



Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap  
Fysik

## Kursplan

### Kvant-mångkroppsfysik - från sammanflätning till emergens

**Kurskod:** FYAD15  
**Kursens benämning:** Kvant-mångkroppsfysik - från sammanflätning till emergens  
*Quantum many-body physics - from entanglement to emergence*

**Högskolepoäng:** 7.5

**Utbildningsnivå:** Avancerad nivå

**Successiv fördjupning:** Avancerad nivå, har kurs/er på avancerad nivå som förkunskapskrav (A1F)

**Huvudområde:**  
FYA (Fysik)  
TKA (Teknisk fysik)

#### Beslut om fastställande

Kursplanen är fastställd av Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap 2023-09-04 och gäller från vårterminen 2024 vid Karlstads universitet.

#### Behörighetskrav

Fysik 90 hp, inkluderande Kvantfysik I 7,5hp, Fasta tillståndets fysik 7,5hp och Analytisk mekanik 7,5hp. Matematik 45 hp, inkluderande Linjär algebra 7,5hp, Analys och geometri 7,5hp och Flervariabelanalys 7,5hp. Registrerad på Symmetri - matematiska strukturer och tillämpningar. Motsvarandebedömning kan göras.

Gymnasiets Engelska kurs 6. Motsvarandebedömning kan göras.

#### Lärandemål

Kursen syftar till att de studerande ska tillägna sig såväl grundläggande som fördjupade kunskaper om strukturer och metoder i kvant-mångkroppsfysik.

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- redogöra för kvantfältens emergens och kollektiva egenskaper i problemställningar i kvantmekaniska mångkroppssystem
- använda andrakvantisering, koherenta tillstånd, vägintegraler och Green-funktioner för att lösa problemställningar i mångkroppsfysik
- redogöra för linjär-respons-teori och härleda Drude-formeln för elektrisk ledningsförmåga
- förklara hur Landau-kuasipartiklar och kollektiva moder uppkommer i fermivätskor och argumentera för deras stabilitet eller brist på stabilitet
- redogöra för grundläggande fenomenologi hos supravätskor och supraledare: tillämpa BCS-teorins paradigmer, spontant symmetribrott och Higgs-mekanismen, förklara kärnbegreppen i BKT-fasövergången och kirala parbildning
- förklara grunderna i fraktionalisering och kvant-topologisk ordning; ge översikt av de centrala teoretiska angreppsmetoderna för kvantspinnvätskor

### **Innehåll**

Följande moment ingår:

- Introduktion till problemställningar i kvant-mångkroppsfysik: emergens och kollektiva egenskaper, andrakvantisering, kvantstatistik från andrakvantisering
- Vägintegralformulering av kvant-mångkroppspöblemställningar: enpartikel-kvantmekanik från vägintegralen, tillståndssumman som funktionalintegral, koherent tillstånd och funktionalintegraler
- Linjär-respons-teori: respons-funktioner, klassisk Drude-formel för ledning, beräkningar av elektromagnetisk linjär respons i kvantfysik, f-sum-regeln
- Fermivätske-teori: fermivätskans grundtillstånd, kuasipartiklar och deras stabilitet, kollektiva moder, Landau-dämpning, ickefermivätskor, Green-funktioner och självenergi
- Supravätskor och supraledare: fysiska egenskaper hos supravätskor och supraledare, BCS-teori, spontant symmetribrott och fasstyvhet, virvlar, Higgs-mekanismen i supraledare, boson-virvel-dualitet i två dimensioner, Berezinskii-Kosterlitz-Thouless-övergången, kirala supravätskor och supraledare
- Kvantspinnvätskor och fraktionalisering: kvant-Ising-modellen, kvant-antiferromagnetisk ordning kontra resonansvalensbindnings-tillstånd, emergenta gaugefält och kvantspinnvätskor, Ising-gaugeteori, torisk-kod-modellen, fraktionaliserade exciteringar och strängar, kvantsammanflätning på långa avstånd och topologisk ordning.

### **Kurslitteratur och övriga läromedel**

Se separat dokument.

### **Examination**

Examinationen sker i form av muntliga presentationer samt individuella skriftliga redovisningar, individuella inlämningsuppgifter och individuell muntlig tentamen.

Om studenten har ett beslut från Karlstads universitet om riktat pedagogiskt stöd på grund av dokumenterad funktionsnedsättning har examinator rätt att ge studenten en anpassad examination eller att låta studenten genomföra examinationen på ett alternativt sätt.

**Betyg**

Kursen bedöms enligt betygsskalan Väl godkänd (VG), Godkänd (G) eller Underkänd (U). För studenter på ingenjörsprogram används betygsskalan Med beröm godkänd (5), Icke utan beröm godkänd (4), Godkänd (3) eller Underkänd (U).

**Kvalitetsuppföljning**

Under och efter kursen sker en uppföljning av måluppfyllelse och förutsättningar för lärande i kursen. Dess främsta syfte är att bidra till förbättringar. Studenternas erfarenheter och synpunkter är ett av underlagen för granskningen, och inhämtas i enlighet med gällande regelverk. Studenterna informeras om resultaten och eventuella beslut om åtgärder.

**Kursbevis**

Kursbevis utfärdas på begäran.

**Övrigt**

Gällande regler för utbildning på grundnivå och avancerad nivå vid Karlstads universitet reglerar studenters och anställdas skyldigheter och rättigheter.