

Otázky ke státní závěrečné zkoušce bakalářského studia oboru Biofyzika

1. Fyzika (KBF / SZMZ1)

1. Kinematika a dynamika hmotného bodu. Newtonovy pohybové zákony. Práce, energie, zákon zachování mechanické energie. Mechanika soustavy hmotných bodů. Mechanika tuhého tělesa. Všeobecná gravitace.

2. Mechanika tekutin. Volné netlumené a tlumené harmonické kmity. Nucené harmonické kmity. Stojaté vlny.

3. Základní poznatky molekulové fyziky, stav soustavy, pravděpodobnost rovnovážného stavu, rovnovážný děj, děje vratné a nevratné. Vnitřní energie soustavy, děje v ideálním plynu, stavová rovnice, měrná a molární tepelná kapacita.

4. Základní poznatky kinetické teorie plynů, základní rovnice pro tlak plynu, vztah mezi teplotou a kinetickou energií soustavy. Maxwellův zákon o rozdělení rychlostí molekul v plynu, rozdělovací funkce, Maxwell-Boltzmanovy statistiky. Termodynamické zákony, pojem entropie. Transport tepla vedením, prouděním a radiací. Základy kinetické teorie kapalin a pevných látek.

5. Elektrostatické pole ve vakuu a v dielektriku, elektrostatická indukce. Potenciál elektrostatického pole, nenabitý vodič v elektrostatickém poli. Kapacita vodičů, kondenzátory.

6. Stacionární elektrické pole. Rovnice spojitosti elektrického proudu, Kirchhoffovy zákony a jejich užití při řešení elektrických sítí. Ustálený elektrický proud v kovových vodičích, polovodičích, elektrolytech, plynech a ve vakuu.

7. Stacionární magnetické pole, Biotův-Savartův-Laplaceův zákon, Lorentzova síla. Síly působící v magnetickém poli na nabitou částici a vodič s proudem.

8. Nestacionární elektromagnetické pole, Faradayův zákon elektromagnetické indukce, vlastní a vzájemná indukce. Střídavé proudy, řešení obvodů s ideálními prvky R,L,C. Elektromagnetické kmity a vlny.

9. Maxwellova teorie nestacionárního elektromagnetického pole, aplikace teorie na zvláštní typy polí, pole oscilujícího dipólu a elektromagnetické vlny, šíření vln v neomezených prostředích: bezztrátovém, ztrátovém a elektricky anizotropním, vlny na rozhraní a Kirchhoffovu teorie ohybu.

10. Teorie šíření světla v izotropním dielektriku, rozptyl a absorpce světla, fotometrie. Zákony paprskové optiky, jejich projevy a využití.

11. Elektromagnetická teorie odrazu a lomu světla a jeho šíření v anizotropním dielektriku. Polarizace světla a optická aktivita látek, koherence a interference světla.

Difrakce světla a optická holografie, korpuskulárně-vlnový dualismus světla a látky, kvantové generátory světla (lasery). Základní nelineární optické jevy.

12. Elektromagnetické záření. Atomový obal, modely atomu, atomy s více elektrony, zářivé jevy v atomovém obalu, lasery.

13. Jádro atomu, složení, vlastnosti, modely. Jaderné procesy a energetika. Dozimetrie. Elementární částice, interakce, zákony zachování.

2. Experimentální metody biofyziky (KBF / SZZEM)

1. Klasická světelná mikroskopie. Teorie optického zobrazení. Konstrukce a konstrukční prvky. Zobrazovací metody (polarizační, fluorescenční, UV a IČ). Fázový, Nomarského a Hoffmanův kontrast. Příprava preparátů. Zásady při mikroskopování.

2. Moderní světelná mikroskopie. Konfokální laserová a tandemová mikroskopie. Mikroskopie blízkého a evanescentního pole. Měření a záznam obrazu, počítačová analýza obrazu.

3. Teorie struktury ideálního krystalu. Grupy symetrie. Značení bodů, směrů a rovin v krystalu, omezení četnosti vlastních os otáčení. Bravaisovy elementární buňky. Projekce krystalu. Reálné krystaly, poruchy v krystalech. Kvazikrystaly.

4. Teorie difrakce rentgenového záření. Braggova rovnice, reciproká mříž, Laueho podmínky, Ewaldova konstrukce. Intenzita difrakčních maxim, atomový a strukturní faktor. Vyhasínání reflexí. Friedelův zákon. Funkce elektronové hustoty. Řešení problému fáze.

5. Základy teorie elektronové mikroskopie. Elektron jako vlna ve vakuu, interakce elektronu s pevnou látkou. Difrakce elektronů. Příprava vzorků pro elektronový mikroskop.

6. Mikroskopie se skenující sondou. Skenující tunelová mikroskopie, Mikroskopie atomárních sil, Mikroskopie magnetických sil, Mikroskopie elektrostatických sil, Mikroskopie laterálních sil, Skenovací kapacitní mikroskopie, Skenovací teplotní mikroskopie, Skenovací optická mikroskopie v blízkém poli, příbuzné metody ze skupiny SPM metod.

7. Absorpční spektroskopie v UV-VIS oblasti. Kvantově mechanický popis stavů molekul, aproximace. Franck-Condonův princip. Elektronové struktury molekul, typy přechodů. Rychlost absorpce. Barevné komplexy. Izobestické body..

8. Teorie luminiscence. Rozdělení luminiscencí a základní zákony. Jablonského schéma excitovaných stavů organických molekul. Fluorescence a fosforescence. Zpožděné typy emisí.

9. Základní charakteristiky fluorescence. Intenzita, Emisní a excitační spektra, kvantový výtěžek a kinetika dohasínání fluorescence. Metody jejich měření.

10. Pokročilé fluorescenční techniky. Statické a dynamické zhášení fluorescence, Stern-Volmerova rovnice. FRET. FCS a FRAP. Měření s polarizovaným světlem.

11. Spektroskopie polarizovaného světla. Teorie, cirkulární dvojlom (optická otáčivost), cirkulární dichroismus (elipticita). Spektra, spektra optická rotační disperze (ORD), spektra cirkulárního dichroismu (CD). Metody, ORD (magnetický), CD (elektronový, vibrační, magnetický), luminiscence polarizovaného světla, rozptyl polarizovaného světla (Ramanova optická aktivita). Experimentální uspořádání, polarizátor, analyzátor. Použití v biologii.

12. Fotoakustická spektroskopie. Teorie, šíření tepelných vln, přímý a nepřímý fotoakustický jev. Metody, modulační a pulzní, přímá a nepřímá, fototermální deflekční spektroskopie, time-resolved thermal lensing, fotoakustická mikroskopie. Porovnání absorpční a fotoakustické spektroskopie. Experimentální uspořádání. Použití v biologii.

13. Spektroskopie založené na rozptylu, ohybu, odrazu a lomu. Elastický rozptyl, teorie Rayleighova a Mieova rozptylu, elastický rozptyl na malých a velkých molekulách, spektra Rayleighova a Mieova rozptylu, metody (rezonanční a hyper-Rayleighův rozptyl) Kvazielastický rozptyl, teorie a spektra Brillouinova rozptylu (Dopplerův posun). Rozptyl na difúzních vzorcích (nefelometrie a turbidimetrie), Experimentální uspořádání. Spektroskopická interferometrie, reflektometrie a refraktometrie. Použití v biologii.

14. Vibrační a rotační absorpční spektroskopie. Teorie, klasická a kvantová teorie malých vibrací, rozdělení normálních vibrací. Spektra, počet píků (vibrační stupně volnosti) a poloha píků (atomová hmotnost a vazebná energie). Metody, klasická IČ a FTIR. Klasická a kvantová teorie rotace molekul, rotační spektra, Použití v biologii.

3A. Lékařská biofyzika (KBF / SZZLB)

1. Biofyzika buňky a biopotenciály. Struktura a vlastnosti biologických membrán. Iontové složení tělesných tekutin. Klidový membránový potenciál. Akční potenciál, vznik a šíření.

2. Biofyzika dýchání. Dechové objemy a plicní kapacity. Vyšetřovací metody dýchacího ústrojí. Zákony o plynech a jejich význam pro dýchání. Rozpustnost plynů v kapalinách. Adsorpce.

3. Biofyzika krevního oběhu. Srdce jako pumpa. Minutový výdej srdeční. Krevní tlak, průběh, regulace. Měření krevního tlaku. Vlastnosti krve a cév. Viskozita kapalin a proudění krve. Periferní odpor. Mechanická práce a výkon srdce.

4. Biofyzika smyslového vnímání. Obecné principy. Zrakový analyzátor. Barevné a prostorové vidění. Vady zraku a jejich korekce.

5. Vlastní biosignály mechanické, tepelné a elektrické povahy. Akční potenciály srdeční a mozkové. Funkce převodního systému srdečního. Snímání EKG, základní tvar křivky, elektrická osa srdeční.

6. Zprostředkované biosignály s využitím ionizujícího záření a magnetického pole. Přehled zobrazovacích metod v medicíně, základní charakteristika - CT, MRI, PET, ultrazvuk

7. Sluchový analyzátor. Anatomie sluchového orgánu (vnější, střední a vnitřní ucho). Vnitřní a vnější vláskové buňky. Vzdušné a kostní slyšení. Biofyzika slyšení. Vyšetřování sluchu. Vady sluchu a jejich korekce. Audiometrie.

8. Sluchové pole. Práh sluchu. Intenzita zvuku a hladina intenzity. Akustický tlak. Hladina akustického tlaku. Hladina hlasitosti. Periodické a neperiodické zvuky, jejich časový průběh a spektrum. Základní frekvence a výška tónu.

9. Tvorba lidského hlasu a řeči. Anatomie hlasového a řečového ústrojí. Anatomická struktura hrtanu. Struktura hlasivek. Teorie zdroje a filtru. Základní frekvence hlasu. Frekvenční spektrum hlasu. Formanty. Tvorba samohlásek v dutinách vokálního traktu. Akustické rozlišení samohlásek pomocí formantů. Souhlásky.

10. Metody pro měření a vyšetření hlasu a řeči. Mikrofony, jejich frekvenční a směrové charakteristiky, „proximity“ efekt. Základy digitalizace zvuku. Zvuková spektrografie (sonografie). Hlasové pole. Elektroglografie. Laryngoskopické metody: laryngoskopie, strobolaryngoskopie, vysokofrekvenční videolaryngoskopie, videokymografie.

11. Biomechanika člověka. Základní anatomická poloha. Hlavní roviny lidského těla. Hlavní směry na těle (označení směřů na končetinách, označení směřů na trupu). Segmentace lidského těla. Těžiště segmentů. Určení těžiště lidského těla.

12. Typické mechanické vlastnosti biologických materiálů: viskoelasticita, nehomogenita, anizotropie, adaptabilita. Napětí versus deformace materiálu. Elastická a plastická deformace. Modul pružnosti a mez pevnosti. Tečení a napět'ová relaxace.

13. Svalový systém člověka. Svalová redundance. Příčně-pruhovaný sval – jeho stavba a princip kontrakce. Motorická jednotka. Twitch a tetanus. Typy svalových vláken (motorických jednotek), 2 základní mechanismy zvyšování svalového napětí. Kombinace prostorové a časové sumace pro zvyšování napětí svalu (Hennemanovo pravidlo), Hillův tříprvkový model svalu.

14. Neuron: 3 typy neuronu a jejich zapojení do reflexního oblouku. Morfologie neuronu. Přenos vzruchu z nervu do svalu. Extrafuzální a intrafuzální svalová vlákna. Zpětnovazebné receptory (svalová vřetenka – jejich stavba, funkce a patelární reflex, Golgiho tělíska).

3B. Biofyzika rostlin (KBF / SZZBR)

- 1. Struktura a fyziologie rostlinné buňky.** Základní charakteristika rostlinné buňky a buněčná teorie, buněčné organely, buněčná stěna, cytoskelet, buněčný cyklus a jeho regulace, diferenciacie rostlinné buňky.
- 2. Membrány rostlinné buňky a membránový transport.** Cytoplazmatická membrána, difúze a osmóza, pasivní a aktivní transport, symportové a antiportové pumpy, přenos buněčných komponent, mezibuněčný transport.
- 3. Vodní provoz rostlin.** Struktura a vlastnosti vody, transport vody přes membránu, vodní potenciál, voda v půdě, absorpce vody kořeny, transportní dráhy v rostlině, transpirace, průduchy.
- 4. Minerální výživa.** Interakce kořenového systému s půdním roztokem, minerální prvky, esenciální prvky, biogenní prvky, hnojení, koloběh dusíku, heterotrofní výživa.
- 5. Asimilace CO₂ a transport asimilátů.** Calvinův cyklus, C₃, C₄ a CAM rostliny, fotorespirace, transport asimilátů floémem, transportní mechanismy, vztahy mezi zdrojem a „sinkem“, alokace asimilátů.
- 6. Růst a vývoj rostlin, růstové regulátory.** Charakterizace růstu a vývoje, růstové regulátory - rozdělení, obecný mechanismus, receptory, druhotné přenašeče, způsob přenosu signálů.
- 7. Pohyby rostlin a biorytmy.** Rozdělení pohybů rostlin a jejich charakterizace, vitální pohyby, tropismy, nastie, samovolné pohyby, cirkadiální rytmy, cirkadiální rytmy a světlo, seřízení rytmů v přirozených podmínkách.
- 8. Úvod do fotosyntézy.** Základní charakteristika a energetická bilance, základní koncept, obecná rovnice, světelná a temnotní fáze, fotosyntetizující organismy evoluce, fotosynteticky aktivní záření.
- 9. Světlosběrné pigmenty.** Bakteriochlorofyly a chlorofyly, absorpční spektra - interpretace pásů, chlorofyly v reakčním centru, přídavné pigmenty a jejich funkce (chlorofyl b, fykobiliny, karotenoidy)
- 10. Přenos excitační energie.** Mechanismy přenosu energie, koherentní a nekoherentní přenos energie, zobecněná mistrovská rovnice, rezonanční mechanismus - Försterova teorie, rozdělení přenosu dle intenzity interakce, jiné mechanismy přenosu energie, homogenní a heterogenní přenos energie.
- 11. Stavba fotosyntetického aparátu.** Typy listů (C₃ a C₄ rostliny), chloroplasty, thylakoidní membrány (TM), grana, struktura a složení (tm), pigment-proteinové komplexy (PPC), nativní elektroforéza PPC, světlosběrné komplexy LHC, struktura a organizace LHC v TM.
- 12. Přenos elektronů a protonů.** Halobaktérie, bakteriorhodopsin, reakční centrum - obecný princip činnosti, bakteriální reakční centrum, fotosystém II, fotosystém I, lineární a cyklický transport elektronů.

13. Regulační mechanismy na úrovni thylakoidních membrán. Emersonův efekt, přechod stav 1 - stav 2, xantofylový cyklus.

14. Fluorescence chlorofylu. Parametry a vlastnosti fluorescence, fluorescence chlorofylu „in vivo“ - kvantový výtěžek, interpretace emisních pásů, kinetika fluorescence chlorofylu a, fluorescenční indukční jev, kvantový výtěžek fotochemie fotosystému II, zhášení fluorescence, heterogenita fotosystémů I a II. Fosforescence, zpožděná fluorescence a termoluminiscence chlorofylu.

4. Přístrojová fyzika (KBF / SZZPF)

1. Struktura měřicího řetězce. Převodníky fyzikálních veličin na elektrické. Jejich statické a dynamické charakteristiky. Metody zmenšování jejich chyb.

2. Senzory viditelného světelného záření (fotonka, fotonásobič, fotorezistor, fotodioda, CCD prvek).

3. Senzory teploty (odporové, polovodičové, termoelektrické). Teplotní stupnice ITS90.

4. Detekce ionizujícího záření (scintilační, plynové a polovodičové detektory). Detekce nabitých částic, fotonů záření gama, neutronů.

5. Vakuová technika. Získávání vakua, typy vývěv. Měření tlaku.

6. Kryogenní technika. Získávání nízkých teplot. Kryostaty.

7. Analogové zpracování signálů ze senzorů/detektorů. Typy zesilovačů. Integrace a derivace signálu. Amplitudová a časová analýza signálu.

8. Číslicové zpracování signálu. Kombinační a sekvenční logické obvody.

9. Digitálně-analogové a analogově- digitální převodníky.