

## 교과목 개요

### □ 석·박사과정

#### EEW501 에너지 과학, 공학 개론 (Introduction to Energy Science and Engineering)

기존 화석 에너지의 현황을 소개하고 지속 가능한 에너지 개발에 필요한 기본 원리와 공학을 다룬다. 석유 대체 에너지, 태양 전지, 연료 전지, 수소 에너지, 바이오 에너지, CO<sub>2</sub> 회수 및 자원화, 그린카, 풍력, 태양 광, 조력, 지열, 에너지 저장, 인공 광합성에 대하여 강의한다.

#### EEW502 화학결합의 특성 (Nature of Chemical Bond)

이 과목은 재료의 특성과 구조를 정량적으로 (semi-quantitatively) 예측하기 위해 화학결합에 대한 개념적인 이해를 목적으로 한다. 이 과목은 양자역학의 수식이 아닌 양자역학의 개념으로 화학 교육에 큰 획을 그은 Linus Pauling의 방법과 유사하게 진행된다. 또한 이 과목을 통해서 지난 40년 동안의 양자 역학 계산으로부터 얻어진 새로운 결과에 대한 이해와, 화학, 생물학, 재료과학 시스템의 구조와 특성에 대한 원자 범위의 양자 역학적 이해를 증진시키고자 한다. 이 과목은 분자, 의학, 그리고 재료를 설계하고 특성화 시키는 데 관심 있는 기계공학, 지구물리학, 물리학, 생명화학, 응용물리학, 화학공학, 신소재공학, 화학 분야의 실험가 및 이론가 모두를 대상으로 한다.

#### EEW503 분자열역학 및 에너지시스템 (Molecular Thermodynamics and Energy System)

이 과목에서는 분자열역학 기본개념을 바탕으로 물질의 기체, 액체, 고체상에서 일어나는 상평형을 이해하고, 이를 수소에너지, 연료전지, 가스하이드라이드 등 미래에너지에 응용한다.

#### EEW504 고등양자역학 (Advanced Quantum Mechanics)

양자역학 이론을 간단히 리뷰한 후, 이를 컴퓨터를 이용하여 실질적인 화학적 분자 시스템에 적용하기 위한 수학적 방법들과 컴퓨터 알고리즘을 중점적으로 다룬다. 기말 프로젝트를 통해 강의를 통해서 습득된 지식을 실제 분자 시스템에 적용해본다.

#### EEW505 통계열역학의 원리 (Principles of Statistical Thermodynamics)

본 교과과정에서는 화학에서의 에너지 흐름을 다루는 열역학 법칙들과 화학반응 속도에 관한 이론들을 다루며, 이들 이론의 근본 및 연결고리가 되는 통계열역학에 대한 기본적인 개념들을 다룬다.

#### EEW506 에너지재료 전기화학개론 (Introduction to Electrochemical Science for Energy Materials)

에너지 관련 재료의 전기화학적 기능 및 성능을 이해하기 위한 전기화학의 기본 원리를 다루고 이를 에너지 저장 및 변환 시스템의 핵심 요소에 적용하는 방법을 다룬다. 또한, 에너지 재료의 전기화학적 분석 방법도 소개한다.

#### EEW507 에너지 열물리 (Thermal Physics for Energy Application)

이 과목에서는 거시적인 또는 분자적 규모에서의 열에 관한 물리적 설명을 제공한다. 온도, 비열, 열전달 과정, 상전이의 분자적 관점에서의 이해, 기체의 압력과 온도에 따른 변화 등이 소개된다. 열물리의 에너지 공학적인 응용에 대해서도 논의될 것이다.

#### EEW508 표면물리 및 화학 (Surface Physics and Chemistry)

이 과목은 물질의 표면에서 일어나는 물리 화학적 현상과 이러한 현상의 메커니즘에 대한 소개를 다룬다. 표면의 구조적, 열역학적, 전기적, 그리고 역학적인 특성을 다루어지고 여러 표면분석방법들과 표면에서의 에너지 소모 과정, 또한 촉매과정과의 상관관계 등이 소개된다.

#### EEW509 전자현미경 이론 및 실험 (Electron Microscopy and Experiment)

전자현미경(TEM)의 기본 원리를 이용하여 금속, 세라믹, 연성 관련 재료를 분석하는 것을 목적으로, 전자현미경의 기초 이론 및 재료 분석 연구 방법을 강의한다.

#### EEW510 기능성 나노구조설계 (Design of Functionalized Nanostructures)

이 과목에서는 양자역학 전산모사방법을 통한 나노크기 물질의 설계를 다룰 것이며, 그 분야로는 에너지 저장 매체, 탄소나노튜브를 이용한 전계방출, 나노와이어의 성장, 원자층 증착, 분자 구조 설계 등이 있다.

#### EEW511 수소에너지 1. 저장 (Hydrogen Energy 1. Storage)

수소 저장 계리 분류, 금속과 금속간 화합물의 수소저장 기구, 금속재 수소의 위치와 금속 구조와의 관계, 비금속 및 화합물 저장 비해리 구조 변화가 저장용량 및 cycle life 내 배치로 영향 및 그 퇴화 기구, 수소 저장 System 개발 방법을 다룬다.

#### EEW512 지속가능 촉매 (Sustainable Catalysis)

기존 화석 연료의 고갈과 CO<sub>2</sub> 배출에 의한 지구 온난화 현상을 방지하고 우리의 지구와 인간이 지속 가능한 발전을 할 수 있는 에너지, 자원, 물, 환경과 관련된 촉매 기술을 다룬다.

#### EEW513 수처리와 담수화 (Water Treatment and Desalination)

이 과목은 수처리와 담수화 및 물의 재사용에 관한 과학 기술을 다룬다. 특히 물화학과 재래식 처리 방식 (예: coagulation, flocculation, media filtration and disinfection) 및 막여과(예: reverse osmosis, electrodialysis, nonfiltration, ultrafiltration and microfiltration), 흡착, 이온교환 및 열처리 등을 다룸으로써 본 교과과정에 대한 이해를 높인다. 또한 나노기술을 적용한 수처리와 담수화 및 물의 재사용과 같은 최신 주제도 소개될 것이다.

#### EEW514 EEW System의 막공학

이 과목에서는 막의 기초 과학을 토대로 새로운 막 응용 분야를 다룬다. 응용 분야로는 수처리 및 담수화, 에너지 생산 및 저장 장치, 이산화탄소 분리 등이 있으며, 이 모든 EEW(에너지, 물, 환경) 시스템을 구성하는 막의 재료 및 장치에 대해서 공부한다.

#### EEW520 나노소자고체물리

본 과목은 에너지/전자/바이오 나노소자의 근간을 이루는 고체의 원자 및 전자 구조적 특성에 대한 이해 및 이를 위한 전산모사 능력의 배양을 목표로 한다. 고체물리의 핵심적인 개념 및 이론을 개관함과 동시에 첨단 원자수준 재료 전산모사 도구를 이용하여 시뮬레이션 및 관련 프로젝트를 수행하여 수업 주제들에 대한 심도 있는 이해를 도모한다.

#### EEW521 전자구조 계산의 이론과 실제 (Theory and Practice of Electronic Structure Calculations)

본 과목에서는 현대 원자수준 소재 및 소자의 전산모사에서 핵심적인 역할을 하는 전자밀도범함수론 및 관련이론들을 소개한다. 수강생들은 실제 프로그램의 시뮬레이션을 수행하고 프로그램의 수치적 구현을 분석하여 전자구조 이론의 깊이 있는 이해를 얻게 된다.

#### EEW522 반도체 양자 수송론 (Quantum Transport in Semiconductors)

전하 및 열의 이동은 반도체 소자의 동작에 있어서 핵심적인 현상이다. 본 과목에서는 반도체 소재 및 소자에서의 전하 및 열 수송 현상의 이론적 이해를 도모한다. 원자 수준에서의 이론적 기술과 거시적인 효과와의 연결, 그리고 정량적 계산을 위한 컴퓨터 모델링이 강조될 것이다.

#### EEW523 유기반도체소자

이 과목을 통하여 유기 발광소자, 유기 박막트랜지스터, 그리고 유기 태양전지를 중심으로 각 유기 소자들의 기본적인 특성 및 동작 원리에 대해서 배우게 된다. 학생들은 한 학기동안 숙제와 기말 과제를 통해서 위의 주제에 관해 익히게 된다.

#### EEW530 에너지 저장 재료 특론 (Special Topics in Energy Storage Devices Using Nanomaterials)

이 과목에서는 태양 전지와 연료 전지를 에너지 변환 디바이스로, 배터리와 supercapacitor를 에너지 저장용 디바이스로 소개할 것이다. 각 디바이스에서는 기본 원리와 발전 과정을 먼저 다루고, 다양한 나노재료가 디바이스의 성능을 어떻게 향상시킬 수 있는지를 소개할 것이다.

#### EEW531 에너지 저장 전기화학 특론 (Electrochemistry for Energy Applications)

전기에너지를 저장하고 생산하는 수단으로서의 이차전지와 연료 전지의 역할은 점점 중요해지고 있다. 이 과목에서는 이러한 에너지 디바이스의 기반이 되는 전기화학적 원리들을 다루고자 한다. 전기 화학적인 원리를 바탕으로 전극 재료, 전해액 등을 심도 있게 다룰 것이다.

#### EEW532 기능성 나노 산화물 특강 (Special Topics in Functional Nanoscale Oxides)

본 교과목은 산화 나노물의 응용 및 합성을 다룬다. 촉매 산화물과 에너지, 반도체, 자성에 대한 조립, 측정 방법, 그리고 구조를 포함하며, 나노 기술 연구뿐만 아니라 산업계의 현주소와 최근 응용도 소개될 것이다.

#### EEW533 EEWS 고급촉매화학 (Advanced Catalytic Chemistry for EEWS)

메탄, 메탄올, 이산화탄소와 관련된 에너지 기술은 기후변화와 화석연료 운명을 결정할 것이다. 따라서 본 교과목에서는 이러한 물질에 관한 기본 유기화학, 지속가능성, 자원, 생화학을 다루고, 에너지 변환을 위한 촉매 디자인에 관한 최신 기술을 소개할 것이다.

#### **EEW540 EEWS시스템의 전달 거동 이해 (Transport Phenomena in EEWS System)**

Transport 과정은 대부분의 EEWS 시스템의 반응속도결정단계(Rate-Limiting Step)이다. 본 교과목에서는 연속적인 상황의 EEWS시스템에서, Transport 과정을 모델화 하는데 필요한 배경지식을 강의할 것이며, 주요 토픽으로는 Macroscopic Balance Laws를 비롯하여 Momentum Transport, Mass Transport, Energy Transport, Charge/ion Transport 등이 소개될 것이다.

#### **EEW550 태양 에너지 변환 (Solar Energy Conversion)**

이 과목은 태양전지와 태양열 장치를 중심으로 태양 에너지와 태양 에너지의 효율적인 변환 방법에 대해서 논의한다. 학생들은 한 학기동안 숙제와 간단한 실험, 그리고 기말 과제를 통해서 위의 주제에 관해 익히게 된다.

#### **EEW555 초분자화학**

이 과목은 초거대분자 조립에 관한 기본적인 디자인 원칙 및 (1)촉매, (2)분자 나노기술 및 (3)에너지 저장/전환 영역에서 그 응용에 관해 다룬다. 또한 다기능 나노구조물을 형성하는 분자를 배열하는 데 이용되는 분자인식 및 자가조립의 개념을 소개할 것이다.

#### **EEW560 나노 재료의 기계적 특성 (Mechanical Properties of Nanostructured Materials)**

나노재료의 기계적 특성을 이해하고 에너지 재료에의 적용을 학습하고자 한다. 공정 및 합성 조건에 따른 응력 형성을 학습하고, 그의 측정 기술을 다룬다. 실험 시범을 통하여 재료의 크기에 따른 기계적 물성 분석법의 이해를 돕고자 한다.

#### **EEW570 소재의 회절 분석 (Diffraction from Hard- and Soft-condensed Matter)**

본 과목은 다음 주제들을 다룬다. (i) 기본적인 경성, 연성 응집물질의 기본적인 결정학, (ii) X선, 중성자, 그리고 전자의 회절원리, (iii) 분말과 단결정 회절, (iv) 저각과 대면적 산란, (iv) 오버샘플링을 통한 회절분석의 미래. 이 강의는 물리, 화학, 재료공학의 학부 4학년생과 1년차 대학원생을 대상으로 한다.

#### **EEW580 격자결함과 에너지과학**

본 과목을 통하여 에너지 소재에서의 1차원 점결함의 생성과 그에 따른 에너지 저장 특성의 상관관계를 알아본다. 또한 대표적 2차원 결정결함인 표면에 대한 원자단위 구조 및 특성을 이해하여 에너지 변환 효율에 미치는 다양한 역할에 대한 깊이 있는 지식을 함양한다.

#### **EEW600 에너지 시스템 디자인 및 분석 (Solar Energy System Design and Characterization)**

에너지 재료 관련 연구에 널리 사용되는 광학현미경, SEM, AFM의 기본 원리를 이해하고 기계적 특성 분석법을 다루고자 한다. 실리콘 태양전지를 분석 재료로 쓸 것이며 그의 광전기적 특성 또한 평가하고자 한다. 이 수업을 통하여 학생들은 실험에 직접 참여하고, 얻은 결과를 리포트로 보고하도록 한다.

#### **EEW601 EEWS특강 I - 에너지 및 재료과학 (Special Topics in EEWS I- Energy and Materials Science)**

본 과목은 지속가능한 에너지 공학 기술의 학문적 발전을 선도하는 연구 분야 및 최근 연구 동향을 소개하고 이와 관련하여 심도 있는 강의를 제공하는 것을 목적으로 한다. 특히, 재료화학부터 촉매작용까지 여러 종류의 에너지와 물질을 소개하며 지속가능한 에너지 개발에 관한 중요한 이슈와 최신 토픽도 다룰 것이다.

#### **EEW602 EEWS 특강 II**

본 교과과정은 지속가능한 에너지 공학 기술의 학문적 발전을 선도하는 연구 분야 및 최근 연구 동향을 소개하고 이와 관련하여 심도 있는 강의를 제공하는 것을 목적으로 한다. 특히, 재료화학부터 촉매작용까지 여러 종류의 에너지와 물질을 소개하며 지속가능한 에너지 개발에 관한 중요한 이슈와 최신 토픽도 다룰 것이다.

#### **EEW610 고급이차전지 (Advanced Batteries)**

이 과목에서는 재료의 관점에서 전기화학을 다루고, 이를 바탕으로 최신의 이차전지 기술을 이해하는 것을 목표로 한다. 기존의 전기화학이 표면 반응에 중점을 둔 것과 달리, 이 교과에서는 재료 내부에서의 반응, 재료 열역학과의 상관관계 등에 중점을 둔다.

#### **EEW800 고급전자현미경 (Advanced Electron Microscopy)**

본 교과목은 전자현미경의 고급과정으로 TEM 및 SEM의 기본 원리와 기술설계, 개발 등을 다룰 것이다. 각 세션에서는 최근 토픽을 간단히 소개하고, 15주차에는 EEWS의 나노구조 재료에 관한 최신 토픽을 고찰

할 것이다.

#### **EEW666 광촉매 나노재료**

대규모의 태양열을 이용한 수소 생성은 에너지를 장기적으로 사용할 때 나타나는 문제점인 지속가능성과 환경적인 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 강의에서는 1) 물 분해 반응의 기본적인 원리 2) 광촉매로 사용되는 균일/불균일 나노재료를 디자인하기 위한 전략을 배울 것이다. 또한 이 수업은 지속 가능한 수소 생성 기술의 최근 연구 방향과 현재의 상황을 중점적으로 다룰 것이다.

#### **EEW810 원자수준의 분자 및 재료전산모사 (Atomic Level Simulations of Materials and Molecules)**

원자 수준의 전산모사 방법론을 이용하여 분자와 고체의 구조적 성질을 예측하고 동역학적 성질을 계산해 보는 방법을 배운다. 본 교과목을 통하여 현재까지 확립된 이론과 이를 응용한 원자 수준의 전산 모사 방법론이 현존하는 에너지, 환경 문제 해결에 어떻게 사용될 수 있는지를 공부한다.

#### **EEW830 신에너지 재료 디자인 및 합성 (Design and Synthesis of Energy Materials by Building Block Approach)**

본 교과목은 molecular building blocks으로부터 extended chemical structure의 제작에 관한 새로운 방향의 연구를 소개한다. 이러한 과정은 이산화탄소, 천연 가스, 수소의 최고 저장 능력을 보여주는 다양한 새로운 금속 유기 체계로 이어진다. 금속과 유기체의 가변성은 매우 다양하며, 이러한 물질의 다결정적인 특성은 가스 저장 및 가스 분리, 촉매 등 다양한 응용성을 가진다.

#### **EEW840 분자수준의 나노기계**

기계적 결합을 근본으로 하는 초거대 분자는 나노기술에 유용하게 쓰일 수 있다. 이 강의에서는 기계적 결합의 시작, 종류, 개념에 대해서 살펴 본 후, 기계적 결합을 통해서 형성된 초거대 분자가 유용하게 이용되는 응용 분야를 소개할 것이다.

#### **EEW960 논문연구(석사)**

#### **EEW966 세미나(석사)**

#### **EEW980 논문연구(박사)**

#### **EEW986 세미나(박사)**