

FYSN28, Fysik: Allmän relativitetsteori, 7,5 högskolepoäng

Physics: General Relativity, 7.5 credits

Avancerad nivå / Second Cycle

Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2025-04-22. Kursplanen träder i kraft 2025-04-22 och gäller från och med vårterminen 2026.

Allmänna uppgifter

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

Undervisningsspråk: Engelska

Huvudområde Fördjupning

Fysik A1N, Avancerad nivå, har endast kurs/er på grundnivå som förkunskapskrav

Kursens mål

Kursens övergripande mål är att studenten ska tillägna sig grundläggande kunskaper om Einsteins allmänna relativitetsteori; inkluderande de fundamentala fysikaliska idéerna, den nödvändiga matematiken och ett antal tillämpningar, exempelvis ljusavbökning, planetrörelse, svarta hål, gravitationsvågor och kosmologi.

Kunskap och förståelse

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- redogöra för begreppen rumtid och rumtidens geometri
- redogöra för tensorbegreppet
- redogöra för ekvivalensprincipen och hur den leder till en krökt rumtid
- redogöra för de nya begrepp som fordras, speciellt metrik, parallelltransport och Riemann-tensorn
- skriva ned Einsteins ekvationer och utifrån fysikaliska principer redogöra för de olika termerna

- formulera Einsteins ekvationer i svagfältsapproximationen
- redogöra för astronomiska och kosmologiska tillämpningar av Einsteins ekvationer, exempelvis svarta hål och universums utvidgning
- redogöra för begreppet geodet
- redogöra för begreppet bevarad storhet
- redogöra för de viktigaste experimenten för att pröva den allmänna relativitetsteorin.

Färdighet och förmåga

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- hantera den speciella relativitetsteorins plana rumtid
- hantera tensorbegreppet
- visa hur matematiken för en krökt rumtid kan byggas upp med minsta möjliga modifieringar av plan rumtid
- använda Einsteins ekvationer i svagfältsapproximationen för att härleda Newtons tyngdlag och gravitationsvågor
- förenkla metriken för en starkt symmetrisk och/eller statisk rumtid och lösa Einsteins ekvationer i dessa fall
- använda geodetiska ekvationen för att beräkna geodeten given en metrik
- tillämpa bevarade storheter för att analysera möjliga banor i en given krökt rumtid
- givet en metrik, visa huruvida den representerar en plan eller krökt rumtid, ange bevarade storheter samt beräkna Christoffel-symbolerna och Riemann-tensorn
- givet metriken för en symmetrisk rumtid, analysera möjliga banor och undersöka huruvida rumtiden innehåller horisonter.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- bedöma när Einsteins ekvationer behövs eller när Newtons gravitationslag räcker
- argumentera för existensen av Hawkings svarta hål-strålning.

Kursens innehåll

Kursen behandlar följande:

- Speciell relativitetsteori och plan rumtid
- Tensorer
- Ekvivalensprincipen
- Krökt rumtid
- Einsteins ekvationer
- Svagfältsapproximationen

- Starkt symmetrisk och/eller statisk rumtid
- Geodeter
- Bevarandelagar
- Experimentella tester

Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar, övningar och seminarier. Deltagande i det seminarium där studenten själv presenterar är obligatoriskt.

Kursens examination

Examination sker i form av muntlig seminarieuppgift och skriftliga inlämningsuppgifter under kursens gång samt i form av muntlig tentamen vid kursens slut.

För studerande som ej godkänts vid ordinarie tentamen erbjuds ytterligare tentamenstillfälle i nära anslutning härtil.

Om så krävs för att en student med varaktig funktionsnedsättning ska ges ett likvärdigt examinationsalternativ jämfört med en student utan funktionsnedsättning, så kan examinator efter samråd med universitetets avdelning för pedagogiskt studentstöd fatta beslut om alternativ examinationsform för berörd student.

Betyg

Betygsskalan omfattar betygsgraderna: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd. Betygsskalan för seminarieuppgiften är Underkänd, Godkänd, medan inlämningsuppgifter och tentamen betygsätts enligt betygsskala Underkänd, Godkänd, Väl godkänd.

För godkänt betyg på hela kursen krävs godkänd seminarieuppgift och godkända inlämningsuppgifter samt godkänd muntlig tentamen.

Slutbetyget avgörs genom sammanvägning av resultaten på inlämningsuppgifter och tentamen.

Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs 75 hp i fysik och 45 hp i matematik, alternativt en kandidatexamen i fysik eller motsvarande. Grundläggande behörighet samt Engelska 6/B.

Övrigt

Förutsatta förkunskaper: Kunskaper motsvarande FYTB14 Klassisk mekanik och speciell relativitetsteori, 7,5 hp rekommenderas.

Kursen ersätter FYTN08 och kan inte tillgodoräknas i examen tillsammans med denna.

Kursen ges vid fysiska institutionen, Lunds universitet.