

Studijní program: Aplikovaná fyzika

Studijní obor: Aplikované nanotechnologie (Bc.)

Aplikovaná fyzika

Základní pojmy kinematiky hmotného bodu - trajektorie, dráha a průměrná rychlost, vektory rychlosti a zrychlení (přímočarého a kruhového pohybu).

Dynamika hmotného bodu - hybnost, síla (gravitační, coulombická, pružnosti, tření), Newtonovy pohybové zákony. Inerciální a neinerciální souřadné soustavy, setrvačné síly. Práce, potenciální a kinetická energie. Moment síly a moment hybnosti.

Dynamika soustav hmotných bodů -1. a 2. impulsové věty, zákony zachování hybnosti a momentu hybnosti, hmotný střed a jeho pohyb. Podmínky rovnováhy tuhého tělesa, pohybové rovnice tuhého tělesa. Kinetická a potenciální energie tuhého tělesa.

Základy mechaniky kontinua: Mechanika ideálních tekutin - Pascalův zákon, Archimédův zákon, rovnice kontinuity, Bernoulliho rovnice. Deformace a napětí v pružném tělese, Hookův zákon.

Kmity - harmonický oscilátor, skládání kmitů.

Vlnění a jeho šíření, interference vln. Odraz a lom rovinného vlnění, Huygensův princip, Dopplerův jev.

Teplota a její měření, teplo, rovnovážný stav a děj. Práce a vnitřní energie plynu, první a druhá věta termodynamická. Carnotův cyklus. Entropie.

Elektrostatika: Coulombův zákon, intenzita a potenciál elektrostatického pole, Gaussova věta, chování vodičů a dielektrik v elektrostatickém poli, kapacita nabitého kondenzátoru. Elektrický proud v pevných látkách, kapalinách a plynech. Ohmův a Kirchhoffovy zákony, práce a výkon stacionárního elektrického proudu. Magnetické pole: Vektor magnetické indukce, Lorentzova síla.

Stacionární magnetické pole, Ampérův zákon celkového proudu, Biotův-Savartův zákon.

Nestacionární elektromagnetické pole, Faradayův zákon elektromagnetické indukce, zobecnění Ampérova zákona celkového proudu. Vlastní a vzájemná indukčnost, transformátory.

Základy geometrické optiky. Odraz a lom světla na rovinném rozhraní dvou optických prostředí. Zobrazení rovinným a kulovým zrcadlem, tenkou čočkou. Rozklad světla na hranolu. Interference světla (např. na planoparalelní vrstvě). Difrakce světla (např. na štěrbině).

Základní představy z atomové fyziky, atomová struktura hmoty, stavba elektronového obalu, modely atomu. Bohrovy postuláty (aplikace na atom vodíku). Experimenty vedoucí k zavedení kvantové teorie a dokazující částicově-vlnový charakter mikročástic (fotoelektrický jev, záření černého tělesa,

Comptonův jev). Kvantově mechanický popis atomu vodíku. Interpretace vlnové funkce (pohyb mikročástice, relace neurčitosti). Vlnové vlastnosti částic.

Moment hybnosti elektronu, magnetické vlastnosti atomu. Zavedení spinu elektronu (Stern-Gerlachův pokus). Pauliho princip. Výstavba elektronového obalu atomu. Periodická soustava prvků. Energetické hladiny složitých atomů (magnetooptické jevy). Optická spektra atomů (výběrová pravidla, typy přechodů). RTG záření – vznik, charakteristiky a aplikace RTG záření.

Modely atomového jádra, vlastnosti protonů a neutronů. Radioaktivní rozpady (alfa, beta, gama rozpad). Jaderné reakce (využití jaderných reakcí v energetice). Kosmické záření. Průchod mikročástic hmotou. Principy detekce mikročástic.

Změny fyzikálních a fyzikálně-chemických vlastností materiálů s rozměrem - přechod od makro k nano, změny vlivu velikosti povrchu, poměr atomů na povrchu se zmenšující se velikostí, změny vlastností (velikosti mřížkových parametrů, vazebných energií, hustota, teplota tání, atd.).

Fázové rovnováhy – fázové rovnováhy v jednosložkových systémech, Clapeyronova rovnice, Clausiova-Clapeyronova rovnice, rovnováhy s-l, l-g, s-g, s-s, l-l, fázové rovnováhy ve vícesložkových systémech, fázové diagramy vícesložkových soustav. Fázové přechody 1. a 2. řádu. Elektrostatické zvlákňování, princip, vliv podmínek na kvalitu a tvar vláken.

Teorie nukleace a růstu tenkých vrstev. Vliv parametrů na strukturu tenkých vrstev.

Měření tloušťky vrstev a rychlosti depozice. Metody kontroly morfologie a struktury tenkých vrstev. Mechanické, elektrické, magnetické a optické vlastnosti tenkých vrstev a jejich diagnostika.

Nanotechnologie

Příprava materiálů , tenkých vrstev a struktur

Principy a vlastnosti procesů vytváření tenkých vrstev a nanomateriálů: napařování – ohmický ohřev i elektronový svazek, napařování včetně principu funkce magnetronu s DC i RF napájením, princip CVD a plazma-CVD včetně plazmapolymerace.

Chemická syntéza nanostrukturních materiálů, vrstvy Langmuirovy-Blodgettové, nanotrubičky a nanodrátky. Základy výroby nanostruktur : litografie, leptání. Materiály pro MEMS a NEMS, materiály mikrofluidních systémů.

Diagnostika nanomateriálů

Vysvětlit principy funkce a vlastnosti následujících analytických technik včetně příkladů aplikací: optický mikroskop, SEM, TEM, STM, AFM, LEED, RHEED, XRD, GDOES, IR spektroskopii, Ramanovu spektroskopii, RBS, XPS, AES a SIMS.

Nanobiotechnologie a bioanalytické metody

Principy elektroforetických metod – elektroforéza proteinů a DNA, isoelektrická fokusace, kapilární elektroforéza. Centrifugační metody v bioanalytice (diferenciální, zonální, izopyknická). Chromatografické metody v bioanalytice (afinitní chromatografie, IEC, RP-LC, GPC, HPLC). Imunochemická stanovení - precipitační a neprecipitační imunochemické metody, enzymová imunoanalýza (ELISA), fluorescenční imunoanalýza, radioimunoanalýza (RIA), Western blotting a dot blotting. Hmotnostní spektroskopie biomolekul (MALDI-TOF/MS, ESI-MS). Základy molekulárně-biologických metod (izolace a přečištění DNA, štěpení a ligace DNA, separace DNA, sekvenace DNA a proteinů, syntéza oligonukleotidů a peptidů).

Proteinové nanostruktury (S-vrstvy, nanopóry, magnetosomy, bakteriorhodopsin, polymerní nanokontainery, nanočásticové hybridní systémy). DNA nanostruktury (DNA-proteinové nanostruktury, templátová DNA elektronika, DNA metalické nanodrátky, DNA-nanočásticové konjugáty, aptamery). Nanomateriály pro nanobiotechnologii (nanočástice, uhlíkové nanomateriály, polymerní nanovlákná, nanoporézní materiály, dendrimery). Nanoanalytika – kvantové tečky pro biologické značení, biokonjugované nanočástice kovů a polymerů, lokalizovaná rezonance plasmonů, nosníkové nanosensory). Aplikace nanobiotechnologie v medicíně a farmakologii (diagnostika, terapeutika, zobrazovací metody, cílená doprava léčiv).

Přiřazení předmětů k okruhům

Předmět SZZ - Aplikovaná fyzika

Okruhy - student dostane 2 otázky z následujících okruhů

- a. KFY/P213 2012 Fyzika I
- b. KFY/P313 2012 Fyzika II
- c. KFY/P511 2012 Atomová a jaderná fyzika
- d. KFY/P418 2012 Fyzikální nanotechnologie
- e. KFY/P325 2012 Fyzikální vlastnosti tenkých vrstev

Předmět SZZ - Nanotechnologie

Okruhy - student dostane 1 otázku z následujících okruhů

- A. Příprava materiálů , tenkých vrstev a struktur
 - a. KFY/P223 2012 Fyzikální metody depozice
 - b. KFY/P516 2012 Nanomateriálové inženýrství
- B. Diagnostika nanomateriálů
 - a. KFY/P224 2012 Charakterizace materiálů I
 - b. KFY/P323 2012 Charakterizace materiálů II
- C. Nanobiotechnologie a bioanalytické metody
 - a. KBI/P320 2012 Bioanalytické metody
 - b. KBI/P417 2012 Nanobiotechnologie

Na diplomu bude mít student 3 známky

1. Bakalářská práce

Předměty SZZ:

2. Aplikovaná fyzika
3. Nanotechnologie