

KBF/SZZM1

1. Fyzika

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

KBF/SZZM2

2. Základy experimentálních metod biofyziky

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, chemická, kinetická, statistická mikroskopie. 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.* Lineární a cirkulární dichroismus, polarizovaná luminiscence, rozptyl polarizovaného světla, experimentální uspořádání.

12. *Fotoakustická spektroskopie.* Přímý a nepřímý fotoakustický jev, metody fotoakustické spektroskopie. Porovnání absorpční a fotoakustické spektroskopie. Použití v biologii.

12. *Spektroskopie založené na rozptylu, ohybu, odrazu a lomu.* Elastický rozptyl na malých a velkých molekulách, kvazielastický rozptyl, rozptyl na difúzních vzorcích (nefelometrie a turbidimetrie), experimentální uspořádání. Spektroskopická interferometrie, reflektometrie a refraktometrie. Použití v biologii.

13. *Vibrační a rotační absorpční spektroskopie, spektroskopie Ramanova rozptylu.* Klasická a kvantová teorie malých vibrací, IČ spektra, metody vibrační spektroskopie, experimentální uspořádání. Klasická a kvantová teorie rotace molekul, rotační spektra, experimentální uspořádání. Teorie Ramanova rozptylu, Ramanova spektra, metody spektroskopie Ramanova rozptylu, experimentální uspořádání. Porovnání vibrační spektroskopie a spektroskopie Ramanova rozptylu. Použití v biologii.

KBF/SZZM3

3. Základy molekulární biofyziky

1. *Struktura a funkce nukleových kyselin.* Struktura monomerních složek nukleových kyselin. Primární a sekundární struktura DNA. Stabilita DNA. Kruhová DNA. Neobvyklé struktury. "Svět RNA". Typy RNA a struktura. Katalytická aktivita nukleových kyseliny - ribozymy a deoxyribozymy. Aptamery.

2. *Struktura a funkce bílkovin:* Funkce bílkovin. Složení bílkovin, struktura a vlastnosti aminokyselin, konfigurace peptidické vazby. Primární, sekundární, terciární struktura bílkovin, síly stabilizující strukturu bílkovin, kvarterní struktura. Chaperony, chaperoniny. Metody studia struktury bílkovin.

3. *Struktura a funkce sacharidů.* Sacharidy - funkce sacharidů, typy sacharidů. Monosacharidy - struktura, konformace, optická aktivita. Polysacharidy - konformace glykosidické vazby. Glykoproteiny.

4. *Lipidy.* Složení, vztah mezi fyzikálními vlastnostmi a strukturou. Složené lipidy, steroly.

5. *Molekulární biofyzika buněčných membrán.* Struktura membrán. Membránové bílkoviny, struktura a funkce. Pasivní a aktivní transport, difuze a osmóza. Sodno-draselná pumpa. Iontové kanály. Membránový potenciál a membránové napětí. Membránová a Donnanova rovnováha. Akční potenciál a vedení vzruchu po membráně a mezi nervovými buňkami.

6. *Uchování genetické informace.* Molekulární struktura genů a chromozomů. Replikace DNA. Porovnání replikace u prokaryot a eukaryot. Chyby a opravy DNA.

7. *Transkripce.* Principy kontroly genové exprese u prokaryot a eukaryot. Regulační sekvence, aktivátory a represory. Zpracování eukaryotní mRNA.

8. *Translace.* Struktura ribosomů. Genetický kód a jeho význam. Struktura tRNA. Aktivace aminokyselin. Iniciační translace u prokaryot a eukaryot. Elongace. Terminace. Postranlační modifikace proteinů. Chaperony a chaperoniny.

9. *Základní metodiky molekulární biologie.* Izolace DNA a RNA. Elektroforetická analýza nukleových kyselin. Restrikční enzymy, mapování genomů. Polymerázová řetězová reakce

(PCR) in vitro. Sekvenční analýza DNA, genomové sekvenování. Northern a Southern hybridizace.

10. *Klonovací strategie*. Přenos DNA do bakteriálních a eukaryotických buněk. Příprava rekombinantních proteinů. Cílená mutageneze. Transgenní organismy.

11. *Buňka*. Chemické složení buňky. Struktura buňky (anatomie, morfologie). Buňky prokaryotní a eukaryotní. Buňky rostlinné a živočišné.

12. *Fluorescenční značení biomolekul a buněk*. Fluorescenční značky a sondy. Fluorescenční zobrazení nukleových kyselin a proteinů, lipidů, membránového potenciálu, pH a exprese genů. Zelený fluorescenční protein, jeho deriváty a jejich použití.

13. *Metody studia struktury a hybridizace nukleových kyselin*. Elektroforetické metody. Metody optických spektroskopí. Metody molekulární biologie.

14. *Metody studia struktury a interakcí proteinů*. Rentgenová krystalografie. Vybrané spektroskopické metody pro analýzu sekundární a terciární struktury proteinů. Biochemické metody. Sledování molekulárních interakcí a aktivity enzymů.

KBF/SZZM4

Experimentální technika v molekulární biofyzice

1. *Základní metody rentgenové strukturní analýzy*. Vlastnosti, zdroje a detektory rtg. záření. Debye-Scherrerova metoda, Laueho metoda, metody Weissenbergova, otáčeného krystalu a precesní. Maloúhlový rozptyl.

2. *Elektronový mikroskop*. Stavba elektronového mikroskopu. Elektronová optika. Rozlišovací schopnost a hloubka ostroty v elektronových mikroskopech. Konstrukce a pracovní režimy elektronových mikroskopů, TEM, REM. Analytická elektronová mikroskopie, elektronová mikroanalýza EDS a WDS.

3. *Absorpční spektrofotometry*. Konstrukce spektrofotometrů, součásti. Jednopaprskový a dvouprskový režim. Dispersní a „diode array“ metody. Speciální techniky. Vzorok pro UV-VIS spektrofotometrii.

4. *Experimentální měření luminiscence*. Konstrukce spektrofluorimetrů. Typická geometrická uspořádání. Základní součásti. Monochromátory, filtry, polarizátory, dichroická zrcadla. Vzorok. Možné artefakty v excitačních a emisních spektrech.

5. *Luminiscenční mikroskopie*. Klasický fluorescenční mikroskop. Konfokální mikroskop. Základní uspořádání. Separace excitujícího a emitovaného záření. Vícebarevná mikroskopie.

6. *Zdroje světla pro UV/VIS/NIR spektroskopie*. Lampsy, diody, lasery, synchrotronové záření. Jejich přednosti a nevýhody, časové a spektrální charakteristiky.

7. *Detektory pro UV/VIS/NIR spektroskopie*. Princip jejich fungování, vnější a vnitřní fotoelektrický jev. Fotonásobiče, fotodiody, diodová pole, CCD.

8. *Fotoakustická spektroskopie*. Princip fotoakustické spektroskopie. Blokové schéma fotoakustického spektrometru. Fotoakustická mikroskopie.

9. *Spektrometry pro vibrační a rotační absorpční spektroskopii.* Disperzní IČ spektrometry, FTIR spektrometry. Dynamická rotační spektroskopie, FT rotační spektroskopie.

10. *Spektrometry pro Ramanovy spektrometrii.* Klasický Ramanův spektrometr, CARS spektrometr, SERS.