

FÖRSLAG TILL PROGRAMNÄMND INFÖR ÅR

NÄMND/NÄMNDER:

Förslagsställare (Namn, funktion, Inst/Enhet)

FÖRSLAGET GÄLLER:

a) EXISTERANDE KURS (Ange kurskod och kursnamn)

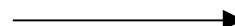
b) NY KURS (Ange kursnamn, årskurs, önskad läsperiod, schemablocksplacering. Bifoga utkast till kursplan.)

c) ÄNDRING I EXISTERANDE PROFIL/INRIKTNING (Ange Program och Profil/Inriktning. Bifoga beskrivning över vad förslaget går ut på.)

d) NY PROFIL/INRIKTNING (Ange Program och Profilnamn. Bifoga utkast till Profilbeskrivning.)

e) ÖVRIGT (Bifoga beskrivning över vad förslaget går ut på.)

PROGRAMNÄMNDENS BESKED:



FÖRSLAGET I DETALJ:

TFYA19 **Kvantdatorer, 4 p / 6 hp**
/Quantum Computers/

För: [MFYS](#) [MSN](#) [Y D](#)

Prel. schemalagd tid: 40

Rek. självstudietid: 120

Utbildningsområde: Naturvetenskap

Ämnesgrupp: Fysik Nivå (A-D):D

Huvudområde: Fysik, Teknisk fysik Nivå (G1,G2,A): A

Mål: [IUAE-matris](#)

Kursen beskriver kvantberäkningar med tonvikt på qubits, kvantlogiska grindar, kvantalgoritmer samt deras implementering. Utgående ifrån de grundläggande definitionerna för beräkningsteori, kommer kursen sedan att behandla applikationer av kvantmekanikens lagar på kvantberäkningar och kvantalgoritmer. Dessutom ingår i kursen vissa områden relaterade till kvantkommunikation.

Kursen är tvärvetenskaplig och kan vara lika användbar för fysiker av olika profiler, data- och elektroteknik studenter.

För att uppnå detta mål ska de studerande kunna

- använda definitionen av qubit, kvantlogiska grindar, kvantkretsar, kvantparallellismen och kvantalgoritmer,
- simulera en kvantkrets för teleportationen av en qubit numeriskt,
- simulera en Feynmann processor numeriskt,
- de grundläggande kraven för realisationen av kvantdatorerna och klassificiera olika typer av kvantdatorer,
- recensera valda vetenskapliga artiklar om kvantdatorer och kvantinformation.

Förkunskaper: (gäller studerande antagna till program som kursen ges inom, se 'För:' ovan)
Modern fysik II eller Fysik

OBS! Tillträdeskrav för icke programstudenter omfattar vanligen också tillträdeskrav för programmet och ev. tröskelkrav för progression inom programmet, eller motsvarande.

Påbyggnadskurser

Nanofysik, Halvledarfysik, Kvantdynamik

Organisation:

Kursen består av föreläsningar samt lösning av hemuppgifter, numeriska projekt, studiebesök i cryptolab.

Kursinnehåll:

Datororganisation och beräkningsteori: binära system, Boolisk algebra, logiska grindar,

kvantlogiska grindar, algoritmer, Turing maskiner och effektiva beräkningssätt.
Kvantmekanik och datorer: från bits till qubits, superposition, mätning, klassiska och kvantmekaniska myntkast, osäkerhetsprincipen.
Kvantalgoritmer: kvantparallellism, diskreta Fouriertransformer, fas värdering, Shors faktorisering- och Grovers sökalgoritmer.
Realisering av kvantdatorer: jonfälla, kvantelektrodynamik (QED) för kaviteter, NMR och solid-state baserade kvantdatorer.
Kvantkryptografi, kvantteleportation, kvantmekaniska felrättande koder.

Kurslitteratur:

I.I. Yakymenko. Lecture Notes on Quantum Computers.

M.A. Nielsen, I.L. Chuang. Quantum computation and quantum information, Cambridge University Press, 2011, 10th ed. (selected chapters), och valda vetenskapliga artiklar.

Examination:

MUN1 Muntlig tentamen, lösning av hemtal, numeriska projekt. (U,3,4,5)

6
hp

Undervisningsspråk är Engelska.

Institution: IFM.

Studierektor: Magnus Johansson

Examinator: Iryna Yakymenko

[Länk till kurshemsida på kursgivande institution](#)

Ansvarig programnämnd: Elektro&Fysik

TFYA19 Quantum Computers, 6 ECTS credits.
/Kvantdatorer/

[For:](#) MFYS MSN Y D

Prel. scheduled hours: 40

Rec. self-study hours: 120

Area of Education: Science

Main field of studies: Physics, Applied Physics

Advancement level (G1, G2, A): A

Aim:

The course represents a comprehensive survey on the concept of quantum computing with an exposition of qubits, quantum logic gates, quantum algorithms and implementation. Starting with the main definitions of the theory of computation, the course mostly deals with the application of the laws of quantum mechanics to quantum computing and quantum algorithms. Some related topics concerned mainly to the problem of quantum communication are also be considered. The course is cross-disciplinary and can be equally useful for physicists of different profiles, computer science and electrical engineering students.

To achieve this aim students should be able to

- know the definition of qubit, quantum logic gates, quantum circuits and quantum algorithms
- understand how quantum parallelism is used in the simplest quantum algorithms such as Deutsch, period finding and quantum Fourier transform
- simulate the Feynman processor numerically
- know the basic requirements for implementation of quantum computers and classify the schemes for implementation of quantum computers
- review the selected original scientific papers about quantum computers and quantum information.

Prerequisites: (valid for students admitted to programmes within which the course is offered)
Modern physics II or Physics

Note: Admission requirements for non-programme students usually also include admission requirements for the programme and threshold requirements for progression within the programme, or corresponding.

Supplementary courses:

Nanophysics, Semiconductor physics, Quantum dynamics

Organisation:

The course contains lectures, solution of home problems, numerical projects, study visit in cryptolab.

Course contents:

Computer organization and theory of computation: binary system, Boolean algebra, logic gates, quantum logic gates, algorithms, Turing machines and effective computability.

Quantum mechanics and computers: from bits to qubits, superposition, measurement, classical and quantum coin-tosses, uncertainty principle.

Quantum algorithms: quantum parallelism, discrete Fourier transform, phase estimation, Shor's factoring and Grover's searching algorithms.

Physical realization of quantum computation: ion trap, cavity QED, nuclear magnetic resonance (NMR) and solid-state-based quantum computers.

Quantum cryptography, quantum teleportation and quantum error correction.

Course literature:

I.I. Yakymenko. Lecture Notes on Quantum Computers.

M.A. Nielsen, I.L. Chuang. Quantum computation and quantum information, Cambridge University Press, 2011, 10th ed. (selected chapters), and selected scientific papers.

Examination:

Oral examination, solutions of home problems, numerical projects	6 ECTS
--	--------

Course language is English.

Department offering the course: IFM.

Director of Studies: Magnus Johansson

Examiner: Iryna Yakymenko

[Link to the course homepage at the department](#)
