

Požadavky ke SDZ 2014

Doktorand bude zkoušen celkem ze čtyř okruhů, z každého bude položena jedna otázka:

- a) Vybrané partie fyziky
- b) Počítačové metody
- c) Spojitá a diskrétní matematika
- d) Specializace

a) Vybrané partie fyziky

Uchazeč si po dohodě se školitelem volí jednu z partií 1 - 5:

1. Teoretická mechanika

Newtonovská formulace klasické mechaniky, pohyb hmotného bodu (harmonický oscilátor, pohyb v centrálním poli) a soustavy hmotných bodů. Mechanika tuhého tělesa.

Mechanika pohybu těles v rámci speciální teorie relativity.

Analytická mechanika (princip virtuální práce, D'Alambertův princip, Lagrangeovy rovnice I. a II.druhu, Hamiltonův princip a Hamiltonovy rovnice, kanonické transformace).

Mechanika kontinua (tenzor deformace, tenzor napětí, podmínky rovnováhy, Hookův zákon, vlny v tuhých látkách, statika a dynamika tekutin)

2. Termodynamika

Vnitřní a vnější parametry, termodynamická rovnováha, základní axiomy. Makroskopická práce; termodynamické procesy. I. a II. věta termodynamická; absolutní teplota a entropie.

Termodynamické potenciály a Maxwellovy relace; vztahy mezi derivacemi termodynamických veličin; specifické teplo. Fázové rovnováhy a fázové diagramy (jedno- a dvou- složkové systémy).

Nerovnovážné stavy; 2. termodynamický princip pro nestatické procesy; maximální práce; termodynamické nerovnosti. 3. termodynamický princip.

Statistická fyzika

Základní pojmy a principy; kombinatorika a metoda maximálního členu; partiční funkce a Boltzmannova statistika. Maxwellovo-Boltzmannovo rozdělení, Fermiho-Diracovo rozdělení, Boseho-Einsteinovo rozdělení.

Ideální plyn (termodynamické vlastnosti). Reálný plyn (virialový rozvoj, 2. viriální koeficient).

Ideální krystal (modely, specifické teplo).

Záření absolutně černého tělesa.

Základy kinetické teorie: Liouvilleův teorém, distribuční funkce a Boltzmannova kinetická rovnice; H-teorém a zákony zachování.

3. Teorie elektromagnetického pole

Elektrostatické pole ve vakuu a v látkovém prostředí, základní vztahy a metody řešení (metoda potenciálu, zrcadlení, multipólový rozvoj aj.). Stacionární magnetické pole, základní vztahy a metody řešení. Časově proměnné elektrické a magnetické pole. Obecná soustava Maxwellových rovnic a jejich vazba na zákony experimentální fyziky. Hraniční podmínky. Zákony zachování v elektrodynamice. Elektromagnetické vlny a jejich šíření. Vyzařování soustav. Interakce nabitých částic. Relativistická elektrodynamika.

4. Kvantová teorie

Východiska a postuláty kvantové mechaniky, Schrödingerova rovnice. Relace neurčitosti, operátor časové změny a integrály pohybu v kvantové mechanice. Stacionární stavy, jednočásticové a dvoučásticové problémy (tunelový jev, částice v potenciálové jámě, lineární harmonický oscilátor, pohyb částice v centrálním poli). Atom ve vnějším magnetickém poli, spin. Popis systému více částic, Pauliho princip. Přibližné metody kvantové mechaniky. Kleinova-Gordonova a Diracova rovnice.

5. Teorie pevných látek

Krystalová struktura, difrakce na krystalech a reciproká mřížka. Krystalová vazba. Bodové poruchy a slitiny. Dislokace. Měrná tepla, fonony. Fermiho plyn volných elektronů. Sommerfeldův model kovu,

přiblížení slabé a silné vazby. Efektivní hmotnost. Fermiho plochy. Kov, dielektrikum, polovodič. Transportní vlastnosti pevných látek. Optické vlastnosti pevných látek. Supravodivost. Dielektrické a magnetické vlastnosti pevných látek.

b) Počítačové metody

- Počítačové modelování. Metoda Monte Carlo. Metoda molekulární dynamiky. Spojité modelování. Hybridní metody.
- Počítačová grafika. Hardwarové prostředky a základní algoritmy.
- Zpracování obrazu. Hardwarové a softwarové prostředky. Algoritmy zpracování obrazu nižší úrovně. Algoritmy analýzy obrazu vyšší úrovně. Základy matematické morfologie. Použití fourierovské optiky.
- Základní integrální transformace. Rychlá Fourierova transformace, zlepšování poměru signál/šum, výpočet numerické derivace, řešení integrálních rovnic. Další integrální transformace.
- Základy teorie perkolace.
- Řízení experimentu.
- Symbolické manipulace.
- Neuronové sítě, fuzzy logika.
- Evoluční modelování.
- Pokročilé integrální transformace - Gaborova a waveletová transformace.

c) Matematika

- Lineární algebra: řešení soustav lineárních rovnic, přímé a iterační metody. Invertování matic; výpočet vlastních čísel a vlastních vektorů; částečný problém vlastních čísel, úplný problém vlastních čísel. Multilineární formy a tenzory.
- Numerické řešení nelineárních rovnic a jejich soustav.
- Diferenciální a integrální počet funkcí jedné a více proměnných. Extrémy, implicitní funkce. Metody integrace funkcí více proměnných. Numerické hledání extrémů funkcí: jednorozměrné algoritmy, vícerozměrné algoritmy. Numerické derivování a integrování funkcí jedné proměnné. Monte Carlo integrace.
- Vektorová analýza: plošný a křivkový integrál, divergence, gradient, rotace, Gaussova-Greenova a Stokesova věta.
- Aproximace funkcí: metoda nejmenších čtverců, aproximace trigonometrickými polynomy, interpolace, Hermitova interpolace, extrapolace.
- Fourierova analýza: Fourierovy řady a Fourierova transformace funkcí a distribucí. Konvoluce a její aplikace.
- Obyčejné diferenciální rovnice, existence, jednoznačnost, metody řešení. Numerické řešení obyčejných diferenciálních rovnic a jejich soustav: počáteční úlohy, okrajové úlohy. Stiff soustavy.
- Parciální diferenciální rovnice: rovnice prvního řádu; Laplaceova a Poissonova rovnice, rovnice vedení tepla a vlnová rovnice. Numerické řešení. Použití metody Monte Carlo.

d) Specializace

Okruh požadavků bude formulován školitelem podle zaměření doktorské disertační práce.