

# Obsah

Predhovor .....	13
<b>1 PRVKY 15. SKUPINY (PENTELY) .....</b>	<b>15</b>
1.1 Vlastnosti atómov 15. skupiny .....	15
<i>Kovový charakter</i> .....	17
<i>Spôsob väzby</i> .....	18
<i>Násobné väzby</i> .....	21
<i>Tendencia ku katenácii</i> .....	22
1.2 Vlastnosti prvkov 15. skupiny ako jednoduchých látok, výskyt, výroba a použitie dusíka	23
1.2.1 Trendy v skupine .....	23
1.2.2 Odlišnosti v chémii dusíka a fosforu .....	25
<i>Termodynamická stabilita didusíka</i> .....	25
<i>Väzbové vlastnosti dusíka a fosforu</i> .....	27
1.2.3 Súhrn chémie dusíka .....	33
1.2.4 Dusík .....	34
<i>Procesy chemickej fixácie dusíka</i> .....	38
1.3 Hydridy prvkov 15. skupiny .....	40
1.3.1 Hydridy dusíka .....	41
<i>Amoniak</i> .....	41
<i>Priemyselná výroba amoniaku</i> .....	43
<i>Súčasný Haberov-Boschov proces</i> .....	44
<i>Hydrazín</i> .....	48
<i>Hydroxylamín</i> .....	49
<i>Azoimid</i> .....	50
1.3.2 Ióny dusíka .....	55
<i>Azidový anión</i> .....	55
<i>Katión pentadusíka(1+)</i> .....	56
<i>Amónny katión</i> .....	56
1.4 Oxidy dusíka .....	58
<i>Oxid dusný</i> .....	60
<i>Oxid dusnatý</i> .....	61
<i>Oxid dusitý</i> .....	62
<i>Oxid dusičitý a dimér oxidu dusičitého</i> .....	63
<i>Oxid dusičný</i> .....	65
<i>Radikál NO<sub>3</sub></i> .....	66
1.5 Halogenidy dusíka .....	69
<i>Halogenid-oxidy dusíka (halogenidy kyseliny dusitej a dusičnej)</i> .....	70
1.6 Oxokyseliny dusíka a ich soli .....	73
<i>Kyselina dusitá a dusitany</i> .....	74
<i>Kyselina dusičná</i> .....	75
<i>Priemyselná syntéza kyseliny dusičnej</i> .....	78
<i>Dusičnany</i> .....	79

1.7	Prehľad chémie fosforu .....	82
1.7.1	<b>Fosfor</b> .....	<b>83</b>
	<i>Biely fosfor</i> .....	83
	<i>Červený fosfor</i> .....	84
	<i>Fialový fosfor</i> .....	85
	<i>Čierny fosfor</i> .....	85
	<i>Priemyselná výroba fosforu</i> .....	85
1.7.2	<b>Fosfán</b> .....	<b>88</b>
1.7.3	<b>Oxidy fosforu, arzénu, antimónu a bizmutu</b> .....	<b>90</b>
1.7.4	<b>Halogenidy 15. skupiny</b> .....	<b>92</b>
	<i>Halogenidy EX<sub>3</sub></i> .....	93
	<i>Chlorid fosforitý</i> .....	93
	<i>Halogenidy EX<sub>5</sub></i> .....	94
1.7.5	<b>Oxokyseliny fosforu a ich soli</b> .....	<b>97</b>
	<i>Kyseliny fosforečné</i> .....	100
	<i>Kyselina trihydrogenfosforečná</i> .....	102
	<i>Fosforečnany</i> .....	104
1.7.6	<b>Porovnanie chémie bizmutu s chémiou arzénu a antimónu</b> .....	<b>109</b>
1.7.7	<b>Biologické aspekty</b> .....	<b>113</b>
	<i>Kolobeh dusíka v prírode</i> .....	113
	<i>Kolobeh fosforu v prírode</i> .....	114
1.8	<b>Zhrnutie poznatkov o prvkoch a zlúčeninách prvkov 15. skupiny</b> .....	<b>114</b>
	<i>Chemické vlastnosti prvkov sú veľmi rozmanité.</i> .....	114
	<i>Chémia dusíka</i> .....	115
	<i>Chémia fosforu</i> .....	115
1.9	<b>Príklady</b> .....	<b>115</b>
<b>2</b>	<b>PRVKY 14. SKUPINY (TETRELY)</b> .....	<b>120</b>
2.1	<b>Vlastnosti atómov</b> .....	<b>121</b>
	<i>Kovový charakter</i> .....	123
	<i>Spôsob väzby</i> .....	123
	<i>Násobné väzby</i> .....	124
	<i>Tendencia ku katenácii</i> .....	127
	<i>Heterokatenácia</i> .....	128
	<i>Násobné väzby versus katenácia</i> .....	129
2.2	<b>Vlastnosti prvkov ako jednoduchých látok, alotropické modifikácie uhlíka</b> .....	<b>130</b>
2.2.1	<b>Odlíšnosti v chémii uhlíka a kremíka</b> .....	<b>131</b>
	<i>Oxid uhličitý a oxid kremičitý</i> .....	131
	<i>Porovnanie vlastností uhlíka a kremíka</i> .....	132
2.2.2	<b>Uhlík</b> .....	<b>139</b>
	<i>Grafit</i> .....	139
	<i>Diamant</i> .....	142
	<i>Fulerény</i> .....	144
	<i>Uhlíkaté nanorúrky</i> .....	146
	<i>Grafén</i> .....	147
	<i>Znečistený uhlík (koks, uhlíkové sadze a aktívne uhlie)</i> .....	148
2.2.3	<b>Izotopy uhlíka</b> .....	<b>151</b>

<b>2.3 Karbidy</b> .....	<b>151</b>
<i>Iónové karbidy</i> .....	151
<i>Kovalentné karbidy</i> .....	152
<i>Kovové (intersticiálne) karbidy</i> .....	153
<i>Hydridy uhlíka. Štruktúra a vlastnosti uhľovodíkov</i> .....	154
<b>2.4 Oxidy uhlíka</b> .....	<b>156</b>
<i>Oxid uhoľnatý</i> .....	156
<i>Oxid uhličitý</i> .....	162
<b>2.5 Uhličitaný a hydrogenuhličitaný</b> .....	<b>168</b>
<i>Uhličitaný</i> .....	168
<i>Hydrogenuhličitaný</i> .....	169
<b>2.6 Sulfidy uhlíka</b> .....	<b>170</b>
<i>Sulfid uhličitý</i> .....	171
<i>Sulfid karbonylu</i> .....	171
<b>2.7 Halogenidy uhlíka</b> .....	<b>171</b>
<i>Tetrahalogenidy uhlíka</i> .....	171
<i>Halogenid-oxidy uhlíka</i> .....	172
<i>Fluórchlóruhľovodíky (CFC)</i> .....	173
<b>2.8 Metán</b> .....	<b>175</b>
<b>2.9 Pseudohalogeny a pseudohalogenidy. Zlúčeniny s väzbou C–N</b> .....	<b>176</b>
<i>Kyanovodík</i> .....	176
<i>Kyanidy</i> .....	177
<i>Deriváty kyanovodíka</i> .....	177
<b>2.10 Kremík</b> .....	<b>180</b>
<b>2.11 Oxid kremičitý</b> .....	<b>183</b>
<i>Silikagél</i> .....	186
<i>Aerogély</i> .....	186
<i>Sklá</i> .....	186
<i>Kyseliny kremičité</i> .....	188
<b>2.11.1 Kremičitaný</b> .....	<b>189</b>
<i>Kremičitaný s ostrovčekovitou a reťazcovou štruktúrou</i> .....	191
<i>Vrstevnaté kremičitaný</i> .....	193
<i>Hlinitokremičitaný s trojrozmernou štruktúrou</i> .....	195
<i>Zeolity</i> .....	196
<i>Keramiky</i> .....	200
<i>Silány</i> .....	206
<i>Halogensilány</i> .....	208
<i>Silanoly, siloxány a polysiloxány (silikóny)</i> .....	209
<b>2.12 Diagonálna podobnosť bóru a kremíka</b> .....	<b>210</b>
<b>2.13 Halogenidy kremíka a germánia</b> .....	<b>211</b>
<b>2.14 Porovnanie chémie cínu a olova s chémiou germánia</b> .....	<b>213</b>
<i>Cín</i> .....	215
<i>Olovo</i> .....	216
<i>Oxidy cínu a olova</i> .....	216
<i>Halogenidy cínu a olova</i> .....	220
<i>Ďalšie zlúčeniny olova</i> .....	221
<i>Tetraetylolo</i> .....	222

2.15 Biologické aspekty .....	223
<i>Kolobeh uhlíka v prírode</i> .....	223
<i>Úloha kremíka</i> .....	224
<i>Toxicita cínu</i> .....	225
<i>Niektoré riziká olova</i> .....	225
2.16 Zhrnutie poznatkov o prvkoch a zlúčeninách 14. skupiny .....	227
<i>Chemické vlastnosti prvkov sú veľmi rozmanité</i> .....	227
<i>Chémia uhlíka</i> .....	227
<i>Chémia kremíka</i> .....	227
<i>Chémia cínu a olova</i> .....	227
2.17 Príklady .....	228
<b>3 PRVKY 13. SKUPINY (TRIELY) .....</b>	<b>231</b>
3.1 Vlastnosti atómov .....	232
<i>Spôsob väzby atómov bóru</i> .....	235
<i>Trojcentrové väzby v chémii bóru</i> .....	237
<i>Katenácia</i> .....	238
<i>Násobné väzby</i> .....	238
<i>Spôsob väzby atómov hliníka, gália, india a tália</i> .....	239
3.2 "Combo" prvky .....	242
3.2.1 Bór–dusík analógy uhlíkových častíc .....	242
3.3 Vlastnosti prvkov ako jednoduchých látok .....	249
3.4 Bór .....	250
3.5 Borány .....	261
3.5.1 Štruktúra boránov .....	262
<i>Wadove pravidlá na určovanie tvaru boránov</i> .....	263
3.5.2 Väzby v boránoch .....	266
3.5.3 Príprava a reakcie boránov .....	267
3.5.4 Tetrahydridoboritanový anión .....	269
3.6 Boridy .....	271
3.7 Halogenidy borité .....	273
<i>Fluorid boritý</i> .....	275
<i>Chlorid boritý</i> .....	276
3.8 Oxid boritý, kyselina trihydrogenboritá a boritany .....	280
<i>Kyselina trihydrogenboritá</i> .....	281
<i>Boritany</i> .....	282
3.9 Diagonálna podobnosť bóru a kremíka .....	285
3.10 Hliník .....	286
3.10.1 Chemické vlastnosti hliníka .....	288
3.10.2 Podobnosť hliníka a skandia .....	290
3.10.3 Oxid a hydroxid hlinitý .....	293
3.10.4 Halogenidy hlinité .....	294
3.10.5 Kamence .....	299
<i>Princíp izomorfnnej substitúcie</i> .....	300
<i>Dodekahydrát síranu draselno-hlinitého</i> .....	300

3.11 Priemyselná výroba hliníka .....	301
3.11.1 Enviromentálne problémy výroby hliníka .....	303
3.12 Diagonálna podobnosť hliníka a berýlia.....	305
3.13 Biologické aspekty .....	306
<i>Toxicita hliníka</i> .....	306
<i>Riziko tália</i> .....	307
3.14 Zhrnutie poznatkov o prvkoch a zlúčeninách 13. skupiny.....	307
3.15 Príklady .....	308
<b>Prílohy</b> .....	<b>311</b>
<i>Príloha 1 – Kovalentné, kovové a iónové polomery</i> .....	311
<i>Príloha 2 – Paulingove a Allredove-Rochowove elektronegativity prvkov</i> .....	315
<i>Príloha 3 – Ionizačné energie</i> .....	316
<i>Príloha 4 – Elektrónové afinity</i> .....	317
<i>Príloha 5 – Nábojové hustoty</i> .....	317
<i>Príloha 6 – Disociačné energie väzieb</i> .....	318
<i>Príloha 7 – Priemerné väzbové energie</i> .....	319
<i>Príloha 8 – Mriežkové energie</i> .....	320
<i>Príloha 9 – Dĺžky väzieb</i> .....	321
<i>Príloha 10 – Teploty topenia a teplota varu</i> .....	324
<i>Príloha 11 – Termodynamické parametre</i> .....	329
<i>Príloha 12 – Štandardné oxidačno-redukčné potenciály</i> .....	334
<b>Použitá a odporúčaná literatúra</b> .....	<b>337</b>
<b>Register</b> .....	<b>338</b>

polokovových a kovových prvkov 15. skupiny – prvkov (1. kapitola), 14. skupiny – terállov (2. kapitola) a 13. skupiny – trielov (3. kapitola). Diagonála medzi borom a arzenom rozdeľuje blok p prvkov na časť nekovových prvkov nad diagonálou, ku ktorým sa radia aj polokovové prvky (B, Si, Ge, As, Sb a Te) a na prvky pod diagonálou s prevažujúcou kovovou charakterom. Uvedené rozdelenie je iba približné, pretože niektoré prvky majú fyzikálne vlastnosti kovov, ale ich chemické správanie odpovedá viac nekovom. Z uvedeného obsahu trielov ďalej vyplýva aj podstatné množstvo rozmanitostí štruktúr prvkov a ich zlúčenín. Zároveň pre chemiu nekovov je charakteristický vznik molekulových zlúčenín, v chémii polokovových prvkov sa už stretávame aj s prvkami a zlúčeninami, ktoré majú atómovú (kovalentnú) štruktúru a v prírode kovov s prvkami a zlúčeninami s kovovou štruktúrou. Štúdiom fyzikálnych a chemických vlastností prvkov a zlúčenín 13. až 15. skupiny je nevyhnutné vzťahovať na potrebu vývoja nových materiálov, ktoré sa využívajú napr. pri výrobe rôznych snímacov, laserov, počítačov, ako aj materiálov potrebných v elektronike.

Prílohy experimentálnych hodnôt uvedené v tejto učebnici predstavujú aktuálnu prílohu dôležitého dielu o hodnôtach charakteristické pre prvky 13. až 15. skupiny a ich zlúčeniny. Za udalosť historického významu, ktorá sa udiala od vydania druhého dielu, možno považovať skompletizovanie 7. periódy chemických prvkov. V súčasnosti je teda počet známych prvkov v periodickej tabuľke 118. Názvy štyroch najnovších chemických prvkov schválila Medzinárodná únia pre čisté a aplikované chémiu (IUPAC) 28. novembra 2016. Prvok 113 bol pomenovaný nihónium (značka Nh), prvok 115 bol pomenovaný