

## Obsah a rozsah státní závěrečné zkoušky pro magisterský studijní obor **Chemie životního prostředí (2805T003):**

Státní závěrečná zkouška sestává z hlavního předmětu chemie životního prostředí a tří volitelných předmětů ze skupiny: analytická chemie, anorganická chemie, fyzikální chemie, organická chemie, biochemie .

### **1. Chemie životního prostředí ACH/SZZZP**

Vstupy polutantů do jednotlivých složek prostředí, osud látek v prostředí. Vlivy polutantů na živé organismy a mechanismy těchto vlivů. Hodnocení rizik spojených s přítomností polutantů v životním prostředí. Možnosti omezení vstupu polutantů do ŽP a jejich eliminace z prostředí. Metody výzkumu.

Základní fyzikálně-chemické vlastnosti látek a environmentálně chemické vlastnosti jednotlivých složek prostředí ovlivňující osud látek v prostředí. Základní procesy ovlivňující osud chemických látek v prostředí (sorpcce, akumulace, ...), transportní procesy chemických látek v jednotlivých složkách prostředí (pohyb v atmosféře, hydrosféře, pedosféře a biosféře). Základní transformační procesy v prostředí (oxidace a redukce, fotochemické reakce, hydrolýza, biotransformace..). Základní skupiny polutantů: oxid siřičitý, oxidy dusíku, oxid uhličitý, freony, atmosférické aerosoly, tuhé částice, těžké kovy (rtuť, kadmium, olovo), těžké organické látky, uhlovodíky a ropné znečištění, pesticidy, detergenty, polycyklické aromatické uhlovodíky, chlorované polutanty (chlorované fenoly, polychlorované bifenyly, polychlorované dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany).

#### Znečištění atmosféry

Základní vlastnosti atmosféry související s rozptylem škodlivin (teplotní stratifikace, teplota, tlak, vlhkost). Přírodní chemické složení atmosféry. Znečišťující látky, emise, imise, transport a rozptyl škodlivin, zdroje znečištění z hlediska původu, rozložení a času. Primární a sekundární znečištění, hodnoty NPK,  $K_{max}$   $K_d$ . Reakce polutantů v atmosféře, fotochemické reakce. Smog oxidační a redukční.

#### Znečištění hydrosféry

Voda a její funkce, chemické složení, hydrologický cyklus, voda atmosférická, povrchová, podzemní, pitná, užitková a provozní. Znečišťování recipientů, odpadní vody, vody splaškové, průmyslové a komunální. Typy znečištění: ropné látky, detergenty, radioaktivní látky, anorganické a organické polutanty, umělá hnojiva, pesticidy.

#### Znečištění pedosféry

Vlastnosti půd, půdotvorné procesy a faktory, složení a vlastnosti půd, půdní typologie. Přímé a nepřímé znečišťování, průmyslová hnojiva, biopesticidy a acidifikace, odpady. Výživa rostlin a hnojení, nadbytek živin a jejich splachy, poměr N, P a K. Chemická ochrana rostlin, neselektivní účinky, vedlejší vlivy a rezidua, přenos v potravních řetězcích. Nechemická ochrana rostlin.

#### Metody analýzy polutantů

##### Odběr vzorků

Vzorkování složek životního prostředí, techniky odběru plyných vzorků (emise, imise, pevné částice, atmosférická depozice, aktivní a pasivní vzorkovače), vzorkování vod (povrchové, podzemní vody, využití sorbentů), vzorkování sedimentů (bez zachování vertikální struktury, vzorkování profilu), vzorkování půd a tuhých odpadů, vzorkování bioty; odběrová zařízení, úprava vzorku.

##### Příprava vzorků k analýze

Extrakce, zakoncentrování, preseparace, frakcionace. Kapalinová extrakce, Soxhletova extrakce vč. extrakce horkým rozpouštědlem (Soxtec), sonikace, mikrovlnná extrakce (MAE), urychlená extrakce rozpouštědlem (ASE), extrakce kapalinou v nadkritickém stavu (SFE), extrakce na pevnou fázi (SPE, SPME), membránové separace, kolonová chromatografie, gelová permeační chromatografie.

Analýza těkavých organických látek (VOCs) - analýza rovnovážné plynné fáze, techniky headspace, purge & trap.

Metody analytického stanovení:

Separční metody - principy, separační mechanismy, instrumentace, možnosti detekce, možnosti aplikace. Chromatografické metody (GC, HPLC, HPTLC), kapilární elektroforéza a kapilární elektrochromatografie.

Spektrální metody - principy, instrumentace. AAS (plamenová a bezplamenová). UV-VIS spektrometrie. Hmotnostní spektrometrie (principy a instrumentace, iontová past, techniky MS/MS a MS<sup>n</sup> spojení MS se separačními technikami), IR spektrometrie. NMR spektrometrie. Kombinované techniky - GC/MS, HPLC/MS, CEC/MS, HPLC/GC, GC/FTIR, HPLC/FTIR, GC/AED.

Elektroanalytické metody (potenciometrie, voltametrie, polarografie, coulometrie, konduktometrie).

Toxikologie

Toxikologie, polutanty a xenobiotika. Toxicita akutní, chronická, terminální a replikující. Dávka a účinek toxické látky, biotransformace, konjugace, intoxikace a detoxikace, antagonismus a synergismus účinků. Klasifikace: teratogeny a karcinogeny, promotory, přímé a nepřímé karcinogeny, ultimativní a proximativní karcinogeny.

Ekotoxikologie

Limity: nejvyšší přípustná koncentrace, odvozené pracovní limity, primární standard ochrany, emisní standardy, limity pro ovzduší, vodu a půdu, nejvyšší denní příjem škodlivin v potravinách. Antropické činnosti a jejich vliv na jednotlivé biologické systémové úrovně (organizmus a jeho části, složky ekosystémů a ekosystémy jako celek).

## 2. Volitelný předmět

### a) Analytická chemie ACH/SZZAN

Protolytické rovnováhy – klasifikace rozpouštědel; stupnice kyselosti ve vodném, smíšeném a nevodném prostředí; distribuce složek v rovnovážných systémech. Komplexotvorné rovnováhy – podmínky tvorby a stability komplexů v roztoku, vliv prostředí na posun rovnováh; distribuce složek v rovnovážných systémech; konstanty stability a hlavní metody jejich zjištění; organická činidla v anorganické analýze. Srážecí rovnováhy – podmínky vzniku sraženin, vliv reakčního prostředí na rozpustnost sraženin, selektivní srážení. Oxidačně redukční rovnováhy – podmínky kvantitativního průběhu redoxní reakce; oxidačně redukční potenciál a jeho ovlivnění prostředím. Extrakční rovnováhy v systému kapalina-kapalina. Katalytické a indukované reakce.

Podmínky chemické analýzy; statistické zpracování výsledků analýzy; citlivost reakcí, detekční limit, mez stanovitelnosti. Gravimetrie, termická analýza a enthalpiometrie; metody a analytická aplikace odměrné analýzy, průběh acidobázických, chelatometrických, srážecích a redoxních titračních křivek; způsoby indikace bodu ekvivalence ve vodném i nevodném prostředí, charakterizace jakosti barevných přechodů indikátorů (včetně systému CIE). Chemická analýza organických látek – třídění na základě rozpustnosti, elementární analýza, analýza funkčních skupin.

Separáční analytick metody – prekoncentrační techniky (HSA, LLE, LSE, SPE, SPME, SFE, destilace/extrakce); teorie chromatografického děje; plynov chromatografie (GLC, GSC, dávkovací systémy, kolony, detektory); kapalinov chromatografie (plošn a kolonov, LLC, LSC, GPC, IEC, chirální separace, detektory); elektromigrační techniky (ITF, CE); spojen techniky (GC, HPLC, CE/MS, FTIR, AAD).

Optick a spektrln metody – optick emisní spektrometrie, plazmov spektrometrie, AAS, atomov fluorescenční spektroskopie, rentgenov spektroskopie; molekulov absorpční spektrometrie v oblasti UV/VIS, IČ, Ramanova spektrometrie, NMR, EPR, Mössbauerova spektroskopie; luminiscenční metody; spektropolarimetrie; metody elektronov spektroskopie (ESCA, Augerova aj.); hmotnostn spektrometrie; propojen metod.

Elektroanalytick metody – potenciometrie v diskontinuálních a kontinuálních systémech, rovnovzn potenciometrie (včetně pH-metrie), titrace; polarografick a voltametrick techniky (DCP, ACP, SWP, DPP, DMPP; CV), metody s kontrolovanou konvekci (ASV, CSV, AdSV, PSA), voltametrick detekce v průtokových systémech; chronopotenciometrie; titrace s polarizovanými elektrodami; coulometrie, voltametrick a coulometrick analyzátory; vodivostní metody.

## **b) Anorganick chemie ACH/SZZAG**

Metody studia anorganických sloučenin (rentgenografie, magnetochemie, termick analýza, spektrln metody). Symetrie molekul. Krystalov struktura anorganických látek, krystalochemie. Koordinační chemie obecn i speciln (vazby v komplexech, vazba kov-kov, metody prpravy koordinačních sloučenin, trans-efekt, komplexy s  $\pi$ -akceptory,  $\pi$ -komplexy, významnější koordinační sloučeniny prvků). Stabilizace mn běžných oxidačních stav. Mechanismy reakcí v anorg. chemii (základy kinetiky, metody studia, reakce substituční, radiklov, redox, fotochemie, katalza). Anorganick polymery (struktura polymerů, vznik polymerů – termick kondenzace, kationtov agregace, aniontov kondenzace, koordinační polymerace). Organokovov sloučeniny (vazby M-C, organokovy přechodných i nepřechodných prvků, reaktivita, využití v katalze). Bioanorganick chemie. Syntzy anorganických látek. Základy průmyslových anorganických výrob.

## **c) Fyzikln chemie ACH/SZZFC**

Termodynamika. Ideln a reln plyny. Stavov funkce. Entropie. Clausiova nerovnost. Gibbsova a Helmholtzova energie. Chemick potenciál. Fugacita. Standardn stavy. Fzov rovnováhy. Podmínky fzov rovnováhy. Fzov diagram. Clapeyronova rovnice. Vcesložkov soustavy. Parciální molární veliřiny. Raoultův a Henryho zákon. Aktivita. Roztoky. Chemick rovnováhy. Závislost Gibbsovy energie na rozsahu reakce. Rovnovázný konstanta a její závislost na tlaku a na teplotě. Le Chatelierův princip. LFER. Rovnovázný elektrochemie. Aktivita iontů. Debyeova-Hückelova teorie silných elektrolytů, iontov síla. Rovnováhy v roztocích slabých elektrolytů, puřry. pH a jeho měření. Galvanick články. Druhy elektrod. Nernstova rovnice. Kapalinov spojení a membrnov potenciál. Elektrochemick zdroje proudu. Základní pojmy statistick termodynamiky. Kinetick teorie ideálního plynu. Boltzmannovo rozdělení, molekulrn partiční funkce a její vztah k vnitřn energii a entropii. Základy nerovnovzn termodynamiky. Produkce entropie. Onsagerv princip reciprocity. Curieův princip symetrie, stacionární stavy a jejich stabilita. Základy nelinern nerovnovzn termodynamiky. Transport iontů a kinetika přenosu elektronu. Faradayovy zákony, vodivost iontů. Kohlrauschv a Ostwaldův zákon. Ionov pohyblivost, pevodov čísla. Elektrodiv dvojvrstva. Přepětí a polarizace. Difúze, 1. a 2. Fickův zákon. Difzn koeficienty. Stokesův-Einsteinův vztah. Elektrochemick syntzy, koroze. Chemick dynamika. Rychlost chemických reakcí, rychlostn konstanta a řády reakcí. Molekularita. Izolovan a simultnn reakce. Řetzov reakce, fotochemick reakce, katalza a

autokatalýza. Arrheniova rovnice. Srážková teorie. Teorie aktivovaného komplexu. Molekulová dynamika. Fázové rozhraní a koloidy. Povrchová energie, kapilární jevy. Adsorpce na fázových rozhraních. Freundlichova, Langmuirova a BET izoterma. Povrchově aktivní látky. Typy disperzních soustav. Příprava a vlastnosti koloidů. Koagulace koloidů. Osmóza a dialýza. Rozptyl a absorpce světla v koloidech. Elektrokinetické jevy, elektroforéza. Viskozita. Interakce hmoty a záření. Základní metody studia struktury molekul.

#### **d) Organická chemie ACH/SZZOC**

Struktura organických molekul a jejich znázornění - Modely, strukturální vzorce, projekční vzorce). Isomerie. Vztah mezi strukturou, vlastnostmi a reaktivitou organických sloučenin (vazebné faktory, sterické faktory). Typy organických reakcí a jejich mechanismus – činidla a jejich klasifikace. Nejdůležitější kritéria klasifikace reakcí. Příprava, vlastnosti a reaktivita organických sloučenin: Uhlovodíky – alifatické, alicyklické, aromatické. Halogenderiváty uhlovodíků. Alkoholy. Fenoly. Sírné sloučeniny. Dusíkaté organické sloučeniny. Organické deriváty P, As, Si a B. Organokovové sloučeniny. Karbonylové sloučeniny – Aldehydy a ketony a jejich funkční deriváty. Dikarbonylové a trikarbonylové sloučeniny. Halogenkarbonylové sloučeniny. Hydroxykarbonylové sloučeniny, sacharidy. Amino-karbonylové sloučeniny. Chinony. Keteny. Karboxylové kyseliny a jejich funkční deriváty (halogen-, hydroxy- a keto-karboxylové kyseliny, amino-kyseliny, peptidy, proteiny). Funkční deriváty kyseliny uhličitě.

#### **e) Biochemie ACH/SZZBC**

Struktura a funkce aminokyselin, peptidů a bílkovin, metody jejich studia. Imunoanalýza bílkovin, složení bílkoviny. Struktura a funkce nukleových kyselin. Metabolismus bílkovin (degradace a biosynthesa). Mechanismus deaminace, transaminace a dekarboxylace aminokyselin, detoxikace amoniaku (tvorba amidů a močoviny). Oxidační dekarboxylace oxokyselin jako multienzymový systém. Syntéza mastných kyselin. Deriváty sacharidů důležité v metabolismu. Glykolýza a glukoneogeneze. Pentosový cyklus a jeho význam. Cyklus trikarboxylových kyselin a glyoxylátový cyklus. Fotosyntetická tvorba hexos (C3 a C4 rostliny). Odbourávání a biosyntéza lipidů. Složení a biosyntéza fosfolipidů, glykolipidy. Principy regulace metabolismu na enzymové a buněčné úrovni (kvalitní modifikace, allostérie, druhý posel, membránové receptory, G proteiny, proteinkinasy). Biochemie hemoglobinu. Přehled hormonů a mechanismus účinku. Přehled a význam vitamínů. Membránový transport, přenašeče a kanály.