

Požadavky

ke státní závěrečné zkoušce **SZZCF „Experimentální částicová fyzika a astrofyzika“** magisterského studia oboru Aplikovaná fyzika

1. Relativistická kvantová mechanika – Lorentzova grupa; Klein-Gordonova rovnice a její řešení, částice a antičástice; Diracova rovnice a její řešení; CPT symetrie; Diracovo moře; Kleinův paradox.
2. Základní představy a metody kvantové teorie pole – princip minimální akce; symetrie a zákony zachování; kvantování; dráhový integrál; účinný průřez; renormalizace.
3. Standardní model elektroslabých interakcí – objevy základních částic, beta rozpad neutronu; Fermiho teorie; Cabibboův úhel; Feynman-Gell-Mannova teorie; unitarita; nabitý vektorový bozon; poruchová renormalizovatelnost; generování hmot; Glashow-Salam-Weinbergův model; neutrální proudy, možná rozšíření standardního modelu.
4. Partonový model a QCD – podivné a půvabné částice, grupy a multiplety částic; model konstituentních kvarků; mezony a baryony; barva; partonový model; distribuční funkce; sumační pravidla; fragmentační funkce; kvantová chromodynamika a její lagrangián; gluony; běžící vazbová konstanta; asymptotická volnost; evoluční rovnice pro distribuční funkce partonů v hadronech.
5. Kalibrační teorie – kalibrační transformace; kalibrační grupa; prostorová a vnitřní symetrie; unitární symetrie; isospin; abelovská a neabelovská kalibrační teorie; kvantování kalibračních polí; kvantová elektrodynamika; rovnice renormalizační grupy.
6. Kosmické záření, jeho zdroje, mechanismy šíření a detektory – urychlovací mechanismy kosmického záření, šíření kosmického záření vesmírem, primární kosmické záření, nabitě záření, neutrinová astronomie - solární, atmosférická a neutrina ze supernov, astronomie záření gama a rentgenovská astronomie, sekundární kosmické záření, atmosférická sprška, detektory kosmického záření - čerenkovské a fluorescenční teleskopy, detekční zařízení ve vesmíru.
7. Kosmologie – vznik a raný vývoj vesmíru, inflace a její důsledky, temná hmota a temná energie, reliktní záření, jeho měření a jeho kosmologický význam, Hubbleův zákon a expanze vesmíru, stáří vesmíru, modely vesmíru – Friedmannovy modely, model shody, gravitační čočky a jejich kosmologický význam, metody určování kosmologických vzdáleností, současné výsledky a jejich význam, struktura vesmíru na velkých škálách, její vývoj a kosmologický význam.
8. Detektory ionizujícího záření ve fyzice částic – základní mechanismy ztrát energie nabitých částic v prostředí - elektrony, miony a hadrony; principy detekce gamma a rentgenového záření; rozdělení typů kalorimetrů a jejich výhody a nevýhody; druhy dráhových detektorů a jejich historický vývoj; typické geometrie a detekční techniky velkých částicových experimentů; detekce neutrin.
9. Statistika ve fyzice vysokých energií – hustota pravděpodobnosti náhodné proměnné; Monte Carlo metody; princip maximální věrohodnosti, odhad parametrů; statistické testy, kovarianční matice; stanovení limitů, multivarietní techniky, oddělení signálu a pozadí.
10. Fyzika urychlovačů a synchrotronové záření – vývoj a typy urychlovačů; synchrotronové záření; lineární optika synchrotronu; zdroje svazku – injektaž; principy urychlovacího systému.
11. Jaderná astrofyzika – vývoj Vesmíru: éra záření a hmoty, reliktní záření, temná hmota a temná energie, primární syntéza jader, tvorba těžkých prvků; jaderné procesy ve hvězdách: sebe-gravitující objekty, jaderná syntéza ve hvězdách, sluneční neutrina a neutrina ze supernov, oscilace neutrin; experimentální výsledky: detekce kosmických fotonů a neutrin, přehled významných experimentů.

12. Počítačové metody fyziky vysokých energií – experimenty ve fyzice vysokých energií; náhodná čísla a jejich posloupnosti generátory náhodných čísel, transformace náhodných čísel; metody Monte Carlo, datové modely; nástroj Geant4; práce s programem ROOT – základy a využití v praxi.