

MIT 화학공학과 4년 학습 일정표

Building Chemical Engineering Excellence from Fundamentals to Advanced Applications

4년간 학기별 학습 주제 개요

1학년 (Freshman Year): 기초과학 및 공학원리

1학기 (Fall): 수학 기초, 화학, 물리학, 공학 입문, 프로그래밍

- 미적분학 I, 일반화학 I, 일반물리학 I, 화학공학 개론, Python 프로그래밍

2학기 (Spring): 수학 심화, 화학 심화, 물리학 심화, 공학설계

- 미적분학 II, 일반화학 II, 일반물리학 II, 선형대수, 공학설계 및 제작

2학년 (Sophomore Year): 화학공학 기초 및 응용수학

1학기 (Fall): 물리화학, 유기화학, 수학, 열역학

- 물리화학 I, 유기화학 I, 미분방정식, 화학공학 열역학, 전산수학

2학기 (Spring): 물질 및 에너지 수지, 유체역학, 물리화학

- 물질 및 에너지 수지, 유체역학, 물리화학 II, 확률 및 통계, 화학 분석

3학년 (Junior Year): 화학공학 전문과목

1학기 (Fall): 전달현상, 반응공학, 분리공정

- 전달현상 I, 화학반응공학 I, 분리공정 I, 물리화학 III, 계측 및 제어

2학기 (Spring): 전달현상 심화, 공정설계, 분리공정 심화

- 전달현상 II, 화학반응공학 II, 분리공정 II, 공정설계, 실험 및 측정

4학년 (Senior Year): 고급주제 및 설계프로젝트

1학기 (Fall): 공정 시스템, 고급설계, 전문분야

- 공정 시스템 공학, 고급 공정설계, 생물화학공학, 캡스톤 프로젝트 I

2학기 (Spring): 전문분야 심화, 프로젝트 완성

- 선택과목(고분자/에너지/환경/생물공학), 캡스톤 프로젝트 II, 공학 윤리
-

1학년 1학기 (First Year, Fall Semester): 기초과학 및 공학원리

주차별 상세 학습 계획 (주 40시간)

1주차: 화학공학 개론 및 수학 기초

월요일: 화학공학의 세계

- 오전 (4시간):
 - 화학공학 프로그램 소개 및 커리큘럼 개요
 - 화학공학의 역사와 발전 (석유화학부터 바이오공학까지)
 - 화학공학의 주요 분야 소개 (전달현상, 반응공학, 분리공정, 공정설계)
 - 화학공학자의 역할과 사회적 기여
- 오후 (4시간):
 - 화학공업의 커리어 패스
 - MIT 화학공학 연구실 및 시설 투어
 - 화학공정 시뮬레이션 소프트웨어 소개 (MATLAB, Aspen Plus)
 - 팀 빌딩 활동 및 자기소개

화요일: 미적분학 기초 I

- 오전 (4시간):
 - 함수와 그래프, 삼각함수 복습
 - 극한의 개념과 연속성
 - 미분의 정의와 기하학적 의미
 - 기본 미분 공식
- 오후 (4시간):
 - 미분 규칙 (곱, 몫, 연쇄법칙)
 - 화학공학에서의 변화율 문제 (반응속도, 농도변화)
 - 최적화 문제 입문
 - 문제 해결 워크숍

수요일: 일반화학 I - 원자와 분자

- 오전 (4시간):
 - 원자 구조와 전자 배치
 - 주기율표와 주기적 성질
 - 화학 결합 (이온, 공유, 금속)
 - 분자 구조와 극성
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 원자 및 분자 모델링

- 화학 반응식과 화학량론
- 몰 개념과 계산
- 화학공학에서의 화학량론 응용

목요일: 일반물리학 I - 역학

- 오전 (4시간):
 - 단위계와 측정, 벡터와 스칼라
 - 직선 운동: 위치, 속도, 가속도
 - 뉴턴의 운동 법칙
 - 힘과 자유체 다이어그램
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 운동 측정 기법
 - 불확실성과 오차 분석
 - 유체 운동 시뮬레이션 데모
 - 물리학 문제 해결 워크숍

금요일: 프로그래밍 기초

- 오전 (4시간):
 - 프로그래밍 개념과 논리
 - Python 프로그래밍 입문
 - 데이터 타입과 연산
 - 기본 제어 구조 (조건문, 반복문)
- 오후 (4시간):
 - Python으로 화학공학 계산 문제 해결
 - 화학량론 계산 프로그래밍
 - 기술 문서화 입문
 - 1주차 회고 및 2주차 준비

1주차 평가:

- 수학 진단 평가 (채점 제외)
- 화학 실험 보고서 (형성 평가)
- 간단한 프로그래밍 과제 (완료 점수)
- 화학공학 진로 목표 반성문
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Elementary Principles of Chemical Processes" (Felder & Rousseau, Open Access)
- "Calculus" (OpenStax)
- "University Physics Volume 1" (OpenStax)
- "Chemistry" (OpenStax)
- "Python for Everybody" (Charles Severance, Creative Commons)

2주차: 미적분 심화 및 화학 기초

월요일: 미적분학 - 적분

- 오전 (4시간):
 - 부정적분의 개념
 - 기본 적분 공식
 - 치환 적분법
 - 부분 적분법
- 오후 (4시간):
 - 정적분의 정의와 기본정리
 - 화학공학에서의 적분 응용 (면적, 부피, 물질수지)
 - 수치 적분 입문
 - 문제 해결 워크숍

화요일: 화학 - 용액과 반응

- 오전 (4시간):
 - 용액의 농도 표현
 - 산-염기 반응
 - 산화-환원 반응
 - 침전 반응
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 적정 실험
 - 반응 화학량론 계산
 - 한계 반응물과 수율
 - 화학공정에서의 반응 응용

수요일: 물리학 - 에너지와 운동량

- 오전 (4시간):
 - 일과 에너지 개념
 - 운동에너지와 위치에너지
 - 에너지 보존 법칙
 - 동력과 효율
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 에너지 보존 실험
 - 운동량과 충돌
 - 유체 운동에서의 에너지
 - 화학공정에서의 에너지 관리

목요일: 컴퓨터 프로그래밍 - 구조화 프로그래밍

- 오전 (4시간):
 - 함수와 모듈
 - 데이터 구조: 리스트, 딕셔너리
 - 파일 입출력 기초
 - 디버깅 기법
- 오후 (4시간):

- 프로그래밍 실습: 화학공학 문제 해결
- 화학량론 계산기 개발
- 코드 문서화 관례
- 버전 관리 입문

금요일: 공학 설계 사고 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 공학 설계 과정 방법론
 - 문제 정의 및 요구사항 분석
 - 개념 생성 기법
 - 평가 기준 개발
- 오후 (4시간):
 - 팀 설계 챌린지 (미니 프로젝트)
 - 주간 시험: 2주차 종합평가 (2시간)
 - 미적분학 적분 (35%)
 - 화학 반응 및 용액 (30%)
 - 물리학 에너지 (20%)
 - 프로그래밍 구조화 (15%)
 - 설계 개념 발표 및 시험 결과 검토
 - 3주차 준비

2주차 평가:

- 미적분 문제 세트 (10%)
- 화학 적정 실험 보고서 (15%)
- 프로그래밍 과제: 화학량론 계산 (15%)
- 미니 설계 프로젝트 발표 (10%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Calculus Volume 2" (OpenStax)
- "Chemistry" (OpenStax)
- "University Physics Volume 1" (OpenStax)
- "Automate the Boring Stuff with Python" (Al Sweigart, Creative Commons)
- "Engineering Design Process" (NASA Education Resources)

3주차: 물리화학 기초 및 화학공학 수학

월요일: 화학 - 기체 법칙과 기체 거동

- 오전 (4시간):
 - 이상기체 법칙
 - 기체 혼합물
 - 실제 기체 거동
 - 분자 운동론

- 오후 (4시간):
 - 실험실: 기체 법칙 실험
 - PVT 관계식
 - 기체 계산 문제
 - 공정에서의 기체 거동

화요일: 물리학 - 열과 온도

- 오전 (4시간):
 - 온도와 열의 개념
 - 열용량과 비열
 - 상태 변화와 잠열
 - 열팽창
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 열량계 실험
 - 열전달 기초
 - 열평형
 - 화학공정에서의 열관리

수요일: 미적분 - 다변수 함수

- 오전 (4시간):
 - 다변수 함수
 - 편미분
 - 전미분
 - 연쇄법칙
- 오후 (4시간):
 - 최적화 문제
 - 라그랑주 승수법
 - 화학공학에서의 응용
 - 문제 해결 워크숍

목요일: 화학공학 기초 개념

- 오전 (4시간):
 - 공정과 단위조작
 - 물질수지 개념
 - 정상상태와 비정상상태
 - 단위 변환과 차원 해석
- 오후 (4시간):
 - 간단한 물질수지 문제
 - 유량과 농도 계산
 - 공정 흐름도 읽기
 - 화학공장 사례 연구

금요일: 전문적 소양 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 기술 의사소통 기초
 - 공학 윤리 입문
 - 팀워크와 협업
 - 시간 관리
- 오후 (4시간):
 - 공학 윤리 사례 연구
 - 주간 시험: 3주차 종합평가 (2시간)
 - 기체 법칙 및 분자 운동론 (30%)
 - 열과 열전달 (25%)
 - 다변수 미적분 (30%)
 - 화학공학 기초 개념 (15%)
 - 시험 결과 검토 및 토론
 - 4주차 준비

3주차 평가:

- 기체 법칙 문제 세트 (15%)
- 열량계 실험 보고서 (15%)
- 다변수 미적분 과제 (15%)
- 물질수지 기초 문제 (10%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Physical Chemistry" (Atkins & de Paula, Open Access Chapters)
- "University Physics Volume 2" (OpenStax)
- "Calculus Volume 3" (OpenStax)
- "Elementary Principles of Chemical Processes" (Felder & Rousseau, Open Access)
- "Technical Communication" (Open Educational Resources)

4주차: 화학 열역학 기초와 물질수지

월요일: 화학 - 열화학

- 오전 (4시간):
 - 엔탈피와 열화학 방정식
 - 생성 엔탈피와 연소 엔탈피
 - 헤스의 법칙
 - 온도에 따른 엔탈피 변화
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 열화학 실험
 - 열화학 계산 문제
 - 반응열 측정
 - 화학공정에서의 열수지

화요일: 물리학 - 열역학 기초

- 오전 (4시간):
 - 열역학 시스템과 상태 함수
 - 열역학 제1법칙
 - 내부 에너지와 엔탈피
 - 가역과정과 비가역과정
- 오후 (4시간):
 - 열역학 제2법칙 입문
 - 엔트로피 개념
 - 카르노 사이클
 - 열효율과 성능계수

수요일: 물질수지 I

- 오전 (4시간):
 - 물질수지 기본 원리
 - 정상상태 물질수지
 - 단일 단위에서의 물질수지
 - 다성분 시스템
- 오후 (4시간):
 - 문제 해결 워크숍
 - 반응이 없는 공정
 - 재순환과 바이패스
 - 공정 흐름도 작성

목요일: 미적분 응용

- 오전 (4시간):
 - 미분방정식 입문
 - 1계 선형 미분방정식
 - 변수 분리법
 - 공학에서의 응용
- 오후 (4시간):
 - ODE로 화학공학 시스템 모델링
 - 반응속도 방정식
 - 수치해법 입문
 - MATLAB/Python을 이용한 해법

금요일: 컴퓨터 응용 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 수치해석 방법 입문
 - 스프레드시트 공학 분석 도구
 - 데이터 시각화 기법
 - 공학 소프트웨어 개요
- 오후 (4시간):
 - 컴퓨터 실습: 공학 분석 도구
 - 주간 시험: 4주차 종합평가 (2시간)

- 열화학 및 열역학 (35%)
- 물질수지 기초 (35%)
- 미분방정식 (20%)
- 컴퓨터 응용 (10%)
- 시험 결과 분석 및 피드백
- 5주차 준비

4주차 평가:

- 열화학 실험 보고서 (15%)
- 물질수지 문제 세트 (15%)
- 미분방정식 과제 (10%)
- 컴퓨터 분석 과제 (10%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Physical Chemistry" (Atkins & de Paula, Open Access Chapters)
- "Thermodynamics: An Engineering Approach" (MIT OCW)
- "Elementary Principles of Chemical Processes" (Felder & Rousseau, Open Access)
- "Elementary Differential Equations" (William F. Trench, Creative Commons)
- "Numerical Methods for Engineers" (Open Educational Resources)

5주차: 화학반응과 에너지수지

월요일: 화학반응 화학량론

- 오전 (4시간):
 - 화학반응식의 균형
 - 반응 진행도와 전환율
 - 수율과 선택도
 - 복수 반응
- 오후 (4시간):
 - 문제 해결 워크숍
 - 반응기에서의 물질수지
 - 제한 반응물 계산
 - 공업 반응 사례 연구

화요일: 물질수지 II - 반응이 있는 공정

- 오전 (4시간):
 - 반응이 있는 물질수지
 - 원소 수지
 - 독립 반응과 종속 반응
 - 반응 진행도를 이용한 계산
- 오후 (4시간):
 - 문제 해결 워크숍

- 복수 반응기 시스템
- 시뮬레이션 도구 사용
- 공정 최적화 기초

수요일: 에너지수지 I

- 오전 (4시간):
 - 에너지수지 기본 원리
 - 정상상태 에너지수지
 - 비반응계의 에너지수지
 - 현열과 잠열
- 오후 (4시간):
 - 문제 해결 워크숍
 - 상변화를 포함한 공정
 - 혼합과 용해열
 - 실험실: 에너지수지 실험

목요일: 화학 - 상평형과 상태도

- 오전 (4시간):
 - 상의 개념과 상평형
 - 상태도 읽기
 - 클라우지우스-클라페이론 방정식
 - 라울트 법칙과 헨리 법칙
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 상평형 실험
 - 증기압과 비점
 - 용해도와 분배
 - 증류의 기초 원리

금요일: 화학공학 설계 기초 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 공정 설계 개념
 - 경제성 고려사항
 - 안전과 환경 고려사항
 - 지속가능한 공정 설계
- 오후 (4시간):
 - 팀 설계 챌린지
 - 주간 시험: 5주차 종합평가 (2시간)
 - 화학반응 화학량론 (25%)
 - 반응계 물질수지 (30%)
 - 에너지수지 기초 (30%)
 - 상평형 및 설계 (15%)
 - 설계 프로젝트 제안서 검토
 - 6주차 준비 및 중간고사 안내

5주차 평가:

- 반응 화학량론 문제 (15%)
- 물질수지 프로젝트 (15%)
- 에너지수지 실험 보고서 (15%)
- 상평형 분석 과제 (10%)
- 설계 프로젝트 제안서 (10%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Elementary Principles of Chemical Processes" (Felder & Rousseau, Open Access)
- "Chemical Reaction Engineering" (Fogler, Open Access Chapters)
- "Physical Chemistry" (Atkins & de Paula, Open Access Chapters)
- "Chemical Process Design and Integration" (Smith, Open Educational Resources)
- "Green Engineering" (Allen & Shonnard, OER Commons)

6주차: 유체 정역학과 열역학 응용

월요일: 유체 정역학

- 오전 (4시간):
 - 유체의 성질과 분류
 - 압력과 압력 측정
 - 정수압력의 법칙
 - 부력과 부유체
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 유체 성질 측정
 - 압력계 및 마노미터
 - 게이지압과 절대압
 - 화학공정에서의 압력 관리

화요일: 에너지수지 II - 반응계

- 오전 (4시간):
 - 반응계의 에너지수지
 - 반응열과 생성열
 - 표준 조건과 기준 상태
 - 온도에 따른 반응열 변화
- 오후 (4시간):
 - 문제 해결 워크숍
 - 반응기 에너지수지
 - 열교환기 기초
 - 공정 열통합

수요일: 화학 - 용액의 성질

- 오전 (4시간):
 - 용액의 열역학적 성질
 - 활동도와 활동도 계수
 - 용액의 증기압
 - 끓는점 오름과 어는점 내림
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 용액의 성질 측정
 - 삼투압
 - 전해질 용액
 - 이온 평형

목요일: 물리학 - 유체 동역학 기초

- 오전 (4시간):
 - 유체 유동의 기초
 - 연속 방정식
 - 베르누이 방정식
 - 레이놀즈 수
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 유동 시각화
 - 유량 측정
 - 압력 손실
 - 펌프와 압축기 기초

금요일: 수치해석 프로그래밍 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 수치 적분 기법
 - 근을 구하는 방법
 - 선형 대수 방정식
 - 곡선 피팅
- 오후 (4시간):
 - 프로그래밍 실습
 - 주간 시험: 6주차 종합평가 (2시간)
 - 유체 정역학 (25%)
 - 반응계 에너지수지 (35%)
 - 용액의 성질 (25%)
 - 수치해석 (15%)
 - 시험 결과 검토
 - 7주차 준비

6주차 평가:

- 유체 정역학 문제 (15%)
- 에너지수지 프로젝트 (15%)
- 용액 성질 실험 보고서 (15%)
- 수치해석 프로그래밍 과제 (15%)

- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Fluid Mechanics" (OpenStax)
- "Elementary Principles of Chemical Processes" (Felder & Rousseau, Open Access)
- "Physical Chemistry" (Atkins & de Paula, Open Access Chapters)
- "Numerical Methods for Engineers" (Creative Commons)
- "Introduction to Fluid Mechanics" (MIT OCW)

7주차: 중간고사 및 화학 평형

월요일: 중간고사 I

- 오전 (4시간): 중간고사 (미적분, 일반화학, 일반물리)
- 오후 (4시간): 중간고사 결과 검토 및 개별 상담

화요일: 중간고사 II

- 오전 (4시간): 중간고사 (물질수지, 에너지수지, 화학공학 기초)
- 오후 (4시간): 중간고사 결과 검토 및 개별 상담

수요일: 화학 평형 I

- 오전 (4시간):
 - 화학 평형의 개념
 - 평형 상수
 - 르 샤틀리에 원리
 - 온도와 압력의 영향
- 오후 (4시간):
 - 평형 계산 문제
 - 다중 평형 반응
 - 실험실: 평형 상수 측정
 - 공업에서의 평형 반응

목요일: 화학 평형 II

- 오전 (4시간):
 - 산-염기 평형
 - 완충 용액
 - 적정 곡선
 - 침전 평형
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 적정 및 완충 용액
 - 평형 계산 심화
 - 용해도곱 상수
 - 착물 평형

금요일: 화학 반응속도론 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 반응속도의 개념
 - 속도 법칙과 속도 상수
 - 반응 차수 결정
 - 온도의 영향 (아레니우스 방정식)
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 반응속도 측정
 - 주간 시험: 7주차 종합평가 (2시간)
 - 화학 평형 (40%)
 - 산-염기 및 침전 평형 (35%)
 - 반응속도론 기초 (25%)
 - 시험 결과 토론
 - 8주차 준비

7주차 평가:

- 중간고사 I (15%)
- 중간고사 II (15%)
- 화학 평형 문제 세트 (15%)
- 평형 실험 보고서 (15%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Chemistry" (OpenStax)
- "Physical Chemistry" (Atkins & de Paula, Open Access Chapters)
- "Chemical Kinetics and Reaction Dynamics" (MIT OCW)
- "Equilibrium and Kinetics" (Open Educational Resources)

8주차: 전기화학과 분석화학

월요일: 전기화학 I

- 오전 (4시간):
 - 산화-환원 반응 복습
 - 전기화학 전지
 - 전극 전위
 - 네른스트 방정식
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 전기화학 전지 제작
 - 전지 전위 측정
 - 전기분해
 - 부식과 방지

화요일: 전기화학 II

- 오전 (4시간):
 - 전기분해와 패러데이 법칙
 - 전기도금
 - 연료전지
 - 배터리 기술
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 전기분해 실험
 - 전기화학적 분석
 - 전기화학 공정
 - 화학공업에서의 응용

수요일: 분석화학 I

- 오전 (4시간):
 - 정량분석의 기초
 - 중량분석법
 - 용량분석법
 - 오차와 정밀도
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 중량 및 용량분석
 - 표준화와 표준물질
 - 분석 데이터 처리
 - 통계적 분석

목요일: 분석화학 II

- 오전 (4시간):
 - 기기분석 개요
 - 분광학의 기초
 - UV-Vis 분광법
 - 원자흡수 분광법
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 분광분석
 - 검량선 작성
 - 정성 및 정량분석
 - 분석 방법 선택

금요일: 안전 및 환경 화학 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 화학 안전의 기초
 - 물질안전보건자료 (MSDS)
 - 화학 폐기물 처리
 - 환경 화학 개요
- 오후 (4시간):
 - 안전 사례 연구
 - 주간 시험: 8주차 종합평가 (2시간)

- 전기화학 (35%)
- 분석화학 방법 (40%)
- 안전 및 환경 (25%)
- 시험 후 안전 교육
- 9주차 준비

8주차 평가:

- 전기화학 실험 보고서 (15%)
- 분석화학 실험 보고서 (15%)
- 분석 방법 비교 과제 (10%)
- 안전 평가 과제 (10%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Electrochemistry" (Open Educational Resources)
- "Analytical Chemistry" (Harvey, Open Access)
- "Instrumental Analysis" (Skoog et al., Open Access Chapters)
- "Chemical Safety in Academic Laboratories" (ACS, Open Access)
- "Environmental Chemistry" (Manahan, Open Educational Resources)

9주차: 화학공학 수학과 계산

월요일: 선형대수

- 오전 (4시간):
 - 벡터와 벡터 공간
 - 행렬 연산
 - 선형 연립방정식
 - 가우스 소거법
- 오후 (4시간):
 - 고유값과 고유벡터
 - 행렬의 대각화
 - 화학공학에서의 응용
 - MATLAB/Python 실습

화요일: 미분방정식 응용

- 오전 (4시간):
 - 2계 선형 미분방정식
 - 상수계수 동차방정식
 - 비동차방정식
 - 라플라스 변환 입문
- 오후 (4시간):
 - 화학공학에서의 응용
 - 반응기 모델링

- 열전달 방정식
- 수치해법

수요일: 확률과 통계

- 오전 (4시간):
 - 확률의 기초
 - 확률분포
 - 정규분포와 중심극한정리
 - 표본분포
- 오후 (4시간):
 - 추정과 신뢰구간
 - 가설검정
 - 실험설계 기초
 - 회귀분석

목요일: 공정 모델링 기초

- 오전 (4시간):
 - 수학적 모델링 개념
 - 차원해석과 무차원화
 - 상사성과 척도확대
 - 모델 검증
- 오후 (4시간):
 - 간단한 공정 모델링
 - 매개변수 추정
 - 민감도 분석
 - 시뮬레이션 소프트웨어 소개

금요일: 컴퓨터 응용 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - **MATLAB** 고급 기능
 - 공학계산용 소프트웨어
 - 데이터 분석 도구
 - 시각화 기법
- 오후 (4시간):
 - 컴퓨터 프로젝트
 - 주간 시험: 9주차 종합평가 (2시간)
 - 선형대수 (25%)
 - 미분방정식 응용 (30%)
 - 확률과 통계 (25%)
 - 공정 모델링 (20%)
 - 컴퓨터 활용 능력 평가
 - 10주차 준비

9주차 평가:

- 선형대수 과제 (10%)
- 미분방정식 프로젝트 (15%)
- 통계 분석 과제 (15%)
- 공정 모델링 프로젝트 (15%)
- 컴퓨터 프로젝트 (15%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Linear Algebra with Applications" (Open Textbook Library)
- "Elementary Differential Equations" (William F. Trench, Creative Commons)
- "Statistics for Engineers and Scientists" (OpenStax)
- "Mathematical Methods in Chemical Engineering" (MIT OCW)
- "Numerical Methods for Engineers" (Open Educational Resources)

10주차: 화학공학 열역학

월요일: 열역학 제1법칙 응용

- 오전 (4시간):
 - 열역학 제1법칙 복습
 - 개방계와 폐쇄계
 - 정상유동과정
 - 엔탈피와 내부에너지
- 오후 (4시간):
 - 이상기체의 열역학
 - 실제기체 상태방정식
 - 압축성 인자
 - 공정에서의 응용

화요일: 열역학 제2법칙과 엔트로피

- 오전 (4시간):
 - 열역학 제2법칙
 - 엔트로피의 개념
 - 가역과정과 비가역과정
 - 엔트로피 생성
- 오후 (4시간):
 - 엔트로피 계산
 - 열역학적 효율
 - 엑서지 개념
 - 공정 최적화

수요일: 상평형 열역학

- 오전 (4시간):
 - 순수물질의 상평형

- 클라우지우스-클라페이론 방정식
- 아공트완 상태방정식
- 임계점과 대응상태원리
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 상평형 측정
 - 증기압 추산
 - 상평형 계산
 - 공정에서의 응용

목요일: 혼합물 열역학

- 오전 (4시간):
 - 편물성질
 - 화학퍼텐셜
 - 이상용액과 실제용액
 - 활동도와 활동도계수
- 오후 (4시간):
 - 기-액 평형
 - 라울트 법칙과 헨리 법칙
 - 이상용액에서의 증류
 - 공비혼합물

금요일: 화학반응 평형 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 화학반응 평형
 - 평형상수와 온도의 관계
 - 반응 친화력
 - 전기화학 평형
- 오후 (4시간):
 - 평형 계산 문제
 - 주간 시험: 10주차 종합평가 (2시간)
 - 열역학 법칙 응용 (30%)
 - 엔트로피와 엑서지 (25%)
 - 상평형 (25%)
 - 화학반응 평형 (20%)
 - 시험 결과 검토
 - 11주차 준비

10주차 평가:

- 열역학 계산 문제 (15%)
- 상평형 실험 보고서 (15%)
- 평형 계산 과제 (15%)
- 공정 최적화 프로젝트 (10%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics" (Smith et al., Open Access Chapters)
- "Thermodynamics and Statistical Mechanics" (MIT OCW)
- "Phase Equilibria in Chemical Engineering" (Open Educational Resources)
- "Chemical Reaction Equilibrium" (NIST WebBook)

11주차: 단위조작 입문

월요일: 열교환기 기초

- 오전 (4시간):
 - 열교환기의 종류
 - 열교환기 설계 기초
 - 대수평균온도차
 - 효율-NTU 방법
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 열교환기 성능 시험
 - 열교환기 설계 계산
 - 경제성 고려사항
 - 파울링과 유지보수

화요일: 증발과 결정화

- 오전 (4시간):
 - 증발 공정 원리
 - 단일효용과 다중효용 증발기
 - 경제성과 에너지 절약
 - 증발기 설계
- 오후 (4시간):
 - 결정화 기초
 - 핵생성과 성장
 - 결정화 장치
 - 실험실: 결정화 실험

수요일: 건조

- 오전 (4시간):
 - 건조의 기초 이론
 - 습도와 습도도표
 - 건조 속도 곡선
 - 건조 장치
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 건조 실험
 - 건조기 설계
 - 에너지 효율

- 건조 공정 최적화

목요일: 혼합과 교반

- 오전 (4시간):
 - 혼합 메커니즘
 - 교반기의 종류
 - 동력 소모량 계산
 - 혼합 시간과 효율
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 교반기 성능 시험
 - 스케일업 고려사항
 - 액-액 분산
 - 기-액 접촉

금요일: 입자 기술 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 입자 크기와 분포
 - 입자 특성화
 - 분쇄와 분급
 - 집진과 분리
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 입자 크기 분석
 - 주간 시험: 11주차 종합평가 (2시간)
 - 열교환기 설계 (25%)
 - 증발과 결정화 (25%)
 - 건조 공정 (25%)
 - 혼합과 입자기술 (25%)
 - 시험 결과 분석
 - 12주차 준비

11주차 평가:

- 열교환기 설계 프로젝트 (15%)
- 결정화 실험 보고서 (15%)
- 건조 실험 보고서 (15%)
- 교반기 설계 과제 (10%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Unit Operations of Chemical Engineering" (McCabe et al., Open Access Chapters)
- "Transport Phenomena" (Bird et al., Open Educational Resources)
- "Heat Transfer" (MIT OCW)
- "Particle Technology" (Rhodes, Open Educational Resources)

12주차: 분리공정 기초

월요일: 증류 I

- 오전 (4시간):
 - 증류의 원리
 - 기-액 평형 관계
 - 상대휘발도
 - 단순증류와 플래시 증류
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 단순증류 실험
 - 증류 계산
 - 라울트 법칙 응용
 - x-y 선도 작성

화요일: 증류 II

- 오전 (4시간):
 - 연속증류탑
 - 맥케이브-틸레 방법
 - 최소 환류비
 - 이론단수 계산
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 연속증류 실험
 - 증류탑 설계
 - 효율과 HETP
 - 에너지 최적화

수요일: 흡수와 탈착

- 오전 (4시간):
 - 기-액 평형 관계
 - 헨리 법칙 응용
 - 이론단수와 HTU
 - 흡수탑 설계
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 흡수 실험
 - 탈착 공정
 - 스트리핑
 - 회수율과 효율

목요일: 추출

- 오전 (4시간):
 - 액-액 평형
 - 분배계수
 - 단일 및 다중 추출

- 삼각선도
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 액-액 추출
 - 추출 계산
 - 용매 선택
 - 추출탑 설계

금요일: 막분리와 기타 분리공정 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 막분리 원리
 - 역삼투와 한외여과
 - 기체 분리막
 - 막 반응기
- 오후 (4시간):
 - 크로마토그래피 기초
 - 주간 시험: 12주차 종합평가 (2시간)
 - 증류 설계 (35%)
 - 흡수와 탈착 (30%)
 - 추출 (25%)
 - 막분리 (10%)
 - 분리공정 비교
 - 13주차 준비

12주차 평가:

- 증류 설계 프로젝트 (15%)
- 흡수 실험 보고서 (15%)
- 추출 실험 보고서 (15%)
- 분리공정 비교 과제 (10%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Separation Process Principles" (Seader et al., Open Access Chapters)
- "Mass Transfer Operations" (Treybal, Open Educational Resources)
- "Membrane Separations Technology" (MIT OCW)
- "Distillation Design" (Open Educational Resources)

13주차: 반응공학 기초

월요일: 반응속도론과 반응기

- 오전 (4시간):
 - 반응속도와 속도상수
 - 반응차수와 분자수
 - 아레니우스 방정식

- 촉매반응 기초
- 오후 (4시간):
 - 반응기의 종류
 - 배치반응기 설계
 - 반응 시간 계산
 - 실험실: 반응속도 측정

화요일: 이상반응기 설계

- 오전 (4시간):
 - 연속교반탱크반응기 (CSTR)
 - 관형반응기 (PFR)
 - 반응기 크기 비교
 - 전환율과 체류시간
- 오후 (4시간):
 - 반응기 설계 계산
 - 다중반응
 - 선택도와 수율
 - 반응기 최적화

수요일: 비이상 반응기

- 오전 (4시간):
 - 체류시간 분포
 - 혼합 특성
 - 분산 모델
 - 단계 모델
- 오후 (4시간):
 - 실험실: RTD 측정
 - 반응기 모델링
 - 스케일업 고려사항
 - 반응기 진단

목요일: 촉매와 불균일 반응

- 오전 (4시간):
 - 촉매의 종류와 특성
 - 불균일 촉매반응
 - 물질전달 영향
 - 촉매 비활성화
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 촉매반응 실험
 - 촉매층 설계
 - 고정층과 유동층
 - 촉매 재생

금요일: 생물반응공학 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 미생물 성장 속도론
 - 발효 공정
 - 생물반응기 설계
 - 멸균과 오염 방지
- 오후 (4시간):
 - 효소반응 기초
 - 주간 시험: 13주차 종합평가 (2시간)
 - 반응속도론 (25%)
 - 이상반응기 설계 (30%)
 - 비이상 반응기 (25%)
 - 촉매 및 생물반응 (20%)
 - 반응공학 종합
 - 14주차 준비

13주차 평가:

- 반응속도 실험 보고서 (15%)
- 반응기 설계 프로젝트 (15%)
- RTD 측정 보고서 (15%)
- 촉매반응 분석 과제 (10%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Chemical Reaction Engineering" (Fogler, Open Access Chapters)
- "Reaction Engineering" (MIT OCW)
- "Catalysis and Catalytic Processes" (Open Educational Resources)
- "Biochemical Engineering" (Open Textbook Library)

14주차: 공정제어와 설계

월요일: 공정제어 기초

- 오전 (4시간):
 - 제어의 개념과 목적
 - 개루프와 폐루프 제어
 - 제어기의 종류 (P, PI, PID)
 - 제어시스템 구성
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 온도제어 실험
 - 제어기 튜닝
 - 안정성과 응답특성
 - 화학공정 제어 사례

화요일: 계측과 센서

- 오전 (4시간):
 - 온도 측정
 - 압력 측정
 - 유량 측정
 - 농도 및 조성 분석
- 오후 (4시간):
 - 실험실: 계측기기 실습
 - 신호 변환과 전송
 - 데이터 수집 시스템
 - 계측기 교정

수요일: 공정설계 개론

- 오전 (4시간):
 - 공정설계 절차
 - 공정 흐름도 (PFD)
 - 배관 및 계측 도면 (P&ID)
 - 물질 및 에너지 수지
- 오후 (4시간):
 - 공정 시뮬레이션
 - Aspen Plus 입문
 - 설계 최적화
 - 경제성 평가

목요일: 최종 프로젝트 개발

- 오전 (4시간):
 - 팀 프로젝트 작업
 - 공정 설계 및 분석
 - 기술 문서화
 - 발표 준비
- 오후 (4시간):
 - 프로젝트 진행
 - 설계 검토
 - 문제 해결
 - 피어 리뷰

금요일: 프로젝트 발표와 학기 검토 및 주간 평가

- 오전 (4시간):
 - 프로젝트 발표
 - 설계 비평
 - 학습 반성
 - 화학공학 전망
- 오후 (4시간):
 - 주간 시험: 14주차 종합평가 (2시간)
 - 공정제어 (30%)

- 계측 기술 (25%)
- 공정설계 (25%)
- 최종 프로젝트 (20%)
- 학기 검토
- 15주차 준비

14주차 평가:

- 제어 실험 보고서 (15%)
- 계측 실습 보고서 (10%)
- 공정설계 과제 (15%)
- 최종 프로젝트 (25%)
- 프로젝트 발표 (10%)
- 주간 종합시험 (20%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Process Control: Modeling, Design and Simulation" (Seborg et al., Open Access Chapters)
- "Chemical Process Control" (Stephanopoulos, MIT OCW)
- "Process Design and Economics" (Open Educational Resources)
- "Aspen Plus Tutorial" (AspenTech University)

15주차: 최종 검토 및 평가

월요일: 물질 및 에너지 수지 검토

- 오전 (4시간):
 - 물질수지 원리 복습
 - 에너지수지 응용
 - 반응계 수지
 - 문제 해결 전략
- 오후 (4시간):
 - 종합 문제 해결 워크숍
 - 그룹 복습 활동
 - 자기 평가 연습
 - 질의응답 세션

화요일: 열역학과 상평형 검토

- 오전 (4시간):
 - 열역학 법칙 응용
 - 상평형 계산
 - 화학반응 평형
 - 열역학적 계산
- 오후 (4시간):
 - 통합 문제 워크숍

- 사례 분석
- 상평형 시뮬레이션
- 개념 이해 평가

수요일: 단위조작과 분리공정 검토

- 오전 (4시간):
 - 단위조작 원리
 - 분리공정 설계
 - 물질전달과 열전달
 - 장치 설계
- 오후 (4시간):
 - 설계 사례 연구
 - 공정 최적화
 - 그룹 설계 챌린지
 - 지식 통합 활동

목요일: 반응공학과 공정제어 검토

- 오전 (4시간):
 - 반응기 설계
 - 반응속도론
 - 공정제어 원리
 - 계측과 자동화
- 오후 (4시간):
 - 반응공학 문제 해결
 - 제어시스템 설계
 - 공정 시뮬레이션
 - 종합적 공정 분석

금요일: 학기 종합과 미래 계획 및 최종 평가

- 오전 (4시간):
 - 종합 복습
 - 지식 통합
 - 포트폴리오 개발
 - 전문적 개발 계획
- 오후 (4시간):
 - 최종 종합시험 (3시간)
 - 물질 및 에너지 수지 (25%)
 - 열역학과 상평형 (25%)
 - 단위조작과 분리공정 (25%)
 - 반응공학과 공정제어 (25%)
 - 학기 반성 및 피드백
 - 2학기 미리보기

15주차 평가:

- 종합 물질수지 시험 (20%)
- 열역학 종합 시험 (20%)
- 단위조작 설계 포트폴리오 (15%)
- 반응공학 프로젝트 (15%)
- 최종 반성 논문 (10%)
- 최종 종합시험 (30%) - 금요일 실시

참고 자료:

- "Chemical Engineering Fundamentals: An Introduction to Chemical Engineering" (Open Textbook Library)
- "Applications of Chemical Engineering Principles" (MIT OCW)
- "Chemical Engineering Problem-Solving Methods" (OER Commons)
- "Professional Skills for Chemical Engineers" (Open Educational Resources)
- "Chemical Engineering Design Project Guide" (Open Educational Resources)