

일반대학원 물리학과 교육과정시행세칙

시행 : 2023.09.01

제1조(목적) ① 이 시행세칙은 상기 대학원 학과의 학위 취득을 위한 세부요건을 정함을 목적으로 한다.
② 학위를 취득하고자 하는 자는 학위취득에 관하여 대학원학칙, 대학원학칙시행세칙, 대학원내규에서 정한 사항 및 본 시행세칙에서 정한 사항을 모두 충족하여야 한다.

제2조(교육목표) ① 학과 교육목표는 다음과 같다.
1. 자연현상의 원리를 이해하고 설명하는데 필요한 전문 지식 습득.
2. 전공에 대한 전문적 지식을 기반으로 물리 분야의 국제적이고 창의적인 인력 양성.
3. 자연과학과 인류의 삶 전반에 걸쳐 기여할 수 있는 전문인 양성.
4. 물리학 기반 연구와 교육을 통한 산학협동연구 역량 강화.

제3조(진로취업분야) ① 학과의 진로취업분야는 다음과 같다.
1. 국책연구소
2. 국내외 기업
3. 국내외 고등교육 기관
4. 물리 기반 응용 분야 창업

제4조(교육과정기본구조) ① 최소 학점 이수요건인 학과 교육과정기본구조는 다음과 같다.

[표1] 교육과정기본구조표

과정	전공필수	전공선택	공통과목	수료학점	비고
석사	—	24 학점	—	24학점	
박사	—	36 학점	—	36학점	
석박통합	—	60 학점	—	60학점	

② 물리학과와 의 교과목은 모두 전공선택으로 개설한다.
③ 물리학과 (물리학전공, 양자정보과학전공) 전공선택 과목은 다음과 같다.

[표2-1] 물리학과 물리전공 및 양자정보과학 전공선택 과목

과정	이수구분		과목명	과목수
석사 · 박사	전공 선택	물리	고전전자기학1(3), 양자역학1(3), 통계역학1(3), 고전역학(3), 고체물리학1(3), 양자장론1(3), 고급통계물리학(3), 양자정보(3), 첨단데이터컴퓨팅물리학(3), 고전전자기학2(3), 일반상대론(3), 끈이론 I (3), 끈이론II(3), 통계역학2(3), 통계열역학특론(3), 전자구조계산방법론(3), 전자구조계산방법론(3), 고체물리특론1(3), 고체물리특론2(3), 고체물리특론3(3), 고체물리특론4(3), 자성체물리학 I (3), 응용물리특론1(3), 응용물리특론2(3), 타워편광해석법(3), 타원해석법응용(3), 전자물리학1(3), 전자물리학2(3), 나노물성학2(3), 반도체물리학(3), 입자물리특론1(3), 입자물리특론2(3)	32
		양자정보과학	양자정보과학1, 양자정보과학2, 양자컴퓨터 및 시뮬레이션1, 양자컴퓨터 및 시뮬레이션2, 양자 센싱 및 측정 1, 양자 센싱 및 측정 2, 양자 통신 및 암호1, 양자 통신 및 암호2, 양자정보실험1, 양자정보실험2, 고급양자알고리즘, 고급양자정보이론, 양자정보연구과제설계1, 양자정보연구과제설계2, 양자정보연구인턴, 논문지도1, 논문지도2	17

제5조(교과과정) ① 물리학과 교과과정은 다음과 같다.

1. 교과과정 : <별표1. 교육과정 편성표> 참조
2. 교과목개요 : <별표2. 교과목 개요> 참조

제6조(선수과목) ① 다음에 해당하는 자는 아래와 같이 선수과목을 이수하여야 한다.

1. 대상자 : 전공명 상이 또는 특수대학원 졸업자
2. 선수과목 이수학점 : 석사과정 _9_학점, 박사과정 _12_학점
3. 선수과목 목록 : <별표3. 선수과목 목록표> 참조

제7조(타학과 및 타대학원 과목 인정) 본 대학원 소속 타학과 과목이수를 희망하는 경우, 수강신청기간에 지도 교수와 학과장의 승인을 얻어 신청서를 제출한 학생에 한하여 최대 18학점까지 전공선택학점으로 인정받을 수 있다. 단, KHU/Ecole Polytechnique 복수학위과정생의 경우 예외로, 정보디스플레이학과에서 취득한 학점에 대해 수료 및 졸업에 필요한 학점으로 모두 인정받을 수 있다. 또한 양자정보과학전공 학생에 한하여 학점교류 협약을 맺은 타 대학원에서 취득한 학점들은 수료 및 졸업에 필요한 학점으로 인정받을 수 있다.

제8조(전공과목의 이수) ① 물리학과의 교과목은 전공선택으로 전공시험 공통과목, 전공시험 세부전공, 일반공통으로 구분하여 개설되며 편성과목은 다음과 같다.

과정	이수구분		과목명	과목수
석사 · 박사	전공 선택	전공시험 공통과목	고전전자기학1(3), 양자역학1(3), 통계역학1(3), 고전역학(3)	4
		전공시험 세부전공	물리학 - 고체물리학1(3), 양자장론1(3), 고급통계물리학(3) 양자정보과학 - 양자정보과학1(3), 양자정보과학2 (3)	4
		일반공통	양자정보(3), 첨단데이터컴퓨팅물리학(3), 고전전자기학2(3), 일반상대론(3), 끈이론 I (3), 끈이론II(3), 통계역학2(3), 통계열역학특론(3), 전자구조계산방법론(3), 전자구조계산방법론(3), 고체물리특론1(3), 고체물리특론2(3), 고체물리특론3(3), 고체물리특론4(3), 자성체물리학 I (3), 응용물리특론1(3), 응용물리특론2(3), 타워편광해석법(3), 타원해석법응용(3), 전자물리학1(3), 전자물리학2(3), 나노물성학2(3), 반도체물리학(3), 입자물리특론1(3), 입자물리특론2(3), 양자컴퓨터 및 시뮬레이션1, 양자컴퓨터 및 시뮬레이션2, 양자 센싱 및 측정 1, 양자 센싱 및 측정 2, 양자 통신 및 암호1, 양자 통신 및 암호2, 양자정보실험1, 양자정보실험2, 고급양자알고리즘, 고급양자정보이론, 양자정보연구과제설계1, 양자정보연구과제설계2, 양자정보연구인턴, 논문지도1, 논문지도2	40

- ② 물리학과의 학위를 취득하고자 하는 학생은 최소 수료학점 이상을 이수하여야 한다.
- ③ 물리학과 양자정보과학전공 학위를 취득하고자 하는 학생은 제 4조 ③항의 [표2]를 참고하여 본 학과에서 개설한 강좌를 다음 각 호와 같이 이수하여야 한다.
 1. 석사과정 : 양자정보과학 분야에서 2개 과목 이상을 수강하여야 한다.
 2. 박사과정 및 석박사통합과정 : 양자정보과학 분야에서 5개 과목 이상을 수강하여야 한다. 단, 석사학위과정에서 이수한 과목은 지도교수와 학과장의 승인을 받으면 2 과목까지 수강을 인정(단, 수료 및 졸업학점에 포함되지 않음)받을 수 있으며, 지도교수와 학과장의 승인을 받아 국내외 타대학교 대학원에서 학점교류로 이수한 양자정보과학 관련 과목에 대해서 양자정보과학 분야 과목을 수강한 것으로 인정받을 수 있다.

제9조(입학전 이수학점 및 타대학원 취득학점 인정) 입학 전 동등학위과정에서 이수한 학점인정 및 국내외 타대학교 대학원에서 이수한 학점 인정 등은 경희대학교 대학원 학칙에 따른다.

제10조(공통과목 이수) 대학원에서 전체대학원생을 대상으로 "공통과목"을 개설하는 경우 지도교수및 학과장의 승인을 거쳐 수료(졸업)학점으로 인정할 수 있다.

제11조(학위자격시험) ① 학위자격시험은 학위자격시험(공개발표)와 학위자격시험 1~5으로 구성한다.

② 석사과정은 공개발표와 학위자격시험1~4를 통과하여야 한다.

③ 박사과정은 공개발표와 학위자격시험1~5를 통과하여야 한다. 단, 박사과정 학생 중 본교 대학원 물리학과에서 석사 학위를 취득한 경우, 석사과정에서 통과한 전공시험 과목들은 동일한 과목의 박사과정 전공시험을 통과한 것으로 인정한다

④ 학위자격시험 1,2,3은 전공시험 공통과목 4과목 중 3과목으로 해당 대학원생이 결정한다.

학위자격시험 4는 전공시험 세부전공 (물리학 3과목, 양자정보과학 2과목) 중 1과목으로 해당 대학원생이 지도교수와 협의하여 결정한다.

학위자격시험 5는 일반공통 과목 중 1과목으로 해당 대학원생이 지도교수와 협의하여 결정한다.

⑤ 각 과목은 80/100점 이상을 획득함으로 합격한다.

[부칙1]

제1조(시행일) 본 세칙은 2014년 3월 1일부터 시행한다.

[부칙2]

제1조(시행일) 본 세칙은 2016년 3월 1일부터 시행한다. (제7조 본 대학원 소속 타학과 과목이수 변경, 제8조 공통과목 이수 삭제, 별표1 수정, 별표2 일부과목 영문명 및 개요 수정)

제2조(경과조치) 본 세칙 시행일 이전에 입학한 학생은 구 해당학과의 교육과정을 따르되 필요한 경우 새로운 교육과정을 적용 받을 수 있다.

[부칙3]

제1조(시행일) 본 세칙은 2017년 3월 1일부터 시행한다. (제7조 본 대학원 소속 타학과 과목 이수 내용 변경)

제2조(경과조치) 본 세칙 시행일 이전에 입학한 학생은 구 해당학과의 교육과정을 따르되 필요한 경우 새로운 교육과정을 적용 받을 수 있다.

[부칙4]

제1조(시행일) 본 세칙은 2018년 3월 1일부터 시행한다.

제2조(경과조치) 본 세칙 시행일 이전에 입학한 학생은 구 해당학과의 교육과정을 따르되 필요한 경우 새로운 교육과정을 적용 받을 수 있다.

[부칙5]

제1조(시행일) 본 세칙은 2021년 3월 1일부터 시행되며 2020학년도 신입생부터 적용한다.

제2조(경과조치) 2020학년도 이전에 입학한 학생은 구 해당학과의 교육과정을 따르되 필요한 경우 새로운 교육과정을 적용 받을 수 있다.

[부칙6]

제1조(시행일) 본 세칙은 2022년 3월 1일부터 시행한다.

[부칙7]

제1조(시행일) 본 세칙은 2023년 9월 1일부터 시행한다.

제2조(경과조치) 본 시행세칙 시행일 이전에 입학한 학생은 구 해당학과의 교육과정을 따르되 필요한 경우 학과 회의를 거쳐 학과장 승인하에 새로운 교육과정을 적용 받을 수 있다.

<별표1> 교육과정 편성표

번호	이수 구분	학수 코드	과목명	학점	세부 전공	수강대상		수업유형				개설학기				비고
						석 사	박 사	이 론	실 습	실 기	설 계	짝수년		홀수년		
												1학기	2학기	1학기	2학기	
1	전공 선택	PHYS7 001	고전전자기학1	3	공통	○	○	○				○		○		전공시험 공통과목
2	전공 선택	PHYS7 008	고전역학	3	공통	○	○	○					○		○	전공시험 공통과목
3	전공 선택	PHYS7 014	양자역학1	3	공통	○	○	○					○		○	전공시험 공통과목
4	전공 선택	PHYS7 020	통계역학1	3	공통	○	○	○				○		○		전공시험 공통과목
5	전공 선택	PHYS7 012	고체물리학1	3	공통	○	○	○				○		○		전공시험 세부전공
6	전공 선택	PHYS7 031	양자장론1	3	공통	○	○	○				○		○		전공시험 세부전공
7	전공 선택	PHYS7 037	고급통계물리학	3	공통	○	○	○					○	○		전공시험 세부전공
8	전공 선택	PHYS7 110	양자정보	3	공통	○	○	○							○	
9	전공 선택	PHYS7 111	첨단데이터컴퓨팅물리학	3	공통	○	○	○					○			
10	전공 선택	PHYS7 001	고전전자기학2	3	공통	○	○	○						○		
11	전공 선택	PHYS7 018	일반상대론	3	공통	○	○	○					○			
12	전공 선택	PHYS7 068	끈이론 I	3	공통	○	○	○						○		
13	전공 선택	PHYS7 069	끈이론 II	3	공통	○	○	○							○	
14	전공 선택	PHYS7 072	통계역학2	3	공통	○	○	○							○	
15	전공 선택	PHYS7 030	통계열역학특론	3	공통	○	○	○				○				
16	전공 선택	PHYS7 033	전자구조계산방법론1	3	공통	○	○	○							○	
17	전공 선택	PHYS7 028	전자구조계산방법론2	3	공통	○	○	○					○			
18	전공 선택	PHYS7 046	고체물리특론1	3	공통	○	○	○				○				
19	전공 선택	PHYS7 049	고체물리특론2	3	공통	○	○	○					○			
20	전공 선택	PHYS7 047	고체물리특론3	3	공통	○	○	○						○		

번호	이수 구분	학수 코드	과목명	학점	세부 전공	수강대상		수업유형				개설학기				비고
						석 사	박 사	이 론	실 습	실 기	설 계	짝수년		홀수년		
												1학기	2학기	1학기	2학기	
21	전공 선택	PHYS7 050	고체물리특론4	3	공통	○	○	○							○	
22	전공 선택	PHYS7 042	자성체물리학 I	3	공통	○	○	○					○			
23	전공 선택	PHYS7 032	응용물리특론1	3	공통	○	○	○				○				
24	전공 선택	PHYS7 015	응용물리특론2	3	공통	○	○	○					○			
25	전공 선택	PHYS7 038	타원편광해석법	3	공통	○	○	○						○		
26	전공 선택	PHYS7 044	타원해석법응용	3	공통	○	○	○							○	
27	전공 선택	PHYS7 087	전자물리학1	3	공통	○	○	○				○				
28	전공 선택	PHYS7 088	전자물리학2	3	공통	○	○	○					○			
29	전공 선택	PHYS7 039	나노물성학2	3	공통	○	○	○						○		
30	전공 선택	PHYS7 045	반도체물리학	3	공통	○	○	○							○	
31	전공 선택	PHYS7 064	입자물리특론1	3	공통	○	○	○					○			
32	전공 선택	PHYS7 065	입자물리특론2	3	공통	○	○	○							○	
33	전공 선택		양자정보과학Ⅰ	3	공통	○	○	○				○		○		
34	전공 선택		양자정보과학Ⅱ	3	공통	○	○	○					○		○	
35	전공 선택		양자컴퓨터 및 시뮬레이션Ⅰ	3	공통	○	○	○				○		○		
36	전공 선택		양자컴퓨터 및 시뮬레이션Ⅱ	3	공통	○	○	○					○		○	
37	전공 선택		양자 센싱 및 측정 Ⅰ	3	공통	○	○	○				○		○		
38	전공 선택		양자 센싱 및 측정 Ⅱ	3	공통	○	○	○					○		○	
39	전공 선택		양자 통신 및 암호 Ⅰ	3	공통	○	○	○				○		○		
40	전공 선택		양자 통신 및 암호 Ⅱ	3	공통	○	○	○					○		○	
41	전공 선택		양자정보실험 Ⅰ	3	공통	○	○	○				○		○		
42	전공 선택		양자정보실험 Ⅱ	3	공통	○	○	○					○		○	
43	전공 선택		고급양자알고리즘	3	공통	○	○	○				○		○		
44	전공 선택		고급양자정보이론	3	공통	○	○	○					○		○	

45	전공 선택		양자정보연구과제설 계I	3	공통	○	○				○		○		○	
46	전공 선택		양자정보연구과제설 계II	3	공통	○	○				○	○		○		
47	전공 선택		양자정보연구인턴	3	공통	○	○	○				○		○		
48	전공 선택		논문지도1(Thesis Research 1)	3	공통	○	○	○				○		○		
49	전공 선택		논문지도2(Thesis Research 2)	3	공통	○	○	○					○		○	

<별표2> 교과목 해설

1. 고전전자기학1 (Classical Electromagnetism I)

퍼텐셜에 대한 경계치 문제, 물질 내에서의 전기장과 자기장, Maxwell 방정식과 Jefimenko 방정식, gauge 변환 등을 다룬다.

Topics include boundary-value problems of potential, electric and magnetic properties of matter, Maxwell's and Jefimenko's equations, gauge transformation

2. 고전역학 (Classical Mechanics)

고전 역학의 기본 원리인 Newton 역학, Lagrange 역학, Hamilton 역학 등을 공부하고 canonical transformation, Hamilton-Jacobi theory 등도 다룬다. 응용으로 강체의 운동과 small vibration을 다룬다.

Topics include the Newtonian mechanics, Lagrangian and Hamiltonian mechanics, canonical transformations, Hamilton-Jacobi theory, motion of rigid bodies and small oscillations.

3. 양자역학1 (Quantum Mechanics I)

양자역학의 기본이 되는 Hilbert 공간의 bra-vector, ket-vector, operator 등을 공부하고 Schroedinger picture, Heisenberg picture, interaction picture 등을 다룬다. Angular momentum, jj coupling, LS coupling 등도 다루고, tensor operator 및 Wigner-Eckart theorem을 공부한다.

Topics include fundamental concepts, Hilbert spaces and Dirac notations, general theory of quantum mechanics, including the Schrödinger, Heisenberg, and interaction pictures, the path integral formulation, nature of quantum measurement, addition of angular momenta.

4. 통계역학1 (Statistical Mechanics I)

Dynamical system, Ergodic theory 등 통계역학의 기본 가정을 논하고 microcanonical ensemble의 평형 통계 역학의 기본 원리를 공부한다. Gas system 등에 고전 통계역학을 적용하는 예를 들고 양자통계역학을 도입하여 photon-photon gas, Bose gas, Fermi gas 등의 성질을 다룬다.

In this course, we will introduce the fundamental concepts and hypotheses in equilibrium statistical physics, such as Ergodic theory and ensemble theory. Numerous examples including the classical gas system will be discussed. We will also introduce some basic ideas and concepts in quantum statistical mechanics and study the physical properties of photon-photon gas, Bose gas, Fermi gas, etc.

5. 고체물리학1 (Solid State Physics I)

Bravais lattices와 결정구조, x-ray 및 neutron scattering에 의한 결정 구조의 측정, photon과 lattice vibration, electron band theory 등도 다룬다.

The course provides an introduction to solid state physics, including the lattice structure, basic experimental methods, thermal properties, and basic band theory.

6. 양자장론1 (Quantum Field Theory I)

스핀 0, 1/2, 1에 대한 상대론적 파동 방정식, Noether 정리, 정준 양자화, S-matrix, reduction formulas, 섭동이론과 Feynman diagram, 재규격화 등을 다룬다.

Topics include relativistic wave equations for spin-0, spin-1/2, and spin-1 particles, Noether's theorem, canonical quantizations, S-matrix, reduction formulas, perturbation theory and Feynman diagrams, introduction to renormalization.

7. 고급통계물리학 (Advanced Statistical Physics)

축척이론, 재규격화 군론 등의 기본 지식을 바탕으로 다양한 평형계 및 비평형계에서 일어나는 통계역학적 현상을 공부한다.

Based on the fundamental concepts in statistical physics such as scaling theory, renormalization group theory, we will introduce various methods to study the physical properties in equilibrium and non-equilibrium systems.

8. 양자정보 (Quantum Information)

양자정보의 이론과 응용을 배우는 과목이다. 양자비트, 양자알고리즘, 양자컴퓨터, 양자열역학 같은 양자정보의 이론을 익히고 그 응용과 관련한 최신 연구결과에 대해 검토한다.

This course provides students with an opportunity to learn quantum information theory and its application. It covers quantum bits, quantum algorithms, quantum computers, quantum thermodynamics and so on, and the recent trend of cutting edge research.

9. 첨단 데이터 컴퓨팅 물리학 (Advanced data computing in physics)

컴퓨터를 이용하여 물리학 문제를 해결하기 위한 다양한 주제를 다룬다.

시뮬레이션을 위한 각종 수치해석적 방법을 소개하고 실제 컴퓨터 프로그래밍을 통해 구현하며, 결과를 해석하기 위한 데이터 분석법을 다룬다. 인공지능을 이용하여 효과적으로 데이터를 선별하고 변수를 추출하며, 통계학을 기반으로 물리학적 가설을 검증한다. GPU를 비롯하여 병렬 및 분산 컴퓨팅 환경을 이용한 계산 속도 향상 방법을 적용한다.

This course covers various topics in the physics using the computer programs.

Numerical methods for the computer simulation of physics system and analysis techniques to understand data are introduced. For the data analysis techniques, ideas from the artificial intelligence will be used to select data and extract useful information. Hypothesis testing on the data based on statistics will be applied. Students can have exercises to write own computer programs which is based on parallel and distributed computing environment such as GPUs.

10. 고전전자기학2 (Classical Electromagnetism II)

Radiation, plasma physics 입자의 상대론적 역학 등을 익히고, 입자의 충돌산란과 하전입자의 운동에 의한 radiation을 주로 다룬다.

Topics include electromagnetic waves, reflection and refraction, scattering and diffraction, electromagnetic radiation from oscillating dipoles, covariant formulation of Maxwell equations.

11. 일반상대론 (General Relativity)

특수상대론을 간단히 복습하고 등가원리를 공부한다. 미분기하학의 기초, 아인슈타인 방정식의 유도, 슈바르츠실트 블랙홀 해의 분석, 그리고 우주론의 기초를 다룬다.

We first review special relativity and discuss equivalence principle. Topics covered are basics of differential geometry, derivation of Einstein equation, Schwarzschild black hole solution, and introductory cosmology.

12. 끈이론 I (String Theory I)

끈이론 특히 초끈이론을 다룬다. 고전적 끈이론부터 시작하여 양자화를 통해 끈이론이 중력을 포함한다는 것을 학습한다. 이상성이 없는 경우 다섯가지 끈이론이 가능하다는 것을 이해하고 기타 끈이론의 학습에 필요한 여러 가지 이론물리, 수학적 주제들을 다룬다.

We study string theory, especially superstring theory. We start from classical string theory and through quantization note that string theory contains gravity. We also note that there exist five anomaly-free string theories. We also study various topics in theoretical and mathematical physics needed in the study of string theory.

13. 끈이론II (String TheoryII)

끈이론의 비섭동적 성질을 이해하고 대응성을 11차원 M-이론으로 체계적으로 설명할 수 있음을 이해한다. 초중력 이론, D-브레인과 양-밀즈 이론, 행렬이론, AdS/CFT 대응성 등을 다룬다.

We study non-perturbative properties of string theory and understand that the string dualities are systematically explained in terms of eleven dimensional M-theory. We also study supergravity, D-branes and Yang-Mills theory, Matrix models, and AdS/CFT correspondence.

14. 통계역학2 (Statistical Mechanics II)

상변화의 일반이론과 scaling theory, renormalization group theory 등을 익히고 Ising 모델 등의 상변화에 대한 특수한 모형도 공부한다. Superfluid He 등의 통계역학의 특별한 research topic도 익힌다. Boltzmann equation 등의 비평형 통계역학도 다룬다.

In this course we will introduce the general theory on phase transitions, scaling theory, and renormalization group theory. As a specific examples, phase transition in Ising model and special topics in statistical physics, such as superfluid He, will be discussed. We also cover the non-equilibrium statistical mechanics such as Boltzmann equation.

15. 통계열역학특론 (Statistical Thermodynamics)

평형 및 비평형계에 대한 기초 이론을 익힌다. 이를 기반으로 self-organization, diffusion-reaction dynamics 등에 대한 주제의 연구 논문을 이해할 수 있는 능력을 배양한다.

Based on the understanding of the equilibrium and non-equilibrium systems, we study the contemporary topics in statistical physics including self-organization, diffusion-reaction dynamics, etc.

16. 전자구조계산방법론1 (Computational Methodology for Electronic Structures I)

물질의 전자구조를 이해하고 계산하기 위해 필요한 기본적인 방법론을 살펴본다. 실험의 측정을 통해서 관측하는 량과 ground state의 전자구조와 다양한 excitation 등과의 관계를 알아보고 실험과 이론의 연결을 이해하기 위한 내용이 진행된다.

This course introduces fundamental methodology of calculating the electronic structures of materials. It provides the relation between experimentally-observed quantities and electronic structures in ground-state or excitations to make a connection from theoretical study to experimental observations.

17. 전자구조계산방법론2 (Computational Methodology for Electronic Structures II)

현재 가장 많이 사용되고 있는 pseudopotential method에 대해 배우고 이 방법을 토대로 전자구조를 계산할 수 있는 empirical pseudopotential 방법과 density functional theory에 대해서 살펴본다. Hamiltonian의 행렬표현을 위한 다양한 basis를 알아본다.

This course introduces fundamental methodology of calculating the electronic structures of materials. It provides a basic idea of pseudopotential method, which is applied into empirical pseudopotential method and into density functional theory. Students will also learn various basis sets for the matrix representation of Hamiltonian.

18. 고체물리특론1 (Advanced Solid State Physics I)

군론, phase transition, glass transition, 초격자 등에 대한 이론과 X-ray, Raman scattering, photoluminescence 등에 관한 이론 및 실험 방법을 익히고 고체 물리학에 관한 연구 논문을 이해할 수 있는 능력을 배양하도록 한다.

Topics such as group theory, phase transition, glass transition, superlattice, X-ray scattering, Raman scattering, photoluminescence will be presented. Research articles of current hot topics will be selected for discussion.

19. 고체물리특론2 (Advanced Solid State Physics II)

정사면체 결합 및 칼코게이나이트 비정질 반도체에서 원자구조, 화학결합, 무질서, 전자수송, 준아전 상태 등 비정질 반도체의 물성을 다룬다.

Characteristics of amorphous materials such as chemical bonding, atomic structure, disorder, electrical transport will be presented.

20. 고체물리특론3 (Advanced Solid State Physics III)

무질서 세계에서 이동도, 전자수송, 확산, percolation 등을 2차원 및 3차원계에 대하여 다룬다

Carrier mobility, diffusion, percolation in 2D and 3D of disordered materials will be covered.

21. 고체물리특론4 (Advanced Solid State Physics IV)

비정질 반도체 소자인 태양전지, 복사기 드럼, 영상감지소자, 박막트랜지스터 위치소자 등을 다룬다.

Devices of amorphous semiconductors such as solar cell, drum in a copy machine, image sensors, thin film transistors will be discussed.

22. 자성체물리학 I (Magnetism and Magnetic Materials I)

고전물리와 현대물리에서의 자기 모멘트의 개념을 다루고, 반자성, 상자성, 교환상호작용, 쌍극자상호작용, 강자성, 반강자성, 비등방성 등의 물질의 자성에 대한 이론을 익힌다.

The course provides an introduction to the magnetism research, including basic classical and quantum physics on magnetism, the origin of magnetism phenomena, and basic theories on the interactions of spins.

23. 응용물리특론1(Advanced Applied Physics I)

응용물리학 중에서 분광학적 분석 연구의 기본을 쌓기 위하여 빛의 성질과 물질의 광특성에 대한 지식을 습득하고 실제 측정 장비의 작동원리에 대하여 심도있게 학습한다.

In order to build his/her own foundation of spectroscopic analysis research in advanced applied physics, students acquire the knowledge of the optical properties of materials and characteristics of light and learn deeply about operational principles of equipment.

24. 응용물리특론2(Advanced Applied Physics II)

응용물리특론1에서 학습한 분광학적 분석 연구의 기본을 토대로, 측정 데이터에서 특정 결과를 분석해내는 능력을 길러 다양한 시료에 대해 다각적 분석이 가능한 연구원 배양을 목표로 한다.

Based on the principles of the spectroscopic-analysis research in advanced applied physics, this course is designed to raise the ability to obtain results from analyzed data and to make competent researchers who are able to handle various samples through multilateral point of views.

25. 타원편광해석법(Ellipsometry Data Analysis)

타원편광분석의 기초 이론 및 실제 data 해석법을 익힌다. Complex refractive index, Kramers-Kronig relations, one-electron model 등의 이론을 다루며 기초적인 예시와 접목하여 물리적 이해를 높이며 타원계측분야에 대한 응용력을 배양한다.

This course is mainly for the graduate students of ellipsometry major. It covers basic concepts of polarized light and optical parameters and combines simple experimental examples, which increase the capability of ellipsometric analysis.

26. 타원해석법응용(Advanced Analysis of Ellipsometry)

타원편광해석법의 심화과정으로 Mueller matrix, anisotropic material, critical point analysis 등을 다룬다. 이 상적인 시료 분석을 넘어 고급 해석법을 이용한 다각적 접근을 통해 타원계측분야의 독립된 연구능력을 배양한다.

This course is intensive course of ellipsometry to develop operating skills of ellipsometer and analyzing optical properties of the obtained data. It covers Mueller matrix, anisotropic material, and inhomogeneous layer et cetera. Students will be able to have enhanced abilities on ellipsometric analysis of complex materials.

27. 전자물리학1(Electronics I)

물리학 실험을 수행하는데 필요한 전자 공학 지식을 회로 이론 중심으로 익히고 아날로그 전자공학의 기본 개념을 다룬다.

In this lecture, Students learn knowleges of electronic engineering, particulary on the theory of circuits. As understanding those, They also learn fundamental concepts of analog electronic engineering, needed to accomplish physical experiments.

28. 전자물리학2 (Electronics II)

디지털 전자공학의 기본원리를 익히고 이를 이용한 응용물리학과 여러 가지 측정기기의 동작원리를 다룬다.

In this lecture, Students learn the fundamental priciples of digital electronic engineering. As understanding those, They treat applied physics and operation principles of many messuring devices.

29. 나노물성학II(Nanomaterials II)

나노 재료들에서 발현되는 다양한 물성들과 구조적 물성과의 상관관계를 논의한다.

This lecture introduces multiple physical properties on nano materials. Correlations of those physical properties are also introduced.

30. 반도체물리학(Semiconductor Physics)

반도체의 원자구조, 밴드구조, 제작방법 및 물성에 관한 기초적인 사항들을 익히고, pn접합, 쇼트키 접합, MOS, MOSFET, 전계효과 트랜지스터의 제작방법 및 이러한 반도체에 관련된 연구를 할 수 있는 기초지식을 습득한다.

Learn the basic information about the atomic structure of the semiconductor, the band structure, manufacturing method, and physical properties, and then study about semiconductor fabrication methods for pn junction, Schottky junction, MOS, MOSFET, and a field effect transistor, as well as acquire the basic knowledge of a research of relating to these semiconductors.

31. 입자물리특론1(Advanced Topics in Particle Physics I)

이론 소립자물리학의 기본사항 및 중요한 연구성과를 다룬다. Charm 및 Top Quark 등의 새로운 flavour 와 color 개념이 소개된다. U(1) gauge 이론으로서 Maxwell 이론을 공부하고 non-abelian gauge 이론도 다룬다. Topological solution의 수학적 구조 및 Weinberg-Salam 모델도 익힌다.

We study from basics to advanced topics in theoretical particle physics. We study flavor physics and Yang-Mills theory. We also study topological solutions in quantum field theory, and Weinberg-Salam model.

32. 입자물리특론2(Advanced Topics in Particle Physics II)

Path integral 이론을 통한 gauge 이론의 양자화를 다룬후 vacuum 및 instanton이 소개된다. 또 renormalization group과 effective potential 방법론이 소개되고 QCD의 axial anomaly, asymptotic freedom 및 infrared problem을 다룬다.

We study quantization of gauge theories using path integral. We also discuss instantons, and study renormalization group and effective action. We also cover topics such as axial anomaly, asymptotic freedom and infrared problem in QCD.

33,34. 양자정보과학1,2(Quantum Information Science 1,2)

양자 알고리즘과 양자정보이론의 소개, Shor의 소인수분해 알고리즘 Grover의 검색 알고리즘을 포함하는 양자알고리즘, 양자오류정정에 대해서 학습한다.

Introduction to quantum algorithms and information theory, Quantum algorithms including Shor's factoring algorithm and Grover's search algorithm, Quantum error correction

35,36. 양자 컴퓨터 및 시뮬레이션1,2(Quantum Computers and Simulations 1,2)

양자컴퓨터와 시뮬레이션의 원리와 적용에 대한 종합적인 연구를 체험한다.

Experience comprehensive research on the principles and applications of quantum computers and simulations.

37,38. 양자 센싱 및 측정1,2(Quantum sensing and measurement 1,2)

양자 시스템을 이용한 정밀 센싱 및 측정을 위한 고급 기술 탐색을 이해한다.

Understand advanced technology exploration for precision sensing and measurement using quantum systems.

39,40. 양자통신및암호1,2(Quantum Communication and Cryptography 1,2)

최신 양자 네트워크 기술을 포함하는 양자통신 및 양자 암호의 소개, 장거리의 큐비트를 전송하는 양자 중계기를 제작하는 기술과 양자 암호의 가장 알려진 응용 중의 하나인 양자키분배에 대해서 학습한다.

Introduction to quantum communication and quantum cryptography including the state of the art of quantum networks, techniques for building quantum repeaters that promise to deliver qubits over long distances, and one of the most famous applications of quantum cryptography, quantum key distribution.

41,42. 양자정보실험1,2(Quantum Information Experiment 1,2)

양자 정보 현상을 조사하기 위한 실험을 설계하고 실제 실험 실습을 경험한다.

Experience designing and performing experiments to investigate quantum information phenomena.

43. 고급양자알고리즘(Advanced Quantum Algorithms)

양자회로와 대수적 문제를 해결하는 양자 알고리즘, 양자 컴퓨터 능력의 한계, 양자 알고리즘의 최근 성과에 대해서 학습한다.

Quantum algorithms for simulating quantum mechanics, Limitations on the power of quantum computers, Selected recent developments in quantum algorithms.

44. 고급양자정보이론(Advanced Quantum Information Theory)

양자채널과 엔트로피 등 양자정보이론의 고급 이론과 결과에 대해서 학습한다.

Purifications and fidelity Naimark's theorem; characterizations of channels, Semidefinite programming, Semidefinite programs for fidelity and optimal measurements, Entropy, Continuity of von Neumann entropy; quantum relative entropy, Holevo's theorem and Nayak's bound, Separable mappings and the LOCC paradigm,

45, 46 양자정보연구과제설계1,2(Quantum Information Research Project 1,2)

양자정보과학 관련 연구 프로젝트를 수행하고 그 연구 결과를 도출할 수 있도록 지도한다.

Conducting research projects related to quantum information science and deriving the research results.

47 양자정보연구인턴(Quantum Information Research Intern)

양자정보과학 분야의 국내외 산학연 연구 그룹에 참여한다.

Participate in research projects to contribute to the development of quantum information science under the supervision of experts.

48, 49. 논문지도1,2(Thesis Research 1,2)

연구 구논문을 체계적이고 논리적으로 쓸 수 있도록 지도한다.

Developing academic writhing skill through logical thinking.

<별표3> 선수과목 목록표

번호	과목명	개설학과	학점	인정이수구분	대상학위과정
1	물리학 및 실험1	물리학과	3	선수과목	석사, 박사
2	물리학 및 실험2	물리학과	3	선수과목	석사, 박사
3	수리물리학1	물리학과	3	선수과목	석사, 박사
4	수리물리학2	물리학과	3	선수과목	박사