



Kursplan

Fakulteten för teknik

Institutionen för fysik och elektroteknik

4FY590 Introduktion till kvantberäkning, 15 högskolepoäng

4FY590 Introduction to Quantum Computing, 15 credits

Huvudområde

Fysik

Ämnesgrupp

Fysik

Nivå

Avancerad nivå

Fördjupning

A1N

Fastställande

Fastställd av Fakulteten för teknik 2022-02-07

Kursplanen gäller från och med höstterminen 2022

Förkunskaper

Grundläggande behörighet för studier på avancerad nivå samt särskild behörighet:

- En kandidatexamen i fysik eller teknisk fysik; eller: en kandidatexamen i kemi, matematik eller datavetenskap med goda kunskaper i grundläggande kvantmekanik eller motsvarande.
- Engelska 6

Mål

Efter avslutad kurs ska studenten:

- kunna de matematiska verktygen och de grundläggande principerna för kvantmekanik (t.ex. kvantsammanflätning) som är väsentliga för att förstå kvantberäkning.
- kunna förklara begreppen qubits och hur man manipulerar qubits tillstånd med kvantportar.
- kunna förklara och jämföra skillnaden mellan klassisk och kvantinformationsbehandling.
- kunna förklara grundstrukturen för kvantalgoritmer baserat på kretsmodellen och beräkna resultatet av grundläggande kvantkretsar.
- kunna förklara vilken kvantfördel som förväntas av de kvantalgoritmer som

behandlas i kursen med avseende på deras klassiska motsvarigheter.

- kunna programmera enkla kvantalgoritmer på en cloud-baserad kvantdator eller en simulator.
- kunna beräkna markers och exciterade tillståndens energier av molekyler med hjälp av en kombination av kvant- och klassisk beräkning.
- känna till enkla insikter om fasta-tillståndet-baserade qubits-enheter, såsom halvledarkvantumspinn-qubits och supraleddande qubits.
- har fått den bakgrund som kan vara användbar för att starta en masteruppsats inom området kvantberäkning.

Innehåll

- Historik och översikt: Klassisk kontra kvantberäkning.
- Linjär algebra för kvantberäkning: Vektorutrymme, linjära operatörer, inre produkt, egenvektorer och egenvärden, singulärt värde sönderdelning
- Kvantmekanik för kvantberäkning: Kvanttillstånd, superposition, tidsutveckling, enhetliga transformationer, kvantmätningar
- Qubits: Single qubit, two qubits, Bell state, kvantintrassling, fysiska och logiska qubits
- Kvantportar och kretsar: Pauli portar, Hadamard -portar, kontrollerade portar, bytportar, Toffoli portar, universella kvantportar, kvantkretsdesign, grundläggande kvantkretsdesign.
- Enkla kvantalgoritmer: kvantparallellism, Deutsch-Jozsa-algoritm, Simons algoritm
- Kvantalgoritmer: kvant Fourier transform, kvantfasestimering, Shors faktoreringsalgoritm, Grovers sökalgoritm.
- Kvantsimulering: Hamiltons representation, variationella algoritmer
- Kvantinformation: Shannon entropi, Von Neumann entropi, kvantteleportation, kvantkryptografi.
- Kvantberäkning för kvantkemi, Hamiltons representation, principer för energiberäkning
- Praktiska realiseringar av qubits: Molekylära qubits, halvledarqubits, fotonqubits, jon-trap qubits, superledande qubits, topologiska qubits.
- Dekoherens och felkorrigering: Densitetsoperatör, mekanism för dekoherens, bit-flip och fas-flip-fel, ingen kloningssats, stabilisatorformalism, ram för felkorrigeringskoder.
- De senaste framstegen i utvecklingen av kvantdatorer.

Undervisningsformer

Undervisningen består av föreläsningar och virtuella labbar. Studenter kan också registrera sig på "distans"- versionen av kursen och följa kursen via internet.

IT -support och teknisk information: E -post och webbanslutning. Live och inspelade föreläsningar finns på kursens hemsida.

Examination

Kursen bedöms med betygen A, B, C, D, E, Fx eller F.

Betyget A utgör det högsta betygssteget, resterande betyg följer i fallande ordning där betyget E utgör det lägsta betygssteget för att vara godkänd. Betyget F innebär att studentens prestationer bedömts som underkända.

1. skriftliga inlämningsuppgifter under kursen (som ger 7,5 hp)

2. ett slutprojekt som ska rapporteras skriftligt och presenteras muntlig under ett föredrag (som ger 7,5 hp).

Förnyad examination ges i enlighet med Lokala regler för kurs och examination på grundnivå och avancerad nivå vid Linnéuniversitetet.

Om universitetet beslutat att en student har rätt till särskilt pedagogiskt stöd på grund av funktionsnedsättning, har examinator rätt att ge ett anpassat prov eller att studenten genomför provet på ett alternativt sätt.

Kursvärdering

Under kursens genomförande eller i nära anslutning till kursen genomförs kursvärdering. Resultat och analys av genomförd kursvärdering ska skyndsamt återkopplas till de studenter som genomfört kursen. Studenter som deltar vid nästa kurstillfälle erhåller återkoppling vid kursstart. Kursvärdering genomförs anonymt.

Övrigt

Betygskriterier för A-F-skalan kommuniceras till studenten via särskilt dokument. Studenten informeras om kursens betygskriterier senast i samband med kursstart.

Kurslitteratur och övriga läromedel

- Quantum Computation and Quantum Information by Michael A. Nielsen & Isaac L. Chuang (10th Anniversary Edition)
- Föreläsninganteckningar distribuerade av instruktörerna.