

Otázky ke státní závěrečné zkoušce navazujícího magisterského studia oboru Biofyzika

1. Kvantová teorie molekul (KBF / SZZKT)

1. Základní pojmy kvantové mechaniky. Vlnová funkce, Schroedingerova rovnice, stacionární, nestacionární stavy. Operátory fyzikálních veličin. Základní představy kvantové teorie systémů mnoha částic, symetrické, antisymetrické vlnové funkce, úplné vlnové funkce. Základy teorie reprezentací.

2. Elementární kvantová teorie atomů se dvěma elektrony. Atom helia, základní a excitované stavy. Parahelium, ortohelium.

3. Elementární kvantová teorie atomů s více než dvěma elektrony. Hartreeho metoda selfkonzistentního pole.

4. Základní aproximace v teorii chemické vazby. Bornova - Oppenheimerova aproximace, adiabatická aproximace. Separace vibračních a rotačních stupňů volnosti dvouatomové molekuly.

5. Jednoelektronová aproximace. Hartree - Fockovy rovnice pro řešení jednoelektronových funkcí a jednoelektronových energií. Molekuly jako systémy s uzavřenými slupkami, Fockův operátor.

6. Aproximace n-elektronové funkce molekuly. Metoda VB, metoda MO LCAO. Volba báze v metodě MO LCAO, orbitály VTO, STO, GTO, jejich vlastnosti. Korelační problém, metoda konfigurační interakce CI.

7. Kvantová teorie chemické vazby. Kvantitativní popis kovalentní vazby v homonukleárních dvouatomových molekulách. Řešení molekuly vodíku metodami VB a MO LCAO.

8. Kvalitativní popis chemické vazby. Atomové a molekulové orbitály v kvalitativním popisu chemické vazby, jejich zobrazení a charakteristiky. Hybridní atomové orbitály. Konstrukce molekulových orbitalů, překryvy atomových orbitalů. Charakteristiky homonukleárních dvouatomových molekul.

9. Kovalentní vazba v heteronukleárních dvouatomových molekulách. Iontová vazba. Víceatomové molekuly, lokalizované a nelokalizované molekulové orbitály víceatomových molekul. Hybridizace v teorii chemické vazby.

10. Přehled výpočetních metod v kvantové teorii chemické vazby. Metody "ab initio", semiempirické a empirické metody, příklady těchto metod. Metody uvažující valenční elektrony, - elektronové přiblížení.

2. Experimentální metody biofyziky (KBF / SZZEM)

1. Klasická teorie interakce optického záření a hmoty, důsledky pro spektroskopie. Obecný význam Kramers-Kronigových relací. Kvantová teorie interakce optického záření a hmoty. Výběrová pravidla ve spektroskopii. Fermiho zlaté pravidlo.

2. Kvantově-mechanický popis stavů molekul (adiabatická a Born-Oppenheimerova aproximace), rozdělení spektroskopii. Teorie rotačních a vibračních spekter. Klasická a kvantová teorie malých vibrací. Normální vibrace. Teorie elektronově -vibračních absorpčních a luminiscenčních spekter. Franck-Condonův princip. Molekulové orbitály a jejich projev ve spektrech.

3. Teorie symetrie a vliv symetrie na spektra molekul. Vztah mezi absorpčními a rozptylovými spektroskopii. Podstata disperzních a FT metod. Reálná spektra, rozšíření spektrálních čar, vliv přístrojové funkce. Využití teorie autokorelačních funkcí ve spektroskopii rozptylů a fluorescence.

4. Teoretická podstata magnetických rezonančních spektroskopii, Blochovy rovnice, základy klasické a kvantové teorie, pravidla štěpení čar, relaxační časy. Rozdíl mezi NMR a EPR, anizotropní jevy. Teoretické základy Mössbauerovy spektroskopie.

5. Nukleární magnetická rezonance (NMR). Teorie NMR, klasická, kvantová a fenomenologická, stacionární, časově-proměnné a pulzní magnetické pole. Spektra NMR, počet, intenzita signálů, poloha signálů (stínění jader elektrony, chemický posun) a štěpení čar (nepřímá spin-spinová interakce, spin-spinová interakční konstanta, počet čar v multipletu).

6. Metody NMR, jednorozměrná NMR. ^1H -NMR (dipolární interakce), ^{13}C -NMR (širokopásmový dekaplink, off-rezonanční metoda, spinové echo, přenos polarizace) vícerozměrná NMR, homonukleární (J-resolved, nepřímá korelace, dipolární korelace) a heteronukleární (J-resolved, nepřímá korelace, inverzní detekce), NMR zobrazování. Použití NMR v biologii a medicíně.

7. Elektronová paramagnetická rezonance (EPR). Teorie EPR, rozštěpení energetických hladin, podmínka EPR rezonance, volné radikály, přechodné kovy, spin-orbitální a spin-spinové interakce, přehled interakcí měřených pomocí EPR, porovnání EPR a NMR. Spektra EPR, počet píků, intenzita píku, poloha píku (g-faktor, anizotropie) a štěpení čar (spin-spinová interakce, konstanta hyperjemného štěpení, počet čar v multipletu).

8. Metody EPR, kontinuální EPR (high-field EPR, EPR spin-trapping, EPR labeling, cw ENDOR/ELDOR), pulzní EPR (FT-EPR, pulzní ENDOR/ELDOR, ESEEM), porovnání cw/pulzní ENDOR a ESEEM, EPR zobrazování. Použití EPR v biologii a medicíně.

9. Mössbauerova spektroskopie. Teorie Mössbauerova jevu, klasická teorie Mössbauerova jevu, emise a absorpce záření gama volným a vázaným jádrem. Mössbauerova spektra, hyperjemná interakce (monopolní, kvadrupólová, magnetická dipólová), kvalitativní a kvantitativní analýza. Metody Mössbauerovy spektroskopie. Použití Mössbauerovy spektroskopie v biologii.

10. Experimentální uspořádání v rezonančních spektroskopii. NMR spektrometry, základní části NMR spektrometru, kontinuální NMR spektrometr, pulzní NMR spektrometr.

EPR spektrometry, základní části EPR spektrometru (magnet, klystron, rezonátor), kryogenní technika, komerčně dostupné EPR spektrometry. Mössbauerovy spektrometry, základní části MS spektrometru, zdroj γ -záření, detektor (scintilační, proporcionální plynové).

3. Molekulární biofyzika (KBF / SZZMB)

1. Nukleové kyseliny. Struktura DNA a RNA (složky a kanonické konformace). Neobvyklé struktury avyšší organizace DNA. Enzymy ovlivňující vlastnosti DNA. Chromosomy, nukleosomy a chromatin. Typy RNA a jejich struktury, viroidy a virusoidy, ribozymy, interference pomocí RNA (RNAi). Fyzikální vlastnosti DNA a RNA (síly stabilizující struktury nukleových kyselin, hydrodynamické, elektrické, magnetické).

2. Bílkoviny a ostatní biopolymery. Struktura bílkovin (primární struktura, konformace peptidové vazby, typy a vlastnosti aminokyselin a struktury vyšších řádů). Klasifikace proteinů podle biologické funkce, typy proteinů a jejich funkce, šaperony. Struktura monosacharidů (anomery, α - a β - izomery, konformace pyranos a furanos), optická aktivita sacharidů. Funkce polysacharidů. Odlišné fyzikální vlastnosti olejů a tuků (vliv dvojných vazeb na strukturu).

3. Biologické membrány. Struktura a modely buněčných membrán. Fyzikální vlastnosti membrán (fázové přechody, pohyblivost). Transport látek přes biologickou membránu (aktivní a pasivní).

4. Hormóny a imunitní systém. Mechanismus působení hormonů a funkce imunitního systému. Antigeny a protilátky. Imunitní odpověď. Imunologické metody (imunoelektroforéza, elektroimunodifúze, vazebné testy).

5. Detekce světla rostlinami. Struktura a funkce fytochromu. Aktivní a neaktivní forma fytochromu a jejich spektra. Fotomorfogeneze. Fotoperiodismus. Fototropin a jeho funkce.

6. Buněčné dýchání a fosforylace. Mitochondrie a Krebsův cyklus. Substrátová, oxidativní a fotosyntetická fosforylace. Chemická, konformační a chemiosmotická hypotéza. Cytochromoxidáza. Bakteriální respirace.

7. Svaly a cytoskelet. Druhy a struktura svalů a svalové buňky. Molekulární mechanismus svalové kontrakce. Biomechanika. Struktura a funkce cytoskeletu. Mikrotubuly, mikrofilamenta, intermediární filamenta. Membránový a jaderný skelet.

8. Smyslové orgány. Princip detekce světla a zvuku. Struktura oka a ucha. Zrakové buňky a rhodopsin. Cochlea a Cortiho organ a vnitřní a vnější vlasové buňky. Mechanismus funkce hmatu, čichu a chuti. Paciniho tělíška. Chuťové pohárky.

9. Bioelektrické jevy buňky. Model akčního potenciálu. Membránový potenciál. Iontové kanály řízené napětím a ligandem.

10. Nervová buňka a funkční anatomie srdce. Princip šíření nervového a srdečního vzruchu. Struktura neuronů a jejich rozdělení. Převodní soustava srdce. Akční potenciál nervových buněk a srdečního svalu. Princip EPP, MEPP, EPSP, IPSP a EKG.

4. Molekulární biologie (KBF / SZZBI)

1. Základy genetiky. Uložení genetické informace, centrální dogma molekulární biologie, chromozómy, mitóza, meióza, gen, alela, genotyp a fenotyp, struktura DNA, superhelikální struktura v prokaryotech a eukaryotech.

2. Replikace DNA. Princip replikace, uvolnění vláken, vytvoření primeru, výstavba vláken, vedoucí vlákno, opožďující se vlákno, odštěpení a náhrada primeru, spojení Okazakiho fragmentů, rychlost replikace u prokaryotních a eukaryotních organismů, telomery, opravy chyb při replikaci.

3. Transkripce. Princip transkripce, iniciace, promotor, σ -faktor, elongace, terminace, ρ -faktor, regulace transkripce u prokaryot, aktivátory, represory, operony, regulace transkripce u eukaryot, introny, exony, splicing.

4. Translace. Kodony, vliv mutace, inzerce, delece, transferová RNA, její struktura, ribosomy, fáze translace, nabití tRNA, iniciace, elongace, terminace, posttranslační modifikace, transport proteinů do organel, rozpoznávací sekvence.

5. Reverzní transkripce. Princip reverzní transkripce, reverzní transkriptáza, technika RT-PCR, poly-A konec, syntéza komplementární DNA, význam reverzní transkripce pro vyhledávání genů a při diagnostice RNA virů.
Oprava poškození DNA.

6. Sekvence DNA. Metody sekvenování DNA, metoda chemického štěpení, označení vláken, sestavení sekvence po chemickém štěpení, metoda terminace řetězce DNA, detekce analyzované sekvence, sekvenace dlouhých úseků DNA.

7. Genové manipulace. Fragmentace DNA, restriční endonukleázy, analýza DNA, elektroforéza, southern-blotting, denaturace DNA, hybridizace DNA se sondou, využití hybridizačních technik.

8. Technika PCR. Princip techniky polymerázové řetězové reakce, denaturace, nasednutí primerů (annealing), elongace, reagentie pro PCR, praktické možnosti využití techniky PCR, možnosti vnesení mutace do genu.

9. Klonování DNA. Klonovací vektory, vkládání genetické informace do hostitelských organismů, plasmidy, bakteriofágy, kosmidy, selekce hostitelských organismů, DNA knihovny, DNA čipy.

10. Využití mikroorganismů v molekulární biologii. Mikroorganismy využívané v molekulární biologii, zmnožení DNA, heterologní exprese proteinů rozpustných a membránových, tvorba a využití fúzních proteinů.