

Obsah

Předmluva k druhému vydání	20
Častěji používané symboly, značky a zkratky	22

0 ÚVOD

0.1	Vznik a vývoj jaderné chemie	29
	1. Radiochemie — 2. Jaderná chemie	
0.2	Definice jaderné chemie	31
0.3	Vztahy a začlenění jaderné chemie	31
	1. V rámci jaderných věd — 2. V rámci chemických a fyzikálních věd	
0.4	Třídění (rozvrh) jaderné chemie	33

I OBEČNÁ JADERNÁ CHEMIE

I	JADERNÁ INDIVIDUA (JÁDRA, ČÁSTICE, NUKLIDY)	35
1.1	Nástin vývoje názorů na stavbu hmoty a atomu	35
1.1.1	Prvotní názory a základní novodobé poznatky	35
1.1.2	Obvodová a centrální oblast atomu	36
1.1.3	Elektrické náboje v atomu a jeho nukleární koncepce	37
1.1.4	Mimojaderná oblast atomu	38
1.1.5	Skladba atomového jádra	39
1.2	Charakteristika a symbolika atomového jádra	40
1.2.1	Čísla určující jádro atomu	40
	1. Atomové, protonové (pořadové) číslo — 2. Hmotnostní, nukleonové číslo — 3. Neutronové číslo — 4. Izotopové číslo	
1.2.2	Jaderná symbolika	41
	1. Symbolika jader (nuklidů) a atomových částic — 2. Symbolika elementárních částic — 3. Symbolika molekulových částic — 4. Symbolika jaderných izomerů	
1.2.3	Vztahy mezi atomovými jádry	43
	1. Izotopy — 2. Izobary — 3. Izotony — 4. Izodiafery — 5. Izomery	
1.2.4	Diagramy atomových jader	45
1.3	Vlastnosti atomového jádra	47
1.3.1	Elektrický náboj	47
1.3.2	Hmotnost	48
	1. Hmotnost jádra atomu — 2. Absolutní hmotnost atomu, atomová jednotka hmotnosti a atomová (nuklidová) hmotnost — 3. Relativní atomová (nuklidová) hmotnost — 4. Molární veličiny a jednotky	
1.3.3	Rozměry (poloměr)	49
1.3.4	Hustota jaderné hmoty a tvar jádra	51
1.3.5	Energetický stav a stabilita	52
1.3.6	Jaderné momenty	53
	1. Moment hybnosti — 2. Magnetický (dipólový) moment — 3. Elektrické momenty — 4. Měření jaderných momentů	
1.3.7	Statistika a parita	55
1.4	Elementární částice	55
1.4.1	Přehled a základní klasifikace	55

1.4.2	Lehké částice (leptony)	56
1.4.3	1. Fotony — 2. Neutrina — 3. Elektrony — 4. Miony (těžké elektrony) Střední částice (mezony)	57
1.4.4	1. Mezony π (piony) — 2. Mezony K (kaony) Těžké částice (baryony)	58
	1. Nukleony — 2. Hyperony — 3. Jádra a hyperjádra	
1.5	Existenční podmínky a struktura atomového jádra	59
1.5.1	Jaderné síly	59
1.5.2	Soudržnost jádra a poměr neutronů k protonům	60
1.5.3	Klasifikace stabilních jader a pravidla jejich výskytu	61
1.5.4	Modely atomového jádra	62
	1. Statistický a kapkový model — 2. Slupkový model — 3. Zobecněný (kolektivní) model — 4. Optický model	
1.6	Jaderná a chemická individualita	64
1.6.1	Pojmy: jádro, atom, prvek, nuklid, izotop	64
1.6.2	Pojem směsi a individua	65
1.6.3	Nuklidy a prvky v jaderné chemii	65
2	JADERNÉ REAKCE	71
2.1	Popis a systematika jaderných reakcí	71
2.1.1	Základní klasifikace jaderných procesů	71
2.1.2	Formulace a třídění jaderných reakcí	71
	1. Reakce mononukleární — 2. Reakce binukleární — 3. Reakce vyšších řádů	
2.1.3	Typy mononukleárních reakcí	74
	1. Přeměna α — 2. Přeměna β — 3. Přeměna β^+ — 4. Přeměna EZ — 5. Přeměna γ — 6. Přeměna n nebo p — 7. Spontánní štěpení	
2.1.4	Reakční složky binukleárních reakcí	75
	1. Terčové jádro — 2. Jaderná střela — 3. Výsledná částice — 4. Výsledné jádro	
2.1.5	Základní typy jednoduchých binukleárních reakcí	77
	1. Reakce částic α — 2. Reakce deuteronů — 3. Reakce protonů — 4. Reakce ne- utronů — 5. Reakce fotonů γ	
2.1.6	Další reakce typu (x, y)	84
	1. Reakce tritonů — 2. Reakce iontů lehkého helia — 3. Reakce mnohonásobně nabitých iontů těžkých nuklidů — 4. Reakce elektronů, mezonů a neutrin	
2.1.7	Složité binukleární reakce	86
	1. Vliv energie bombardující částice — 2. Tříštivé reakce — 3. Štěpné reakce — 4. Fúzní reakce	
2.2	Mechanismus jaderných reakcí	89
2.2.1	Jaderné interakce a stadia jejich průběhu	89
	1. Silné interakce — 2. Elektromagnetické interakce — 3. Slabé interakce — 4. Průběh interakce	
2.2.2	Proces kolize (interakce v poli coulombovských sil)	90
	1. Pružný rozptyl — 2. Nepružný rozptyl	
2.2.3	Průnik částice do terčového jádra (interakce v poli jaderných sil)	93
2.2.4	Procesy probíhající po vniknutí částice do jádra — nepřímé reakce za vzniku slož- ného jádra	96
	1. První fáze — 2. Druhá fáze — 3. Druhy jaderných procesů	
2.2.5	Přímé reakce bez vzniku složeného jádra	100
	1. Reakce přenosové a strhovací — 2. Reakce částic o vysoké energii	
2.2.6	Mechanismus přeměn nestabilního jádra	102
	1. Procesy α — 2. Procesy β — 3. Procesy γ	
2.3	Přirozená radioaktivita	104
2.3.1	Objev radioaktivity a první přirozené zářiče	104
2.3.2	Přirozené radioaktivní nuklidy, jejich třídění a nomenklatura	105
2.3.3	Genetická souvislost přirozených radioaktivních nuklidů a jejich řady	106
2.3.4	Duální přeměna a větvení řady	108
2.3.5	Emanace a aktivní depozit	109
2.3.6	Přirozené radioaktivní nuklidy tvořící řady	110
	1. Přirozené radioaktivní izotopy středně těžkých a těžkých cispoloniových prvků — 2. Lehké a „umělé“ radionuklidy v přírodě	

	1. Radioaktivní nuklidy o dlouhém poločasu — 2. Radioaktivní nuklidy o krátkém poločasu	
11.1.3	Nástin vývoje zužitkování uranových a thoriových rud	461
11.2	Uran a dlouhodobé produkty jeho přeměny	463
11.2.1	Uran (^{238}U , ^{235}U)	463
	1. Úprava rudy — 2. Loužení — 3. Oddělování uranu z výluhu (výroba chemického koncentráту) — 4. Rafinace koncentráту — 5. Výroba kovového uranu — 6. Výroba uranu 235	
11.2.2	Radium (^{226}Ra)	465
	1. Výskyt, princip výroby, význam — 2. Přehled světového vývoje výroby — 3. Výroba surového chloridu radnatého — 4. Dělení radia a barya frakcí krystalizací — 5. Moderní způsoby výroby — 6. Vlastnosti a radioaktivní čistota preparátů radia	
11.2.3	Ionium (^{230}Th)	469
11.2.4	Protaktinium (^{231}Pa)	469
	1. Klasické srážecí způsoby — 2. Moderní metody — 3. Radioaktivní čistota preparátů protaktinia — 4. Umělá příprava	
11.2.5	Aktinium (^{227}Ac)	471
11.3	Thorium a dlouhodobé produkty jeho přeměny	472
11.3.1	Thorium (^{232}Th)	472
	1. Výroba koncentráту — 2. Rafinace koncentráту — 3. Výroba kovového thorcia — 4. Radioaktivní čistota preparátů thorcia	
11.3.2	Mezothorium (^{228}Ra + ^{228}Ac)	473
11.3.3	Radiothorium (^{228}Th)	474
11.4	Krátkodobé radioaktivní nuklidy	474
11.4.1	Nuklidy atomového čísla $Z > 86$	474
	1. Uran X ₁ (^{234}Th) — 2. Thorium X (^{234}Ra) a aktinium X (^{233}Ra) — 3. Mezothorium 2 (^{228}Ac)	
11.4.2	Emanace (^{222}Rn)	476
11.4.3	Nuklidy krátkodobého aktivního depozitu	476
	1. Získávání aktivního depozitu — 2. Dělení a izolace jednotlivých produktů	
11.5	Radioaktivní nuklidy dlouhodobého aktivního depozitu radonu	477
11.5.1	Radium D (^{210}Pb) a radium E (^{210}Bi)	477
11.5.2	Radium F (^{210}Po)	478
	1. Příprava — 2. Dělení a čištění — 3. Význam preparátů polonia	
12	PŘÍPRAVA UMĚLÝCH RADIOAKTIVNÍCH LÁTEK	480
12.1	Principy a metodika	480
12.1.1	Povaha a základní klasifikace preparačních procesů	480
12.1.2	Přehled vhodných aktivizačních reakcí	480
	1. Základní kritéria — 2. Aktivace neutrony — 3. Aktivace nabitými částicemi — 4. Aktivace zářením γ — 5. Složité reakce — 6. Aktivace spojené s radioaktivní přeměnou — 7. Volba nejvhodnější reakce	
12.1.3	Terčový materiál a jeho ozařování	484
	1. Forma terče a jeho úprava k ozařování — 2. Tepelné a radiační efekty. — 3. Průběh aktivace a režim ozařování — 4. Změny hustoty toku neutronů a složení komplexního záření v reaktoru — 5. Ozařování v cyklotronu	
12.1.4	Produkty ozařování	487
	1. Druhy produktů a základní způsoby jejich zpracování — 2. Měrná aktivita — 3. Nosičové a beznosičové preparáty — 4. Čistota — 5. Kontrola a hodnocení — 6. Náklady, certifikace a distribuce	
12.2	Příprava některých důležitých radionuklidů	492
12.2.1	Reaktorové preparáty	492
	1. Tritium ^3H — 2. Uhlík ^{14}C — 3. Fluor ^{18}F — 4. Sodík ^{24}Na — 5. Fosfor ^{32}P — 6. Síra ^{35}S — 7. Chlor ^{36}Cl — 8. Draslík ^{42}K — 9. Vápník ^{45}Ca — 10. Chrom ^{51}Cr — 11. Mangan ^{54}Mn — 12. Železo ^{55}Fe — 13. Kobalt ^{60}Co — 14. Arsen ^{76}As — 15. Antimon ^{125}Sb — 16. Jod ^{131}I — 17. Zlato ^{198}Au — 18. Rtuť ^{197}Hg a ^{203}Hg	
12.2.2	Cyklotronové preparáty	497
	1. Tritium ^3H — 2. Uhlík ^{11}C — 3. Sodík ^{22}Na — 4. Vanad ^{48}V — 5. Mangan ^{52}Mn — 6. Stroncium ^{85}Sr — 7. Kadmium ^{109}Cd	

12.2.3	Produkty štěpení	499
12.3	Generátory krátkodobých radionuklidů	499
12.3.1	Účel a princip	499
12.3.2	Nejdůležitější generátory	501
	1. Generátor ^{28}Al — 2. Generátor ^{68}Ga — 3. Generátor $^{87\text{m}}\text{Sr}$ — 4. Generátor ^{90}Y — 5. Generátor $^{99\text{m}}\text{Tc}$ — 6. Generátor $^{113\text{m}}\text{In}$ — 7. Generátor ^{132}I — 8. Generátor $^{137\text{m}}\text{Ba}$	
13	PŘÍPRAVA ZNAČENÝCH ORGANICKÝCH SLOUČENIN	503
13.1	Principy izotopového značení sloučenin	503
13.1.1	Význam značených organických sloučenin a přehled metod jejich přípravy	503
13.1.2	Značící nuklidy a jejich výběr	504
13.1.3	Značené sloučeniny, jejich systematika a názvosloví	504
	1. Základní pojmy — 2. Typy značených molekul a sloučenin — 3. Nomenklatura a symbolika	
13.2	Chemické syntézy	507
13.2.1	Podstata a charakter metod	507
13.2.2	Metodické zvláštnosti syntézy mnohonásobně značených sloučenin	508
13.2.3	Sloučeniny značené uhlíkem ^{14}C	508
13.2.4	Sloučeniny značené izotopy vodíku	510
13.2.5	Sloučeniny značené izotopy jiných prvků	511
	1. Sloučeniny značené izotopy ^{35}S — 2. Sloučeniny značené izotopy jodu — 3. Sloučeniny značené dusíkem ^{15}N	
13.3	Výměnné reakce	513
13.3.1	Podstata a charakter metod	513
13.3.2	Výměnné reakce izotopů vodíku	513
	1. Přehled — 2. Výměna v labilních vazbách — 3. Výměna v nelabilních vazbách	
13.3.3	Výměnné reakce izotopů některých dalších prvků	515
	1. Izotopy halogenů — 2. Izotopy síry — 3. Izotopy kyslíku — 4. Izotopy dusíku Ozařování plynovým tritiem (Wilzbachova metoda)	
13.3.4		516
13.4	Biologické syntézy	517
13.4.1	Podstata a charakter metod	517
13.4.2	Metody podle druhu organismu	518
	1. Fotosyntetické metody — 2. Mikrobiální syntézy — 3. Živočišné syntézy	
13.5	Jaderné a fyzikálně chemické metody	519
13.5.1	Metoda odražených atomů	519
13.5.2	Metoda urychlených iontů	520
13.5.3	Metoda radioaktivní přeměny	520
	1. Přeměna $-\beta$ — 2. Elektronový záchyt	
13.5.4	Radiační syntézy	522
13.6	Izotopové rozložení, stabilita a čistota značených sloučenin	523
13.6.1	Stanovení izotopového rozložení	523
	1. Odbourávací (degradační) metody — 2. Fyzikálně chemické metody	
13.6.2	Stabilita a samovolný rozklad	525
	1. Příčiny rozkladu — 2. Potlačení rozkladu	
13.6.3	Čistota a čištění	526
	1. Druhy nečistot — 2. Detekce nečistot — 3. Čištění	

IV ANALYTICKÁ JADERNÁ CHEMIE

14	METODY JADERNÉ ANALÝZY	529
14.1	Terminologie, úkoly a přehled metod	529
14.1.1	Definice jaderné analýzy	529
14.1.2	Třídění metod podle druhu analyzované látky a funkce jaderných individuí	529
	1. Analýza soustav radioaktivních nuklidů — 2. Analýza soustav izotopních nuklidů (stabilních) — 3. Analýzy soustav chemických prvků pomocí nuklidů	
14.1.3	Třídění metod podle jejich povahy	530

14.2	Metody založené na radioaktivních vlastnostech nuklidů	530
14.2.1	Základní klasifikace metod používaných k identifikaci a stanovení	530
14.2.2	Kvalitativní analýza	531
14.2.3	1. Úkoly a úvodní úvahy — 2. Charakterizace aktivity a identifikace radionuklidů	532
14.2.4	Kvantitativní analýza	532
14.2.4	1. Absolutní měření — 2. Relativní měření — 3. Citlivost, přesnost a spolehlivost	535
14.3	Interference a rozlišení radionuklidů ve směsích	535
14.3	Základy detekce a měření radioaktivního záření	535
14.3.1	Principy a přehled metod	535
14.3.2	1. Metody založené na primárních účincích záření — 2. Metody založené na sekundárních účincích záření — 3. Metody detekce neionizujícího jaderného záření	537
14.3.3	Metody ionizace plynu	539
14.3.3	Scintilační metody	539
14.3.4	Metody s polovodičovými detektory	540
14.3.5	Spektrometrie záření γ	541
14.3.6	Radiografické metody	541
14.3.6	1. Makro(auto)radiografie — 2. Mikro(auto)radiografie — 3. Detektory stop částic v tuhé fázi — 4. Xerografie — 5. Neutronová radiografie (neutronografie)	544
14.4	Metody založené na radioaktivních vlastnostech nuklidů	544
14.4.1	Účel a základní klasifikace metod	544
14.4.2	Vyjadřování izotopového složení	545
14.4.3	Specifické fyzikálně chemické metody	546
14.4.3	1. Hmotnostní spektrometrie — 2. Spektrální metody — 3. Plynová chromatografie	550
14.4.4	Nespecifické fyzikálně chemické metody	550
14.4.4	1. Měření hustoty — 2. Měření indexu lomu — 3. Některé speciální metody	551
14.4.5	Jaderné metody	551
14.4.5	1. Energetická bilance jaderných přeměn — 2. Interakce jaderného záření — 3. Jaderná magnetická rezonance	553
15	ANALÝZA PŘIROZENÝCH RADIOAKTIVNÍCH LÁTEK	553
15.1	Stanovení přirozených radionuklidů	553
15.1.1	Charakteristika a přehled metod	553
15.1.2	Uran, thorium, radium	554
15.1.2	1. Metoda α — 2. Metoda β — 3. Metoda γ — 4. Kombinované metody	555
15.1.3	Radon a emanometrická analýza	555
15.1.3	1. Analýza roztoků — 2. Analýza tuhých látek — 3. Stanovení radonu — 4. Stanovení thoronu a aktinonu	557
15.1.4	Některé další radionuklidy	557
15.1.4	1. Polonium — 2. Mezothorium — 3. Aktínium — 4. Protaktinium	557
15.2	Analýza přírodních látek	557
15.2.1	Rudy, horniny, minerály	557
15.2.2	Vody a minerální prameny	558
15.2.2	1. Radioaktivita vod — 2. Vzorek vody — 3. Stanovení radonu a radia — 4. Stanovení uranu	559
15.2.3	Vzduch	559
15.2.3	1. Atmosférický vzduch — 2. Půdní a důlní vzduch — 3. Uměle kontaminovaný vzduch	561
16	ANALÝZA UMĚLÝCH RADIOAKTIVNÍCH LÁTEK	561
16.1	Identifikace a stanovení umělých radionuklidů	561
16.1.1	Charakteristika a přehled metod	561
16.1.2	Přifazení neznámé aktivity	562
16.1.2	1. Pojem „přifazení“ — 2. Stanovení hmotnostního čísla — 3. Metoda křížového ozařování (bombardování) — 4. Stupeň spolehlivosti přifazení	565
16.2	Analýza a dělení produktů štěpení	565
16.2.1	Produkty štěpení a jejich analytická charakteristika	565
16.2.1	1. Složení směsí produktů — 2. Změny při chlazení	566
16.2.2	Účel analýzy a dělení	566
16.2.2	1. Analýza — 2. Separace a izolace	

16.2.3	Principy separační metodiky	567
	1. Příprava vzorků — 2. Výběr a vývoj separačních metod — 3. Postup dělení — 4. Forma izolovaného produktu	
16.2.4	Nejdůležitější dlouhodobé produkty štěpení uranu 235	569
	1. Cesium ^{137}Cs — 2. Stroncium ^{90}Sr , ^{89}Sr a baryum ^{140}Ba — 3. Zirkonium ^{91}Zr a niob ^{95}Nb — 4. Ruthenium ^{103}Ru , ^{106}Ru a technecium ^{99}Tc — 5. Vzácné zeminy ^{144}Ce , ^{141}Ce , ^{147}Pm , ^{155}Eu	
16.2.5	Ostatní produkty štěpení	572
	1. Zinek — 2. Gallium — 3. Germanium a arsen — 4. Antimon — 5. Selen — 6. Tellur — 7. Brom a jod — 8. Krypton a xenon — 9. Molybden — 10. Rhodium — 11. Palladium — 12. Stříbro — 13. Kadmium — 14. Indium — 15. Cín	
16.3	Analýza a dělení transuranů	574
16.3.1	Charakteristika separačních a měřicích metod	574
16.3.2	Neptunium	575
	1. Izolace — 2. Stanovení	
16.3.3	Plutonium	576
	1. Izolace — 2. Stanovení	
16.3.4	Transplutoniové prvky	577
	1. Separační metody — 2. Stanovení	

V PŘÍLOHY

17.1	Nejčastěji používané konstanty	583
17.2	Normalizované předpony násobků a dílů jednotek (10^a)	583
17.3	Převod jednotek častěji užívaných veličin z nahrazované soustavy do SI a naopak	584
	1. Čas — 2. Plošný obsah (účinný průřez) — 3. Energie — 4. Tlak — 5. Aktivita — 6. Absorbovaná dávka záření — 7. Dávková rychlost — 8. Expozice — 9. Expoziční rychlost	
17.4	Přepočítávací faktory jednotek energie	587
17.5	Přepočítávací faktory jednotek aktivity	587
17.6	Tabulka lehkých nuklidů ($Z = 0$ až 10)	588
17.7	Přeměnové řady, jimiž vznikají některé nejdůležitější produkty štěpení uranu 235 tepelnými neutrony	590
17.8	Periodická soustava prvků	591

VI LITERATURA

18.1	Knižní díla všeobecná, zahrnující celý rozsah oboru nebo jeho podstatnou část	593
18.1.1	Klasická díla (asi do konce třicátých let)	593
18.1.2	Jaderná chemie a radiochemie	593
18.1.3	Díla zaměřená fyzikálně a jaderná fyzika	594
18.1.4	Tabulky a normy	594
18.2	Knižní díla a přehledné referáty, vztahující se k jednotlivým kapitolám	594
18.2.1	Jádro atomu, radioaktivita, jaderné reakce (ke kap. 1, 2 a odd. 16.2)	594
	1. Všeobecně a reakce mimo štěpné — 2. Jaderné štěpení a produkty štěpných reakcí	
18.2.2	Chemické projevy jaderných reakcí, jaderně nascentní atomy (ke kap. 3)	595
	1. Všeobecně — 2. Speciálně	
18.2.3	Interakce jaderného záření, radiační chemie (ke kap. 4)	596
	1. Všeobecně — 2. Speciálně	
18.2.4	Chemie radioaktivních prvků (ke kap. 5)	596
	1. Všeobecně, cisurany a uran — 2. Speciálně, transurany, aktinoidy	
18.2.5	Stabilní izotopy (ke kap. 6, 10 a odd. 14.4)	597
	1. Chemie izotopních nuklidů všeobecně, izotopový jev — 2. Separace a obohacování — 3. Izotopová analýza	
18.2.6	Metodika, technika, bezpečnost (ke kap. 7, 8 a 9)	597
	1. Metodika všeobecně a laboratorní technika — 2. Separační metody — 3. Ochrana před zářením	

18.2.7	Preparační jaderná chemie (ke kap. 11, 12 a 13)	598
	1. Přirozené radioaktivní látky. — 2. Umělé radioaktivní látky — 3. Značené organické sloučeniny	
18.2.8	Analytická jaderná chemie (ke kap. 14, 15 a 16)	599
	1. Všeobecně — 2. Detekce a měření ionizujícího záření	
	REJSTŘÍK	601

2.3.7	Radioaktivní a stabilní nuklidy v přírodě	113
	1. Dvojí druh přirozené radioaktivity — 2. Upřesnění pojmu „stabilní“ a „radioaktivní“ nuklid — 3. Přirozená a umělá radioaktivita	
2.4	Umělá radioaktivita	115
2.4.1	Vliv vnějších podmínek na radioaktivitu a zásah do atomového jádra	115
2.4.2	Objev umělé radioaktivity	116
2.4.3	Umělé radionuklidy a vývoj radioaktivity	117
2.4.4	Zvláštní způsoby přeměn umělých radionuklidů	119
	1. Rozvětvená přeměna β — 2. Přeměna α — 3. Zvláštní případy emise těžkých částic	
2.4.5	Poždéná emise neutronů a protonů	120
	1. Pozdéné neutrony — 2. Protonová radioaktivita	
2.4.6	Jaderná izomerie a její typy	122
	1. Obecný případ — 2. Typ β - β — 3. Typ γ - β — 4. Typ γ	
2.4.7	Umělé radioaktivní řady	124
2.4.8	Vztahy mezi umělými a přirozenými radionuklidy	126
2.5	Kinetika jaderných reakcí	127
2.5.1	Základní poznatky	127
	1. Kvalitativní empirické poznatky — 2. Kvantitativní empirické vztahy	
2.5.2	Aktivita a kinetické zákony radioaktivní přeměny	129
	1. Absolutní a relativní aktivita — 2. Odvození základního kinetického zákona	
2.5.3	Statistický charakter radioaktivní přeměny	130
2.5.4	Veličiny charakterizující rychlost radioaktivní přeměny	132
	1. Přeměnová konstanta λ — 2. Poločas přeměny T — 3. Střední doba života τ	
2.5.5	Jednotky radioaktivity	133
	1. Počet dezintegrací za jednotku času — 2. Jednotka curie — 3. Ostatní jednotky	
2.5.6	Aktivita a množství radioaktivního nuklidu	134
	1. Vztahy mezi aktivitou, počtem atomů a radioaktivními konstantami — 2. Hmotnost radioaktivního nuklidu dané aktivity — 3. Měrná aktivita	
2.5.7	Způsoby výpočtu rozpadu radioaktivních nuklidů	136
	1. Přesný výpočet — 2. Rychlý výpočet — 3. Přibližný výpočet	
2.5.8	Časový průběh radioaktivní přeměny a jeho grafický obraz	136
2.5.9	Průběh vzniku radioaktivního nuklidu při konstantní rychlosti jeho tvorby	138
2.5.10	Soustava několika radioaktivních nuklidů na sobě nezávislých	139
2.5.11	Soustava dvou radioaktivních nuklidů v genetické souvislosti	141
	1. Přeměna mateřského a dceřiného nuklidu — 2. Diskuse a zjednodušení obecné rovnice — 3. Průběh a charakteristické vlastnosti přeměnové funkce — 4. Poloha maxima a inflexního bodu	
2.5.12	Zvláštní případy radioaktivní přeměny a radioaktivní rovnováhy	143
	1. $\lambda_1 \ll \lambda_2$ — 2. $\lambda_1 < \lambda_2$ — 3. $\lambda_1 > \lambda_2$ — 4. $\lambda_1 \approx \lambda_2$	
2.5.13	Soustava několika radioaktivních nuklidů v genetické souvislosti	150
	1. Obecná rovnice — 2. Jednodušší případy — 3. Charakteristické vlastnosti obecné přeměnové funkce — 4. Radioaktivní rovnováha — 5. Dlouhé řady	
2.5.14	Soustavy radioaktivních nuklidů při větvených přeměnách	154
	1. Přeměna mateřského a dceřiného nuklidu — 2. Radioaktivní rovnováhy — 3. Boční řetězy	
2.5.15	Soustavy radioaktivních nuklidů při binukleárních reakcích	156
	1. Přímá řada — 2. Větvená řada — 3. Boční a následné binukleární reakce — 4. Duální vznik — 5. „Vyhořívání“ terčového nuklidu	
2.6	Energetika jaderných reakcí	159
2.6.1	Jaderná energie	159
	1. Příčina jaderných procesů — 2. Druhy jaderné energie — 3. Vztah mezi energií a hmotností částic — 4. Jednotky jaderné energie	
2.6.2	Energie jaderné reakce	161
2.6.3	Exoergické reakce	163
	1. Binukleární reakce — 2. Mononukleární reakce — 3. Srovnání energetických zabarvení jaderných a molekulových reakcí	
2.6.4	Endoergické reakce	165
	1. Záporná hodnota reakční energie — 2. Energetický práh reakce	
2.6.5	Hmotnostní a energetická bilance jádra a vazebná energie	167
	1. Hmotnostní úbytek a vazebná energie — 2. Koeficient štěsnání a hmotnostní nadbytek — 3. Reakční a vazebná energie — 4. Přibližný výpočet reakční energie	
2.6.6	Poloempirický vzorec pro vazebnou energii	170

2.6.7	Energetické poměry při radioaktivní přeměně α	171
	1. Podmínky pro labilitu α — 2. Přeměnová energie a spektrum záření α — 3. Souvislost mezi přeměnovou energií a poločasem	
2.6.8	Energetické poměry při radioaktivní přeměně β	175
	1. Hmotnostní a energetická bilance procesu β — 2. Energie a spektrum záření β — 3. Podmínky pro labilitu β — 4. Oblasti stability a lability β — 5. Dvojná přeměna β — 6. Souvislost mezi dezintegrační energií a poločasem	
2.6.9	Energetické poměry při emisi záření γ a hladinová schémata jaderných procesů	180
	1. Záření γ , jeho spektrum a vzbuzený stav atomového jádra — 2. Souvislost mezi vlastnostmi vzbuzeného stavu jádra a poločasem — 3. Hladinová schémata	
2.6.10	Energetické poměry při jaderných reakcích prováděných zářením γ	182
	1. Záření γ při přeměně α — 2. Záření γ při přeměnách β — 3. Energetické poměry při jaderné izomerii — 4. Záření γ při binukleárních reakcích	
2.6.11	Energetické poměry při zvláštních formách přeměn γ	188
	1. Vnitřní konverze — 2. Sekundární procesy v elektronovém obalu atomu — 3. Emise hmotných částic	
2.7	Výtěžky jaderných reakcí a účinný průřez	191
2.7.1	Posuzování výtěžků molekulových a jaderných reakcí	191
2.7.2	Účinný průřez	191
	1. Základní vztahy — 2. Rozměr, jednotky a velikost účinného průřezu — 3. Parciální a totální účinný průřez — 4. Izotopový a atomový účinný průřez — 5. Makroskopický účinný průřez	
2.7.3	Výpočet výtěžků jaderných reakcí	195
	1. Konstantní hustota toku částic; krátké a dlouhé ozařování — 2. Proměnlivá hustota toku částic; tlustý terč a časové změny	
2.7.4	Souvislost účinného průřezu reakce s geometrickým průměrem jádra a jeho závislost na energii jaderné střely	197
	1. Reakce neutronů — 2. Reakce nabitých částic — 3. Breitův a Wignerův vztah	
2.7.5	Excitační funkce reakcí nabitých částic	198
	1. Exoergické reakce — 2. Endoergické reakce — 3. Rezonanční interakce	
2.7.6	Excitační funkce reakcí neutronů	199
	1. Oblast velmi malých energií (tepelné neutrony) — 2. Oblast větších energií (rezonanční neutrony) — 3. Oblast velkých energií (rychlé neutrony)	
2.7.7	Excitační funkce simultánních reakcí	202
2.8	Reakce částic o vysoké energii	204
2.8.1	Povaha a popis procesu	204
2.8.2	Produkty reakce	205
2.8.3	Mechanismus reakce	206
	1. První etapa — 2. Druhá etapa	
2.8.4	Reakce těžkých iontů	208
2.8.5	Reakce vyvolané částicemi nejvyšších energií	208
2.9	Štěpné reakce	209
2.9.1	Objev a popis procesu	209
2.9.2	Typy štěpných reakcí	210
2.9.3	Štěpení uranu 235 tepelnými neutrony	211
	1. Primární fáze — 2. Sekundární fáze	
2.9.4	Produkty štěpení uranu 235 a jejich přeměnové řady	212
2.9.5	Distribuce hmoty a náboje produktů štěpení	212
	1. Hmotnostní číslo — 2. Atomové číslo	
2.9.6	Energetika a teorie štěpných reakcí	215
2.9.7	Štěpení částicemi o střední energii	216
2.9.8	Štěpení částicemi o vysoké energii	218
2.9.9	Spontánní štěpení	219
2.9.10	Řetězové štěpné reakce	221
2.9.11	Principy a neutronová bilance jaderných reaktorů	223
	1. Základní procesy v jaderných reaktorech — 2. Podmínky pro reprodukci tepelných neutronů	
2.10	Fúzní a termonukleární reakce	226
2.10.1	Podstata a energetická charakteristika procesu	226
2.10.2	Termonukleární reakce ve vesmíru	228
	1. Zdroj hvězdné energie — 2. Vznik chemických prvků	

2.10.3	Spontánní (explozní) termonukleární procesy	231
2.10.4	Rízené termonukleární procesy	232
3	CHEMIE ATOMŮ VYTVOŘENÝCH JADERNOU REAKCÍ	233
3.1	Vznik, vlastností a procesy jaderně nascentního atomu	233
3.1.1	Procesy provázející nukleogenezi	233
3.1.2	Pohybové vlastnosti nascentního atomu	233
	1. Kinetická (odrazová) energie — 2. Rychlost — 3. Lokální teplota	
3.1.3	Klasifikace a přehled procesů nascentních atomů	235
3.1.4	Atomový odraz a odrazová energie	236
3.1.5	Odraz atomu vázaného v molekule	239
	1. Aktivovaný atom je vázán v lehké molekule — 2. Aktivovaný atom je vázán v těžké molekule	
3.1.6	Excitace a ionizace nascentního atomu	241
	1. Ionizace způsobená odrazem (samovolná) — 2. Ionizace způsobená změnou atomového čísla — 3. Ionizace způsobená vznikem vakancí v elektronovém obalu	
3.1.7	Mechanismus chlazení nascentního atomu	242
3.1.8	Základní představy srážkové teorie	243
3.1.9	Reakce nascentního atomu v plynné a kapalně fázi	245
	1. „Horké“ reakce — 2. Termální radikálové reakce — 3. Rozlišení „horkých“ a termálních reakcí	
3.1.10	Reakce nascentního atomu v tuhé fázi	248
	1. Osudy a lokalizace odraženého atomu v krystalové mříži — 2. Teoretické představy o reakcích — 3. Proces zotavování (vyhojování)	
3.1.11	Kvantitativní charakteristika procesů. Retence	250
	1. Měrná aktivita — 2. Faktor obohacení — 3. Výtěžek (radiochemický) — 4. Totální a parciální retence. — 5. Skutečná a zdánlivá retence — 6. Teoretický výpočet retence — 7. Význam retence	
3.2	Procesy při reakci (n, γ)	253
3.2.1	Mechanismus a energetika atomového odrazu (primární procesy)	253
3.2.2	Reakce Szilardova-Chalmersova (sekundární procesy)	254
	1. Podstata procesu — 2. Podmínky pro realizaci procesu	
3.2.3	Přehled chemických reakcí při Szilardově-Chalmersově jevu	255
	1. Organické halogenderiváty — 2. Organické sloučeniny kovů — 3. Bezokyslíkaté anorganické komplexní ionty — 4. Kyslíkaté anionty polyvalentních prvků — 5. Anorganické kovalentní sloučeniny — 6. Heterogenní soustavy	
3.2.4	Retence v organických halogenderivátech	258
	1. Hodnoty retence a radioaktivní produkty v organických frakcích — 2. Vliv experimentálních podmínek na retenci	
3.2.5	Retence ve vodných roztocích anorganických látek	260
	1. Retence nezávisí na pH — 2. Retence závisí na pH	
3.3	Procesy při binukleárních reakcích ostatních typů	262
3.3.1	Mechanismus a energetika atomového odrazu (primární procesy)	262
	1. Výměnné reakce (x, y) — 2. Výměnné reakce tepelných neutronů a štěpné reakce — 3. Jaderný fotoefekt (γ , y)	
3.3.2	Reakce nascentních atomů při některých neutronových aktivacích typu (n, p), (n, α) a (n, f)	263
	1. Reakce ^3H — 2. Reakce ^{14}C — 3. Reakce ^{32}P — 4. Reakce ^{35}S — 5. Reakce produktů štěpení	
3.3.3	Reakce nascentních atomů při aktivaci nabitými částicemi a zářením γ	268
	1. Reakce (p, n) — 2. Reakce (d, p) a (d, α) — 3. Reakce (γ , n) — 4. Reakce těžších iontů	
3.4	Procesy při radioaktivních přeměnách	268
3.4.1	Mechanismus a energetika atomového odrazu (primární procesy)	268
	1. Přeměna α — 2. Přeměna β a $+\beta$ — 3. Přeměna EZ	
3.4.2	Reakce nascentních atomů při přeměně α	270
3.4.3	Reakce nascentních atomů při přeměně β	270
	1. Primární procesy v plynné fázi — 2. Procesy v kondenzované fázi	
3.5	Procesy při emisi záření γ , izomerickém přechodu a interní konverzi	273
3.5.1	Mechanismus a energetika procesů	273

	1. Záření γ není konvertováno — 2. Záření γ je úplně konvertováno — 3. Bezodrazová emise záření γ	
3.5.2	Reakce nascentních atomů při izomerickém přechodu	275
	1. Význam chemických efektů a předpoklady pro možnost jejich sledování a využití — 2. Příklady chemických reakcí izomerů — 3. Srovnání procesů, při nichž se nemění Z	
4	CHEMIE INTERAKCE JADERNÉHO ZÁŘENÍ S HMOTOU	278
4.1	Jaderné záření, jeho vlastnosti a absorpce	278
4.1.1	Původ a klasifikace jaderného záření	278
4.1.2	Základní charakteristiky průchodu ionizujícího záření látkou	279
	1. Základní pojmy — 2. Ztráta energie, ionizace, dosah — 3. Součinitel zeslabení, polotloušťka	
4.1.3	Iontové záření	280
	1. Průběh interakce — 2. Ionizace a dosah — 3. Vliv absorpčního prostředí — 4. Absorpce a ionizační účinky různých iontů — 5. Produkty štěpení těžkých jader	
4.1.4	Elektronové záření	284
4.1.5	Elektromagnetické záření	285
	1. Fotoelektrický jev — 2. Comptonův jev — 3. Tvorba elektronových párů — 4. Celkové zeslabení a absorpce	
4.1.6	Neutronové záření	288
4.1.7	Způsob ukládání energie záření v látce	289
	1. Mechanismus ionizace a vytváření stop — 2. Průběh moderační a degradační spektrum elektronů — 3. Přenos energie — 4. Formy primárně uložené energie	
4.1.8	Veličiny ionizujícího záření a jejich jednotky	292
4.1.9	Zdroje záření	293
4.2	Účinky jaderného záření	294
4.2.1	Klasifikace účinků ionizujícího záření a jejich časová stadia	294
4.2.2	Luminiscenční účinky	295
4.2.3	Kolorizační účinky	296
4.2.4	Fotografické účinky	297
4.2.5	Chemické účinky	297
4.2.6	Vliv ionizujícího záření na povrchové jevy	297
	1. Povrchové defekty a radiační koroze — 2. Změny procesů na rozhraní fází — 3. Změny katalytických procesů — 4. Změny v koloidních soustavách	
4.2.7	Vliv ionizujícího záření na fyzikální a mechanické vlastnosti tuhých látek	298
	1. Defekty krystalové mříže a jejich vznik — 2. Změny mechanických, tepelných a optických vlastností — 3. Změny elektrických a magnetických vlastností	
4.2.8	Tepelné účinky	300
4.3	Radiační chemie	301
4.3.1	Náplň radiační chemie a její souvislost s příbuznými obory	301
4.3.2	Časový sled radiačně chemických procesů	302
4.3.3	Elementární reakce	304
	1. Reakce excitovaných molekul — 2. Reakce volných radikálů — 3. Reakce kladných iontů — 4. Reakce elektronů — 5. Rychlost elementárních reakcí	
4.3.4	Výtěžek radiačně chemických reakcí	307
4.3.5	Metody radiační chemie	308
	1. Metoda vychytávačů — 2. Pulsní radiolýza — 3. Metoda nízkých teplot — 4. Metoda elektronové paramagnetické (spinové) rezonance — 5. Luminiscenční měření	
4.3.6	Radiační chemie plynů	310
	1. Obecné poznatky — 2. Příklady	
4.3.7	Radiační chemie vody a vodných roztoků	311
	1. Radiolýza čisté vody — 2. Radiolýza vodných roztoků anorganických látek — 3. Radiolýza vodných roztoků organických látek — 4. Radiolýza vodných roztoků biologicky důležitých látek	
4.3.8	Radiační chemie organických látek	317
4.3.9	Radiační chemie polymerů	318
	1. Radiační vznik polymerů — 2. Radiační reakce polymerů	
4.3.10	Chemická dozimetrie	319
	1. Kapalinové a plynové dozimetrie — 2. Tuhé dozimetrické systémy	
4.3.11	Interference radiačně chemických a jaderně chemických jevů	320
	1. Původ interferujícího záření — 2. Vliv interního záření — 3. Vliv externího záření — 4. Vliv ionizujícího záření na výsledky Szilardovy–Chalmersovy reakce	

5	CHEMIE RADIOAKTIVNÍCH PRVKŮ	324
5.1	Přirozené radioaktivní prvky	324
5.1.1	Uran ${}_{92}\text{U}$	324
	1. Objev — 2. Izotopy — 3. Chemická charakteristika — 4. Elementární uran — 5. Jednoduché sloučeniny — 6. Komplexní sloučeniny — 7. Analytická chemie	
5.1.2	Thorium ${}_{90}\text{Th}$	328
	1. Objev — 2. Izotopy — 3. Chemická charakteristika — 4. Elementární thorium — 5. Jednoduché sloučeniny — 6. Komplexní sloučeniny — 7. Analytická chemie	
5.1.3	Radium ${}_{88}\text{Ra}$	330
	1. Objev — 2. Izotopy — 3. Chemická charakteristika — 4. Elementární radium — 5. Sloučeniny — 6. Analytická chemie	
5.1.4	Radon ${}_{86}\text{Rn}$	332
	1. Objev — 2. Izotopy — 3. Chemické vlastnosti	
5.1.5	Polonium ${}_{84}\text{Po}$	332
	1. Objev — 2. Izotopy — 3. Chemická charakteristika — 4. Elementární polonium — 5. Sloučeniny	
5.1.6	Aktinium ${}_{89}\text{Ac}$	334
	1. Objev — 2. Izotopy — 3. Chemická charakteristika — 4. Elementární aktinium — 5. Sloučeniny	
5.1.7	Protaktinium ${}_{91}\text{Pa}$	335
	1. Objev — 2. Izotopy — 3. Chemická charakteristika — 4. Elementární protaktinium — 5. Sloučeniny	
5.2	Umělé prvky cisuranové	337
5.2.1	Umístění v periodické soustavě a výskyt	337
5.2.2	Technecium ${}_{43}\text{Tc}$	337
	1. Objev — 2. Izotopy — 3. Chemická charakteristika — 4. Elementární technecium — 5. Sloučeniny	
5.2.3	Promethium ${}_{61}\text{Pm}$	338
	1. Objev — 2. Izotopy — 3. Chemická charakteristika — 4. Elementární promethium — 5. Sloučeniny	
5.2.4	Astat ${}_{85}\text{At}$	339
	1. Objev — 2. Izotopy — 3. Chemické vlastnosti	
5.2.5	Francium ${}_{87}\text{Fr}$	340
	1. Objev — 2. Izotopy — 3. Chemické vlastnosti	
5.3	Transuranové prvky	341
5.3.1	Objev a výskyt	341
5.3.2	Obecné metody získávání transuranů	342
5.3.3	Izotopy a jejich vznik	343
	1. Neptunium ${}_{93}\text{Np}$ — 2. Plutonium ${}_{94}\text{Pu}$ — 3. Americium ${}_{95}\text{Am}$ — 4. Curium ${}_{96}\text{Cm}$ — 5. Berkelium ${}_{97}\text{Bk}$ — 6. Kalifornium ${}_{98}\text{Cf}$ — 7. Einsteinium ${}_{99}\text{Es}$ — 8. Fermium ${}_{100}\text{Fm}$ — 9. Mendelevium ${}_{101}\text{Md}$ — 10. Nobelium ${}_{102}\text{No}$ — 11. Lawrencium ${}_{103}\text{Lr}$ — 12. Kurchatovium ${}_{104}\text{Ku}$ — 13. Prvek 105 — 14. Prvky 106 a 107	
5.3.4	Umístění transuranů v periodické soustavě prvků	346
	1. Aktinoidová teorie — 2. Srovnání chemických a fyzikálních vlastností aktinoidů a lanthanoidů — 3. Třídění aktinoidů — 4. Další transurany v rozšířené periodické soustavě	
5.3.5	Zvláštnosti přípravy, identifikace a studia vlastností nejtěžších transuranů	349
	1. Zjišťování základních parametrů nových radionuklidů — 2. Fyzikální způsoby separace a identifikace — 3. Příklady studia chemických vlastností transuranů v extrémně malých množstvích	
5.3.6	Chemická charakteristika	351
	1. Neptunium, plutonium a americium — 2. Disproporcionace a rovnováhy v roztocích — 3. Curium a prvky transcuriové	
5.3.7	Vlastnosti prvků a sloučenin	354
	1. Elementární transurany — 2. Sloučeniny neptunia, plutonia a americia — 3. Sloučeniny curia a transcuriových prvků	
6	CHEMIE IZOTOPNÍCH NUKLIDŮ	358
6.1	Izotopový jev	358
6.1.1	Základní pojmy	358
	1. Rozdíly ve vlastnostech a chování izotopních nuklidů — 2. Stabílní nuklid (prvek) — 3. Izotopové molekuly	

6.1.2	Izotopové složení přirozených prvků a jeho změny	359
6.1.3	Základní třídění a teoretické podklady izotopových jevů	360
	1. Přímý vliv rozdílu absolutní nebo relativní hmotnosti — 2. Nepřímý vliv rozdílu hmotností prostřednictvím energie nulového bodu (kvantované jevy)	
6.1.4	Kvantitativní hodnocení izotopových jevů	362
6.2	Izotopové jevy přímo závislé na rozdílu hmotností	362
6.2.1	Hustota (měrná hmotnost) a relativní (poměrná) hustota	362
6.2.2	Procesy v tíhovém poli	363
6.2.3	Transportní pochody	364
	1. Viskozita — 2. Tepelná vodivost — 3. Difúzní pochody — 4. Termální difúze	
6.2.4	Molekulární destilace	367
6.2.5	Migrace iontů v elektrickém poli	368
6.2.6	Pohyb ionizovaných plynů v elektrickém a magnetickém poli	368
	1. Elektrické pole — 2. Magnetické pole	
6.3	Izotopové jevy závislé na energii nulového bodu (kvantované izotopové jevy) . .	370
6.3.1	Atomová a molekulová spektra	370
	1. Atomová spektra — 2. Spektra molekul	
6.3.2	Izotopové výměnné reakce	371
	1. Základní pojmy — 2. Teoretický výpočet rovnovážné konstanty — 3. Rovnovážná konstanta a separační faktor	
6.3.3	Chemické reakce	375
	1. Základní pojmy — 2. Experimentální určení izotopového jevu — 3. Teorie kinetického izotopového jevu	
6.3.4	Fotochemické reakce	378
6.3.5	Adsorpce a desorpce	378
6.3.6	Tlak nasycených par	378
6.3.7	Výměnná destilace	380
6.3.8	Elektrolýza	380
6.4	Izotopové efekty prostředí	381
6.4.1	Charakteristika jevu	381
6.4.2	Prostředí lehké a těžké vody	381

II METODY JADERNÉ CHEMIE

7	PRACOVNÍ METODY V RADIOCHEMII	383
7.1	Základní rozdíly v práci s chemickými a s radioaktivními látkami	383
7.1.1	Absolutní množství	383
7.1.2	Chemická forma	383
7.1.3	Nestálost	384
7.1.4	Produkty přeměny	384
7.1.5	Čistota radioaktivních látek	385
	1. Chemická čistota — 2. Radioaktivní (radionuklidová) čistota — 3. Radiochemická čistota — 4. Požadavky na čistotu radioaktivních preparátů — 5. Jaderná (izotopová) čistota — 6. Srovnání kritérií pro různé druhy čistoty	
7.2	Principy pracovní metodiky a bezpečnostní techniky	388
7.2.1	Operační měřítka a pracovní ochrana	388
	1. Chemické operační měřítka určené množstvím — 2. Operační měřítka určené aktivitou a vlastnostmi radionuklidu — 3. Radiotoxické účinky radionuklidů	
7.2.2	Stopové metody	392
	1. Metoda nosné látky (obrácená indikátorová metoda) — 2. Operační měřítka — 3. Klasifikace nosných látek podle funkce — 4. Chemická forma nosné látky — 5. Stopové metody bez nosné látky; indikátorové a atomové měřítka	
7.2.3	Mikrochemické metody	396
	1. Operační měřítka — 2. Submikrochemická technika — 3. Ultramikrochemická technika	
7.2.4	Práce s vysoce aktivním materiálem	397
	1. Bezpečnostní opatření — 2. Vliv vysoké aktivity na chemické procesy a operace	
8	AKTIVACE	400
8.1	Principy aktivace a terčové metodiky	400
8.1.1	Účel aktivace	400
8.1.2	Přehled zdrojů jaderných střel	400
	1. Radioaktivní nuklidy — 2. Jaderné reaktory — 3. Urychlovače částic	

8.1.3	Základní vlastnosti terče	401
	1. Jaderné vlastnosti — 2. Chemická forma — 3. Fyzikální vlastnosti — 4. Kombinované terče a sdružené reakce	
8.1.4	Průběh, výtěžek a doba aktivace	403
8.2	Aktivace urychlenými ionty a zářeními γ	403
8.2.1	Zdroje urychlených iontů	403
	1. Cyklotron — 2. Ostatní kruhové urychlovače — 3. Lineární urychlovače	
8.2.2	Cyklotronová aktivací technika	405
	1. Umístění terče — 2. Vývoj tepla a chlazení terče — 3. Forma a tloušťka terče — 4. Způsoby připojení — 5. Aktivace ionty o snížené energii	
8.2.3	Zdroje a aktivací reakce záření γ (X)	407
	1. Radionuklidy — 2. Jaderné reakce — 3. Brzdné záření	
8.3	Aktivace neutrony	408
8.3.1	Přehled zdrojů neutronů	408
8.3.2	Radionuklidové zdroje	408
	1. Zdroje neutronů z reakce (α, n) — 2. Fotoneutronové zdroje (γ, n) — 3. Samovolně štěpitelné nuklidy	
8.3.3	Laboratorní aktivací technika	410
8.3.4	Neutrony z urychlovačů	412
	1. Reakce poskytující neutrony — 2. Neutronové generátory	
8.3.5	Zdroje neutronů ze štěpných reakcí	413
	1. Jaderný reaktor, jeho hlavní typy a základní konstrukční prvky — 2. Explozní štěpné procesy	
8.3.6	Reaktorová aktivací technika	415
	1. Jaderný reaktor jako zdroj neutronů — 2. Forma a obal terče — 3. Tepelná a radiační stabilita terče — 4. Umístění vzorku v reaktoru a ozařování — 5. Záření γ v reaktoru — 6. Transport vzorků	
9	DĚLENÍ, KONCENTROVÁNÍ A IZOLACE RADIONUKLIDŮ.	419
9.1	Účel dělení a přehled metod	419
9.1.1	Radioaktivní materiál a jeho složky	419
	1. Aktivovaný terč — 2. Přirozený radioaktivní materiál	
9.1.2	Podstata zpracování aktivního materiálu	419
9.1.3	Přehled a klasifikace separačních metod	420
9.2	Krystalizace, srážení, sorpce a loužení	421
9.2.1	Charakteristika metod	421
9.2.2	Krystalizace a srážení	422
	1. Srážení radioaktivní mikrokomponenty — 2. Krystalizace a srážení neaktivní makrokomponenty — 3. „Homogenní“ srážení radionuklidů — 4. Srážení radionuklidů na povrchu tuhé fáze — 5. Srážení z tavenin solí	
9.2.3	Spolusrážení	423
	1. Směsné spolusrážení — 2. Adsorpční spolusrážení	
9.2.4	Sorpce na tuhé fázi	423
9.2.5	Loužení	424
9.3	Chromatografické metody	424
9.3.1	Podstata a přehled metod	424
9.3.2	Rozdělovací chromatografie	425
	1. Princip a varianty metody — 2. Rozdělovací chromatografie na papíru — 3. Extrakční chromatografie na koloně	
9.3.3	Adsorpční chromatografie	427
9.3.4	Srážecí chromatografie	427
9.4	Metody s použitím měničů iontů (ionexové metody)	427
9.4.1	Vlastnosti a třídění měničů iontů	427
	1. Podstata a druhy měničů iontů — 2. Přirozené měniče iontů — 3. Modifikované měniče iontů — 4. Umělé anorganické měniče iontů — 5. Umělé organické (pryskyřičné) měniče iontů	
9.4.2	Metody dělení na měničích iontů	429
	1. Statická metoda — 2. Dynamická metoda — 3. Iontově výměnná (ionexová) chromatografie	
9.4.3	Separační faktor	430

9.4.4	Výměna iontů na kolonce	431
9.4.5	Nejdůležitější eluční činidla	432
9.5	Extrakční metody	434
9.5.1	Charakteristika metod	434
9.5.2	Extrakce prvků a jednoduchých kovalentních sloučenin	434
9.5.3	Extrakce heterokyselin	435
9.5.4	Extrakce chelátů	435
	1. Závislost na pH — 2. Způsoby extrakčního dělení prvků (nuklidů)	
9.5.5	Extrakce iontových asociátů	437
9.5.6	Synergické extrakce	438
9.6	Elektrochemické metody	438
9.6.1	Selektivní vylučování méně ušlechtilým kovem	438
	1. Vylučování radioaktivní mikrokomponenty — 2. Vylučování terčové makrokomponenty	
9.6.2	Elektrolýza	439
9.6.3	Iontoforéza a elektrochromatografie	439
9.7	Destilační a pyrometalurgické metody	440
9.7.1	Vypařování a destilace	440
	1. Vypařování — 2. Destilace v proudu nosného plynu	
9.7.2	Destilační dělení radionuklidů v různých formách	441
	1. Elementy — 2. Kysličníky — 3. Halogenidy — 4. Jiné formy	
9.7.3	Pyrometalurgické metody	442
	1. Selektivní oxidační struskování — 2. Extrakce halogenidy nebo kovy v tavenině — 3. Pásmové tavení	
9.8	Speciální radiochemické metody	442
9.8.1	Izotopová výměna	442
9.8.2	Atomový odraz	443
	1. Chemické metody — 2. Fyzikální metody	
9.8.3	Rychlé radiochemické separace	444
	1. Účel a povaha metod — 2. Dělení z kapalné fáze — 3. Dělení v plynné fázi — 4. Fyzikální metody	
10	DĚLENÍ A OBOHACOVÁNÍ IZOTOPNÍCH NUKLIDŮ	447
10.1	Teoretické a metodické principy dělení	447
10.1.1	Princip násobení elementárního separačního efektu	447
10.1.2	Základy teorie separační kaskády	448
	1. Látková bilance separačního elementu a kaskády — 2. Ideální separační kaskáda — 3. Ekonomický rozbor činnosti kaskády	
10.1.3	Účel dělení a volba metodiky	451
10.2	Nejdůležitější separační metody	452
10.2.1	Elektromagnetická metoda	452
10.2.2	Centrifugační metoda	453
10.2.3	Plynová difúze (molekulární efúze)	453
10.2.4	Destilace	454
10.2.5	Výměnné reakce	455
	1. Uhlík ^{13}C — 2. Dusík ^{15}N — 3. Sír ^{34}S a ^{36}S — 4. Izotopy lithia a boru	
10.2.6	Užití teplotní závislosti separačního faktoru izotopových výměnných reakcí k přípravě těžké vody	456
10.2.7	Termální difúze	457
10.2.8	Některé speciální metody	458
11	PŘÍPRAVA PŘIROZENÝCH RADIOAKTIVNÍCH LÁTEK	469
11.1	Zdroje a metody	469
11.1.1	Výskyt v přírodě a nerostné suroviny	469
11.1.2	Povaha a základní klasifikace metod	469

III. PREPARAČNÍ JADERNÁ CHEMIE