

Okruhy ke státní závěrečné zkoušce bakalářského studia „Počítačové modelování ve fyzice a technice“

Zkouška je ústní a má tři části: počítačové modelování, numerická matematika a fyzika.

1. Počítačové modelování

V této části má student prokázat vědomosti z oblastí počítačového modelování. Při aplikacích na řešení jednoduchých dílčích problémů je předpokládána znalost jazyka C nebo Fortran.

Náplň pojmu počítačová fyzika. Charakteristika výpočetní techniky – vývoj a struktura počítačů a mikropočítačů, režimy práce, operační systémy, programovací jazyky. Strukturované programování. Hlavní směry počítačové fyziky.

Počítačové modelování. Základní techniky počítačového modelování.

Základy počtu pravděpodobnosti – základní pojmy, charakteristiky náhodných veličin, nejdůležitější rozdělení náhodných veličin, zákon velkých čísel, centrální věta počtu pravděpodobnosti.

Metoda Monte Carlo – princip metody, chyba metody, generování náhodných čísel, transformace náhodných veličin. Použití metody Monte Carlo v numerické matematice a ve fyzice. Základní umělé obraty v metodě Monte Carlo.

Metoda molekulární dynamiky – princip metody, základní algoritmy, problémy.

Spojité modelování.

Hybridní modelování.

Další okruhy počítačové fyziky. Počítačová grafika, zpracování obrazu, integrální transformace, řízení experimentu, symbolické manipulace. Moderní směry počítačové fyziky.

2. Numerická matematika

V této části má student prokázat vědomosti z oblasti numerické matematiky. Při aplikacích na řešení jednoduchých dílčích problémů je předpokládána znalost jazyka C nebo Fortran.

Reprezentace čísel, chyby. Zaokrouhlovací chyba a chyba metody. Stabilita algoritmů.

Aproximace a interpolace. Interpolace – Newtonova a Lagrangeova metoda. Aproximace metodou nejmenších čtverců. Segmentové funkce.

Řešení soustav lineárních rovnic. Gaussova a Gaussova-Jordanova metoda. LU dekompozice. Iterační metody. Výpočet determinantu a inverzní matice.

Numerická integrace a derivování. Integrace s rovnoměrným a nerovnoměrným krokem báze. Newtonovy-Cotesovy vzorce, Gaussova kvadratura, Richardsonova extrapolace. Numerické derivování.

Řešení nelineárních rovnic. Hledání kořenů funkce jedné proměnné a vektorové funkce.

Řešení obyčejných diferenciálních rovnic. Eulerova metoda a její modifikace. Metody Rungeho-Kutty. Metody prediktor-korektor. Rovnice vyššího řádu. Soustavy obyčejných diferenciálních rovnic.

Řešení parciálních diferenciálních rovnic. Diferenční rovnice. Okrajové podmínky. Relaxační a superrelaxační metoda.

Fourierova transformace. Základní pojmy. Oblasti použití ve fyzice.

3. Fyzika

Student musí prokázat znalost základních veličin, jejich souvislostí, metod měření, fyzikálních zákonů a jejich důsledků a vztahu experimentálních a teoretických výsledků. Musí též prokázat schopnost aplikovat tyto znalosti

na řešení příkladů i na úrovni fyzikální olympiády.

A. Mechanika

Kinematika hmotného bodu, soustav hmotných bodů a tuhého tělesa. Základní dynamické veličiny, impulsové věty, zákony zachování. Inerciální a neinerciální soustavy, setrvačné síly. Rovnováha soustav hmotných bodů a těles, princip virtuální práce. Pohybové rovnice: 2. Newtonův zákon. Pohyby částic a těles: pohyb v poli centrální síly, částice v elektrickém a magnetickém poli, srážky, setrvačníky.

Kmity a vlny: skládání kmitů, tlumené, vynucené a vázané kmity, rezonance, malé kmity soustav hmotných bodů. Postupné a stojaté vlnění, odraz a lom rovinných vln. Dopplerův jev.

Základy mechaniky kontinua: deformace, napětí, vlastnosti látek. Rovnováha a pohyb ideálních a vazkých tekutin.

B. Molekulová fyzika a termodynamika

Vlastnosti modelového ideálního plynu. Základní vztahy kinetické teorie plynů. Plyny při velmi nízkých tlacích. Van der Waalsův plyn, vnitřní energie reálného plynu, Jouleův-Thomsonův jev, metody zkapalňování plynů. Modelové vlastnosti kapalin. První hlavní věta termodynamická. Práce při rozpínání plynu. Termodynamická soustava, rovnovážný stav a děj, Carnotův cyklus. Druhá hlavní věta termodynamická. Entropie.

C. 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 kontinuity, 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, Faradayův zákon elektromagnetické indukce, Ampérův zákon, Biotův – Savartův zákon. Magnetické pole v látkovém prostředí, vektor magnetické polarizace a magnetizace. Vlastní a vzájemná indukčnost, transformace napětí. Maxwellovy rovnice a jejich základní důsledky.

D. Optika

Rovinná elektromagnetická vlna. Vlastnosti optického záření: spektrální složení, polarizace, koherence, šíření ve vakuu. Interference. Difrakce Fresnelova a Fraunhoferova. Průchod izotropním, anizotropním a absorbujícím prostředím, umělý dvojlom. Odraz a lom. Geometrická optika: zobrazení, jednoduché optické přístroje, lidské oko. Zdroje optického záření, interferometry. Polarizační soustavy. Detektory optického záření. Tekuté krystaly. Fotoelektrický jev.

E. Atomová a jaderná fyzika

Základní představy z atomové fyziky, atomová struktura hmoty, stavba elektronového obalu, modely atomu. Bohrovy postuláty (aplikace na atom vodíku). Kvantově mechanický popis atomu vodíku. Interpretace vlnové funkce (pohyb mikročástice, relace neurčitosti). Vlnové vlastnosti částic. Moment hybnosti elektronu, magnetické vlastnosti atomu. Spin elektronu. Spin-orbitální vazba a její důsledky. Pauliho princip. Elektronové konfigurace. Periodická soustava prvků. Energetické hladiny složitých atomů. Optická spektra atomů (výběrová pravidla, typy přechodů). RTG záření v korpuskulárním popisu, charakteristické RTG záření.

Modely atomového jádra, vlastnosti protonů a neutronů. Radioaktivní procesy (alfa, beta, gama rozpad). Jaderné reakce (využití jaderných reakcí v energetice) Vlastnosti elementárních částic. Průchod mikročástic hmotou. Detektory a spektrometry mikročástic.