



LUNDS
UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

FYTN11, Teoretisk fysik: Kosmologi och astropartikelfysik, 7,5 högskolepoäng

Theoretical Physics: Cosmology and Astroparticle Physics, 7.5 credits

Avancerad nivå / Second Cycle

Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2012-05-24 (N2012/66). Kursplanen träder i kraft 2012-07-01 och gäller från och med höstterminen 2012.

Allmänna uppgifter

Kursen är en valbar kurs på avancerad nivå för en naturvetenskaplig masterexamen med inriktning mot fysik.

Undervisningsspråk: Engelska

Huvudområde Fördjupning

Fysik A1F, Avancerad nivå, har kurs/er på avancerad nivå som förkunskapskrav

Kursens mål

Kursens strävar efter att ge studenten grundläggande kunskaper i teoretiska begrepp i partikelastrofysik och universums utveckling, med fokus på samverkan mellan kosmologi och partikelfysik. Kursen är ämnad att täcka huvudaspekter inom varm Big bang-teori och den kosmologiska standardmodellen, vid forskningsfronten för teoretisk och experimentell högenergetisk astropartikelfysik.

Kunskap och förståelse

Kursens mål är att studenten efter avslutad kurs ska kunna

- förklara den kosmologiska expansionens dynamik med hjälp av den kosmologiska standardmodellen, och identifiera grundläggande faser i universums utveckling, samt deras egenskaper

- beskriva egenskaperna och uppbyggnaden hos det moderna universum, och de grundläggande egenskaperna och dynamiken hos baryonmateria, mörk materia och mörk energi
- beskriva kopplingen mellan kosmologi och högenergifysik och relatera deras egenskaper till varandra

Färdigheter och förmåga

Kursens mål är att studenten efter avslutad kurs ska kunna

- härleda utvecklingsekvationer för universum och kosmologiska lösningar av dessa
- beräkna egenskaper hos universum, såsom ålder, horisontstorlek, temperatur och entropidensitet, under realistiska förhållanden vid specifika tider under dess utveckling
- härleda partikelförekomster och massgränser baserade på egenskaper i partikelväxelverknningar i det heta kosmologiska plasmat, för givna scenarier för kosmologisk utveckling och astrofysikaliska data.

Exempel på problem som studenten ska kunna lösa efter genomgången kurs:

- Finn gränserna för det slutna universums storlek och livstid under antagande att mörk energi plötsligt kopplas bort omedelbart efter nuvarande epok.
- Uppskatta universums temperatur och ålder vid den tidpunkt då neutronförbränning upphör. Vad blir tätheten av överblivna neutroner om andra reaktioner kan försummas?

Kursens innehåll

- *Homogent, isotropt universum:* Hubbles lag, Friedmann-Lemaitre-Robertson-Walker-metriken, samt beteendet hos gaser av stabila, icke växelverkande partiklar i det realistiska fallet med ett expanderande, homogent och isotropt universum
- *Dynamik i kosmisk expansion:* Friedmann-ekvationen, med lösningar för vissa särskilda fall, såsom icke-relativistisk materia, relativistisk materia, vakuum, den allmänna barotropiska tillståndsekvationen och lösningar med framtida kollaps
- *Den kosmologiska standardmodellen:* universums nuvarande uppbyggnad. Mörk materia och mörk energi, samt hur dessa påverkar universums utveckling. Universums nuvarande ålder och händelsehorisont. Brightness-Redshift relationen för avlägsna standardljuskällor

- *Rekombinationsepoken* och dess påverkan på den kosmiska bakgrundsstrålningen.
- *Överblivna neutriner*: neutriners utveckling och frikoppling i det heta kosmologiska plasmata. Kosmologiska gränser på neutrinerernas massor.
- *Big bang nukleosyntes*: kinetisk teori för nukleosyntes, neutron-proton-förhållandet och den primordiala förekomsten av lätta grundämnen.
- *Mörk materia*: egenskaperna hos modeller med kall, het respektive varm, mörk materia. Bildandet av mörk materia under frikopplingen av svagt växelverkande massiva partiklar (WIMPs). Egenskaper hos mörk materia uppbyggd av kandidater från partikelfysik. Direkta och indirekta mätmetoder.
- *Uppkomst av baryon- och leptonasymmetrier*: de nödvändiga villkoren för baryogenes. Brott mot bevarande av lepton- och baryontal i partikelreaktioner.
- *Inflation*: grunderna i kaotisk inflationsteori. Formationen av storskaliga strukturer i expansionens sista skeden. Uppkomst av temperatur- och täthetsfluktuationer i den kosmiska bakgrundsstrålningen.
- *Partikelfysiken bakom kosmisk strålning och dess källor*: spektrum och sammansättning av de kosmiska strålarna. Implikationer för olika observationstekniker. Astrofysikaliska källor till ultrahögenergetisk kosmisk strålning och egenskaper hos galaktiska och extra-galaktiska gammastrålningsutbrott.

Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar och räkneövningar.

Kursens examination

Examination sker med skriftliga inlämningsuppgifter samt muntlig tentamen. För studerande som ej godkänts vid ordinarie tentamen erbjuds ytterligare tentamenstillfälle i nära anslutning härtill.

Betyg

Betygsskalan omfattar betygsgraderna: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd

Betygsskalan omfattar betygsgraderna Underkänd, Godkänd, Väl godkänd. För godkänt betyg på hela kursen krävs godkänd muntlig tentamen samt godkända inlämningsuppgifter. Slutbetyget avgörs genom sammanvägning av resultaten på de moment som ingår i examinationen.

Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs kunskaper motsvarande FYTN04 (Teoretisk partikelfysik), samt Engelska B. Dessutom rekommenderas kunskaper motsvarande FYTN08 (Allmän relativitetsteori).