných reakcí	64
3.2.4. Neutronové jaderné reakce	67
3.2.5. Štěpné reakce	69
3.2.6. Jaderné reakce vyvolané nabitými částicemi a fotony	72
3.3. Chemické reakce vyvolané jadernými přeměnami	75
3.3.1. Odrazová energie a vlastnosti horkých atomů	75
3.3.2. Szilardův-Chalmersův jev	78
3.3.3. Chemické důsledky radioaktivních přeměn	79
4. NUKLEOGENEZE A VLASTNOSTI NUKLIDŮ (R. Kopunec)	81
4.1. Obecná charakteristika nuklidů	81
4.1.1. Systematika nuklidů	81
4.1.2. Přírodní nuklidy	83
4.1.3. Přirozená radioaktivita	85
4.1.4. Jaderná chronologie	89
4.2. Izotopie prvků	91
4.2.1. Význam objevu izotopie	91
4.2.2. Izotopové jevy	92
4.2.3. Metody koncentrování a separace izotopů	95
4.3. Radioaktivní prvky	101
4.3.1. Obecná charakteristika	101
4.3.2. Technecium	103
4.3.3. Promethium	104
4.3.4. Polonium	104
4.3.5. Astat	105
4.3.6. Radon	105
4.3.7. Francium	106
4.3.8. Radium	106
4.3.9. Aktinium	107
4.3.10. Thorium	107
4.3.11. Protaktinium	108
4.3.12. Uran	108
4.3.13. Neptunium	109
4.3.14. Plutonium	110
4.3.15. Transplutoniové prvky	111
4.4. Nukleogeneze chemických prvků ve vesmíru	112
4.5. Zobecněný stavový diagram látky	115
5. ÚČINKY JADERNÉHO ZÁŘENÍ (F. Macdšek)	119
5.1. Šíření a absorpce záření	119
5.1.1. Zeslabování a dosah jaderného záření	120
5.1.2. Mechanismus ztráty energie	124
5.1.3. Excitace a ionizace molekul, vznik radikálů	127

5.1.4.	Radiačně-fyzikální jevy	130
5.1.5.	Expozice a absorbovaná dávka záření	131
5.1.6.	Radiační zdroje	132
5.2.	Radiačně-chemické reakce	135
5.2.1.	Střední výtěžek radiačně-chemických reakcí	135
5.2.2.	Reakce primárních produktů radiolýzy	136
5.2.3.	Rekombinační reakce radikálů	139
5.2.4.	Stacionární koncentrace radikálů při ozařování	141
5.2.5.	Bilance radiačně-chemických výtěžků	143
5.3.	Radiolýza vody a vodných roztoků	145
5.3.1.	Radikálové a molekulární produkty radiolýzy	145
5.3.2.	Reakce radikálu \dot{H} a solvatovaného elektronu	147
5.3.3.	Reakce radikálů $\dot{O}H$, $H\dot{O}_2$ a O_2^-	149
5.3.4.	Vodné roztoky jako chemické dozimetry	149
5.4.	Radiolýza organických látek	151
5.4.1.	Radiolýza individuálních kapalin	151
5.4.2.	Radiolýza roztoků	154
5.4.3.	Radiolýza v soustavách plyn-kapalina	156
5.4.4.	Radiolýza polymerů	158
5.5.	Biologické účinky záření	159
5.5.1.	Molekulární a subcelulární úroveň	159
5.5.2.	Buněčná úroveň, somatické a genetické účinky	161
5.5.3.	Radiační hygiena	162
6.	ANALÝZA NUKLIDŮ (<i>O. Navrátil</i>)	165
6.1.	Izotopová analýza stabilních nuklidů	166
6.1.1.	Hmotnostní spektrometrie	166
6.1.2.	Spektrální metody	167
6.1.3.	Plynová chromatografie	167
6.2.	Analýza soustav radioaktivních nuklidů	168
6.3.	Detekce a měření radioaktivního záření	169
6.3.1.	Ionizační metody	170
6.3.1.1.	Detektory s plynovou náplní	170
6.3.1.2.	Detektory na bázi pevné fáze	174
6.3.1.3.	MLžné a bublinkové komory	176
6.3.2.	Scintilační metody	176
6.3.2.1.	Scintilační počítače	176
6.3.2.2.	Scintilátory	178
6.3.2.3.	Spektrometrické metody	180
6.3.2.4.	Čerenkovovy počítače	181
6.3.3.	Radiografické metody	181
6.3.3.1.	Fotografické metody	181
6.3.3.2.	Jiné detektory částic v tuhé fázi	182
6.4.	Problematika stopových koncentrací	183
6.4.1.	Kinetika chemických reakcí	183
6.4.2.	Elektrochemické chování	184
6.4.3.	Srážení a nerozpustnost	184
6.4.4.	Adsorpce	185
6.4.5.	Tvorba radiokoloidů	185

6.4.6.	Eluce na ionexech	186
6.4.7.	Nosiče v radiochemii	186
7.	PŘÍPRAVA RADIONUKLIDŮ A ZNAČENÝCH SLOUČENIN (L. Lešetický)	188
7.1.	Zdroje jaderných střel	188
7.1.1.	Zdroje nabitých částic	188
7.1.2.	Zdroje neutronů	190
7.2.	Aktivační technika	191
7.2.1.	Reakce vyvolané neutrony	191
7.2.2.	Reakce rychlých nabitých částic	192
7.2.3.	Příprava nejdůležitějších radionuklidů	193
7.3.	Názvosloví značených sloučenin	195
7.4.	Izotopová výměna	197
7.4.1.	Izotopová výměna vodíku	197
7.4.2.	Izotopová výměna halogenů	198
7.4.3.	Izotopová výměna u ostatních prvků	199
7.5.	Radiochemické metody	199
7.5.1.	Značení odrazem	199
7.5.2.	Wilzbachova metoda	201
7.6.	Klasická syntéza	202
7.6.1.	Izotopy vodíku	203
7.6.2.	Izotopy uhlíku	206
7.7.	Stabilita a čistota značených sloučenin	208
8.	IZOTOPOVÁ INDIKACE (J. Hála)	210
8.1.	Rovnocennost vazeb	211
8.2.	Důkaz existence nestálých sloučenin	212
8.3.	Průběh chemických reakcí	212
8.3.1.	Reakční mechanismus	212
8.3.2.	Molekulární přesmyky	214
8.3.3.	Biosyntéza	216
8.3.4.	Metabolismus	218
8.4.	Indikátorová metoda v kinetice	220
8.5.	Studium samodifúze	224
8.6.	Stanovení velikosti povrchu	226
8.7.	Rozpustnost málo rozpustných látek	226
8.8.	Rozdělení látky mezi dvě fáze	227
8.9.	Emanometrie	228
8.10.	Indikátorová metoda v chemické analýze	229
8.10.1.	Radiometrická mikroanalýza	229
8.10.2.	Radiometrické titrace	230
8.10.3.	Metoda izotopového zředování	231
8.10.4.	Metoda radioaktivních činidel	232
8.10.5.	Metody založené na výměnných reakcích	233
8.10.6.	Metody založené na uvolňování radioaktivity	233
8.10.7.	Saturační analýza a radioimunochemické metody	234
9.	INTERAKČNÍ METODY ANALÝZY (J. Hála)	237
9.1.	Aktivační analýza	237
9.1.1.	Kvalitativní analýza	237

9.1.2. Kvantitativní analýza	238
9.1.3. Obecný postup aktivační analýzy	243
9.1.4. Neutronová aktivační analýza	244
9.1.5. Aktivace kladně nabitými částicemi	244
9.1.6. Fotoaktivace	245
9.1.7. Aktivační analýza s využitím okamžitých částic	246
9.2. Radioizotopová rentgenová fluorescenční analýza	247
9.3. Analýza na základě absorpce a rozptylu jaderného záření	249
9.3.1. Absorpce záření beta	249
9.3.2. Absorpce záření gama a rentgenového záření	250
9.3.3. Absorpce neutronů	250
9.3.4. Rozptyl záření alfa	252
9.3.5. Rozptyl záření beta	252
9.3.6. Rozptyl záření gama	253
9.3.7. Rozptyl neutronů	254
9.4. Rezonanční absorpce gama záření – Mössbauerův efekt	255
10. JADERNĚ CHEMICKÁ TECHNOLOGIE (V. Mikulaj)	261
10.1. Jaderné reaktory	261
10.1.1. Řetězová štěpná reakce	261
10.1.2. Řízená řetězová reakce. Základní charakteristiky a typy jaderných reaktorů	265
10.1.3. Tepelné energetické reaktory. Jaderné elektrárny	268
10.1.4. Rychlé reaktory	271
10.2. Zpracování ozářeného jaderného paliva	272
10.2.1. Vznik sekundárních štěpitelných materiálů	272
10.2.2. Regenerace a vlastnosti vyhořelého jaderného paliva	275
10.2.3. Výroba plutonia a uranu 233	278
10.2.4. Získávání transuranů a cenných nuklidů	281
10.3. Výroba jaderného paliva a reaktorových materiálů	283
10.3.1. Výroba uranu	283
10.3.2. Výroba thoria	285
10.3.3. Pomocné reaktorové materiály	286
10.4. Likvidace radioaktivního odpadu	287
10.5. Termojaderné reaktory	288
10.6. Rozvoj jaderné energetiky a životní prostředí	290
11. LITERATURA	292
11.1 Všeobecná literatura	292
11.2. Literatura, zahrnující část vědního oboru	292
Rejstřík	296