

POŽADAVKY KE STÁTNÍ ZÁVĚREČNÉ ZKOUŠCE BAKALÁŘSKÉ JEDNOOBOROVÉ STUDIUM „FYZIKA“

Zkouška je ústní a má dvě části:

1. Fyzika
2. Specializace - student si volí jeden z následujících okruhů:
 - a) Experimentální metody
 - b) Počítačové modelování

Student uvede svou volbu ve 2. části ve své přihlášce ke státní závěrečné zkoušce.

Každému studentovi budou zadány v 1. části dvě hlavní otázky a ve 2. části jedna hlavní otázka, přičemž student má nárok na minimálně 20 minut času k přípravě na zkoušku. Členové komise mohou k doplnění představy o vědomostech studenta položit v rámci zvolených okruhů doplňující dílčí otázky menšího rozsahu, na které již student odpovídá bez přípravy.

1. část – Fyzika

Mechanika

Základní pojmy kinematiky hmotného bodu – trajektorie a popis polohy, průměrná a okamžitá rychlost, zrychlení (přímočarého, kruhového i obecně křivočarého pohybu).

Dynamika hmotného bodu – hybnost, síla (příklady sil), Newtonovy principy, moment hybnosti a moment síly, 2. impulsová věta, práce, kinetická energie, potenciál a potenciální energie. Gravitační působení.

Inerciální a neinerciální soustavy, setrvačné síly.

Kinematika a dynamika soustav hmotných bodů – 1. a 2. impulsová věta (věty o hybnosti a momentu hybnosti), zákony zachování hybnosti, momentu hybnosti a mechanické energie. Podmínky rovnováhy tuhého tělesa, pohybové rovnice tuhého tělesa. Kinetická a potenciální energie tuhého tělesa.

Příklady pohybu částic a těles: Kmity – harmonické, tlumené, vynucené a vázané, rezonance, skládání kmitů a rázy. Pohyb v poli centrální síly. Srážky.

Základy mechaniky kontinua: deformace, napětí, vlastnosti látek. Mechanika ideálních tekutin – Pascalův zákon, Archimédův zákon, rovnice kontinuity, Bernoulliho rovnice.

Vlnění – postupné a stojaté, odraz a lom rovinného vlnění, Huygensův princip, Dopplerův jev.

Teoretická mechanika

Analytická mechanika: Princip virtuální práce, Lagrangeovy rovnice I. druhu, d'Alambertův princip. Lagrangeovy rovnice II. druhu. Hamiltonův princip nejmenší akce. Kanonické rovnice.

Základy mechaniky kontinua: Tensor deformace, tensor napětí. Hookův zákon. Podmínky rovnováhy. Základní zákony hydrostatiky. Proudění: Eulerův a Lagrangeův popis. Pohybové rovnice ideální a vazké tekutiny.

Termika a molekulová fyzika

Teplota a její měření: nultý termodynamický zákon, teploměry, empirická, absolutní a termodynamická teplota.

I. termodynamický zákon a jeho důsledky: vnitřní energie, teplo a práce, Mayerův vztah, aplikace I. TD zákona na základní termodynamické děje s ideálním plynem.

II. termodynamický zákon: kruhové děje a problematika přeměny tepla v mechanickou práci, matematická formulace II. termodynamického zákona.

Carnotův cyklus a jeho důsledky: Carnotovy věty, TD teplota, zavedení entropie.

Entropie a její statistická interpretace: matematické formulace II. TD zákona, princip růstu entropie. III. termodynamický zákon a jeho důsledky.

Fázové přechody: skupenská tepla fázových přechodů, fázový diagram, trojný a kritický bod, nadkritická tekutina.

Základní představy kinetické teorie ideálních plynů: ideální plyn a jeho vlastnosti, Maxwellovo rozdělení rychlostí, střední kvadratická rychlost, kinetická interpretace teploty.

Tlak ideálního plynu: odvození tlaku ideálního plynu, vztah mezi mikroskopickými a makroskopickými veličinami, stavová rovnice ideálního plynu.

Vnitřní energie ideálních plynů: klasická teorie tepelných kapacit ideálních plynů, ekvipartiční teorém, srovnání s experimentem.

Termodynamika a statistická fyzika

Základní pojmy a teoretická východiska termodynamiky: parametry systému — vnější a vnitřní, děje rovnovážné a nerovnovážné, zobecněné souřadnice a síly, termické a kalorické stavové rovnice, vnitřní energie, práce a teplo.

První věta termodynamiky a její důsledky: C_A - C_a , adiabatické a polytropické děje.

Druhá věta termodynamiky a její matematické formulace pro vratné a nevratné děje: entropie a termodynamická teplota, princip růstu entropie, vztah mezi termickou a kalorickou stavovou rovnicí.

Třetí věta termodynamiky a její důsledky: chování látek za nízkých teplot, Joule-Thomsonův jev, inverzní teplota, zkapaňování plynů.

Termodynamické potenciály a jejich význam: Maxwellovy vzorce.

Popis otevřených systémů: chemický potenciál a jeho význam, TD potenciály pro otevřené systémy.

Podmínky rovnováhy homogenních a heterogenních systémů: vázané extrémy TD potenciálů, Gibbsovo pravidlo.

Fázové přechody: přechody I. a II. druhu, fázový diagram jednosložkových systémů, trojný a kritický bod, Clausiova-Clapeyronova rovnice, Ehrenfestovy rovnice.

Základní pojmy a postuláty statistické fyziky: Mikroskopický stav, fázový prostor, statistický soubor, vztah mikroskopických a makroskopických vlastností, ergodická hypotéza, pravděpodobnost mikroskopických stavů mikrokanonického souboru.

Kanonický soubor: Kanonické rozdělení, dominance nejpravděpodobnějšího rozdělení. Souvislost kanonické partiční funkce s termodynamickými vlastnostmi, entropie v kanonickém a mikrokanonickém souboru.

Kvaziklasická aproximace: Souvislost s Heisenbergovým principem neurčitosti, podmínky platnosti, příklady použití. Ekvipartiční teorém: odvození a příklady použití.

Klasický ideální plyn: Termická stavová rovnice, Maxwellovo-Boltzmannovo rozdělení rychlostí, barometrická formule.

Kalorická stavová rovnice dvouatomárního ideálního plynu: Translační, rotační, vibrační, elektronové příspěvky k tepelné kapacitě plynů.

Ideální krystal: Tepelné kapacity klasického modelu, Einsteinova modelu, Debyeova modelu.

Kvantové ideální plyny: Boseho-Einsteinovo a Fermiho-Diracovo statistické rozdělení. Záření absolutně černého tělesa.

Reálné plyny: Viriální rozvoj, druhý viriální koeficient.

Elektřina a magnetismus

Elektrostatika: Coulombův zákon, intenzita a potenciál elektrostatického pole, Gaussova věta, rozložení náboje na vodiči, kapacita nabitého vodiče, kondenzátor, polarizace dielektrika, vektor elektrické polarizace, elektrická susceptibilita a permitivita, elektrostatické pole v dielektriku.

Elektrický proud: Mechanismy vedení proudu, rovnice continuity, Ohmův zákon, Kirchhoffovy zákony, práce a výkon stacionárního elektrického proudu, klasifikace látek podle vodivosti, teplotní závislost vodivosti, supravodivost, termoelektrické jevy, vedení proudu v kapalinách – elektrolytická disociace.

Magnetické pole: Vektor magnetické indukce, silové účinky magnetického pole. Stacionární magnetické pole, Ampérův zákon, Biotův – Savartův zákon. Pohyb nabitých částic v homogenním elektrickém a magnetickém poli.

Nestacionární elektromagnetické pole: Faradayův zákon elektromagnetické indukce, zobecnění Ampérova zákona celkového proudu. Magnetické pole v látkovém prostředí, vektor magnetické polarizace a magnetizace. Vlastní a vzájemná indukčnost, transformace napětí. Obecná soustava Maxwellových rovnic a jejich fyzikální interpretace.

Hraniční podmínky pro veličiny elektromagnetického pole.

Zákony zachování v teorii elektromagnetického pole.

Potenciály elektromagnetického pole, rovinná a kulová elektromagnetická vlna, superpozice a retardace řešení.

Vyzařování elektromagnetického pole.

Optika

Vlastnosti optického záření: spektrální složení, polarizace, koherence, šíření ve vakuu.

Interference (např. na tenké vrstvě). Huygensův-Fresnelův princip a jeho použití pro výklad odrazu a lomu světla. Difrakce Fresnelova a Fraunhoferova (příklad difrakce na šterbině a dvojšterbině). Průchod izotropním, anizotropním a absorbujícím prostředím, umělý dvojlom.

Odraz a lom. Geometrická optika: ideální zobrazení - kolineace, jednoduché optické přístroje, lidské oko. Fermatův princip a jeho aplikace při výkladu odrazu a lomu světla.

Interferometry. Mikroskopické techniky. Detektory optického záření. Fotoelektrický jev vnější a vnitřní. Lasery. Záření absolutně černého tělesa.

Atomová a jaderná fyzika

Základní představy z atomové fyziky – atomová struktura hmoty, modely atomu. Bohrovy postuláty – aplikace na atom vodíku. Kvantování energie, výklad výchozích experimentů (Frank-Hertzův pokus, fotoefekt, spektrum atomu vodíku (Rydbergův vztah)).

Korpuskulárně-vlnové vlastnosti částic (Comptonův jev, Davisson-Germerův pokus), vlnová funkce a Schrödingerova rovnice.

Základní představy kvantově mechanického popisu atomu vodíku (separace vlnové funkce a interpretace). Orbitální moment hybnosti elektronu. Spin elektronu (Stern-Gerlachův pokus). Elektronová konfigurace atomu - Pauliho princip, periodická soustava prvků. Optická spektra atomů – typy přechodů. RTG záření – zdroje RTG záření, charakteristické RTG záření.

Modely atomového jádra. Radioaktivní rozpady. Jaderné reakce – zákony zachování v jaderných reakcích, typy jaderných reakcí. Vlastnosti elementárních částic. Průchod mikročástic hmotou. Detektory částic.

Základy kvantové fyziky

Východiska a postuláty kvantové fyziky.

Základy teorie operátorů (operace s operátory, lineární a hermitovské operátory, vlastní funkce a spektrum operátorů). Komutativnost operátoru a její význam, relace neurčitosti.

Změna stavu s časem, časová Schrödingerova rovnice, pravděpodobnostní proudová hustota. Operátor časové změny, kvantově-mechanické pohybové rovnice (I. a II. Ehrenfestův teorém). Stacionární stavy, bezčasová Schrödingerova rovnice. Řešení jednoduchých stacionárních úloh potenciálová stěna, val a krabice). Lineární harmonický oscilátor.

2. část – Specializace

a) Specializace experimentální metody

Vakuová fyzika a technika

Kinetická teorie plynů a základní stavové veličiny.

Základní popis vývěv a jejich principů včetně rozsahů pracovních tlaků a typických aplikací jednotlivých vývěv (rotační olejová, Scroll, membránová, iontová, difúzní, turbomolekulární, kryosorpční atd.) včetně odvození základních mechanismů funkce (přenos tepla a hybnosti, adsorpce plynů atd.).

Základní popis měrek pro nízké tlaky a jejich principů včetně rozsahů pracovních tlaků a typických aplikací jednotlivých druhů měrek (Pirani, Penning, ionizační, membránové, atd.) včetně odvození základních mechanismů (např. přenos tepla plynem za různých tlaků).

Základy návrhů vakuových zařízení (druhy přírub, vedení plynů, efuze, difúze)

Vakuová hygiena. Metody hledání netěsností.

Fyzikální metody depozice

Principy a vlastnosti procesů vytváření tenkých vrstev a nanomateriálů: napařování – ohmický ohřev i elektronový svazek, naprašování 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.

Fyzikální vlastnosti tenkých vrstev

Popis a vysvětlení základních pojmů a dějů: Fáze růstu tenkých vrstev, Teorie nukleace a růstu tenkých vrstev, Vliv parametrů na strukturu tenkých vrstev, Metody kontroly morfologie a struktury tenkých vrstev, Metody určování tloušťek tenkých vrstev, Mechanické vlastnosti tenkých vrstev, Elektrické vlastnosti tenkých vrstev, Magnetické a optické vlastnosti tenkých vrstev, Aplikace tenkých vrstev – typické včetně požadavků na funkční parametry.

Úvod do fyziky plazmatu

Vysvětlit následující pojmy a jevy:

Charakteristiky plazmatu - stínění plazmatu, Debeyova délka.

Popis plazmatu – teplota, výboje v plynech, srážkové procesy v plazmatu, střední volná dráha, Pohyb částic v elektromagnetickém poli a aplikace, srážky částic 1. a 2. druhu, vznik nosičů náboje, rekombinace nabitých částic, Boltzmannova kinetická rovnice, transportní jevy v plazmatu (difúze), ambipolární difúze, diagnostika plazmatu – základní metody a jejich možnosti.

Charakterizace materiálů I a II

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

b) Specializace počítačové modelování

Numerická matematika

Reprezentace čísel a chyby výpočtu; numerické řešení soustav lineárních rovnic; numerické řešení nelineárních rovnic; aproximace experimentálních dat; interpolace tabulkových dat; numerická integrace; numerický výpočet derivace funkce.

Počítačové modelování - částicové modelování

Princip metody molekulární dynamiky; použití metody molekulární dynamiky ve fyzice se zaměřením na fyziku tekutin.

Počítačové modelování - zpracování obrazu a signálu

Zpracování obrazu a signálu (digitalizace, geometrické transformace, filtrace, binarizace, rozpoznávání objektů), analýza obrazu vysoké úrovně (integrální charakteristiky, informace o velikosti a tvarech objektů, charakterizování rozložení objektů v ploše a v prostoru).

Počítačová grafika (základní algoritmy), základy integrálních transformací.