

Tematické okruhy ke státní závěrečné zkoušce (SZZ)
navazujícího magisterského studijního programu
N0914A360004 Biomedicínské laboratorní metody

Dle čl. 7 odst. 3 Směrnice děkana pro realizaci bakalářských a navazujících magisterských studijních programů na Českém vysokém učení technickém v Praze – Fakultě biomedicínského inženýrství pro daný akademický rok stanovuje děkan na základě návrhu vedoucího katedry zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva níže uvedené tematické okruhy.

Tematické okruhy jsou v souladu s obsahem schválené žádosti Radou pro vnitřní hodnocení ČVUT o udělení akreditace navazujícímu magisterskému akademicky zaměřenému studijnímu programu Biomedicínské laboratorní metody se standardní dobou studia 2 roky a formou studia prezenční ze dne 3. října 2023. Tematické okruhy jsou koncipovány jako nezbytné minimum znalostí, vědomostí a dovedností, které jsou nutné pro úspěšné uplatnění absolventa studijního programu Biomedicínské laboratorní metody.

Státní závěrečná zkouška (SZZ) se skládá z obhajoby diplomové práce a z teoretické zkoušky státnicových předmětů. SZZ probíhají v termínech podle časového plánu příslušného akademického roku. Studenti v první fázi absolvují obhajobu diplomové práce a po té zkoušku ze státnicových předmětů. Zkouška ze státnicových předmětů je zahájena vylosováním otázky, která se skládá z dílčích otázek (*2 otázky z předmětu Biochemie a molekulární biologie a 1 otázka z předmětu Instrumentální metody*). Z každého předmětu student získá známku. V průběhu SZZ nejsou vyloučeny ani otázky, které přímo souvisejí s obsahem osnov profilových předmětů. Otázky pokládají členové komise, popř. člen komise určený předsedou komise.

SZZ v navazujícím magisterském studijním programu Biomedicínské laboratorní metody se skládá z:

- obhajoby diplomové práce,
- teoretické zkoušky předmětů:
 - Biochemie a molekulární biologie (**Biochemie, Molekulární biologie a genetika, Metody molekulární medicíny, Forenzní genetika**),
 - Instrumentální metody (**Instrumentální metody v biomedicině I, II, Nanotechnologie v biomedicině, Biolomedicínské aplikace světla**).

Obhajoba diplomové práce

Obhajoba diplomové práce probíhá v den teoretické (ústní) SZZ před zkouškou ze státnicových předmětů. Student má připravenou prezentaci své práce v PowerPointu, která doplní výklad. Po prezentaci jsou přečteny posudky vedoucího práce a oponenta, včetně jimi položených otázek. Student na otázky odpoví v závěru prezentace. Celou obhajobu diplomové práce uzavřou otázky položené členy komise.

Teoretická zkouška ze státnicových předmětů – viz tematické okruhy

TEMATICKÉ OKRUHY KE SZZ Z PŘEDMĚTU: Biochemie a molekulární biologie

1. Nekovalentní interakce v biochemii – klasifikace, popis, význam, příklady
2. Biologické membrány – složení, struktura a funkce, lipidové rafty. Typy membránového transportu a jeho příklady.
3. Vlastnosti aminokyselin, organizace struktury proteinů a význam pro regulace a interakce.
4. Strategie a účel produkce rekombinantních proteinů, fúzní proteiny a kotvy.
5. Kofaktory enzymů – biologická funkce, klasifikace, příklady kofaktorů a reakcí.

6. Enzymová katalýza – teorie enzymové katalýzy, aktivní místo enzymu. Aktivita enzymu a enzymová kinetika (rychlost enzymové reakce, rovnice Michaelise a Mentenové, vlivy vnějších podmínek a inhibitorů na enzymovou reakci).
7. Lipidy, jejich složení, charakteristika a klasifikace. Lipoproteiny.
8. Terpeny a steroidy a jejich zapojení v metabolismu.
9. Katabolismus a anabolismus lipidů.
10. Sacharidy, jejich charakteristika a klasifikace. N- a O-glykoproteiny.
11. Katabolismus sacharidů.
12. Anabolismus sacharidů.
13. Cyklus kyseliny citronové, energetická bilance a propojení s ostatními metabolickými drahami.
14. Dýchací řetězec.
15. Bílkoviny krevní plazmy – význam, stanovení.
16. Metabolismus minerálů (Na, K, Cl, Ca), jeho regulace a poruchy.
17. Acidobazická rovnováha – základní poruchy a jejich kompenzace.
18. Hormony a regulace jejich hladiny. Hormony hypothalamu, hypofýzy, štítné žlázy, nadledvin.
19. Laboratorní vyšetření v onkologii. Tumorové markery: vlastnosti, příklady.
20. Markery poškození myokardu a poruchy jeho funkce.
21. Analytické a klinické vlastnosti laboratorní metody. Referenční hodnoty.
22. Organizace lidského genomu. Struktura a funkce genu. Chromatin, struktura a typy eukaryotních chromozomů.
23. Mimojaderná dědičnost.
24. Genové mutace, opravné systémy DNA. Chromozomální mutace.
25. Transkripce. Typy RNA. Posttranskripční úpravy u eukaryot.
26. Translace a posttranslační modifikace proteinů.
27. Rozdíly v regulaci genové exprese u prokaryot a eukaryot.
28. Epigenetika, genetický imprinting.
29. Metody analýzy nukleových kyselin, PCR, sekvenování.
30. Rekombinantní DNA a genetické inženýrství.
31. Genetika komplexních znaků. Genetické mapy a metody genetického mapování. Mapa lidského genomu. Human Genome Project, výsledky a využití.
32. Interakce nealelních genů. Genová vazba.
33. Karyotyp člověka, metody jeho vyšetření.
34. Genová terapie.
35. Techniky klonování DNA a úpravy genomu CRISPR-Cas9
36. Popište princip cílené protinádorové terapie a uveďte tři konkrétní příklady – z hlediska léčiva, cílového proteinu, signalizační dráhy a typu (typů) rakoviny. Uveďte konkrétní příklady modalit protinádorové terapie.
37. Popište mechanismy rezistence na protinádorovou terapii. Ke každému mechanismu uveďte příklad léčiva, vůči němuž tato rezistence vzniká, a popište strategie, jak se daný problém řeší.
38. Popište modely využívané pro výzkum rakoviny a porovnejte je z hlediska jejich silných stránek a limitací.
39. Vysvětlete principy DNA sekvenování (Sangerovo, sekvenování nové generace). Srovnajte výhody/nevýhody obou přístupů. Co je to sekvenování pomocí dlouhého čtení? Uveďte výhody tohoto přístupu oproti ostatním metodám s krátkým čtením.
40. Popište rozdíl mezi autosomálně recesivní a dominantní dědičností. Demonstrujte na příkladu (popis onemocnění, rodokmen).
41. Popište postup a používané metody při novorozeneckém screeningu pro vrozená onemocnění. Uveďte příklady.

42. Popište schéma vývoje léčiv od návrhu až po klinické hodnocení, včetně popisu jednotlivých etap.
43. Popište metody návrhu léčiv z pohledu přístupu HTS (*High-Throughput Screening*), SAR (*Structure-Activity Relationship*).
44. Popište rozdíl mezi molekulární strukturou v plynné, kapalně či pevné fázi.
45. Popište metody testování léčiv z pohledu *in silico*, *in vitro* a *in vivo*. Popište moderní metody omezující testování na živých systémech: organoidy, orgány na čipu či tkáňové řezy.
46. Popište způsoby přípravy peptidů, jejich separaci a charakterizaci. Uveďte příklady využívaných peptidů například se zaměřením na tzv. buněčně penetrační peptidy.
47. Objasněte princip řízené evoluce proteinů a uveďte příklady metod využívaných v buněčných i nebuněčných systémech.
48. Co rozumíme pod pojmem proteinové lešení (*scaffold*)? Vysvětlete jeho zvláštnosti a uveďte příklady jeho využití v biochemii a biotechnologii.
49. Využití mutací a polymorfismů lidského jaderného genomu v identifikační (forenzní) genetice. Tandemové repetitivní úseky, Alu-repetitivní úseky a jednonukleotidové polymorfismy. Jejich struktura, rozdíly mezi nimi a způsob použití v identifikaci. V jakých situacích je možné využít identifikace polymorfismů vázaných na Y chromosom?
50. Využití mutací a polymorfismů lidského mimojaderného genomu v identifikační (forenzní) genetice. Které oblasti lze v mitochondriální DNA použít pro forenzní identifikace? Uveďte situace, kdy lze tyto změny mtDNA k identifikaci použít.
51. Laboratorní přístupy v extrakcích jaderné deoxyribonukleové kyseliny (DNA). Proces extrakce DNA z kosterních ostatků a zubů.
52. Chemické (a další) kontaminanty ohrožující proces identifikace a jejich odstraňování v průběhu extrakčního procesu nativní i dekomponované lidské tkáně.
53. CODIS. Kde se využívá, jakou má strukturu, která místa jaderného genomu jsou v něm zahrnuta a za jakých národních i mezinárodních podmínek je systém aplikován v identifikační praxi?
54. Je možné identifikovat vybrané fenotypové znaky jedince ze stopových vzorků DNA? Které geny se pro tento účel mohou využívat? Je metylace transkriptu využitelná ve forenzní praxi? Jak?
55. Co je mikročipová analýza a jakým způsobem může být v identifikační genetice aplikována? Jaké různé typy mikročipů mohou být laboratorně připravovány?
56. Princip fungování celoexomové a celogenomové analýzy v identifikační genetice. Rozdíly mezi celoexomovou a celogenomovou analýzou.
57. Jaké geny mohou být sledovány v oblasti studia „vzorců chování“? U jakých klinických diagnóz lze odchylky sledovat a jaké formy odchylek (závislostí) mohou být v identifikační genetice použity pro celkový genetický obraz chování jedince?
58. Vyjmenujte moderní mezioborové biomedicínské technologie pro identifikaci změn v nukleových kyselinách. Vysvětlete pojem FIGG a jeho identifikační potenciál pro různé forenzní obory (kriminální, zdravotnictví, bezpečnost a právo na spravedlivý soudní proces).
59. Jaké základní části musí bezpodmínečně obsahovat znalecký posudek pro oblast forenzní genetiky? Co je znalecká doložka a její význam pro validitu znaleckého zkoumání?
60. Forezně genetické aspekty neurodegenerativních onemocnění člověka. Možný příčinný podíl neurodegenerace na antisociálním chování. Stanovení genetických biomarkerů preklinických a klinických forem neurodegenerativních onemocnění (Parkinsonovy nemoci, Huntingtonovy nemoci, Alzheimerovy nemoci).
61. Forezně genetické aspekty užívání cizorodých a návykových látek, fatální kombinace alel, souvislost s náhlým úmrtím.

TEMATICKÉ OKRUHY KE SZZ Z PŘEDMĚTU: Instrumentální metody

1. Jak chápe světlo geometrická optika, fyzikální (vláknová) optika a kvantová optika? Vlnová rovnice odvozená z MR, omezení geometrické optiky. Jaké jevy vedly ke změně šíření světla a jak je chápe geometrická optika?
2. Jaké jevy nastávají při interakci záření s hmotou a jaký popis světla je nutné použít? Jaká je energie fotonu a jak souvisí s vlnovou délkou záření?
3. Vysvětlete jev interference. Kdy může světlo interferovat? Popište Youngův dvou štěrbinový pokus a souvislost vlnové délky světla s polohou interferenčních proužků
4. Absorpce světla při interakci záření s hmotou. Jakým zákonem se řídí a jak je definována absorbovaná energie?
5. Rozptyl světla na částicích hmoty. Jaké typy rozptylu známe a jaké jsou jejich podmínky?
6. Zdroje záření, jejich rozdělení a spektrum záření, princip laseru a jeho využití v biomedicině. Primární a sekundární faktory interakce laserového záření s biologickou tkání. Aplikace v biomedicině.
7. Popiš vznik molekulových orbitalů na příkladu molekuly O_2 . Jaký je rozdíl mezi vazebným a antivazebným orbitalem? Jak funguje VSEPR teorie a jak ji využít pro předpověď geometrie molekuly typu AX_4E ?
8. Formuluj Schrödingerovu rovnici a popiš význam jejího řešení v kontextu kvantové chemie. Co znamenají kvantová čísla získaná jako výsledek této rovnice? Co popisuje Hamiltonián H ?
9. Na jakém principu je založena elektroforéza? Jmenujte typy elektroforézy a popište jejich uspořádání. Jaký je rozdíl mezi kompetitivní a nekompetitivní imunoanalýzou a kdy je vhodné použít danou metodu? Uveďte příklady imunoanalýz a jejich hlavní výhody a nevýhody. Jak chromatografické parametry jako kapacitní faktor (k'), selektivita (α) a účinnost kolony (N), ovlivňují rozlišení složek v HPLC, vyhodnocení výsledků (hlavní příčiny rozšiřování píků v chromatografii a jak se projevují v teorii van Deemterovy rovnice)?
10. Jak funguje monochromátor ve spektrometru a proč je klíčový pro rozlišení jednotlivých spektrálních čar? Jak se liší hranolový a mřížkový monochromátor?
11. Jaký je rozdíl mezi absorpční a emisní spektrometrií z hlediska mechanismu vzniku signálu a jaké typy analytů jsou pro tyto metody vhodné?
12. Emise, absorpce a stimulovaná emise záření – popište rozdíly mezi těmito procesy, jejich energetické diagramy a význam v analytické chemii. Zářivé a nezářivé přechody
13. Detekce elektromagnetického záření v neionizující oblasti – principy detekce, typy detektorů (fotodioda, CCD, bolometr, pyroelektrický detektor atd.), jejich výhody a nevýhody. Detekce v UV–VIS a IR spektrometrii – principy, typické detektory
14. Zdroje záření ve spektroskopii – výbojky, lasery, rentgenky atd.
15. Fotoelektronová spektroskopie (XPS a UPS) – princip, energetické rozlišení, informace o chemickém stavu, instrumentace a typická aplikace. Spektroskopie Augerových elektronů (AES) – princip, instrumentace, informace o povrchu a chemickém složení. Rentgenfluorescenční analýza (XRF) – princip, výhody a omezení, instrumentace (primární zdroj, analyzátor, detektor).
16. Luminiscenční spektroskopie – princip, rozdělení (fluorescence, fosforescence) faktory ovlivňující intenzitu, příklady metod a použití. Spektroskopie laserem indukovaného plazmatu (LIBS) – princip, instrumentace, aplikace.
17. UV–VIS spektrofotometrie – princip, zákon absorbance, typy spektrometrů, derivační analýza, příklady analytického využití.
18. Atomová absorpční spektrometrie (AAS) – princip, typy atomizátorů (plamen, grafitová kyveta, hydridová technika), zdroje záření, korekce pozadí, použití.

19. Infračervená spektroskopie (FT-IR) – princip, druhy vibrací, instrumentace (interferometr) využití. Reflexní a absorpční techniky, popis a využití.
20. Ramanova spektroskopie – princip neelastického rozptylu, rozdíl vůči IR, metody, instrumentace, využití v chemické identifikaci.
21. Hmotnostní spektrometrie – princip, typy ionizace (EI, ESI, MALDI), analyzátory (kvadrupól, TOF, Orbitrap), interpretace spekter. Hmotnostní spektroskopie sekundárních iontů (SIMS).
22. Nukleární magnetická rezonance (NMR) – princip, chemický posun, spin-spinové vazby, instrumentace, aplikace ve strukturní analýze.
23. Optická mikroskopie a její moderní varianta (nanoskopie) – principy, metody (PALM, STED...). Elektronová mikroskopie (SEM, TEM) – princip, tvorba obrazu, příprava vzorků.
24. Termické analytické metody – TGA, DSC, DTA: principy, instrumentace, využití při studiu stability a složení látek.
25. Plynová chromatografie (GC) – princip, dělicí mechanismy, nosné plyny, typy kolon, detektory (FID, TCD, ECD, MS), příklady použití.
26. Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) – princip, druhy stacionárních fází, gradientová eluce, detektory (UV, fluorescenční, MS), aplikace.
27. Interakce záření s látkou. Účinky IČ, VIS a UV záření na živý organismus, hloubka průniku.
28. Interakce záření s biologickými objekty – fotochemické a fototermické interakce.
29. Interakce záření s biologickými objekty – plazmou indukovaná ablace, fotoablace, fotomechanické interakce.
30. Pojem nanotechnologie a nanomateriály (definice pojmů, nejčastější aplikace, přehled oborů týkajících se nanotechnologií).
31. Vlastnosti nanomateriálů (efekty spojené s velikostí a specifickým povrchem).
32. Metody charakterizace nano-rozměru (skenovací a transmisní elektronová mikroskopie, mikroskopu atomárních sil, dynamický rozptylu světla).
33. Biokompatibilita nanomateriálů (rizika nanotechnologií a nanomateriálů, bezpečnost manipulace s nanomateriály).
34. Nanotechnologie v doručování léčiv (principy, pasivní a aktivní cílení, typy doručovacích systémů, hodnocení bezpečnosti).
35. Nanobiosenzory (princip, typy biosenzorů, konkrétní příklady na trhu a jejich princip).
36. Nanočástice jako kontrastní činidlo (MRI, CT, fluorescenční mikroskopie).
37. Mikroelektrodová pole (princip funkce, aplikace, role nanotechnologií).

Schváleno RSP Biomedicínské laboratorní metody dne 26. 11. 2025

V Kladně dne 5. 1. 2026

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan fakulty

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
vedoucí katedry zdravotnických oborů
a ochrany obyvatelstva