

## **Snímače, detektory, čidla**

- 1) Principy snímání polohy, měření vzdálenosti, snímání úhlu natočení (mechanické, kontaktní/ bezkontaktní, další jiné).
- 2) Principy kontaktního snímání otáček, bezkontaktní snímání.
- 3) Kontaktní snímače hladiny kapalin, sypkých hmot, bezkontaktní snímače.
- 4) Snímače pro měření tlakové síly, tahové síly, točivého momentu, tlaku.
- 5) Principy měření teploty kontaktní/bezkontaktní.
- 6) Mechanické snímání rychlosti proudu kapaliny, plynu, bezkontaktní snímání rychlosti proudu
- 7) Principy měření gravitačního zrychlení gravimetry, družice, okamžité zrychlení (akcelerometry).
- 8) Detektory optického záření, infračerveného záření, mikrovln (neionizující).
- 9) Detektory ionizujícího záření.
- 10) Principy snímání magnetického pole statického, stacionárního v čase proměnného pole.
- 11) Principy snímání úrovně akustického tlaku, vibrací, infrazvuk, ultrazvuk (vzduch, voda, země).
- 12) Biosenzory obecně.
- 13) Potenciostat.

## Počítačová fyzika – počítačové modelování

### 1) Molekulární dynamika – princip

Princip molekulární dynamiky, Verletův a Gearovy integrátory, volba integrátoru a integračního kroku. Radiální distribuční funkce, vyjádření střední hodnoty veličiny (např. energie) pomocí integrálu párové funkce (např. potenciálu) a RDF, dosah potenciálu vs. velikost systému, dlouhodobá korekce energie.

### 2) Molekulární dynamika – molekulární simulace

Molekulární potenciály – intermolekulární a intramolekulární.

Teplota v MD, termostaty – přeskálování rychlostí, Berendsenův frikční, podstata dalších termostatů (Andersenův, v-rescale).

### 3) Metoda Monte Carlo

Integrace metodou MC – deterministické vs. náhodné vzorkování. Užití MC pro geometrické problémy – náhodné procházky.

Stochastické procesy, Markovovy řetězce, detailní rovnováha a mikroskopická reverzibilita, Metropolisův algoritmus.

### 4) Spojité modelování

Popis problémů pomocí spojitěho modelování. Klasifikace parciálních diferenciálních rovnic (PDR), okrajové + počáteční podmínky, příklady PDR ve fyzice.

Numerická řešení (explicitní a implicitní schémata) PDR a soustav PDR. Řešení v blízkosti nespojitostí a skoků, „flux limitery“ a AMR. Spojité a hybridní modely (výhody a nevýhody).

## Software pro vědecko-technické výpočty

- 1) Gromacs – příprava simulace, simulace a následné zpracování (základy), informace ve vstupních/výstupních souborech různých typů.
- 2) Vysvětlete rozdíl mezi symbolickými a numerickými výpočty a příklady matematických systémů, které jsou pro oba druhy typické.
- 3) Numerická řešení obyčejných diferenciálních rovnic ve fyzice pomocí software Matlab, Octave, Scilab.

## **Numerická matematika I.**

- 1) Řešení nelineárních rovnic, metoda bisekce, rychlost bisekce, Newtonova metoda, kvadratická konvergence.
- 2) Řešení soustav lineárních rovnic, LU rozklad matice a jeho užití.
- 3) Interpolace funkcí, Lagrangeův a Newtonův interpolační polynom, aproximace funkcí (metoda nejmenších čtverců).
- 4) Integrovaní a derivování, integrační pravidla a řád chyby integrace, Rombergova interpolace, poměrné diference.

## **Modelování elektronických obvodů**

- 1) Stručný popis simulačního programu Multisim a příklady simulace pasivních lineárních obvodů s akumulacími prvky (kapacity a indukčnosti)
- 2) Popis simulačního programu Multisim z hlediska měření elektrických veličin na obvodech. Měření stejnosměrných veličin, střídavých veličin a časových průběhů v různých částech obvodů.
- 3) Popis simulace jednoduchého zesilovače střídavého signálu s NPN tranzistorem a měření polohy jeho pracovního bodu a vstupního a výstupního signálu v programu Multisim.
- 4) Popis simulace jednoduchého zesilovače střídavého signálu s unipolárním tranzistorem MOSFET a měření polohy jeho pracovního bodu a vstupního a výstupního signálu v programu Multisim.
- 5) Popis simulace jednoduchého zesilovače střídavého signálu s operačním zesilovačem a měření vstupního a výstupního signálu na zesilovači v programu Multisim.

## **Zpracování audiosignálů**

- 1) Fyzikální akustika. Jednorozměrná vlnová rovnice. Vyzařování zvuku ideální koule.
- 2) Fyziognomie lidského ucha, vnímání zvuku, psychoakustika. Weber-Flechnerovi křivky, hlasitost a hladina hlasitosti. Maskování. Hluk, hygienické předpisy.
- 3) Základní typy signálů, charakteristiky, střední hodnota. Frekvenční analýza signálů, Fourierova transformace. Diskrétní a rychlá Fourierova transformace (DFT, FFT).
- 4) Základní a hladinové vyjádření akustických veličin. Akustický tlak, výkon a intenzita.
- 5) Prostorová a stavební akustika. Geometrická a vlnová akustika. Mechanismy pohlcování zvuku.
- 6) Výpočty doby dozvuku. Akustické úpravy uzavřených prostor. Principy úpravy doby dozvuku.
- 7) Digitalizace signálu, AD/DA převodníky, delta-sigma modulace.
- 8) Kompresce zvukových signálů, bezztrátová a ztrátová.
- 9) Ozvučování prostoru. Reprodukce zvuku. Zesilovače, zvukové měniče, mixážní pulty, efektové procesory a zařízení, DSP, typy mikrofonů podle principu a využití. Signálový řetězec.

## Electron Microscopy I

- 1) Proč se používají elektrony jako zdroj záření v mikroskopech?
  - Vlastnosti elektronů
  - Rozlišovací schopnost elektronových mikroskopů,
  - Zdroje elektronů
  - Elektromagnetické čočky a jejich vady
  - Tvorba obrazu
  
- 2) Jak pracuje transmisní elektronový mikroskop
  - Konstrukce TEM
  - Rozlišovací a zvětšovací schopnost TEM
  - Záznam obrazu v TEM
  - Požadavky na biologický preparát
  
- 3) Jak pracuje rastrovací elektronový mikroskop
  - Konstrukce SEM
  - Rozlišovací a zvětšovací schopnost SEM
  - Tvorba obrazu (excitovaný objem, informace poskytované různými druhy detekovaných signálů)
  - Požadavky na biologický preparát podle typu SEM
  
- 4) Jak se připravují preparáty pro TEM?
  - Chemická cesta přípravy preparátů
  - Ultramikrotomie
  - Kryo-postupy v přípravě preparátů
  - Speciální metody a artefakty
  
- 5) Jak se připravují preparáty pro SEM?
  - Chemické postupy přípravy preparátů
  - Metody sušení
  - Kryo-postupy a jejich aplikace (freeze drying, freeze fracturing, freeze etching)
  - Speciální postupy a artefakty

## **Materiály a technologie přípravy**

- 1) Základní principy elektronové struktury pevných látek, pásová struktura a jejich vliv na vlastnosti látek. Základní představy o krystalová struktura látky, krystalografické soustavy a poruchy mříže.
- 2) Povrch pevné látky: definice, vlastnosti. Adsorpce, desorpce a metody čištění povrchů. Růst tenkých vrstev, nukleace, strukturní model tenké vrstvy a jeho ovlivnění dopadem těžkých částic nebo teplotou.
- 3) Příprava tenkých vrstev fyzikálními metodami: napařovací metody a odprašování. Příprava tenkých vrstev chemickými metodami z plynné a kapalně fáze: CVD, PECVD, MOCVD, ALD, galvanizace atp.
- 4) Termoemise elektronů, Richards-Dushmanův vztah, termokatody. Výstupní práce a metody měření výstupní práce. Tunelová emise, vliv vnějšího elektrického pole na pásovou strukturu, tunelová mikroskopie.
- 5) Vliv el. mag. záření na pevnou látku. Fotovodivost, fotoodpor, fotočlánek a principy jejich činnosti. Fotoefekt, fotoemise z pevné látky a fotokatody. Fotoelektronová spektroskopie – UPS, XPS, ESCA.
- 6) Dopad nabitých částic na pevnou látku. Augerův jev, spektroskopie emitovaných elektronů, charakteristické a brzdné RTG záření. Odraz a rozptyl elektronů. Metody REED a LEED. Elektron elektronová sekundární emise z pevné látky a její aplikace v měřicí technice.
- 7) Dopad iontů na povrch pevné látky. Sekundární ion elektronová emise, princip a aplikace. Emise neutrálních částic z povrchu. Sekundární iont iontová emise a metoda SIMS.
- 8) Tvrdé a otěruvzdorné vrstvy, fotokatalytické materiály a materiály pro palivové a solární články. Příklady a aplikace.

## Plazmové technologie

- 1) Plazma a jeho výhody pro technologické aplikace  
definice plazmatu, aktivní částice ve výbojích a jejich vlastnosti, povrchové interakce plazmatu
- 2) Vakuum pro technologické aplikace  
klasifikace vakua pro technologické účely, základní pojmy fyziky nízkých tlaků, procesy ve vakuu: objemové, povrchové a přechodové jevy, procesy ve stěnách
- 3) Technologie vakua plazmatických systémů  
základní pojmy a vztahy pro čerpání vakuových systémů, vývěvy a jejich rozdělení včetně zevrubné klasifikace, měření nízkých tlaků – princip a technická realizace
- 4) Plazma chemický reaktor  
technologické řešení, parametry, uspořádání řešení pro technologické procesy
- 5) Zdroje technologického plazmatu  
rozdělení výbojů, jejich zevrubná klasifikace a fyzikální princip generace výbojů (doutnavý výboj, magnetron, RF výboje, mikrovlnné výboje)
- 6) Magnetron pro naprašování tenkých vrstev  
princip magnetronu, jeho výhody a nevýhody, technické řešení, fyzikální princip naprašování tenkých vrstev, magnetrony v komerčních technologických procesech
- 7) Plazma pro přípravu tenkých vrstev  
depoziční procesy PVD a PECVD – zhodnocení, výhody a nevýhody, příklady využití v praxi
- 8) Plazmové opracování povrchů  
aktivní částice v plazmatu, změny povrchové energie, „plasma cleaning“, plazmová sterilizace, plazmová implantace
- 9) Plazma v biomedicině  
aktivní částice v plazmatu, základní princip a možnosti uplatnění plazmatu, biokompatibilní vrstvy, interakce plazmatu s živou tkání, plazmová sterilizace, vhodné zdroje plazmatu

## Fyzika plazmatu

- 1) Plazma jako ionizovaný plyn  
definice plazmatu, nepružné srážky v nízkoteplotním plazmatu - excitace, deexcitace, ionizace, rekombinace, Penningova ionizace, přenos náboje
- 2) Záření plazmatu, difúze plazmatu  
fotoexcitace a fotoionizace atomů, funkce profilu čáry a její využití v diagnostice plazmatu, srovnání difúzního koeficientu pro elektrony a ionty, difúzní rozpadová doba a difúzní délka, ambipolární difúze
- 3) Oblast prostorového náboje na rozhraní plazma-pevná látka  
plovoucí elektroda v plazmatu; průběh funkce potenciálu před plovoucí elektrodou; Debyeův poloměr
- 4) Plazmová frekvence, šíření elektromagnetických vln v plazmatu  
oscilace elektronů a iontů v plazmatu, plazmová frekvence, doba odezvy plazmatu, šíření elektromagnetických vln v plazmatu, využití v diagnostice plazmatu
- 5) Sondová diagnostika plazmatu  
měřící obvod s jednou sondou, VA charakteristika sondy a její jednotlivé oblasti, postup měření při sondové diagnostice plazmatu
- 6) Teorie doutnavého výboje  
Townsendova teorie výboje, T-koeficient ionizace a T-koeficient sekundární emise, průraz plynu, Paschenův zákon
- 7) Základní charakteristika výboje  
VA charakteristika v širokém rozsahu výbojových režimů, popis výbojových režimů, typická struktura doutnavého výboje, rozdělení potenciálu ve výbojích pro plazmové technologie, oblast katodového spádu
- 8) RF výboj  
výhody RF výboje, vhodná frekvence pro RF výboje, schéma obvodu RF výboje, časový průběh napětí na RF zdroji a na RF elektrodě, doba iontového bombardování terčové elektrody
- 9) Interakce iontů s povrchem v nízkoteplotním plazmatu  
možné procesy a jejich využití v průmyslu, závislost koeficientu odrazu, koeficientu zachycení iontů, koeficientu rozprašování na energii dopadajících iontů, závislost sekundární emise iontů na energii dopadajících elektronů, respektive iontů