



LUNDS
UNIVERSITET

Humanistiska och teologiska fakulteterna

ÄFYD03, Fysik 3: Grundläggande kvantmekanik, statistisk mekanik och kvantstatistik för lärare, 15 högskolepoäng
Physics 3: Basic Quantum Mechanics, Statistical Mechanics and Quantum Statistics for teachers, 15 credits
Grundnivå / First Cycle

Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2018-10-09 att gälla från och med 2018-10-09, vårterminen 2018.

Allmänna uppgifter

Kursen ingår i ämneslärarutbildningen vid Lunds universitet.

Undervisningsspråk: Engelska

Huvudområde

Fysik

Fördjupning

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 kunskaper och färdigheter inom den grundläggande kvantmekaniken som behövs för fortsatta studier av kvantfysik, samt inom den statistiska fysiken och kvantstatistiken.

Kunskap och förståelse

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

1. beskriva grundläggande egenskaper hos kvantpartiklar samt förklara centrala begrepp som våg-partikeldualitet, vågfunktion och superposition,
2. ställa upp samt kvalitativt motivera Schrödingerekvationen,
3. förklara och ge exempel på hur operatorer i kvantmekaniken används för att representera observerbara fysikaliska storheter,
4. för en mätning på en kvantpartikel formulera uttryck för samt förklara centrala begrepp som sannolikhet, utfall, väntevärde och osäkerhet,
5. härleda den radiella delen av Schrödingerekvationen för en sfärisk symmetrisk potential.

6. redogöra för termodynamikens huvudsatser och förklara deras innebörd,
7. relatera begreppen jämviktstillstånd, entropi och statistisk vikt,
8. beskriva olika processer, speciellt kretsprocesser, och tillämpningar såsom motorer, kylskåp, värmepumpar, etc,
9. redogöra för likafördelningsprincipen och beskriva hur kvantmekaniken korrigerar dess förutsägelser om värmekapaciteter.
10. översiktligt beskriva den ultravioletta katastrofen,
11. redogöra för mekanismen bakom trycket i urartade fermiongaser och ge exempel inom något område av fysiken eller astronomin där detta har betydelse.

Färdighet och förmåga

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

12. lösa Schrödingerekvationen för en oändlig potentialgrop i en dimension samt beskriva huvuddragen i lösningen och dess egenskaper för en ändlig grop,
13. beräkna sannolikheten för, samt beskriva de kvalitativa egenskaperna hos, transmission genom enklare potentialstrukturer i en dimension,
14. härleda grundläggande operatorrelationer samt utföra enklare beräkningar med operatorer,
15. formulera Schrödingerekvationen för den harmoniska oscillatoren i en dimension i termer av stegoperatorer, samt beräkna och beskriva de centrala egenskaperna hos vågfunktioner och egenenergi,
16. använda numeriska metoder för att lösa kvantmekaniska problem.
17. utifrån en sannolikhetsfördelning bestämma olika väntevärden av enskilda statistiska variabler och summan av flera oberoende variabler,
18. härleda och använda Boltzmannfaktorn,
19. ställa upp tillståndssumman för enkla system och utifrån tillståndssumman karakterisera jämviktstillstånd,
20. bestämma ett systems frihetsgrader och ur det beräkna klassiska fysikens förutsägelse för dess värmekapacitet,
21. beräkna verkningsgraden i enklare kretsprocesser och avgöra om en process är reversibel eller ej,
22. arbeta med tillståndstätheter och medelbesättningstal för ideala, glesa gaser och ideala fermion- respektive bosongaser,
23. utföra, tolka och skriftligt beskriva experiment med till exempel vakuumsystem eller kretsprocesser,
24. skriftligt beskriva ett fenomen med anknytning till kursen på ett konceptuellt sätt med målgrupp inom ungdomsskolan,
25. muntligt beskriva ett fenomen med relevans för kursen på ett populärvetenskapligt sätt.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

26. värdera i vilka situationer det krävs ett kvantmekaniskt angreppssätt,
27. värdera experimentella resultat,
28. värdera fysikaliska modellers tillämpbarhet och begränsningar.

Kursens innehåll

Delkurs 1: Grundläggande kvantmekanik, 7,5 hp

Delkurs 1 behandlar:

- våg-partikeldualitet, superposition och vågfunktion
- Schrödingerekvationen
- bundna tillstånd i en dimension
- spridning mot potentialstruktur i en dimension
- operatorer, observabler och operatorrelationer
- mätningar, väntevärden och osäkerhet
- harmonisk oscillator
- sfäriskt symmetriska system

Delkurs 2: Grundläggande statistisk mekanik och statistisk kvantfysik, 7,5 hp med fokus på system i jämvikt utan fasövergångar.

Delkurs 2 behandlar:

- grundläggande statistik av flera, oberoende variabler
- ideala gasers allmänna tillståndslag
- tillståndsvariabler, entropi, fria energin
- Boltzmannfaktorn, kanoniska resp. stora kanoniska ensemblen
- kretsprocesser, termodynamikens huvudsatser
- värmekapaciteter, likafördelningsprincipen, ultravioletta katastrofen
- identiska partiklar, urartade kvantgaser
- diffusion
- tillämpningar inom astronomi, meteorologi eller annan relevant del av fysiken

Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av laborationer, datorövningar, föreläsningar, räkneövningar och inlämningsuppgifter. Deltagande i laborationer, datorövningar och därtill hörande moment är obligatoriskt.

Kursens examination

Kursens examinationen består av:

- obligatoriska inlämningsuppgifter - examinerar samtliga lärandemål utom 25
- obligatoriska datorövningar - examinerar särskilt lärandemål 16
- obligatoriska laborationsrapporter - examinerar speciellt lärandemål 23 och 27
- projekt i populärvetenskaplig kommunikation - examinerar speciellt lärandemål 25
- projekt i konceptuell beskrivning av kvantfysiken - examinerar särskilt lärandemål 24
- en skriftlig eller muntlig tentamen vid kursens slut - examinerar samtliga lärandemål

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 godkända rapporter av obligatoriska moment och godkänd tentamen för varje delkurs. Slutbetyget avgörs genom en sammanvägning av resultaten på de moment som ingår i examinationen i proportion till deras omfattning (se bilaga).

Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs grundläggande behörighet, kunskaper i fysik och fysikdidaktik motsvarande ÄFYD01 Allmän fysik med fysikdidaktik, 30 hp, samt matematikkunskaper motsvarande 37,5 hp, inklusive kurser som motsvarar NUMA01 Beräkningsprogrammering med Python, 7,5 hp och MATB22 Lineär algebra 2, 7,5 hp.

Övrigt

Kursen samläses med kurserna FYSB11 Grundläggande kvantmekanik, 7,5 hp och FYSB12 Grundläggande statistisk fysik och kvantstatistik, 7,5 hp. Kursen kan ej tillgodoräknas i en examen tillsammans med dessa; ej heller tillsammans med FYTA12 Grundläggande teoretisk fysik, 30 hp, FYSB01 Introduktion till kvantmekanik, 7,5 hp, FYSB02 Kvantmekanik och beräkningar, 15 hp eller FYSA21 Naturvetenskapliga tankeverktyg, 30 hp.

Prov/moment för kursen ÄFYD03, Fysik 3: Grundläggande kvantmekanik,
statistisk mekanik och kvantstatistik för lärare

Gäller från V18

- 1801 Grundläggande kvantmekanik - tentamen, 5,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 1802 Grundläggande kvantmekanik - laborationer och projekt, 2,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
- 1803 Grundläggande statistisk mekanik - tentamen, 5,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 1804 Grundläggande statistisk mekanik - laborationer och projekt, 2,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd