

<b>Skjema for å opprette, endre og legge ned emner</b>			
<b>Emnekode:</b> <b>MAT4430</b>	<b>Opprette nytt emne:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Gå til punkt 1.1.	<b>Endre eksisterende:</b> <input type="checkbox"/> Gå til punkt 2.1.	<b>Legge ned eksisterende:</b> <input type="checkbox"/> Gå til punkt 3.1.
<b>1. Opprette nytt emne:</b>			
<b>1.1.</b> Er emnet erstatning for annet emne?	Ja: <input type="checkbox"/>	Nei: <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>1.2.</b> Hvis ja, hvilket emne?			
<b>1.3.</b> Skal emnet klonet? Hvis ja, spesifiser differensiering i aktuelle punkter i skjemaet (punktene 5., 10.-14., 16.-18.)	Ja: <input type="checkbox"/>	Nei: <input checked="" type="checkbox"/>	
Gå videre til punktene 4. – 19.			
<b>2. Endre eksisterende emne:</b>			
<b>2.1.</b> Når skal endringen gjelde fra?	Årstall: <input type="text"/>	Høst: <input type="checkbox"/>	Vår: <input type="checkbox"/>
<b>2.2.</b> Ved navneendring, skal endringen ha tilbakevirkende kraft?	Ja: <input type="checkbox"/>	Nei: <input type="checkbox"/>	
<b>2.3.</b> Er emnet klonet?	Ja: <input type="checkbox"/>	Nei: <input type="checkbox"/>	
Gå videre til punktene 4. – 19. og fyll ut punktene som er relevante for endringen.			
<b>3. Legge ned eksisterende emne:</b>			
<b>3.1.</b> Siste semester for undervisning:	Årstall: <input type="text"/>	Høst: <input type="checkbox"/>	Vår: <input type="checkbox"/>
<b>3.2.</b> Siste semester for eksamen (husk at studentene har rett til å avlegge avsluttende eksamen i 2 år etter at emnet ble undervist for siste gang)	Årstall: <input type="text"/>	Høst: <input type="checkbox"/>	Vår: <input type="checkbox"/>
<b>3.3.</b> Er emnet klonet?	Ja: <input type="checkbox"/>	Nei: <input type="checkbox"/>	
<b>3.4.</b> Skal klonen også legges ned?	Ja: <input type="checkbox"/>	Nei: <input type="checkbox"/>	
<b>3.5.</b> Siste semester for undervisning og eksamen for klonen?			
<b>4. Emnenavn</b> Hva skal emnet hete? Husk at emnenavnet må være på bokmål, nynorsk og engelsk.	Bokmål:  Nynorsk: Engelsk:	Kvanteinformasjonsteori  Quantum information theory	
<b>5. Forslag til emnekode</b> Se retningslinjer	Hovedemne: Eventuell klon:	MAT4430	
<b>6. Studiepoeng</b>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	Hvis annet, spesifiser og argumenter:	
<b>7. Når skal emnet undervises?</b>	Semester:	Høst: <input checked="" type="checkbox"/>	Vår: <input checked="" type="checkbox"/>

	Regelmessig:	Ja: <input type="checkbox"/>	Nei: <input checked="" type="checkbox"/>	
	Første gang:	Årstall: <input type="text"/>	Høst: <input type="text"/>	Vår: <input type="text"/>
	Siste gang: (hvis du vet)	Årstall: <input type="text"/>	Høst: <input type="text"/>	Vår: <input type="text"/>
<b>8. Undervisningsspråk</b>	Norsk:	<input type="checkbox"/>		
	Norsk (engelsk på forespørsel):	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Engelsk:	<input type="checkbox"/>		
	Annet, spesifiser:			
<b>9. Kort om emnet</b> Gi en kort og konkret beskrivelse av det faglige innholdet i emnet: Hva handler dette emnet om? Skriv 2-3 fullstendige setninger.	<p>Kurset gir en innføring i teorien for kvanteinformasjon med et matematisk fundament. Innholdet omfatter en kort introduksjon til kvantemekanikk, en hoveddel bestående primært av elementer fra funksjonalanalyse og operatoralgebra, samt nødvendige begreper fra (kvante)sannsynlighetsteori. Blant temaene som dekkes er: Grunnleggende teori for Hilbertrom og begrensede operatorer på disse inkludert tensorprodukter, tilstander og tetthetsmatriser, superposisjon av tilstander og Fock modeller i kvantemekanikk, komplett positive avbildninger og spesielle representasjoner, kvantekanaler, no-go-teoremer.</p> <p><b>English:</b> The course will give an introduction to the mathematical foundations of quantum information theory. The course will cover basic notions of quantum mechanics, fundamental functional analysis and operator algebra notions underlying QIT, and elements of quantum probability theory. Among topics covered are: Basic theory of Hilbert space and bounded operators on these including tensor products, states and their densities, superposition of states and Fock models in quantum mechanics, completely positive maps and representations of quantum states, quantum channels, no-go theorems.</p>			

**10. Hva lærer du?**

Hva kan studenten etter å ha fullført emnet? Skriv i tråd med Kvalifikasjonsrammeverket. Det bør være maksimalt 4-6 mål, og det kan være kunnskapsmål, ferdigheter og generell kompetanse. Se fakultetets retningslinjer: <http://www.uio.no/for-ansatte/arbeidsstotte/sta/enheter/mn/emner-program/emner/mn-retningslinjer-emner.h>

Hovedemne: Etter å ha fullført emnet:

- Har du et godt kjennskap til bruken av operatører på Hilbertrom og funksjonaler på operatoralgebraer som verktøy til å formalisere begreper fra kvanteinformasjonsteori som for eksempel kvantetilstand, kvantekanal, kapasitet
- Er du vant til å jobbe med tensorprodukter av Hilbertrom og operatører, og er godt kjent med tetthet for tilstander og ikke-kommutative  $L_1$ -normer
- Har du kjennskap til grunnleggende elementer av kvantemekanikk slik som superposisjon av tilstander, Fock-modeller, entanglement, sannsynlighet
- Er du i stand til å jobbe med spesielle representasjoner av kvantekanaler som Choi og Kraus-representasjoner samt Stinespring-dilasjon av komplett positive avbildinger
- Kan du forklare begreper som qubit, measurement, entanglement, kapasitet
- Kan du formulere og begrunne hovedresultatene om ikke-kloning, umulighet av klassisk kommunikasjon, og supertett koding
- Kan du forklare begreper som similaritet og traseavstand mellom tilstander og kanaler, og kan avgjøre egenskaper som fidelitet
- Kjenner du til Holevo-grenser og kvanteentropi

**English:** After completing the course, the students will:

- Have a good knowledge of the use of operators on Hilbert spaces and functionals on operator algebras as tools to formalize quantum information theory concepts such as quantum states, quantum channels, and capacity of channels
- Be familiar with tensor products of Hilbert spaces and operators, and be able to compute with density of states and non-commutative  $L_1$ -norms
- Have knowledge of basic concepts from quantum mechanics such as superposition of states, Fock models, entanglement, and quantum probability
- Acquire ability to compute with special representations of quantum channels such as Choi and Kraus representations as well as Stinespring dilation of completely positive maps
- Be able to explain the notions of qubits, measurement, entanglement, and capacity
- Know about the statements and proofs of main results about no-cloning, no classical communication, and super dense coding
- Be able to explain concepts of similarity and distance between states and channels including notions of fidelity and the trace distance of channels
- Know about Holevo bounds and quantum entropy

	Eventuell klon:	
<p><b>11. Opptak og adgangsregulering</b> Hvis emnet er forbeholdt studenter med opptak på bestemte programmer eller ikke er åpent for enkeltemnestudenter ved ledig kapasitet, må dette komme tydelig frem. Hvis emnet har kapasitetsbegrensning skal det stå i emnebeskrivelsen med tydelig beskrivelse av eventuell rangering. Hvis emnet er klonet må rangeringsreglene gjelde for maks antall studenter på begge emner.</p>		
<p><b>12. Obligatoriske forkunnskaper</b> Er det emner som må være bestått for at studenten skal kunne ta gjeldende emne, og for å bruke emnet i en grad? Husk HMS-emner.</p>	Hovedemne:	
	Eventuell klon:	
<p><b>13. Anbefalte forkunnskaper</b> Bygger emnet på andre emner?</p>	Hovedemne: MAT1120 (Lineær algebra), MAT2400 (Reell analyse), MAT3400/4400 (Lineær analyse med anvendelser). Kjennskap til sannsynlighetsteori er ønskelig.	
	Eventuell klon:	
<p><b>14. Overlapp i studiepoeng mot andre emner?</b> I så fall – hvilke emner og hvor stort i hele studiepoeng er overlappet (kun overlapp på tre studiepoeng eller mer registreres)? Overlapp mot nedlagte emner bør også tas med.</p>	Hovedemne:	
	Eventuell klon:	
<p><b>15. Antall eksamensforsøk</b> Hvilke emner skal dette emnet ses i sammenheng med ved praktisering av regelen om tre eksamensforsøk?  I emnebeskrivelsen i Vortex skrives dette inn i fritekstfeltet i «Trek fra eksamen».</p>		
<p><b>16. Undervisning</b> Undervisningsformene gjenspeiler læringsmålene og vurderingsformen. Hva slags obligatoriske og ikke-obligatoriske aktiviteter består undervisningen av? Antall timer og undervisningsformer (forelesning, lab, gruppe, osv.).</p>	Hovedemne: 4 timer forelesninger/øvelser per uke.	

<p>Hvis emnet har lab./felt, husk fellestekst om forsikring og krav om beståtte HMS-emner før deltagelse på lab./felt.</p> <p>Hvis emnet har obligatoriske oppgaver, hvor lenge er disse gyldige hvis de er godkjente?</p> <p>Det må stå om det er obligatorisk oppmøte på første forelesning eller liknende.</p>	Eventuell klon:		
<p><b>17. Eksamen</b></p> <p>Hvis emnet har flere deleksamener, må det komme fram hvordan de ulike delene teller og om hver del må være bestått. Husk å oppgi dersom det f.eks er oppgaver som må være godkjent før eksamen. Skal det være digital-, hjemme-, skole-, muntlig eksamen?</p>	<p>Hovedemne: Skriftlig 4-timers eksamen. En obligatorisk oppgave.</p> <p>Eventuell klon:</p>		
<p><b>18. Hjelpemidler</b></p>	<p>Nei: <input type="checkbox"/></p>	<p>Ja: <input type="checkbox"/></p> <p>Spesifiser:</p>	
<p><b>19. Eksamensspråk</b></p>	<p>Du kan besvare eksamen på norsk, svensk, dansk eller engelsk. <input type="checkbox"/></p> <p>Dersom emnet undervises på engelsk vil det bare tilbys eksamensoppgavetekst på engelsk.</p> <p>Du kan besvare eksamen på norsk, svensk, dansk eller engelsk. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Eksamensoppgaven blir gitt på engelsk, og du skal besvare eksamenen på engelsk. <input type="checkbox"/></p> <p>Annet, spesifiser:</p>		
<p><b>20. Karakterskala</b></p>	<p>Hovedemne:</p>	<p>Bestått/ikke bestått: <input type="checkbox"/></p>	<p>A – F: <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p><b>21. Adgang til ny og utsatt eksamen</b></p> <p>Utsatt eksamen = for studenter med gyldig fravær.</p> <p>Ny eksamen = for studenter som ikke består eller avbryter eksamen.</p> <p>NB! Alle 1000-emner tilbyr utsatt og ny eksamen.</p>	<p>Eventuell klone: Bestått/ikke bestått: <input type="checkbox"/></p> <p>A – F: <input type="checkbox"/></p> <p>Utsatt og ny eksamen. <input type="checkbox"/></p> <p>Ny og utsatt eksamen, Studenter som trekker seg under eksamen blir ikke tilbudt ny eksamen. <input type="checkbox"/></p> <p>(ny eksamen hvis stryker, men ikke hvis trekker seg)</p> <p>Utsatt, men ikke ny eksamen. Det tilbys ikke ny eksamen til studenter som har trukket seg under ordinær eksamen, eller som ikke har bestått. <input checked="" type="checkbox"/></p>		
<p><b>22. Forslag til pensum</b></p> <p>Til bruk for godkjenning lokalt</p> <p>Pensum skal skrives inn i semestersiden for emnet.</p>	<p>Hovedemne:</p> <p>Eventuell klon:</p>		

Skjema sender du til undervisningsutvalget eller tilsvarende organ ved instituttet ditt for saksbehandling. Har du spørsmål om utfylling av dette skjemaet, ta kontakt med utdanningsleder ved instituttet ditt eller sekretæren for undervisningsutvalget.

**Generelle opplysninger, fylles ut av studieseksjonen i samarbeid med faglærer på instituttet, for saksbehandling på fakultetet:**

23. Opprettingen, endringen, nedleggingen er godkjent i for instituttet rett organ på instituttet (legg gjerne ved lenke til referat fra møte)			
24. Beskriv kort bakgrunn for opprettingen, endringen, nedleggingen?	Nylig fremgang i å bygge kvantedatamaskiner		
25. Hvilke studenter (studieretter)/ programmer er emnet for?	Emnet burde være interessant for master- og PhD-studenter i både matematikk og fysikk.		
26. Er emnet obligatorisk eller anbefalt i et/flere studieprogram?	Ja <input type="checkbox"/>	Nei <input type="checkbox"/>	Hvilke(t)?
27. Hvis emneansvaret er delt mellom flere institutter, er det inngått nødvendige avtaler med hensyn på ressurser? Spesifiser gjerne.	Ja <input type="checkbox"/>	Nei <input type="checkbox"/>	Spesifiser:
28. Er alle involverte programmer/ institutter informert? Hvis ja, hvordan?	Ja <input type="checkbox"/>	Nei <input type="checkbox"/>	Hvordan?
29. Hvordan blir studenter informert/ ivaretatt?			
30. Får opprettingen, endringen, nedleggingen andre konsekvenser? Hvis ja, hvilke?	Ja <input type="checkbox"/>	Nei <input type="checkbox"/>	Hvilke(t)?