

1. 유리 세공

가. 실습 목표

유리는 환경 화공 실험에서 화학 반응과 단위 조작을 위하여 많이 사용되는 재료이다. 이번 장에서는 유리의 성질과 특성을 이해하고, 유리 기구를 만드는 방법을 익혀서 간단한 유리 기구를 만들 수 있는 능력을 키우도록 한다.

- 1) 유리의 성질과 특성을 이해할 수 있다.
- 2) 간단한 유리 기구를 만들 수 있다.

나. 실습 재료

유리관(지름 6mm), 부탄 가스

다. 기기 및 기구

유리 세공용 베너, 알콜 베너, 줄(평줄 또는 세모줄), 구멍뚫이, 세라믹 망(또는 쇠그물), 집게, 핀셋

라. 관계 이론

유리는 결정 실리카를 함유하는 모래를 이용하여 제조되며, 첨가물을 가하여 색깔이나 기능 등을 보강한다. 우리가 일상 생활에서 흔히 접하는 일반적인 유리는 SiO_2 를 70–75% 함유하는 소다석회 유리이다. 유리의 성질은 유리를 구성하는 물질의 종류, 조성비, 열처리 방법 등에 따라 다양하게 변화된다.

1) 화학적 성분에 의한 분류

가) 소다 석회 유리(Soda Lime Glass)

연질 유리라고도 하는 소다 석회유리는 이산화규소(SiO_2)의 조성이 70–75%, 산화나트륨(Na_2O)가 12–16%, 산화칼슘(CaO)가 5–10% 정도 포함되어 있다. 판유리나 병유리 등 주로 산업현장에서 많이 사용되고 있으며 연화점이 800°C 정도로 다소 낮고 절단하면 연한 녹색을

띠게 된다. 가장 흔한 유리이며 저렴한 유리로서 투시성과 채광성이 우수하기 때문에 많은 용도로 사용되고 있으나 고온이나 급격한 온도 변화, 부식에 약한 단점을 갖고 있다.

나) 칼륨 석회 유리(Potassium Lime Glass)

경질 유리라고도 알려져 있으며 소다석회 유리의 Na_2O 대신에 K_2O 가 함유되어 있다. 소다석회 유리보다 경질로 시험관, 플라스크, 비커 등의 화학 실험용 기구에 많이 사용되며 절단하면 절단면이 연한 노란색을 띠게 된다.

다) 납 유리(Led Glass)

산화납이 18%–38%(영국에서는 24%이상) 정도 포함되어 있으며 크리스탈 유리라고도 말한다. 납성분이 포함되었기 때문에 유리의 굴절율이 높고 표면 처리가 용이하며, 광택 또한 뛰어나나 가격이 비싸서 장식용 유리기구나 식탁용품, 공예품 등 고가의 물건에 많이 사용된다.

라) 봉규산 유리(Borosilicate Glass)

붕소 화합물이 7–14% 정도 포함되어 있으며, 내구성과 내열성이 강하다. 충격에 잘 견디고 열팽창 계수도 소다석회 유리의 1/3 정도 밖에 안 되기 때문에 실험용 이화학 기구, 조명 산업, 광학 렌즈, 그리고 열에 강한 주방용품 등에 많이 사용되고 있다. 파이렉스로 알려진 코닝(Corning)사의 봉규산 유리는 붕소 화합물이 14%이며 절단하면 미황색의 빛깔을 띠게 된다.

2) 용도에 의한 분류

가) 판유리

가장 많이 생산되는 유리로 표면이 제조된 그대로의 평활한 면을 갖고 있으며 건축물의 창유리 등에 많이 사용된다. 유리의 표면에 광택이 있고, 자르고 구부리고 녹이기 쉬워서 가공성이 좋다. 실내 차단용이나 칸막이용으로 사용되는 흐린 판유리는 투명한 유리의 한 면을 잘거나 부식시켜서 유리의 투시성을 제거한 것이다.

나) 무늬유리

판유리의 한쪽 면에 무늬를 넣어 장식 효과를 나타내는 유리로, 롤링식 공법으로 제조된다. 빛이 유리를 투과하면서 무늬에 의하여 분산되어 전체적으로 부드러운 느낌을 주며, 시선을 차단하거나 조명을 방지해 줄 때 많이 사용된다.

다) 강화 유리

유리의 온도를 750~800°C까지 가열한 뒤 빠른 공기로 양면을 급냉 시켜서 강도를 높인 안전 유리이다. 일반 유리와 투시성은 같으나 강도가 5배 이상 높으며, 깨질 때 잘게 부숴지는 특징이 있다. 강화 열처리 후에는 구멍 뚫기나 재절단이 불가능하므로 정확한 치수로 가공을 하여야 한다. 자동차, 선박, 출입문, 외벽용 유리 등으로 사용된다.

라) 색유리

금속 산화물의 착색제를 첨가하여 만들어지는 유리로서, 적당한 파장을 갖는 빛만 투과시켜 주기 때문에 냉난방 효과가 있고, 실내의 분위기를 아늑하게 해 준다.

3) 유리의 성질

가) 광학적 성질

빛이 유리를 통과할 경우 여러 현상을 나타내며, 이를 현상의 정도는 물리적인 수치인 유리의 굴절률, 반사율, 투과율 등으로 표현된다. 일반적인 판유리의 경우 굴절률이 1.5정도이고, 수직 입사광의 92%정도가 투과되는 것으로 나타난다. 유리는 무색 투명하지만, 투과시키는 빛의 파장을 조절하기 위하여 착색, 불투명화시키기도 한다. 광학적 성질을 바꾸기 위하여 유리를 구성하는 물질의 조성과 결합 상태를 변경하기도 한다.

나) 화학적 성질

유리는 화학 물질에 대하여 매우 안정한 재료이기는 하나, 염산, 질산 등 강한 성질을 갖는 화학 물질에서는 서서히 침식되기도 한다. 특히 불화수소는 유리를 깊이 침식시키는데 이러한 성질을 이용해서 유리 기구에 눈금이나 표시를 할 경우 불화수소를 이용한다. 대기 중의 습기와 CO₂, SO₂, NH₃ 등에 장기간 노출될 경우 풍화작용으로 인하여 유리 표면에 얼룩이나 흠집이 생기기도 한다.

다) 기계적 성질

유리는 제품화 과정을 거치면서 성형단계에서 유리 내부의 변형이 생기기 때문에 기계적 강도가 많이 떨어지는 취성재료이다. 따라서 유리의 압축 강도는 크지만 인장강도는 작다. 유리의 파괴는 표면의 한 점으로부터 시작되며 일단 균열이 생기면 균열의 전파 속도가 빨라 즉시 깨어진다.

● 굴절률

빛이나 다른 전자파가 하나의 매질에서 다른 매질로 비추어들 때, 입사각의 사인 (sine)과 굴절각의 사인에 대하여 보이는 비. 이는 두 매질에서 빛 속도의 비와 같음.

라) 열적 성질

유리는 열전도율과 열팽창율이 작기 때문에 부분적으로 급격히 가열하거나 냉각시키면 깨지기 쉽다. 석영 유리와 봉규산 유리는 고온에서의 내열성을 높인 유리로서 조리용 주방기구, 난방 기구 등에 많이 사용된다.

마. 안전 및 유의 사항

- 1) 유리는 흄집이나 줄이 없는 것을 사용여야 한다.
- 2) 가스통 밸브가 잘 잠겨 있는지 미리 살펴 보아 가스 누출로 인한 폭발을 방지한다.
- 3) 유리를 가열하거나 냉각시킬 때에는 천천히 골고루 하여 깨어지는 일이 없도록 한다.
- 4) 유리 세공을 하기 전 유리에 흄집을 내어 자를 때 무리하게 힘을 주면 유리판이 날카롭게 잘릴 수 있으므로 주의해야 한다.
- 5) 유리 세공이 끝나면 가열된 유리판이 뜨거우므로 손으로 만지지 말고 세라믹 망에 가만히 옮려 놓는다.

바. 실습 순서

1) 유리관 자르기

- 가) 유리관의 자르고자 하는 면에 줄 모서리로 힘을 주어 금을 긋듯이 잡아당겨 흄집을 낸다. <그림 II-1>
- 나) 흄집을 낸 부분을 전방을 향하게 둔다. <그림 II-2>
- 다) 양쪽의 엄지손가락은 밀고, 검지에서 새끼손가락은 잡아당겨 유리를 자른다. <그림 II-3>
- 라) 만약, 잘라지지 않으면 줄로 한번 더 흄집을 깊게 내어 자른다.
- 마) 굵은 관이나 큰 병을 자를 때에는, 자르려고 하는 부분에 테레빈유를 적신 가는 끈을 감고, 병을 옆으로 뉘여 놓고 불을 붙였



그림 II-1



그림 II-2

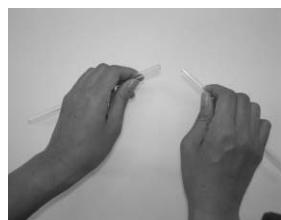


그림 II-3

- 다가 끈 뒤 냉각시킨다. 그리고 나서 금이 가면 살며시 자른다.
- 바) 유리관의 잘려진 부분은 날카롭기 때문에 손을 다칠 염려가 있으므로, 베너에 고르게 가열하여 무디게 한다.

2) 불꽃으로 다듬기(polishing)

- 가) 유리관 끝을 베너의 불꽃 약간 위 부분에 갖다 대고 유리관을 회전 시키면서 고르게 가열하여 끝을 둥글게 다듬는다. <그림 II-4>
- 나) 유리관을 베너에서 꺼내어 쇠그물이나 세라믹망 위에 올려 놓고 서서히 냉각시킨다. 뜨거운 유리관을 손으로 잡거나 실험대, 노트 위에 올려 놓지 말아야 한다.
- 다) 베너에서 다듬은 유리관의 끝이 <그림 II-5(A)>와 같으면 잘 다듬은 것이다. 지나치게 가열하여 다듬게 되면 <그림 II-5(B)>와 같이 된다.
- 라) 유리관이 완전 냉각될 때까지 기다린다.(절대 유리관의 가열 부분에 손을 대지 않도록 한다.)

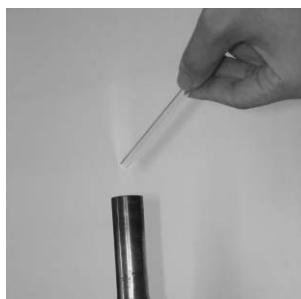
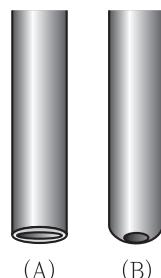


그림 II-4 시험관 다듬기

그림 II-5 (A) 잘 다듬어진 시험관
(B) 지나치게 가열된 시험관

3) 유리관 구부리기

- 가) 구부러진 유리관 부분을 부드럽게 하기 위하여 가열 범위를 크게 해 준다.
- 나) 불꽃조절 어댑터를 베너에 장착하고 착화한다.
- 다) 공기의 양을 조절하여 청색 불꽃이 나오도록 한다.
- 라) 유리관을 불꽃과 수직이 되도록 수평으로 잡고 <그림 II-6>, 유리관의 구부리고자 하는 부분을 청색 불꽃의 끝에 넣고(가장 뜨거운 부분) 회전시키면서 고르게 가열한다.
- 마) 유리관이 황적색으로 되고 불꽃의 색이 노란색이 되면 유리관 을 변형시킬 수 있는 상태가 된 것이다.



그림 II-6

그림 II-7

(A) (B)
그림 II-8

- 바) 유리관을 불꽃에서 꺼내어 원하는 각도로 <그림 II-7>과 같이 단번에 살짝 구부린다.
- 사) 손으로 유리관을 잡고 각도를 잘 유지하면서 유리가 냉각되도록 잠시 기다린다.
- 아) 유리가 굳으면 쇠그물이나 세라믹망 위에 올려 놓고 냉각될 때 까지 기다린다. 여러 번 연습하여 유리관 구부리기의 요령을 터득한다.
- 자) 유리관의 가열 범위가 충분히 넓지 않거나 부채꼴 어댑터를 사용하지 않으면 <그림 II-8(A)>와 같이 되고, 불꽃이 고르지 못하거나 온도가 낮으면 <그림 II-8(B)>와 같이 된다.

4) 스포이드 만들기

- 가) 유리관의 길이가 10cm 정도 되게 자른다.
- 나) 유리관을 불꽃의 가장 뜨거운 부분에서 회전시키면서 가열한다.(유리관이 휘어질려고 할때까지)
- 다) 유리관을 불꽃에서 꺼내어 잡아 뽑아 식힌다. 그러면 <그림 II-9(A)>와 같은 모세관이 생긴다.
- 라) 만들어진 모세관을 적당히 자르면 <그림 II-9(B)>와 같은 스포이드가 생긴다.
- 마) 스포이드의 위 아래 부분을 불꽃에서 다듬고 스포이드 고무를 끼운다.

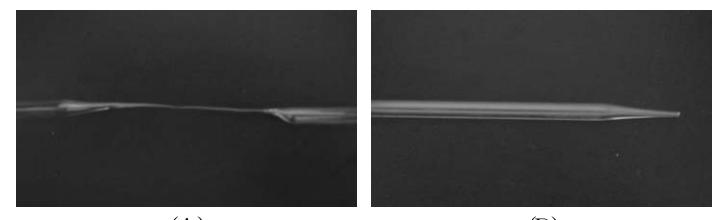


그림 II-9 (A) 모세관, (B) 스포이드

5) 분젠버너(Bunsen burner) 및 알코올 램프 다루기

- 가) 분젠버너의 가스 공급관 옆에 공기 공급관이 부착되어 있어서 가스와 공기의 비율을 조절할 수 있다. 따라서 실험하기 전에 가스버너 사용법을 철저히 익혀 용융불꽃의 온도가 최고로 높도록 가스와 공기의 비를 조절할 수 있어야 한다.

나) 알코올 램프를 사용할 경우, 알코올 램프를 불이 붙은 채로 운반하거나 기울일 경우 불꽃이 번질 가능성이 있으므로, 알코올 램프를 다룰 때에는 항상 불을 끈 뒤 다룬다.



그림 II-10 분젠버너 및 알코올 램프 다루기

6) 마개에 구멍 뚫기와 끼우기

- 가) 코르크 마개 : 원하는 지름보다 약간 작은 크기의 구멍뚫이 (boror)를 사용한다.
고무 마개 : 원하는 지름과 같거나 약간 큰 구멍뚫이를 사용한다.
 - 나) 마개에 약간의 물을 적신다.
 - 다) 나무판 위에 마개를 올려놓는데 지름이 작은 쪽을 위로 하여 놓는다.
 - 라) 손으로 마개를 잡고, 구멍뚫이를 수직으로 세워 살며시 누르면서 회전시켜 압착하다



그림 II-11 마개에 구멍 뚫기

마) 유리관에 고무마개를 끼울 때에는 물이나 글리세린을 유리관 끝에 약간 묻혀서 회전시키면서 눌러 끼운다.

사. 실습 보고서

실습일	200 년 월 일 요일 날씨: 기온: °C
실습단원	유리 세공
실습제목	백분율농도 용액조제
실습자	과 학년 반 번 이름: 조

1) 실습 재료 및 기구

재료	
기구	

2) 유리관 자르기

3) 구부린 관(45°)

4) 구부린 관(90°)

5) 모세관/스포이드

6) 마개에 구멍뚫기

아. 수행 평가

실습명	항 목	번호	항목별 채점 방법	배 점	학 생	교 사
유리 세공	실험수행 전반	1	- 실험복, 보고서철, 교과서, 실험 워크북, 계산기, 필기구, 자 등 실험에 필요한 준비물을 제대로 갖추었는가? - 기구 파손이 없고 실험 태도가 성실한가? - 실험기구를 용도에 적합하게 사용하는가? - 가스 버너 및 알코올램프는 안전하게 사용하는가?	10		
			매우 우수 : 10점, 우수 : 8점, 양호 : 6점, 보통 : 4점, 불량 : 2점, 매우 불량 : 0점			
	유리판 자르기	2	흠집을 잘 내고 한번에 자르면 10, 한번에 자르지 못하면 5, 못 자르면 0	10		
	불꽃으로 다듬기	3	끌이 잘 다듬어 졌으면 10, 지나치게 다듬어 졌으면 5점, 다듬어지지 않으면 0점	10		
	구부린 관 (45°)	4	45°로 잘 구부려 졌으면 10점, 45°로 구부려 지지 않아으면 5점, 구부려지지 않았으면 0점	10		
	구부린 관 (90°)	5	90°로 잘 구부려 졌으면 10점, 90°로 구부려 지지 않아으면 5점, 구부려지지 않았으면 0점	10		
	스포이드 만들기	6	스포이드가 모세관이 잘 만들어 졌으면 10점, 잘 만들어지지 못했으면 5점, 만들어지지 않았으면 0점	10		
	마개에 구멍뚫기	7	구멍이 잘 만들어 졌으면 10점, 구멍이 잘 만들어지지 않으면 5점, 구멍이 뚫이지 않았으면 0점	10		

실습 일	200 년 월 일	평가 결과		총 평
실습자		학생	교사	
지도교사	(인)			

자. 평가 문제

- 연질 유리라고도 하고 판유리나 병유리 등으로 주로 산업 현장에서 많이 사용하는 유리는?
 ① 납유리 ② 봉규산 유리
 ③ 칼륨 석회 유리 ④ 소다 석회 유리
 ⑤ 질산 칼륨 유리
- 경질 유리라고도 알려져 있으며 시험관, 플라스크, 비커 등의 화학 실험용 기구에 많이 사용되며, 절단면이 연한 노란색을 띠는 유리는?
 ① 납유리 ② 봉규산 유리
 ③ 칼륨 석회 유리 ④ 소다 석회 유리
 ⑤ 질산 칼륨 유리
- 가장 많이 생산되는 유리로 표면이 제조된 그대로의 평활한 면을 갖고 있으며, 건축물의 창유리 등에 많이 사용되는 유리는?
 ① 판유리 ② 색유리
 ③ 강화 유리 ④ 무늬 유리
 ⑤ 광학 유리
- 유리 온도를 750~800°C까지 가열한 뒤 빠른 공기로 양면을 급냉 시켜서 강도를 높인 안전 유리는?
 ① 판유리 ② 색유리
 ③ 강화 유리 ④ 무늬 유리
 ⑤ 광학 유리
- 유리에 대한 설명이다. 틀린 것은?
 ① 유리는 압축 강도는 크지만 인장 강도는 작다.
 ② 일반적인 판유리의 경우 굴절률이 1.5정도이다.
 ③ 유리는 화학 물질에 대하여 매우 안정한 재료이다.
 ④ 유리는 열전도율과 열팽창율이 작기 때문에 부분적으로 급격히 가열하거나 냉각시키면 깨지지 쉽다.
 ⑤ 유리는 제품화 과정을 거치면서 성형 단계에서 유리 내부의 변형이 생기기 때문에 기계적 강도가 많이 증가하는 휘성재료이다.

차. 쥐어가기

유리병은 이렇게 재활용됩니다.

- 1회용 병 (재활용) : 한번쓰고 나서 유리병의 원료로 다시 쓰이는 병
 - 반복사용 병(재사용) : 사용된 빈병을 세척하여 다시 사용할 수 있는 병

