

# 교과목 개요

## 석·박사과정

QU501 양자역학 입문 (Introductory Quantum Mechanics ) 3:0:3

양자정보/양자기술에 대한 심화학습을 하기 위한 기초적인 양자역학 개념을 다루는 교과목으로 힐버트 (벡터) 공간에서의 중첩과 얽힘, 밀도행렬, two level systems, 양자조화진동자, 수소원자, 제2 양자화(2nd quantization) 등과 같은 양자역학적 개념을 다룬다. (선수과목 : MAS109 선형대수학 (개론))

QU511 양자역학 (Quantum Computing) 3:0:3

다양한 아키텍처에서 구현되는 양자컴퓨팅 시스템 전반에 관한 기반이론과 핵심기술을 이해한다. 중성 원자, 이온덫, 초전도 큐비트, 등 다양한 아키텍처의 특성을 이해하고, 큐비트 제어를 위한 기본이론과 마이크로웨이브 기반 측정 하드웨어/소프트웨어를 이해하고 학습한다. (선수과목 : 양자대학원 기초과목)

QU512 양자 소프트웨어 (Quantum Software) 3:0:3

양자정보처리에서 S/W개발과 H/W인터페이스를 위한 S/W개발을 위한 기본 지식과 적용 사례를 다루고 양자정보의 기초 지식과 응용을 연계하는 것을 목표로 한다. 양자 회로와 얽힘, 양자 잡음 간의 관계를 살펴보고 유용한 양자정보 소프트웨어 사례를 살펴본다. (선수과목 : EE480 양자정보 및 양자 컴퓨팅 기초)

QU513 양자통신 및 네트워크 (Quantum Communications and Networks) 3:0:3

양자 통신 내 몇 개의 핵심 응용 분야를 집중적으로 탐구함으로써 양자 통신의 기초 원리를 배운다. 학기 말에는 최신 중요 연구 성과를 조사 발표하는 개별 프로젝트를 수행한다. (선수과목 : PH475 양자 정보 I, PH624 양자광학)

QU514 양자 계측 및 센싱 (Quantum Metrology and Sensing) 3:0:3

양자 시스템은 외부 자기장, 전기장 온도 등의 작은 신호를 계측 및 센싱할 수 있다. 본 교과목에서는 양자 시스템을 이용하여 외부 신호를 측정하기 위해 필요한 기본 양자 원리를 학습하며, 양자 시스템의 제어 및 측정 원리를 학습한다.

QU811 중성원자 양자시뮬레이터 개발 (Neutral Atom Quantum Simulator Development) 0:9:3

중성원자 양자시뮬레이터 개발에서는 양자 시뮬레이션의 개념, 레이저를 이용하는 원자 냉각 및 포획 기술, 얽힌 원자의 동역학, 양자 다체계 동역학의 수치 에뮬레이션, 그리고 리드버그 원자 양자 시뮬레이터 실습을 공부합니다. (선수과목 : 원자물리 또는 PH402 레이저광학)

QU812 초전도 큐비트 측정 및 제어 (Measurement of Superconducting Qubits) 0:9:3

초전도 큐비트 기반 양자컴퓨팅 측정 및 제어에 관한 핵심 기술을 이해하고 실습한다. 초전도 큐비트 제어를 위한 기본이론과 마이크로웨이브 기반 측정 하드웨어 소프트웨어를 이해하고 학습한다. (선수과목 : 양자대학원 기초과목)

QU813 초전도 양자소자 (Applications of Superconductor Based Quantum Devices) 0:9:3

초전도 양자소자의 설계 및 구현 전반에 관한 기술 이해하고 실습하기 위한 제어 시스템을 연구 개발한다. 초전도 기본이론과 초전도 소자 설계 및 제작에 필요한 핵심요소를 이해하고 제작에 필요한 하드웨어/소프트웨어를 학습한다.

(선수과목 : 양자대학원 기초과목)

QU814 양자 알고리즘 및 소프트웨어 개발 (Quantum Algorithms and Quantum Software) 0:9:3

양자 회로, 양자 알고리즘, 양자 검증, 양자 통신 분야에서 연구 주제에 해당하는 세부 지식을 다루고 이해하는 것을 목표로 한다. 양자 회로 및 컴퓨팅에서 변환 기술, 얽힘을 활용한 양자 검증, 비국소성을 활용한 네트워크 프로토콜을 이해한다.

(선수과목 : EE547 양자정보처리개론, QU512 양자 소프트웨어)

QU815 양자기계학습 및 양자신경망 실험 (Quantum Machine Learning and Quantum Neural Network Lab) 0:9:3  
양자컴퓨터를 이용하여 인공지능 시스템을 구현하는 양자소프트웨어에 관하여 기초를 이해하고 코딩을 실습한다. 양자기계학습과 양자신경망에 관한 이론과 모델을 학습하고 이에 관하여 qiskit 과 pennylane을 기반으로 코딩 실습을 통하여 주요 양자시 구현 방법론을 배운다. (선수과목 : QU511 양자컴퓨팅 )

QU816 양자 오류 정정 및 잡음 복원 (Quantum Error and Noise Correction) 0:9:3  
양자정보처리 기술을 현실에서 구현하려면 오류 및 잡음 문제를 해결하는 것이 반드시 필요하다. 이에 따라, 본 강의는 양자컴퓨팅 및 양자통신에서 발생하는 양자 오류들의 정정 방법을 소개하고 손상된 양자얽힘 상태를 복구하는 이론을 전달한다. 더 나아가 양자기술에 대한 현실감각을 갖추기 위해 실험 실습과정을 통해 걸어굿남에 의해 약해진 양자얽힘 상태의 복구 기술을 직접 구현한다.  
(선수과목 : PH475 양자정보, PH476 양자정보II)

QU817 양자 계측 및 센싱 기술 개발 (Applications of Quantum Metrology and Sensing) 0:9:3  
양자 계측 및 센싱 기술을 이해하고 실습하기 위한 제어 시스템을 연구 개발한다. 양자 시스템을 제어 및 측정 위해 필요한 시공간 복잡도를 이해하고, 이를 제어하기 위한 하드웨어/소프트웨어를 연구 개발한다. (선수과목 : QU514 양자계측 및 센싱)

QU818 양자 광집적 소자 개발 (Quantum Integrated Nanophotonics) 0:9:3  
집적나노광학 플랫폼에서의 양자광학 연구를 탐구하고, 이를 위한 기초 지식을 배운다. 학생들은 양자광학 응용에 중점을 둔 광학 도파로, 공진기, 커플러, 변조기 등과 같은 최신 집적나노광학 소자를 탐구한다. 이러한 과정을 통해 현재 양자 광집적 기술의 한계 및 중요 쟁점을 파악하고, 더 나아가 차세대 양자 광집적 소자 개발을 목표로 한다. (선수과목 : EE204/EE341 Electromagnetics I&2, PH301/PH302 Quantum Mechanics 1&2)

QU819 나노광학 하이브리드 양자 시스템의 이해 및 실습 (Fundamentals on Nanophotonic Hybrid Quantum System) 0:9:3  
양자정보를 생성, 처리, 전송하기 위한 다양한 플랫폼은 각기 고유한 장점을 가지고 있어, 미래 양자정보 시스템은 이러한 개별 플랫폼을 통합하여 구성될 것으로 예상된다. 본 강의는 양자정보 변환을 통해 다양한 플랫폼을 결합할 수 있는 나노광학 하이브리드 시스템을 소개한다. 최신 연구를 중심으로 나노광학 하이브리드 시스템의 원리, 설계, 그리고 공정기법을 살펴보고, 가장 기본이 되는 단위소자들을 공정하여 그 특성을 직접 측정한다. (선수과목 : PH721 비선형광학, PH624 양자광학)

QU820 양자물질 기반 소자 개발 (Development of Quantum Material-based Devices) 0:9:3  
다체이론 개념을 배우고, 초전도성, 자성, 강유전성 및 결함 특성 측면에서 양자물질을 이해하는 데 관심이 있는 학생들을 위해 고안되었습니다. 학생들은 양자물질 기반 소자 응용을 위한 원자-스케일 정확도의 에피박막 합성, 소자 제작 및 특성 평가 방법을 경험합니다.

PH475 양자 정보 I (Quantum Information I) 3:0:3  
양자 컴퓨터 및 양자 통신으로 대표되는 양자 기술의 현실화가 다가오고 있다. 본 강의에서는 양자 기술의 기본 지식인 양자 결맞음, 양자 얽힘, 양자 측정, 양자 소자, 양자 통신, 양자 컴퓨터의 기본 원리와 최신 연구 동향을 전달하여, 다가오는 양자 기술 시대를 대비한다. 양자정보 분야의 전반적인 지식을 다루기 위해서, 2학기에 걸친 강의로 설계되었다.

PH476 양자 정보 II (Quantum Information II) 3:0:3  
양자 컴퓨터 및 양자 통신으로 대표되는 양자 기술의 현실화가 다가오고 있다. 본 강의에서는 양자 기술의 기본 지식인 양자 결맞음, 양자 얽힘, 양자 측정, 양자 소자, 양자 통신, 양자 컴퓨터의 기본 원리와 최신 연구 동향을 전달하여, 다가오는 양자 기술 시대를 대비한다. 양자정보 분야의 전반적인 지식을 다루기 위해서, 2학기에 걸친 강의로 설계되었다.

PH503 양자역학 I (Quantum Mechanics I) 3:0:3  
힐베르트 공간, 상태, 측정, 연산자, 대칭성, 운동방정식과 같은 양자역학의 기본 체계를 배우고 각운동량을 공부하여 군론을 이해한다. 이와 함께 정상 상태에 관한 섭동이론, 원자. 분자. 고체에서의 응용을 다룬다. (선수과목 : PH301, PH302)

PH504 양자역학 II (Quantum Mechanics II) 3:0:3

시간에 관계되는 섭동이론, 다체문제를 풀기위한 이차 양자화 및 장론 (다체간의 대칭, Fock 공간, 파인만 도형), 산란이론 (그린함수), 상대론적 양자역학 (Dirac 방정식)을 배운다. (선수과목 : PH312 통계물리학, PH503 양자역학I)

PH624 양자광학 (Quantum Optics) 3:0:3

레이저 공명기에 관한 Scalar 이론과 레이저 동력학에 관한 비선형 미분방정식을 유도하고, Q-Switching, Mode-Locking, 레이저 증폭기에 관한 이론을 강의한다. 레이저 광속을 변조시키는데 이용되는 각종 전기광학적 장치와 공명파장을 선택하는 데 이용되는 각종 광학부품의 조작 원리를 설명하고, 나아가서 여러 분야의 레이저 응용을 강의한다. 또한, 양자광학의 기초에 대한 내용도 포함한다.

PH611 고체물리학특론 I (Advanced Solid State Physics I) 3:0:3

고체의 대칭성, 브릴루앵 (Brillouin) 영역, Brillouin 법칙에 대한 기본지식을 소개하고, 결정대칭성, X-선 회절, 고체의 열적 특성 및 포논(phonon), 전자의 에너지 밴드이론, 전자의 유효질량, 전자의 운동, 전자계의 다체이론 및 유전상수 matrix에 대한 고등이론을 소개하며 관련 실험과 연관하여 고체의 기본원리를 이해시킨다.

PH613 반도체 물리학 (Semiconductor Physics) 3:0:3

에너지 밴드이론, 반도체 물질의 구조 및 기본성질, 전자전송 및 확산, 광학 및 전기적 성질, 도핑 및 불순물 효과, 각종 반도체 결함의 특성 및 구조, 저차원계의 물리현상, p-n 접합 및 트랜지스터의 성질, 반도체 device에 대한 원리를 소개하고 각종 반도체 물질의 물리적 성질을 이해하는데 중점을 둔다.

PH711 자성체 물리학 (Physics of Magnetism) 3:0:3

본 강좌에서는 자성체의 물리적 현상을 다루고자 하는데, 자성의 근원, 자구, 자기이방성 등의 자성체의 기본적 물리 현상을 중점적으로 강의하며, 아울러 GMR, TMA, Spin Torque 등의 응용 가능성이 있는 새로운 자기 현상들도 다룬다.

PH713 초전도체 물리학 (Physics of Superconductivity) 3:0:3

초전도 현상에 대한 이론과 응용에 대한 강의이다. 초전도 이론은 Ginzberg-Landau이론, BCS이론, 조셉슨 터널현상, 그리고 vortex 운동에 대해 강의한다. 초전도 응용은 초전도체를 이용한 electronic device 와 superconducting machine의 원리 및 제작상의 문제 등을 포함한다. 고온 초전도체에 대한 강의는 최근의 이론적 이해와 실용적 기술 전반에 대한 현황을 주요 내용으로 한다.

EE547 양자정보처리개론 (Physics of Superconductivity) 3:0:3

양자정보처리는 양자역학적 원리에 기반하여 전산 및 통신을 수행하며 기존 전자기학 기반의 정보처리 대비 속도 향상을 갖는 컴퓨팅 및 높은 보안성을 갖는 암호통신을 가능하게 한다. 본 교과목은 대학원 수준에서 양자정보처리를 소개한다. 양자정보처리의 기본 원리, 계산 알고리즘, 양자통신 등의 주제를 다룬다. (선수과목 : MAS109 선형대수학개론)

EE661 고체물리 (Solid State Physics) 3:0:3

정보통신 소자에서 사용하는 도체, 반도체, 유전체, 열전체, 그리고 자성체 등의 고체물리를 기초적인 이론과 그 응용 가능성을 함께 강의한다. 양자우물, 양자선, 양자점과 같은 나노구조에서 발생하는 새로운 물리적, 전기적, 및 광학적 특성들을 강의하고 이를 이용한 소자들에 대해 다룬다.

QU960 논문연구(석사) (M.S. Thesis)

QU965 개별연구(석사) (Independent Study in M.S.)

QU980 논문연구(박사) (Ph.D. Thesis)

QU966 세미나(석사) (M.S. Seminar) 1:0:1

QU986 세미나(박사) (Ph.D. Seminar) 1:0:1