

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>ZEMSKÁ ATMOSFÉRA</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Princip fotochemických reakcí</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>Složení atmosféry</b> .....	<b>10</b>
2.2.1	Stratosféra .....	12
2.2.1.1	Vznik a rozpad ozonu .....	13
2.2.1.2	Katalytický rozklad ozonu .....	15
2.2.1.3	Ozonová díra nad Arktidou a Antarktidou .....	20
2.2.2	Troposféra .....	21
2.2.2.1	Zdroje plynných látek a jejich doba setrvání v atmosféře .....	22
2.2.2.2	Skleníkový efekt .....	23
2.2.2.3	Pevné atmosférické částice a atmosférický aerosol .....	24
2.2.2.4	Atmosférická depozice .....	26
2.2.2.5	Smog – příčiny a projevy .....	35
<b>2.3</b>	<b>Antropogenní zatížení atmosféry</b> .....	<b>39</b>
<b>2.4</b>	<b>Klimatické změny</b> .....	<b>42</b>
2.4.1	Historické změny klimatu .....	42
2.4.2	Současné klimatické změny .....	43
2.4.2.1	Klimatické změny spojené s lidskou činností – produkce CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CH <sub>4</sub> a dalších skleníkových plynů .....	46
<b>3</b>	<b>HYDROSFÉRA</b> .....	<b>49</b>
<b>3.1</b>	<b>Voda na Zemi</b> .....	<b>49</b>
3.1.1	Rozdělení vody na zemském povrchu .....	49
<b>3.2</b>	<b>Fyzikálně-chemické vlastnosti vody</b> .....	<b>51</b>
3.2.1	Hydratace a komplexace .....	52
3.2.1.1	Hydratace iontů .....	52
3.2.1.2	Komplexace iontů .....	53
3.2.1.3	Charakter komplexní vazby .....	56
3.2.2	Acidobazické vlastnosti vody .....	57
3.2.3	Oxidačně-redukční vlastnosti vody .....	58
<b>3.3</b>	<b>Hydrologický cyklus</b> .....	<b>59</b>
3.3.1	Skupenství vody .....	59
3.3.2	Odpar (evaporace) a kondenzace .....	61
3.3.3	Transport vody atmosférou .....	63
3.3.4	Srážky .....	63
3.3.5	Infiltrace a povrchový odtok .....	64
3.3.5.1	Podzemní voda .....	65
3.3.5.2	Povrchové vody .....	67
<b>3.4</b>	<b>Stabilita a distribuce látek ve vodách</b> .....	<b>69</b>
3.4.1	Diagramy oblastí stability s jednou a dvěma proměnnými .....	69
3.4.1.1	Distribuční diagramy .....	69
3.4.1.2	Eh-pH diagramy .....	70
3.4.2	Síra ve vodách .....	71
3.4.3	Výskyt kovů v hydrosféře .....	72
3.4.4	Organické látky ve vodách .....	73
3.4.5	Plyny ve vodách .....	76

3.5	<b>Reakce na rozhraní pevná fáze – kapalina</b> .....	77
3.5.1	Povrchové vlastnosti pevných částic ve vodách .....	78
3.5.1.1	Povrchový náboj.....	78
3.5.1.2	Specifický povrch.....	79
3.5.1.3	pH nulového náboje (pH <sub>ZPC</sub> ) .....	79
3.5.2	Teorie adsorpce .....	81
3.5.2.1	Mechanismus adsorpce .....	81
3.5.2.2	Sorpční modely .....	81
3.5.3	Iontová výměna.....	83
3.5.4	Charakter povrchové vazby .....	84
4	<b>GEOSFÉRA</b> .....	86
4.1	<b>Vznik Země</b> .....	86
4.2	<b>Litosféra</b> .....	87
4.2.1	Složení zemské kůry .....	88
4.2.1.1	Fyzikálně-chemická charakteristika procesů v zemské kůře.....	89
4.2.1.2	Goldschmidtova pravidla distribuce prvků v litosféře .....	90
4.2.2	Horniny a minerály .....	91
4.2.2.1	Horninotvorné minerály .....	91
4.2.2.2	Dělení hornin.....	92
4.3	<b>Pedosféra</b> .....	97
4.3.1	Složení půdy.....	97
4.3.1.1	Celkové chemické složení půd .....	98
4.3.1.2	Minerální složka půd.....	98
4.3.1.3	Půdní organická hmota.....	99
4.3.1.4	Půdní roztok a půdní plyny .....	102
4.3.1.5	Stabilita vazeb prvků v půdách .....	103
4.3.2	Fyzikální a chemické vlastnosti půd .....	104
4.3.2.1	Velikost částic .....	104
4.3.2.2	Textura .....	105
4.3.2.3	Hustota .....	106
4.3.2.4	Struktura.....	106
4.3.2.5	Permeabilita .....	107
4.3.2.6	Půdní pH .....	107
4.3.2.7	Kationtová výměnná kapacita (KVK).....	109
4.3.3	Klasifikace půdního profilu .....	110
4.3.4	Environmentální vlastnosti půd .....	112
4.3.4.1	Loužení a eroze půd .....	112
4.3.4.2	Kyselé půdy.....	113
4.3.4.3	Zasolené půdy .....	114
4.3.4.4	Stopové kovy v půdách .....	114
4.3.5	Kontaminace půd .....	115
4.3.5.1	Hlavní zdroje antropogenního znečištění půd .....	116
4.3.5.2	Významné organické a anorganické půdní kontaminanty .....	117
4.4	<b>Využití stabilních izotopů ve vědách o Zemi</b> .....	118
4.4.1	Analýza stabilních izotopů.....	120
4.4.2	Reaktivita izotopů a jejich sloučenin .....	124
4.4.3	Aplikace izotopové analýzy .....	125
4.4.3.1	Klimatické změny v minulosti – paleoklimatologie.....	125
4.4.3.2	Hydrologie .....	126
4.4.3.3	Biologie a ekologie .....	126

4.4.3.4	Ochrana prostředí.....	127
4.4.3.5	Příklady některých dalších aplikací.....	128

## 5 LITERATURA ..... 129

Cílem předmětu probíhajících v prostředí kolem nás je vysoce význačná úloha chemie napříč republikou, i když v různých rozsáhlých a z jiného úhlu pohledu, podle požadavků a změnících se studentů. Jedná se o široké téma, které je důležité nejen pro chemii a ostatní přírodní vědy, ale také pro zemědělství, stavební materiály nebo ekologii. Široká s názvem „Chemie životního prostředí“ a podtitulem Úvod do chemie atmosféry, hydrosféry a geosféry, mají primárně sloužit jako učební text k bakalářskému předmětu Chemie životního prostředí, který se na VŠCHT Praha vyučuje od roku 2008. Jeho cílem je studium zdrojů, reakcí, transportu, účinku a osudu významných chemických látek ve vodě, půdě a atmosféře.

Cílem nás autorů bylo nabídnout studentům kompaktní a vyvážený studijní text se silným důrazem na chemii atmosféry, hydrosféry a geosféry. Je třeba říci, že skriptum není chemickým učebním textem, takže staví na základních znalostech chemie v oboru fyzikální a fyzikální chemie, ale také systematické chemie významných anorganických a organických látek. Přesto doufáme, že se mohou stát vhodným studijním materiálem i pro jiné vysoké školy, jejichž studijní obory zasahují do tvorby a ochrany prostředí, kvality a zpracování přírodních surovin nebo vývoje a stability ekosystémů.

Učební text je dělen na tři základní části podle hlavních složek životního prostředí. První část s názvem Chemie atmosféry je věnována chemickým procesům typickým pro jednotlivé atmosférické zóny, především chemii ozonu ve stratosféře a solinga, smáčení a působení stratosférického aerosolu v oblasti troposféry. Součástí kapitoly je také zmínka o vývoji klimatu a jeho vlivu na chemismus atmosféry, a o antropogenních dopadech na atmosférické procesy. Chemie hydrosféry vychází z fyzikálně-chemických vlastností vody, a s tím související stability a rozložení látek ve vodních systémech, jejich chování a vlivu na chemismus vod. Významnou součástí této kapitoly je hydrologický cyklus na Zemi, jeho hmotová a energetická bilance, stejně jako chemické procesy probíhající na rozhraní pevné fáze a kapaliny (chemie koloidů, sorpční děje). Poslední oddíl, Geoterm se krátce zabývá vznikem Země, vývojem a vlastnostmi zemské kůry a následně pedosférou. Hlavní část popisuje chemismus půd jako dynamické současně probíhající v geosféře. Závěr kapitoly o geosféře je věnován využití stabilních izotopů, jejichž studium a analýza jsou součástí moderní geochemie životního prostředí.

Při psaní skriptu jsme vycházeli z vlastní odborných a pedagogických zkušeností, nicméně velkou oporou nám byla zejména anglická literatura (především van Loon, and Duffy, *Environmental Chemistry - a global perspective*, Oxford University Press, 2000; Keller, *Introduction to Environmental Chemistry*, 3<sup>rd</sup> Ed., Pearson Prentice Hall, Ltd., 2005; Brady and Weil, *The Nature and Properties of Soils*, Pearson Education, Ltd 2014 a řada dalších. Někdy jsme čerpali z odborných a učebních textů českých kolegů (např. Štívan and Vach, *Úvod do chemie prostředí*, VŠZ a OÚ AVČR, 1995; Šaňtráček et al., *Stabilní izotopy a jejich použití v ekologické a biologické*, Jihočeská Univerzita