

2022-1학기 DU-도전학기 계획서

과제명	Poly(tetramethylene glycol) (PTMG) 기반의 다공성 폴리우레탄 중합 및 물성 평가			
신청 유형	<input checked="" type="checkbox"/> 개인		<input type="checkbox"/> 팀(팀명:)	
신청 학점	3학점			
도전 영역	<input checked="" type="checkbox"/> 전공(주전공 또는 복수전공)		<input type="checkbox"/> 일반선택	
참여자	성명	소속	학번	비고
		화학공학과		
지도교수 의견	DU-도전학기 과제의 주제가 폴리우레탄 고분자 복합재의 합성 및 특성 평가와 관련된 내용으로, 화학공학과와 전공 교과과정의 고분자공학(1) (2), 화공열역학, 공업용신소재 과목과의 연관성이 높으며, 이들 교과목의 이론적 학습내용을 실험·실증적으로 응용하는 주제이므로, 화학공학과와 전공학점으로 충분히 인정할 수 있다고 사료됩니다.			
	(소속)	화학공학과	(성명)	(서 :는 날인)

1. 도전 배경

화학공학과와 전공 교과과정의 고분자공학(1),(2)을 학습하면서 고분자 복합재료의 개발로 인해 자동차, 기계, 항공기 공업 등에서 금속 대체물질로 사용되는 등 우리의 삶에 필요한 대부분이 고분자 물질에 의존하고 있음을 알게 되었다. 특히 다공성 복합소재는 일반적인 복합소재에 비해 기계적 특성과 열적 특성이 모두 우수해 다양한 기초 및 응용 연구의 대상이 되고 있다고 알려져 있다. 본 도전학기를 통해 다공성 복합소재의 우수한 기계적 특성과 열적 특성이 PTMG(Poly Tetramethylene Ether Glycol), IPDI(Isophorone Diisocyanate), DBTDL(Dibutyltin Dilaurate)를 사용한 폴리우레탄 복합소재에도 적용이 되는지 알아보고자 한다.

위의 연구를 통해 단순히 학습에 그치는 것이 아니라 한국공업화학회가 주관하는 춘계 총회 및 학술대회에 참석하여 poster 발표를 진행하고자 한다.

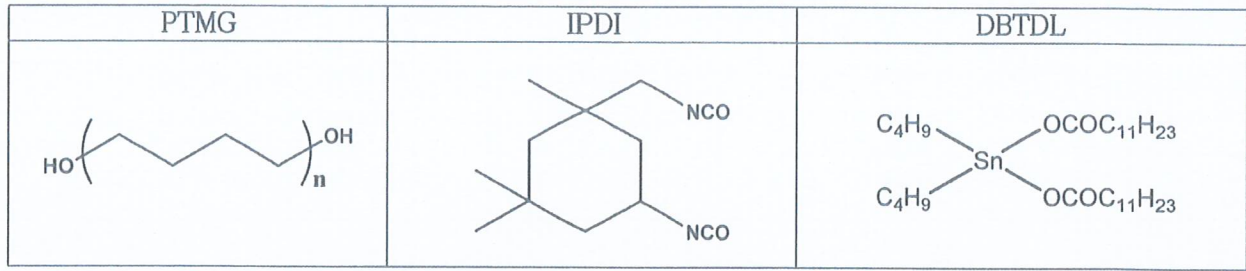


Figure 1. 폴리우레탄 중합에 사용되는 물질의 분자 구조

2. 도전 과제 의 목표

- 다공성 유리 입자를 첨가한 폴리우레탄 복합소재에 대한 분석 연구
 - 다공성 유리 입자의 함량과 종류가 폴리우레탄 복합소재에 미치는 영향 연구
- 실험 장비사용과 폴리우레탄 중합공정 설계를 통한 연구개발 능력 확보
- 2022년 한국공업화학회 춘계학술대회(2022. 05. 11~13, 제주ICC) 참석 및 제1저자로 논문 (포스터) 발표
 - 고분자 복합소재 연구의 동향 파악
 - 사회적 수요에 맞춘 전공지식 함양

3. 도전 과제 내용

가. 실험 계획 수립

물질조사	폴리우레탄 중합에 필요한 물질(Polyol, Isocyanate, Catalyst 등)을 조사하며 구입가능 여부를 확인한다.
실험 방법 조사	중합공정(Bulk중합, 용액중합, 현탁중합, 유화중합, 고상중합 중)에 대해 학습하고 실험에 사용할 중합을 결정하며 실험절차 및 조건(온도, 시간 등)을 구상한다.
Formulation	Polyol과 Isocyanate의 작용기와 분자량 당량 비를 고려하여 중합시에 필요한 물질의 양을 계산한다.
실험실 안전교육	국가연구안전정보시스템에서 제공하는 연구실 안전 교육을 이수한다.
기구 및 장비 사용법	실험 장비(반응기, 피펫, 냉각기, Hot plate Stirrer)의 사용방법과 주의 사항을 확인하며 측정 장비(UTM, TGA, DSC, DMA, THB)의 manual을 학습하여 실험이 원활이 진행되도록 한다.

나. 실험 수행

입자의 종류와 함유량에 따른 폴리우레탄 복합소재의 중합을 진행한다. 이때 폴리우레탄은 활성 수산기(-OH)를 갖는 Polyol과 이소시아네이트기(NCO)를 갖고 있는 이소시아네이트가 부가중합(Addition Polymerization Reaction)에 의해 반응열을 발생시키면서 형성된다.

폴리우레탄은 단계중합과 부가중합에 의해 만들어지는데 이때 단계중합은 연쇄중합과 달리 작용기끼리의 반응에 의해 사슬이 형성되며 반응 초기에 단량체가 거의 소모된다는 특징을 가지고 있다. 부가중합은 축합중합과 달리 작은 분자들의 방출이 없으며 주 사슬이 탄소-탄소 결합으로 이루어져 있다.

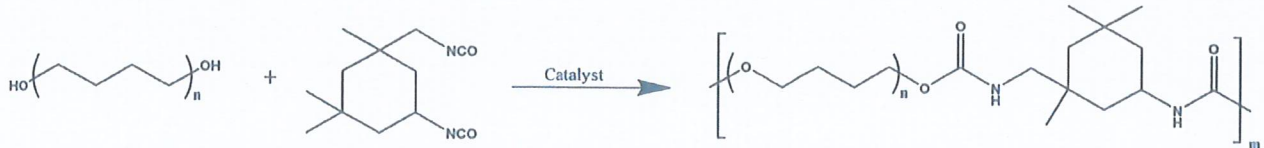


Figure 2. 폴리우레탄 중합 반응

다. 측정(UTM, TGA, DSC, DMA, THB) 및 분석

측정 장비	활동 사항
UTM	<ul style="list-style-type: none"> - 주어진 시편의 크기에 맞춘 폴리우레탄 복합소재의 기계적 특성(인장)을 측정하며 이를 통해 얻은 데이터를 Origin 프로그램을 통해 나타낸다. - Particle의 종류와 함량(vol%)에 따른 차이를 확인하고 결론을 도출한다.
DSC	<ul style="list-style-type: none"> - 시료의 온도를 높이는데 필요한 열량을 측정하는 열분석 장비로 Particle의 종류와 함량(Vol%)에 따른 변화를 확인한다. - Glass Transition Temperature, Melting Temperature, Crystallization Temperature를 Origin 프로그램을 통해 그래프로 나타내어 본다.
DMA	<ul style="list-style-type: none"> - 고분자의 점탄성 거동을 연구하는데 주로 사용되는 장비로 Particle의 종류와 함량(Vol%)에 따른 modulus변화를 알아보고 UTM과 경향성을 비교해 본다. - tan Delta Peak의 위치를 통해 Glass Transition Temperature의 변화를 분석한다.
TGA	<ul style="list-style-type: none"> - 열분해 온도를 측정하는 장비로 측정을 통해 Particle의 종류와 함량(Vol%)에 따른 열분해 온도의 변화를 비교 분석한다.
TCA	<ul style="list-style-type: none"> - 열확산의 정도를 알아보는 장비로 측정을 통해 폴리우레탄 복합소재의 단일 특성을 알아보며 Particle의 종류와 함량(Vol%)이 물성에 미치는 영향을 평가한다. - 열전도도를 식을 통해 이론적인 열전도도 값과 비교해 보며 경향성을 파악한다.

4. 도전 과제 추진일정

주차	활동 목표	활동 내용	투입 시간
1주차	물질 조사 및 실험방법 조사	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 실험에 사용할 물질(PTMG, IPDI, DBTDL)을 선정 및 구매하도록 한다. ▶ 중합 방법 탐색 및 선정한다. 	5h
2주차	실험실 안전교육	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 국가 안전 정보시스템을 이용한 연구실 안전 교육이수 	3h
3주차	Formulation	<ul style="list-style-type: none"> ▶ PTMG와 IPDI의 당량비를 통해 Formulation을 진행하여 중합에 사용될 질량을 결정한다. 	5h
4주차	기구 및 장비 사용법 학습 및 월보고서 작성	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 측정 장비(DMA, TGA, THB, DSC, UTM)의 사용법 및 주의사항을 학습한다. ▶ 실험 기구(반응기, 피펫, 냉각기 등)의 사용법 및 주의사항을 학습한다. 	4h
5주차	H25입자를 사용한 폴리우레탄 중합	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 폴리우레탄 중합 시 H25를 15,30,45,60vol%첨가하여 중합한다. 	8h
6주차	H32입자를 사용한 폴리우레탄 중합	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 폴리우레탄 중합 시 H32를 15,30,45,60vol%첨가하여 중합한다. 	8h
7주차	중간보고서 및 월보고서 작성	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 6주차까지의 활동사항들을 수합하여 중간보고서 및 월보고서를 작성한다. 	4h
8주차	H60입자를 사용한 중합 및 월보고서 작성	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 폴리우레탄 중합 시 H60를 15,30,45,60vol%첨가하여 중합한다. 	8h
9주차	DMA 측정	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Particle의 종류와 함량(Vol%)에 따른 modulus 변화를 알아본다. ▶ tanDelta Peak의 위치를 통해 Glass Transition Temperature의 변화를 분석한다. 	4h
10주차	Poster 제작	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 지금까지 진행한 연구의 결과들을 바탕으로 Poster를 제작한다. 	6h
11주차	학회 참석 및 발표	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 한국공업화학회에서 주관하는 춘계 총회 및 학술대회에 참석한다. 	6h

12주차	DSC측정 및 월보고서 작성	▶ Particle의 종류와 함량(Vol%)에 따른 Tm,Tg,Tc의 변화와 차이를 분석한다.	6h
13주차	UTM측정	▶ 중앙기기원 정밀화학분석실의 유압프레스를 사용하여 샘플을 규격에 맞춰 자른다. ▶ 기계적 특성(인장)을 측정하며 이를 통해 얻은 데이터를 분석해 본다.	6h
14주차	TCA측정	▶ Particle의 종류와 함량(Vol%)에 따른 샘플들의 열전도도를 측정하고 이론적인 열전도도 값과 비교해 본다.	6h
15주차	TGA측정	▶ Particle의 종류와 함량(Vol%)에 따른 열분해 온도의 변화와 차이를 분석한다.	6h
16주차	결과보고서 작성 및 월보고서 작성	▶ 15주차까지의 활동사항들을 수합하여 중간보고서 및 월 보고서를 작성한다.	5h

5. 활동 지원비 상세 내역

활동 지원비 신청내역		
항 목	산출근거	금액(원)
재료비	- Poly(tetramethylene ether glycol)-1L - Isophorone diisocyanate-250ml - DBTDL(촉매) 외 실험에 필요한 소모품 재료비	300,000원
항공료	한국공업화학회 참석을 위한 제주도 왕복 항공료	200,000원
합계(원)		500,000원

6. 과제 수행 후 제출할 수 있는 결과물

- 제작한 샘플
- 2022년 한국공업화학회 춘계학술대회 초록 및 발표 포스터
- 실험 노트 및 교수님과 meeting 자료(PPT 등)

참고문헌

- 1) 안춘기, 진제용, 최세영. (1998). 양이온성 폴리우레탄의 합성 및 기계적 특성에 관한 연구. *Elastomers and composites*, 33(3), 177-184.
- 2)권순관, 김상범, 이영범, 최성희, 최건형, 김우년 (2002). Effect of Isocyanate Content and Aging on Synthesis of Rigid Polyurethane Foam. *Theories and Applications of Chem. Eng.*, 8(2), 115-122.
- 3)최성희, 노시태. (1998). Analysis of Polyurethane Prepolymer by using GPC. *Applied Chemistry*2(2), 559-562.
- 4)Lei Wang, Younghwan Kwon. (2016). Study on Synthesis and Characterization of Polyurethane Foams with Void Fillers for Application in Low Adhesion and Thermal Insulation. Daeegu University
- 6)Yu Bian, Younghwan Kwon. (2015). Study on Synthesis and Properties of Thermal Insulation Polyurethane Foams Prepared with Microsphere. Daeegu University
- 7)곽보민, 권영환. (2020). 미세 중공 실리카 입자가 함유된 실리콘 단열 복합재의 열적 기계적 특성에 대한 커플링제가 미치는 영향. 대구대학교
- 8)Felske, J. D. (2004). Effective thermal conductivity of composite spheres in a continuous medium with contact resistance. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 47(14-16), 3453-3461