



LUNDS  
UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

## FYST84, Fysik: Supraledning, 7,5 högskolepoäng

*Physics: Superconductivity, 7.5 credits*

Avancerad nivå / Second Cycle

---

### Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2023-12-06. Kursplanen träder i kraft 2023-12-06 och gäller från och med höstterminen 2024.

### 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 mål är att lära ut de fundamentala teoretiska koncepten bakom supraledning. Studenterna ska också lära sig att använda analytiska och numeriska metoder för att undersöka enkla fenomen i supraledare baserat på London-ekvationerna, Ginzburg-Landau-teori and BCS-teori, samt få grundläggande kunskap om olika metoder att experimentellt undersöka egenskaperna hos supraledande material. Kursen ska även ge kunskap om hur supraledare används i några tekniska tillämpningar med speciellt fokus på kvantdatorer och annan kvantteknologi.

### Kunskap och förståelse

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- förklara grunderna bakom fenomenologiska teorier för supraledning (London och Ginzburg-Landau) och hur man kommer fram till de centrala ekvationerna i dessa teorier baserat på termodynamiska argument

- redogöra för de viktigaste stegen i härledningen av den mikroskopiska teorin för supraledning (BCS-teori), för hur dessa ekvationer ger upphov till ett supraledande gap och de fundamentala excitationerna i en supraledare, samt för enkla teorier för transport i system med en supraledare kopplad till en metall
- redogöra för samband mellan ström och fasskillnad i en Josephson-övergång
- förklara hur faskoherens i Josephson-övergångar kan användas för i olika supraledande kvantbitar, speciellt så kallade Cooper pair boxes och transmoner
- översiktligt beskriva hur man experimentellt kan undersöka ett supraledande materials egenskaper, såsom gap och koherenslängd
- redogöra för några mer avancerade koncept, vilka varierar beroende på studenternas val av projekt; exempel inkluderar högtemperatursupraledare, topologiska supraledare, supraledande logiska kretsar och hur man kopplar många supraledande kvantbitar i en kvantdator.

### Färdighet och förmåga

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- tillämpa de olika (fenomenologiska och mikroskopiska) teorierna för supraledning för att kvalitativt, analytiskt och numeriskt beskriva specifika egenskaper och fenomen inom supraledning
- applicera sina kunskaper om grundläggande teorier om supraledning för att förstå supraledande kvantbitar
- demonstrera förmåga att förstå ett mer avancerat tema inom supraledning och att förmedla denna kunskap på ett pedagogiskt sätt till andra studenter.

### Värderingsförmåga och förhållningsätt

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- söka fram vetenskaplig litteratur och identifiera material som är relevant för kursens projekt
- förmedla avancerat vetenskapligt material till de andra studenterna i en föreläsning som håller god pedagogisk nivå.

### Kursens innehåll

Kursen behandlar:

- De grundläggande teoretiska beskrivningarna av den supraledande fasen och dess egenskaper.
- London-ekvationerna, typ I och typ II supraledare.
- Ginzburg-Landau-teori som en mer avancerad version of London-ekvationerna.
- Mikroskopisk teori för supraledare (BCS-teori), supraledande gap, fundamentala excitationer and transport i kretsar med kopplade supraledande (Josephson-övergångar) och med supraledare kopplade till metalliska kontakter.
- Supraledande kretsar, Coulomb-blockad och olika typer av supraledande kvantbitar.

- Ett urval av fördjupningsämnen i form av studentprojekt (varierar utifrån studenternas intresse).

## **Kursens genomförande**

Undervisningen utgörs av föreläsningar och studentledda föreläsningar. Deltagande på de studentledda föreläsningarna är obligatoriskt.

## **Kursens examination**

Kursen examineras via inlämningsuppgifter, studentledda föreläsningar, samt en muntlig tentamen. Det är obligatoriskt att delta på de studentledda föreläsningarna. Godkända inlämningsuppgifter krävs för att få göra den muntliga tentamen, vilken utgår från lösningarna på inlämningsuppgifterna.

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.

## **Betyg**

Betygsskalan omfattar betygsgraderna: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd. För att bli godkänd på hela kursen krävs att samtliga examinationsmoment är godkända. Inlämningsuppgifterna betygsätts enligt betygskala Underkänd, Godkänd. De studentledda föreläsningarna och den muntliga tentamen betygsätts enligt betygskala Underkänd, Godkänd, Väl godkänd. För slutbetyg viktas dessa båda moment med 50 %. Om ett moment ges betyg G och ett moment ges betyg VG, bestäms slutbetyg (G eller VG) genom en helhetsbedömning.

## **Förkunskapskrav**

För tillträde till kursen krävs 75 hp i fysik och 45 hp i matematik, alternativt en kandidatexamen i fysik eller motsvarande – i båda fallen inkluderande kunskaper motsvarande FYSB22 Grundläggande kvantmekanik, 7,5 hp och FYSC23 Fasta tillståndets fysik, 7,5 hp. Dessutom krävs Engelska 6/B samt grundläggande behörighet.

## **Övrigt**

Kursen samläses i sin helhet med FFFN40, Supraledning, 7,5 hp, som är en kurs vid Lunds tekniska högskola, LTH.

Kursens examination schemaläggs i enlighet med LTH:s tentamenschema.

Kursen ges vid fysiska institutionen, Lunds universitet.