



Naturvetenskapliga fakulteten

**FYST87, Fysik: Beräkningsatomfysik med astrofysikaliska
tillämpningar, 10 högskolepoäng**
*Physics: Computational Atomic Physics with Applications in
Astrophysics, 10 credits*
Avancerad nivå / Second Cycle

Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2022-06-14 att gälla från och med 2022-06-14, vårterminen 2023.

Allmänna uppgifter

Kursen är en valbar kurs på avancerad nivå för en naturvetenskaplig kandidat- eller masterexamen i fysik.

Undervisningsspråk: Engelska

Huvudområde

Fysik

Fördjupning

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

Kursens mål

Kursens övergripande mål är en introduktion till beräkningsatomfysik. Kursen behandlar metoder och utnyttjar koder utvecklade för beräkningar inom aktuell forskning. Tillämpningar väljs inom olika fält, såsom astrofysik, plasmafysik och fusionsforskning.

Kunskap och förståelse

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

1. beskriva hur modellering av atomära system utförs med moderna beräkningsmetoder,
2. redogöra för teoretiska koncept som elektronkorrelation, strålningsövergångar, resonanser i fotojonisering och kollisionstvärnsnitt,
3. förklara hur atomära data tillämpas i plasmamodellering.

Färdighet och förmåga

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

4. utföra beräkningar, speciellt av intresse inom till exempel plasmamodellering, av atomära egentillstånd, strålnings- och kollisionsprocesser,
5. skriftligt och muntligt presentera och argumentera för beräknade resultat på ett systematiskt och vetenskapligt korrekt sätt.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

Efter avslutad kurs ska studenten kunna

6. tolka, diskutera och analysera data från atomära beräkningar,
7. reflektera kring atomfysikens roll för analys av astrofysikaliska plasma.

Kursens innehåll

Kursen består av två delkurser:

Delkurs 1: Introduktion till beräkningsatomfysik med tillämpningar, 7 högskolepoäng.

I denna del behandlas grunderna för teoretisk atomfysik, med en genomgång och repetition av atomstruktur i form av centralfältsapproximationen, elektronkorrelation och relativistiska effekter. Den behandlar också atomära processer, såsom excitations- och joniseringsprocesser relaterade till elektromagnetisk strålning och elektronkollisioner. Speciellt diskuteras resonanser i dessa processer.

I denna del av kursen introduceras och används flera olika metoder:

- Hartree- och Dirac-Fock-metoder för beräkning av icke-relativistisk och relativistisk atomstruktur,
- konfigurationsväxelverkan och självkonsistenta multikonfigurations-metoder för att inkludera elektronkorrelation,
- Z-beroende störningsteori för uppskattning av hur olika atomära egenskaper varierar med kärnladdningen,
- R-matris-metoder för beräkning av kontinuumprocesser som exempelvis jonisering vid elektron- och fotonkollisioner.

Inom tillämpningar av atomfysiken behandlas hur atomära data används i studier av astrofysikaliska plasma. Grundläggande plasmamodellering i och ur jämvikt ingår också.

Delkurs 2: Avslutande projekt i beräkningsatomfysik med tillämpningar, 3 högskolepoäng.

I denna del av kursen utför studenterna, enskilt eller i små grupper, ett projekt där metoderna som introducerats i delkurs 1 tillämpas på ett realistiskt problem inom atomfysiken eller dess tillämpningar. Om projektet utförs i grupp, skall det klart framgå i rapporten vad varje student bidragit med.

Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar, datorövningar i grupp samt ett avslutande projekt. Deltagande i datorövningar och avslutande projekt är obligatoriskt. Kursen genomförs på distans, det vill säga online. Kursen ges i sin helhet på distans med stöd av nätbaserad plattform och digitala verktyg. Det förutsätts att studenten deltar på dessa villkor och har tillgång till dator med nätuppkoppling och kapacitet för de beräkningar som ska genomföras.

Kursens examination

Examination inom delkurs 1 sker genom muntlig och skriftlig presentation av datorövningar under kursens gång.

Examination inom delkurs 2 sker genom muntlig och skriftlig presentation av slutprojektet vid kursens slut.

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

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 stöd fatta beslut om alternativ examinationsform för berörd student.

Prov/moment för denna kurs finns i en bilaga i slutet av dokumentet.

Betyg

Betygsskalan omfattar betygsgraderna Underkänd, Godkänd, Väl godkänd.

För godkänt betyg på hela kursen krävs godkänd muntlig och skriftlig presentation av datorövningar och slutprojektet. Betygsskalan för muntliga och skriftliga presentationer av datorövningar är Underkänd, Godkänd. Betygsskalan för muntlig och skriftlig presentation av slutprojektet är Underkänd, Godkänd, Väl godkänd.

Slutbetyget avgörs genom betyg på projektarbetet.

Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs 120 hp naturvetenskapliga studier vari 75 hp i fysik och 45 hp i matematik ingår, alternativt en kandidatexamen i fysik – i båda fallen inkluderande kunskaper motsvarande FYSB24 Atom- och molekylfysik, 7,5 hp, FYSB22 Grundläggande kvantmekanik, 7,5 hp, och NUMA01 Beräkningsprogrammering med Python, 7,5 hp, samt Engelska 6/B.

Övrigt

Kursen ersätter kursen FYST47 Intensivkurs i beräkningsatomfysik, 7,5 hp och kan inte tillgodoräknas i examen tillsammans med denna kurs.

Kunskaper motsvarande FYSN17 Kvantmekanik, 7,5 hp, rekommenderas men är inte ett krav.

Kursen ges vid Fysiska institutionen, Lunds universitet.

Prov/moment för kursen FYST87, Fysik: Beräkningsatomfysik med
astrofysikaliska tillämpningar

Gäller från V23

- 2301 Datorövningar 1-4 Introduktion, 2,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
Delkurs 1
- 2302 Datorövningar 5-8 Korrelation och relativistiska effekter, 2,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
Delkurs 1
- 2303 Datorövningar 9-12 Kontinuum och tillämpningar, 2,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
Delkurs 1
- 2304 Avslutande projekt, 3,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
Delkurs 2