



LUNDS
UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

FYSB23, Fysik: Grundläggande statistisk fysik och kvantstatistik, 7,5 högskolepoäng

Physics: Basic Statistical Physics and Quantum Statistics, 7.5 credits
Grundnivå / First Cycle

Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2020-07-02 och senast reviderad 2024-10-11 av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd. Den reviderade kursplanen träder i kraft 2024-10-11 och gäller från och med höstterminen 2025.

Allmänna uppgifter

Kursen är en obligatorisk kurs på grundnivå för en naturvetenskaplig kandidatexamen i fysik och en obligatorisk kurs för en naturvetenskaplig masterexamen i beräkningsvetenskap med inriktning fysik.

Undervisningsspråk: Engelska

Huvudområde Fördjupning

Fysik G2F, Grundnivå, har minst 60 hp kurs/er på grundnivå som förkunskapskrav

Kursens mål

Kursens övergripande mål är att studenterna efter avslutad kurs ska ha förvärvat kunskap och färdigheter inom grundläggande statistisk fysik och kvantstatistik. Kursen bygger på kunskapen beskriven i kursplanerna för kurserna: FYSA12, FYSA13, FYSA14, MATA21, MATA22, NUMA01, MATB21, FYSB21, FYSB22 och god kännedom om deras sammantagna innehåll underlättar för studenten att genomföra kursen.

Lärandemål i utbildningsplanen hänvisar till utbildningsplanen för kandidatexamen i fysik vid Lunds universitet, vilket i sin tur motsvarar examensmål för generell examen i högskoleförordningen.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 17, 18 är etappmål mot lärandemål 1 i utbildningsplanen.

2, 4, 6, 7, 13 är etappmål mot lärandemål 2 i utbildningsplanen.

8, 9, 10, 11, 12, 14, 16 är etappmål mot lärandemål 3 i utbildningsplanen.

3, 4, 10, 13, 14, 15 är etappmål mot lärandemål 4 i utbildningsplanen.

11, 12, 14 är etappmål mot lärandemål 5 i utbildningsplanen.

14 är etappmål mot lärandemål 7 i utbildningsplanen.

14, 17, 18, 19, 20 är etappmål mot lärandemål 8 i utbildningsplanen.

Kunskap och förståelse

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

1. beskriva och förklara termodynamikens huvudsatser och deras innebörd.
2. definiera och förklara begreppen jämvikt, entropi och statistisk vikt.
3. beskriva tillvägagångssättet för jämviktstillstånd i termer av fasrumskoncept, reversibilitet och irreversibilitet.
4. beskriva och förklara ekvipartitionsprincipen och beskriva hur kvantmekanik korrigerar förutsägelser om värmekapaciteter.
5. beskriva och förklara ekvationen för icke-ideala gaser (van der Waals-ekvationen).
6. definiera och förklara begreppen fasövergång och ordningsparameter, och ge exempel från medelfältsbehandlingen av ferromagnetism.
7. beskriva och sammanfatta den ultravioletta katastrofen.
8. förklara den negativa värmekapaciteten för självgravitationssystem och dess konsekvenser i stjärnprocesser.
9. beskriva mekanismen bakom trycket i degenererade fermion-gaser och ge tillämpningar inom astronomi.

Färdighet och förmåga

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

10. härleda och använda Boltzmannfaktorn.
11. ställa upp tillståndssumman för enkla system och utifrån tillståndssumman karaktärisera jämviktstillstånd.
12. bestämma ett systems frihetsgrader och ur det beräkna klassiska fysikens förutsägelse för dess värmekapacitet.
13. arbeta med tillståndstätheter och medelbesättningstal för ideala, glesa gaser och ideala fermion- respektive bosongaser.
14. utveckla, tolka och beskriva enkla numeriska experiment med statistisk mekanik.
15. muntligt beskriva ett fenomen som är relevant för kursen eller resultat från laborativa och numeriska projekt på ett populärvetenskapligt sätt.
16. använda felfortplantning och statistisk analys på uppmätta data från laborationer under kursen.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

17. värdera och reflektera över experimentella resultat.
18. utvärdera och reflektera över tillämpning och begränsning för fysiska modeller.
19. demonstrera och förstå betydelsen av statistiska mekanikmetoder i samhället.
20. reflektera utifrån kursmål och egna mål över framsteg vad gäller kunskap och kompetens.

Kursens innehåll

Kursen täcker grundläggande statistisk fysik och statistisk kvantfysik, med fokus på system i jämviktstillstånd. Särskilt behandlas:

- den ideala gaslagen; van der Waals-ekvationen
- tillståndsvariabler, entropi, fri energi
- Boltzmann-faktorn, kanonisk och storkanonisk ensemble
- termodynamikens huvudsatser
- värmekapacitet, ekvipartitionsprincipen, ultraviolet katastrof
- identiska partiklar, degenererade kvantgaser
- medelfältbehandling av den para-ferromagnetiska övergången
- beskrivning, genomförande och tolkning av ett numeriskt experiment i statistisk mekanik: hur / om en kedja av harmoniska oscillatorer närmar sig jämviktstillstånd (problem med Fermi-Pasta-Ulam).
- negativ värmekapacitet för självgravitationssystem
- degenerationsstryck i självgraviterande kompakta föremål

Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar, lektioner, laborativa och numeriska projekt, muntliga övningar och presentationer, beräkningsövningar, skriftliga och numeriska uppgifter. Deltagande i introduktionsmöte, introduktion till projekt, laborativa och numeriska projekt, samt självreflektion över lärande är obligatoriskt.

Kursens examination

Examinationen består av:

- en skriftlig tentamen i slutet av kursen som motsvarar 5,5 hp och examinerar alla lärandemål.
- obligatoriska laborativa och numeriska projekt under kursens gång samt godkända rapporter som motsvarar 2,0 hp och examinerar främst lärandemål 16 och 18.
- projekt inom populärvetenskaplig kommunikation under kursens gång som examinerar främst lärandemål 17.
- obligatoriska skriftliga uppgifter under kursens gång som examinerar alla lärandemål.
- obligatorisk självreflektion i slutet av kursen som examinerar främst lärandemål 20.

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 studentstöd fatta beslut om alternativ examinationsform för berörd student.

Betyg

Betygsskalan omfattar betygsgraderna: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
För godkänt betyg på hela kursen krävs godkända rapporter och godkänd tentamen, samt deltagande i alla obligatoriska moment:

- introduktionsmöte,
- introduktion till projekt,
- laborativa och numeriska projekt,
- självreflektion över lärande.

Beräkning av betyg

- Självreflektion samt laborativa och numeriska projekt ger endast betyg Underkänd och Godkänt och används inte för att beräkna ett slutbetyg.
- Tentamen ger betyg baserat på andelen avklarade poäng. Gränsen för Godkänd är normalt 50% och för Väl Godkänd 80%.
- När alla obligatoriska moment är Godkända eller Väl godkända, bestäms betyg för hela kursen av tentamensbetyget.

Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs grundläggande behörighet, 7,5 hp fysik inkluderande kunskaper motsvarande

- FYSB22 Grundläggande kvantmekanik, 7,5 hp (åtminstone genomgången)

och 45 hp matematik (varav max en oavslutad kurs, men åtminstone genomgången) inkluderande kunskaper motsvarande:

- MATA21 Envariabelanalys, 15 hp
- MATA22 Lineär algebra 1, 7,5 hp
- NUMA01 Beräkningsprogrammering med Python, 7,5 hp,
- MATB21 Flervariabelanalys 1, 7,5 hp och
- MATB22 Lineär algebra 2, 7,5 hp,

samt antingen ytterligare 37,5 hp i fysik (varav max en oavslutad, men åtminstone genomgången kurs, utöver FYSB21), inkluderande kunskaper motsvarande:

- FYSA12 Introduktion till universitetsfysik, med mekanik och ellära, 15 hp
- FYSA13 Introduktion till universitetsfysik, med optik, våglära och kvantfysik, 7,5 hp och
- FYSA14 Introduktion till universitetsfysik, med termodynamik, klimat och experimentell metodik, 7,5 hp,

- FYSB21 Matematiska metoder för svängningar, vågor och diffusion, 7,5 hp (åtminstone genomgången)

eller ytterligare 37,5 hp i matematik (och om alla 45 hp matematik ovan är avklarade kan max en av dessa kurser vara oavslutad, men åtminstone genomgången) inkluderande kunskaper motsvarande:

- MATB23 Flervariabelanalys 2, 7,5 hp och
- MATB24 Lineär analys, 7,5 hp.

Motsvarande förkunskaper, som inhämtats på annat sätt, ger också tillträde till kursen.

Övrigt

Kursen ingår i kandidatprogrammet i fysik, teoretisk fysik, astrofysik, i sjukhusfysikerprogrammet eller i masterprogrammet i beräkningsvetenskap, fysik. Undervisningen utgår från att studenten följer programmet och har tagit till sig kunskaperna i de föregående kurserna, samt läser övriga programkurser parallellt. För den som tillägnat sig motsvarande kunskaper på annat sätt är kursen möjlig att läsa som fristående kurs.

Kursen kan inte tillgodoräknas i examen tillsammans med FYSB12, Grundläggande statistisk fysik och kvantstatistik, eller motsvarande tidigare kurser.

Kursen ges vid Fysiska institutionen, Lunds universitet.