



## INSTITUTIONEN FÖR FYSIK

### **FYP330 Fasta tillståndets fysik, 7,5 högskolepoäng**

Solid State Physics, 7.5 higher education credits

*Grundnivå / First Cycle*

---

#### **Fastställande**

Kursplanen är fastställd av Institutionen för fysik 2017-08-08 att gälla från och med 2017-08-08, höstterminen 2017.

*Utbildningsområde:* Naturvetenskapligt 100 %

*Ansvarig institution:* Institutionen för fysik

#### **Inplacering**

Kursen ingår i Fysikprogrammet och ges även som fristående kurs.

Fördjupningskurs inom huvudämnet fysik.

Kursen kan ingå i följande program: 1) Fysik, kandidatprogram (N1FYS)

#### *Huvudområde*

Fysik

#### *Fördjupning*

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

#### **Förkunskapskrav**

För tillträde till kursen krävs genomgångna kurser från årskurs 1 och 2 på Fysikprogrammet, eller att motsvarande kunskaper inhämtats på annat sätt.

#### **Lärandemål**

Efter att ha genomgått kursen Fasta tillståndets fysik förväntas studenten kunna:

#### *Kunskap och förståelse*

- Beskriva matematiskt kristallstrukturer i termer av Bravaisgitter, enhetscell, primitiv cell, kristallplan och Millerindex.

- Redogöra för de mest grundläggande modellerna för kristallbindning; kovalent bindning, jonbindning, metallbindning och vätebindning.
- Beskriva och beräkna hur kristallstrukturer kan bestämmas genom diffraktionundersökningar.
- Redogöra för begreppen Fermisfär, Fermiyta, Fermivågtal, Fermienergi, Fermitemperatur.
- Beskriva effekten av elektromagnetiska fält genom Drude-modellen för den komplexa konduktiviteten. Hur denna är relaterad till DC-konduktivitet, reflektivitet, brytningsindex, samt plasma oscillationer. Kunna ge en enkel förklaring till metallers olika färger.
- Beskriva den grundläggande skillnaden mellan metaller och halvledare/isolatorer med hjälp av kristallers bandstruktur.
- Förklara innebörden av Blochs teorem för elektroner i en periodisk potential, samt begreppet gittervågtal.
- Redogöra för och använda rörelseekvationen för en Bloch-elektron och hur denna är relaterad till begreppet effektiv massa.
- Redogöra för den grundläggande beskrivning av en halvledare, med direkt eller indirekt bandgap, intrinsisk eller dopad. Lednings och valensband, samt beskrivningen av elektroner i valensbandet som hål. Effektiv massa för banden, mobilitetsbegreppet, samt det exponentiella temperaturberoendet hos konduktiviteten.
- Redogöra för hur man beräknar kemisk potential och elektron/hål täthet för en intrinsisk eller dopad halvledare.
- Halleffekten och hur denna är relaterad till typen av laddningsbärare.
- Beskriva hur Fermiytan är relaterad till bandstrukturen, och kvalitativt härleda Fermiytan för en svag periodisk potential.
- Redogöra för elektroners egentillstånd i ett magnetfält i termer av Landaunivåer, samt hur oscillationer i fysikaliska egenskaper kan uppstå som funktion av  $1/B$ .
- Ge en elementär beskrivning av materials magnetiska egenskaper: Diamagnetism och (Curie) paramagnetism i isolatorer, Pauli paramagnetism och Landau diamagnetism i metaller. Ferromagnetism som en effekt av elektron-elektron växelverkan, och medelfältsbeskrivning av denna. Magnoner/spinnvågor som excitationer i ett magnetiskt ordnat tillstånd.
- Ge en elementär beskrivning av en supraledare som ett makroskopiskt kvantmekaniskt tillstånd. Beskriva Meissner-effekten, samt magnetisk fluxkvantisering i en supraledande ring.

#### *Färdigheter och förmåga*

- Beräkna det reciproka gittret till en kristall, strukturfaktorn för olika typer av strukturer, och redogöra för begreppet Brillouin-zoner.

- Beräkna vibrationsmoder i kristaller i den enkla fjäder-boll-modellen, att dessa är kvantiserade (fononer) och hur de bidrar till värmekapacitet och värmeledning.
- Beskriva och räkna på grundläggande aspekter hos den fria elektrongasen som ges av Fermi-Dirac-fördelningen för en partikel i en låda eller med periodiska randvillkor.
- Beräkna tillståndstätheten beroende på energispektrum och dimensionalitet.
- Härleda bandstrukturen i en svag periodisk potential utgående från den tomma gittermodellen, samt med hjälp av tight-binding modellen för enkla gitter.

*Värderingsförmåga och förhållningssätt*

- ha tränat ett kritiskt tänkande.

## **Innehåll**

Kursen består av följande delmoment:

### **1. Fasta tillståndets fysik - 6,0 hp**

Kursen ger en översikt av fasta ämnens fysikaliska egenskaper, de experimentella metoder som utnyttjas för att kartlägga dessa och hur egenskaperna förklaras utgående från teoretiska modeller på en mikroskopisk nivå.

Inledningsvis beskrivs hur atomer är ordnade i rummet i kristallina ämnen och hur ordningen kan bestämmas via diffraktion av infallande strålning (röntgenljus, elektroner, neutroner) eller via direkt avbildande metoder. Vid beskrivningen av diffraktion introduceras det reciproka gittret, som är ett väsentligt begrepp för förståelsen av de flesta av kristallina ämnens egenskaper.

I följande avsnitt behandlas vibrationsvågor och termiska egenskaper som härrör från dessa (värmekapacitet, värmeledningsförmåga). Därefter behandlas defekter i den atomära ordningen och deras betydelse för olika egenskaper.

Kursen fortsätter med att behandla elektroniska egenskaper utgående först från frielektronmodellen (ledningsförmåga, optisk reflektivitet, plasmasvängningar, Landau-nivåer, Hall-spänning) och därefter utgående från en beskrivning av en elektron i en periodisk potential (energigap, rörelse i fält, optiska excitationer, effektiv massa, hål). En viktig tillämpning är på intrinsiska och dopade halvledare.

En översikt av fasta ämnens magnetiska egenskaper ges (diamagnetism, paramagnetism, ferromagnetism, spinnvågor, domäner). Slutligen ges en översiktlig introduktion till supraledning.

### **2. Laborationer - 1,5 hp**

I denna del utförs laborationer som anknyter till den teoretiska beskrivningen av fasta tillståndets fysik.

### **Former för undervisning**

*Tillämpade former för undervisning:*

Obligatoriska moment: laborationer (delkurs 2).

*Undervisningsspråk:* svenska

### **Former för bedömning**

*Examinationsformer:*

Delkurs 1: salstentamen, 6,0 hp

Delkurs 2: laborationsrapport, 1,5 hp

Student har rätt till byte av examinator, om det är praktiskt möjligt, efter att ha underkänts två gånger på samma examination. En sådan begäran ställs till institutionen och skall vara skriftlig.

### **Betyg**

På kursen ges något av betygen Väl godkänd (VG), Godkänd (G) och Underkänd (U).

För betyg G på hela kursen krävs G på samtliga delkurser.

För betyg VG på hela kursen krävs VG på delkurs 1 och G på delkurs 2.

För respektive delkurs gäller:

Delkurs 1: Salstentamen med betyg U, G eller VG.

Delkurs 2: Laborationsrapport med betyg U eller G.

### **Kursvärdering**

I slutet av kursen ges möjlighet att anonymt fylla i en kursvärdering. Resultatet publiceras på kurshemsidan i Göteborgs universitets lärplattform (GUL).

### **Övrigt**

Det finns en äldre version av kursplanen, men denna har ej varit inlagd i Gubas Kursplan.