



LUNDS  
UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

## FYSB22, Fysik: Grundläggande kvantmekanik, 7,5 högskolepoäng

*Physics: Basic Quantum Mechanics, 7.5 credits*

Grundnivå / First Cycle

---

### Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2020-07-02 och senast reviderad 2024-11-27 av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd. Den reviderade kursplanen träder i kraft 2024-11-27 och gäller från och med höstterminen 2025.

### Allmänna uppgifter

Kursen är en obligatorisk kurs på grundnivå för 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 kunskaper och färdigheter inom den grundläggande kvantmekaniken som behövs för fortsatta studier av kvantfysik. Kursen bygger på kunskapen beskriven i kursplanerna för kurserna: FYSA12, FYSA13, FYSA14, MATA21, MATA22, NUMA01, MATB21 och god kännedom om deras sammantagna innehåll underlättar för studenten att genomföra kursen. Kandidatstudenter förväntas läsa kursen FYSB21 parallellt med denna kurs.

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 – 4 är etappmål mot lärandemål 1 utbildningsplanen.

5 – 9, 11 och 12 är etappmål mot lärandemål 3 i utbildningsplanen.

1 och 10 är etappmål mot lärandemål 4 i utbildningsplanen.

10 och 11 är etappmål mot lärandemål 5 i utbildningsplanen.

13 och 14 är etappmål mot lärandemål 6 i utbildningsplanen.

15 är etappmål mot lärandemål 7 i utbildningsplanen.

15 och 16 är etappmål mot lärandemål 8 i utbildningsplanen.

### **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. formulera, samt kvalitativt motivera Schrödingerekvationen,
3. förklara och ge exempel på hur operatorer i kvantmekaniken används för att representera observerbara fysikaliska storheter,
4. formulera uttryck för en mätning på en kvantpartikel samt förklara centrala begrepp som sannolikhet, utfall, väntevärde och osäkerhet.

### **Färdighet och förmåga**

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

5. lösa Schrödingerekvationen för en oändlig potentialgrop i en dimension samt beskriva huvuddragen i lösningen och dess egenskaper för en ändlig grop,
6. beräkna sannolikheten för, samt beskriva de kvalitativa egenskaperna hos, transmission genom enklare potentialstrukturer i en dimension,
7. härleda grundläggande operatorrelationer samt utföra enklare beräkningar med operatorer,
8. utföra enklare approximativa beräkningar av energier, baserat på störningsräkning och variationsmetoder,
9. formulera Schrödingerekvationen för den harmoniska oscillatorn i en dimension i termer av stegoperatorer, samt beräkna och beskriva de centrala egenskaperna hos vågfunktioner och egenenergi,
10. i en mindre grupp utföra experimentella laborationer inom ämnet samt skriftligt redovisa arbetet i en laborationsrapport,
11. använda numeriska metoder för att lösa kvantmekaniska problem,
12. utifrån en sannolikhetsfördelning bestämma olika väntevärden av enskilda statistiska variabler och summan av flera oberoende variabler.

### **Värderingsförmåga och förhållningssätt**

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

13. bedöma i vilka situationer det krävs ett kvantmekaniskt angreppssätt,
14. värdera betydelsen av statistiska osäkerheter inom kvantmekaniken,
15. förklara och ge exempel på kvantmekanikens roll i samhällsutvecklingen,
16. reflektera utifrån kursmål och egna mål över framsteg vad gäller kunskap och kompetens.

### **Kursens innehåll**

Kursen täcker grundläggande kvantmekanik. Särskilt behandlas:

- 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
- approximativa metoder för beräkning av energier.

## Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar och räkneövningar samt laborativa och numeriska projekt. Deltagande i introduktionsmöte, introduktion till projekt, laborativa och numeriska projekt samt självreflektion är obligatoriskt. Därtill ger frivilliga inlämningsuppgifter möjlighet till bonuspoäng på den skriftliga tentamen.

## Kursens examination

Examinationen består av:

- obligatoriska laborativa och numeriska projekt samt rapporter under kursens gång som motsvarar 2 hp och examinerar främst lärandemål 10 och 11
- en skriftlig tentamen vid kursens slut som motsvarar 5,5 hp och examinerar främst lärandemål 1-9, 11-15.
- obligatorisk självreflektion som främst examinerar lärandemål 16.

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  
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 eller Godkänd och används inte för att beräkna ett slutbetyg.

- Den skriftliga tentamen ger betyg baserat på andelen avklarade poäng. Gränsen för Godkänd är normalt 50% och för Väl Godkänd 80%.
- När alla moment är Godkända eller Väl godkända, bestäms betyg för hela kursen av tentamensbetyget.

## Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs grundläggande behörighet och 30 hp matematik (varav max en oavslutad kurs, men åtminstone genomgången) inkluderande kunskaper motsvarande:

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

och ytterligare 15 hp matematik (åtminstone genomgångna) inkluderande kunskaper motsvarande:

- MATB21 Flervariabelanalys 1, 7,5 hp och
- MATB22 Lineär algebra 2, 7,5 hp,

*samt antingen* 30 hp fysik (varav max en oavslutad kurs, men åtminstone genomgången) inkluderande kunskaper motsvarande:

- FYSA22 Introduktion till universitetsfysik, med mekanik, 7,5 hp
- FYSA23 Introduktion till universitetsfysik, med ellära, 7,5 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,

*eller ytterligare* 30 hp i matematik (varav max en oavslutad kurs, 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 FYSB11 Fysik:  
Grundläggande kvantmekanik, 7,5 hp.

Kursen ges vid Fysiska institutionen, Lunds universitet.