

Otázky ke státní závěrečné zkoušce magisterského studijního oboru Obecná fyzika a matematická fyzika

Moderní fyzika

1. Formalismus kvantové mechaniky, komplexní kvantové systémy, impuls-moment a jeho skládání, Wignerův-Eckartův teorém, grupy v kvantové mechanice, identické částice, druhé kvantování, systémy více částic.
2. Speciální a obecná teorie relativity, základní poznatky speciální teorie relativity, Einsteinovy rovnice gravitačního pole a jejich experimentální testy, Schwarzschildovo řešení, precese perihelia Merkuru, ohyb světla v gravitačním poli, gravitační čočky.
3. Relativistická kvantová mechanika, kovariantní Klein-Gordonova, Diracova a Maxwellovy rovnice, spinorový formalismus pro relativistický popis částic, teorém Noeterové a zákony zachování, kalibrační transformace a elektromagnetická interakce. Kanonické kvantování.
4. Nerozlišitelné částice, fermiony, bosony, Slaterův determinant, Fockův prostor, druhé kvantování, fermiony a bosony na děliči svazku, spin a statistika částic, základy kvantové teorie pole.
5. Kvantová elektrodynamika a interakce elektromagnetického pole s látkou. Poruchová teorie, Fermiho zlaté pravidlo, účinný průřez interakce, fotoefekt, Comptonův rozptyl, Čerenkovovo záření, brzdné záření, Casimirův efekt, Lambův posuv.
6. Interakce atomů a iontů se světlem, dvouhladinový atom v jednomódovém poli, Blochovy rovnice, Rabiho oscilace, rezonanční fluorescence, Wignerova-Weisskopfova teorie, mikromaser, Dickeho stav, superradiance a superfluorescence, samoindukovaná a elektromagneticky indukovaná transparence, STIRAP.
7. Chladné atomy, modely a jejich aplikace, laserové chlazení atomů, atomové hodiny, optické mřížky, atomová interferometrie, Bose-Einsteinova kondenzace atomárních plynů, supratekutá fáze a fáze Mottova izolátoru.
8. Základní projevy a modely klasické nelineární dynamiky, nelineární jevy a jejich stabilita, limitní cykly, atraktory, chaotická dynamika nelineárních systémů, Lorentzův model, diskrétní logistický a populační modely, synchronizace chaotických systémů.
9. Nelineární kvantové systémy, nelineární dynamika a chaotické chování laseru, nelineární kvantové optické oscilátory, nelineární kvantová optomechanika, nelineární kvantové supravodivé elektrické oscilátory. Kvantový stav, princip superpozice, matice hustoty, evoluce systému v kvantové teorii

Matematická fyzika, statistika a teorie odhadu

1. Parciální diferenciální rovnice ve fyzice, vlnová rovnice, rovnice vedení tepla, Helmholtzova rovnice, Schrödingerova rovnice, počáteční a okrajové podmínky, klasifikace úloh pro lineární parciální diferenciální rovnice 2. řádu.
2. Diracova delta funkce, její vlastnosti a aproximace, další zobecněné funkce ve fyzice, zobecněné funkce pomalého růstu, Fourierova a Laplaceova transformace zobecněných funkcí.
3. Využití zobecněných funkcí při řešení rovnic matematické fyziky, fundamentální řešení, Greenova funkce, objemový potenciál, potenciál jednoduché a dvojité vrstvy.
4. Optimalizační úlohy, minimalizace funkcí jedné a více proměnných, metoda simplexu, gradientní metody.
5. Primální-duální "interior point" metody pro konvexní a nekonvexní programování, duální Lagrangian, slabá a silná dualita, KKT podmínky, bariérová funkce, perturbovaná komplementarita, globální konvergence.
6. Kvantová teorie odhadu, kvantová tomografie pro polarizační stavy a stavy světla na základě homodynní detekce. MaxLik odhad kvantového stavu, odhad kvantového stavu oscilátoru, interpretace MaxLik odhadu, rekonstrukce kvantových procesů, kvantových map a měření, příklady využití teorie odhadu ve vlnové a singulární optice a v kvantových měřeních.
7. Využití kvantové rekonstrukce a odhadu parametrů pro diagnostiku neklasického chování kvantových stavů, odhad neurčitostí a chyb odhadovaných veličin, testování hypotéz, χ^2 test a odhad parametrů.
8. Diskriminace kvantových stavů, srovnání strategií s jednoznačným a nejednoznačným rozlišením stavů diskriminace.

Kvantová informace

1. Kvantový stav a jeho interpretace, princip superpozice, čisté a smíšené stavy, matice hustoty, stav systému sestávajícího z více částí, evoluce systému v kvantové teorii, dekoherence.
2. Kvantové měření, projekční operátory, POVM, nedemoliční měření, čítání fotonů, homodynní detekce, měření fáze, kvantový Zenonův jev, kvantové smazávání, kvantové kanály a kompletně pozitivní zobrazení.
3. EPR paradox, "lokální realismus", skryté proměnné, Bellovy nerovnosti, experimentální testy Bellových nerovností kontextualita, interpretace kvantové mechaniky

4. Entanglement a jeho využití při kvantovém zpracování informace, kritéria a míry entanglementu, Bellovy stavy, kvantová teleportace, výměna entanglementu, kvantové opakovače
5. Kvantová teorie informace, kvantové bity, systémy se spojitými kvantovými proměnnými, kvantové klonování, entropie v kvantové teorii informace, kvantová komprese dat, kvantová informace se spojitými proměnnými.
6. Implementace kvantových protokolů se spojitými a diskrétními proměnnými se světlem a atomy, rozdíly v implementaci mezi spojitými a diskrétními proměnnými, základní kvantové operace a měření v obou implementacích, kvantové paměti a jejich využití.
7. Kvantová distribuce klíče s diskrétními a spojitými proměnnými, bezpečnost proti individuálním a kolektivním útokům, relativní velikost generovaného bezpečného klíče, kvantová distribuce klíče s entanglovanými stavy, experimentální implementace v optických vláknech a ve volném prostoru, únik informace postranními kanály.
8. Stavy kvantového registru, kvantová Fourierova transformace, Shorův algoritmus, kvantové vyhledávací algoritmy, kvantové počítače, kvantová logická hradla, měřením indukované kvantové počítání, klastr stavy, kvantová korekce chyb, implementace kvantových počítačů.