

## 5. 여과

### 가. 실습 목표

- 1) 여과의 원리와 방법을 이해한다.
- 2) 여과기의 종류와 구조를 이해하고 설명한다.
- 3) 실습을 통하여 여과기를 조작할 수 있는 능력을 기른다.

### 나. 실습 재료

거름종이(7종류), 녹말, 유리봉, 빨간 백묵, 황산바륨, 고무마개

### 다. 기기 및 기구

진공 펌프, 원심 분리기, 필터 프레스, 진공계, 아스피레이터, 뷰흐너 깔때기, 흡인병, 깔때기, 둥근 플라스크

### 라. 관계 이론

#### 1) 여과의 원리

여과란 유동성이 있는 고체-액체 혼합물을 다공성의 여과재를 지나게 하여, 고체는 여과재로 걸러주고, 액체는 통과시켜 분리시키는 조작이다. 이때 여과재를 통과한 액을 여액(filtrate)이라고 하고, 여과재에 걸러져서 남은 고체 덩어리를 케이크(cake)라고 한다.

여과재로 실험실에서는 거름 종이, 유리 여과기, 유리 섬유, 석면 등이 사용되며, 공업적으로는 직물, 철망, 다공성 금속, 모래 등이 사용된다. 유체를 여과재에 통과시키기 위하여 압력차를 이용하는데 압력차를 발생시키는 방법에 따라 중력식, 가압식, 감압식, 원심분리식 여과 등으로 나눌 수 있다.

여과를 하기 전에 여과막이 막히는 것을 방지하기 위하여 여과 원액에 규조토나 펄프와 같은 여과 조제를 넣어주기도 한다.

여과 조작은 술 등 양조 제조 공정과 정수 공정, 안료 및 염료 공정에서 많이 사용되고 있으며, 여과 대상 물질의 특성에 따라 여과 조작 조

건을 잘 맞추어 주어야 한다.

#### 2) 여과기의 종류

##### 가) 모래 여과기(Sand Filter)

중력을 이용한 중력 여과기와 밀폐된 공간에 압력을 가하여 작동하는 압력식 여과기가 있다. 아래 층에 자갈을 놓고 위에 모래를 쌓아 놓아 슬러지가 위층의 모래위에 쌓이게 된다. 슬러지가 어느 정도 쌓이면 펌프로 역세를 하여 슬러지를 제거한다. 상수도의 처리에서 많이 사용되고 있다.

##### 나) 가압 여과기(Filter Press)

하수 처리장과 같이 슬러지가 많은 여과액을 탈수 처리할 때 사용되며, 가압여과기를 통과하게 되면 여액(Filtrate)과 케이크(cake)로 분리된다.

가압 여과기의 여과 공정은 다음과 같다.

- (1) 원액 슬러리를 <그림 II-22(A)>와 같이 주입구를 통하여 가압 여과기에 공급한다.

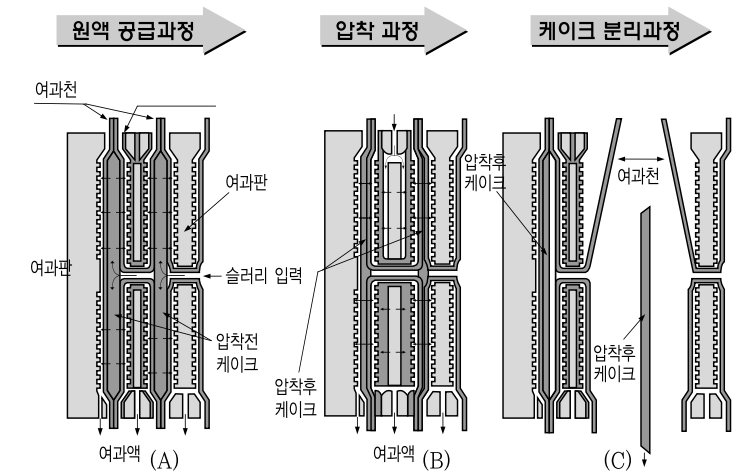


그림 II-22 가압 여과기의 작동 과정

- (2) <그림 II-22(B)>와 같이 가압 여과기를 압축하면 케이크(cake)가 여과판 사이에서 만들어지며, 여액(filtrate)는 여과판의 아래 구멍으로 배출된다.
- (3) 케이크가 여과판 사이에 가득 차면 <그림 II-22(C)>와 같이 케이크를 제거한다.

## 다) 진공 여과기

여과포가 붙어 있는 원통을 회전시키면서 원심력에 의한 압력차를 발생시켜 여과, 탈수, 케이크 제거가 연속적으로 이루어지게 하는 장치이다. 이러한 원리를 이용한 여과기로는 올리버 여과기(oliver filter)가 많이 사용된다.

## 3) 여과 재료

## 가) 거름종이

용액에서 용매와 녹아 있는 용질은 통과시키지만 크기가 큰 용질(녹지 않은 용질)은 통과하지 못하게 해서 고체와 액체를 분리하는 종이이다. 실험실에서 주로 사용되며 거름종이의 구멍이 비교적 크고 또한 고르지 못하여 정성적인 실험을 하는데 많이 사용된다. 거름 종이는 보통 원형이며 지름이 4.0cm에서 10cm의 것이 많이 사용되고 있고, 정량 분석용으로 사용되는 거름종이는 형태와 크기가 다를 수 있다. 원형 거름종이의 지름은 사용하는 깔때기의 주둥이 지름보다 1cm쯤 작은 것이 좋다. 거름종이를 사용할 때는 원형의 거름종이를 반으로 접은 뒤, 다시 한번 반으로 접어 1/4의 원을 만들고, 가운데를 열어 원뿔 모양이 되게 한 후 깔때기에 집어 넣어 사용한다.

## 나) 모래

고운 모래의 알갱이를 체로 걸러서 염산과 함께 끓여서 불순물을 제거한다. 물로 깨끗이 씻은 다음 가열하여 여과 재료로 사용할 모래를 만든다. 이렇게 처리된 모래는 강한 산성의 여과에 적합하며, 상수도 처리에 많이 사용된다.

## 다) 여과천(filter cloth)

거름 종이로 여과액을 거르게 될 경우 여과 후 거름 종이에 부착된 물질을 떼어내기가 어렵다. 이럴 경우에는 거름종이 대신에 여과천을 사용하면 편리하다. 여과천 재질로는 면, 양모 등 천연물질과 아크릴 섬유 등 합성고분자 물질이 있다. 거름 종이는 한번 사용하면 재사용이 불가능하지만 여과천은 세척하여 다시 사용할 수 있다.

## 4) 여과 조작 기구

## 가) 깔때기

윗부분은 폭이 넓고 아랫부분은 폭이 좁아 한 용기에서 다른 용기로 물질을 옮길 때 주로 쓰인다. 깔때기의 아랫부분이 비스듬하게 잘려 있

는데, 이 부분을 비커 벽에 대고 액체 물질을 흘려 보내면 액체가 튀는 것을 막을 수 있기 때문이다. 깔때기는 사용되는 용도에 따라 여러 종류가 있으며 표준형은 지름 45-70mm, 다리길이 45-70mm, 입구가 60°, 밑면의 기울기가 45°이다. 여과액의 점도와 고체 물질의 종류와 농도에 따라 여과 속도가 달라지기 때문에 이에 맞는 적절한 깔때기를 사용해야 한다. 많은 용액을 여과할 때에는 뷰흐너 깔때기를 아스피레이터와 함께 사용하며, 여과액을 조절하거나 분별할 때에는 콕 깔때기를 사용한다.



그림 II-23 삼각 깔때기



그림 II-24 뷰흐너 깔때기

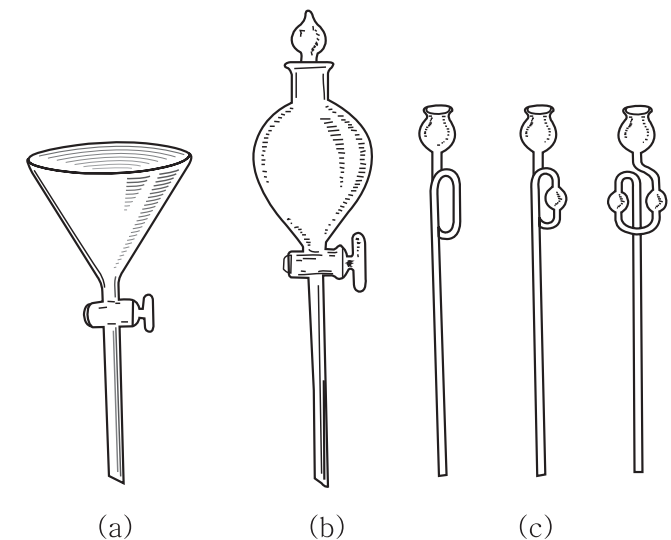


그림 II-25 (a) 콕 깔때기, (b) 분액 깔때기, (c) 안전 깔때기

## 나) 여과 구동 기구

원액을 여과재에 통과시키는 구동력에 따라서 중력 여과, 가압 여과, 진공 여과, 흡인 여과(감압 여과), 압착, 원심 분리 여과 등이 있다. 실험실에서는 거름 종이를 이용한 중력 여과와 아스피레이터를 이용한 흡인

여과, 그리고 진공펌프를 이용한 진공 여과가 많이 사용된다.



그림 II-26 아스피레이터



그림 II-27 감압여과 장치

## 마. 안전 및 유의사항

- 1) 진공 펌프 및 아스피레이터로 여과 조작을 할 때에는 모든 연결 부분에 틈이 생기지 않도록 장치를 꾸민다.
- 2) 거름 종이를 이용하여 여과 조작을 할 때 여과액이 튀지 않도록 조심한다.
- 3) 거름 종이를 깔때기에 넣기 전에 살며시 물에 적셔서 깔때기와 거름 종이 사이에 틈이 생기지 않도록 한다.

## 바. 실습 순서

### 1) 거름종이와 깔때기를 이용한 여과 조작

- 가) 종류가 다른 거름 종이 7장을 모양이 같은 깔때기에 접어 넣는다.
- 나) 200mL 비커에서 녹말과 물을 혼합하여 10wt%의 혼합 녹말 용액 100mL를 만든다.
- 다) 깔때기에 여과원액을 아래 그림과 같이 부으면서 거름종이를 통하여 여과한다.
- 라) 같은 방법으로 거름종이 남은 6개 종류의 거름 종이에 대하여도 실험을 실시한다.
- 마) 각각의 거름 종이에 대한 여과 시간과 여과액의 투명도를 관찰하여 기록한다.

### 2) 뷰흐너 깔때기를 이용한 여과 조작

- 가) 1000mL 비커에서 녹말과 물을 혼합하여 10wt%의 혼합 녹말 용액 500mL를 만든다.
- 나) <그림 II-28>과 같이 뷰흐너 깔때기와 아스피레이터를 연결하고, 거름종이 2장을 깔때기 바닥에 놓는다.
- 다) 녹말 혼합액을 뷰흐너 깔때기에 넣으면서 아스피레이터에 연결된 수도 밸브를 연다.
- 라) 여과 시간과 여과액의 투명도를 관찰하여 기록한다.
- 마) 빨간색 백묵과 황산 바륨에 대하여도 녹말과 같은 방법으로 여과실험을 실시하여 여과 시간과 여과액의 투명도를 관찰하여 기록한다.  
(위의 실험을 할 때 아스피레이터 대신에 진공 펌프를 이용하여도 된다.)



그림 II-28 깔때기 여과 실험

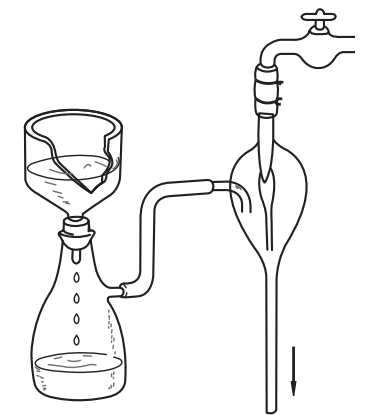


그림 II-29 아스피레이터를 이용한 여과 실험

사. 실습 보고서

실 습 일	200    년    월    일    요일    날씨:    기온:    ℃
실습단원	유리 세공
실습제목	백분율농도 용액조제
실 습 자	과    학년    반    번 이름:    조

1) 실습 재료 및 기구

재 료	
기 구	

2) 거름 종이와 깔대기를 이용한 여과 조작

거름종이 종류	1	2	3	4	5	6	7
여과 시간(분)							
여과액의 투명도							

3) 뷰흐너 깔대기를 이용한 여과 조작

구 분	녹 말	빨간 백묵	황산바륨
여과 시간(분)			
여과액의 투명도			

아. 수행 평가

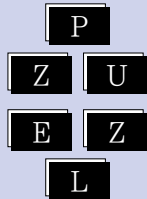
실습명	항 목	번호	항목별 채점 방법	배 점	학 생	교 사
기체 발생 조작	실험수행 전반	1	－ 실험복, 보고서철, 교과서, 실험 워크북, 계산기, 필기구, 자 등 실험에 필요한 준비물을 제대로 갖추었는가? － 기구 파손이 없고 실험 태도가 성실한가? － 실험기구를 용도에 적합하게 사용하는가? － 가스 버너 및 알코올램프는 안전하게 사용하는가?  매우 우수: 10점, 우수: 8점, 양호: 6점, 보통: 4점, 불량: 2점, 매우 불량: 0점	10		
		2	거름 종이를 올바르게 접으면 5점, 그 외는 0점	5		
	거름종이와 깔대기를 이용한 여과 조작	3	전자 저울을 올바르게 사용하면 5점, 그 외는 0점	5		
		4	거름 종이에 대한 여과 시간을 기록하면 5점, 그 외는 0점	5		
		5	여과액의 투명도를 잘 관찰하면 5점, 그 외는 0점	5		
		6	여과을 올바르게 하면 10점, 그 외는 0점	10		
	뷰흐너 깔대기를 이용한 여과 조작	7	10% 녹말 용액 500mL을 만들면 5점, 그 외는 0점	10		
		8	여과 장치를 꾸미면 10점, 그 외는 0점	10		
		9	거름 종이에 대한 여과 시간을 기록하면 5점, 그 외는 0점	5		
		10	여과액의 투명도를 잘 관찰하면 5점, 그 외는 0점	5		

실 습 일	200    년    월    일	평가 결과		총 평
실 습 자		학생	교사	
지도교사	(인)			



### 단원정리

<퍼즐 놀이를 통한 단원정리>



						1				2				
		3							4			5		
6														
7					8		9	10						11
								12		13		14		
					15	16				17				
													18	
					19			20						
	21													
						22	23			24				
	25													
									26		27			
	28	29		30		31		32						
								33						
34														
						35								
	36		37											
38			39											

#### <가로 풀이>

- 염기성 물감의 하나. 질푸른 녹색의 결정이나 가루로 산화되면 푸른색, 환원되면 무색으로 변하는 성질이 있고, 물에 잘 녹으며 수용액은 살균력이 있다. 타닌을 매염제로 하여 무명을 청색으로 물들이거나 산화 환원 반응의 지시약, 세포나 조직 따위의 생체 염색제로 쓴다.
- 미세한 구멍이 있는 돌의 형태로서 결정성 알루미늄노 규산염.
- 물질의 분리·정제(精製)·동정(同定)·합성·분석 등 화학반응을 이용한 실험에 사용하는 기구.
- 밀폐된 용기 속의 공기를 뽑아진공 상태를 만드는 데 쓰는 펌프.
- 물질의 결정 속에 일정한 화학비로 들어 있는 물.

- 못 쓰게 되어 버리는 물건.
- 양이온과 음이온이 정전기 인력(引力)으로 이루어진 화학 결합.
- 자연수를 증류하여 불순물을 제거한 물. 무색투명하고 무미·무취하며, 화학 실험, 의약품 따위에 쓰인다.
- 이화학 실험에 쓰는, 접시 모양의 유리그릇.
- 망간에 두 원자의 산소가 결합한 물질. 화학식은  $MnO_2$
- 모세관현상이 일어날 정도로 안지름 관이 가는 관. 미량의 액체를 추출하기 위한 장치나 온도계에 이용된다.
- 하수 처리장과 같이 슬러지가 많은 여과액을 탈수 처리할 때 사용되는 가압 여과기.
- 두 가지 이상의 물질 사이에 화학 변화가 일어나서 다른 물질로 변화하는 과정.
- 고체 물질의 건조나 흡습성(吸濕性) 물질의 보존에 쓰이는 유리로 된 건조기.
- 소다회, 석회석, 규사를 주원료로 하는 유리.
- 목이 길고 몸은 둥글게 만든 화학 실험용 유리병.
- 물질이 공기 중의 습기를 빨아들이는
- 한쪽 끝에는 고무주머니가 달려 있고 다른 쪽 끝은 가늘게 되어 있는 유리관으로 된 화학실험도구. 성질.
- 다른 물질에서 수분을 제거하여 건조시키는, 흡습성이 강한 물질.
- 물을 담아 두는 큰 통.
- 액체 속에 들어 있는 침전물이나 불순물을 걸러 내는 다공성 종이.

#### <세로 풀이>

- 황의 가루
- 알코올을 연료로 하는 가열 장치.
- 액체의 부피를 잴 수 있도록 만든, 눈금이 새겨진 원통형의 시험관.
- 물리학과 화학을 아울러 이르는 말.
- 판유리를 열처리하여 충격이나 급격한 온도 변화에 견딜 수 있도록 단단하게 만든 유리.
- 편치 모형(母型)을 만드는 기구.
- 한 쌍의 전자를 두 원자가 함께 공유하여 이루어지는 화학 결합.
- 생체를 이루며, 생체 안에서 생명력에 의하여 만들어지는 물질.
- 기체 상태로 되어 있는 물.
- 공장이나 광산 등지에서 쓰고 난 뒤에 버리는 물.
- 물체의 온도를 재는 계기.
- 공기나 수증기를 빨아들이기 위한 장치. 간단한 공기 펌프 따위를 이용하여 기류를 생기게 하거나 공기를 희박하게 하여 빨아들인다.
- 어떤 시각에서 어떤 시각까지의 사이.
- 화학 실험에서, 어떤 물질의 성질이나 반응 따위를 시험하는 데 쓰는 유리관.

- 21. 석영, 수정, 수석, 마노 따위에 있는 규소의 산화물. 화학식은  $\text{SiO}_2$
- 23. 고온에서 구워 만든 비금속 무기질 고체 재료. 유리, 도자기, 시멘트, 내화물 따위를 통틀어 이른다.
- 27. 여과재에 걸러져서 남은 고체 덩어리.
- 29. 물질의 내부나 표면에 작은 빈틈이 많이 있는 성질.
- 30. 반응 장치 중 한 번 원료를 넣으면, 목적을 달성할 때까지 반응을 계속하는 방식
- 31. 리트머스의 수용액을 물들인 거름종이.
- 32. 전기·가스를 열원으로 하는 철판구이용 가열기.
- 34. 고체 표면의 얇은 층에 기체나 액체의 분자·원자·이온이 붙어 있는 현상.
- 36. 물질에 함유되어 있는 수분을 분리 제거하는 것.
- 37. 없애 버림.

평가 문제 정답

1. 유리세공

문항 번호	1	2	3	4	5	6	7	8
답 란	④	③	①	③	⑤			
정답 해설	5. 유리는 제품화 과정을 거치면서 성형 단계에서 유리 내부의 변형이 생기기 때문에 기계적 강도가 많이 떨어지는 취성 재료이다.							

2. 흡착 조작

문항 번호	1	2	3	4	5	6	7	8
답 란	②	⑤	③	⑤	①			
정답 해설	2. 기체의 경우 흡착제에 흡착되는 피흡착제의 양은 온도가 낮을수록 압력이 높을 수로 커진다.							

3. 기체 발생 조작

문항 번호	1	2	3	4	5	6	7	8
답 란	⑤	②	①	②	②			
정답 해설	1. 산소 분자는 보통 2원자 분자로 이루어지며 경우에 따라서 3원자 인 오존의 형태도 띠게 된다. 2. 대표적인 산화제이다.							

4. 건조

문항 번호	1	2	3	4	5	6	7	8
답 란	④	③	②	④	⑤			
정답 해설	1. 고체를 건조시킬 때 영향을 주는 요인은 온도, 압력 등 외부적인 요인과 고체의 크기, 모양 등 내부적인 요인으로 나눌 수 있다.							

## II. 기초 조작 실습

### 5. 여과

문항 번호	1	2	3	4	5	6	7	8
답 란	①	④	①	⑤	④			
정답 해설	여과재를 통과한 액을 여액 (filtrate) 라고 한다.							

### 퍼즐 놀이를 통한 단원정리 해답

						1황	산				2알	루	미	늄	
						가					코				
		3메	틸	렌	블	루				4제	올	라	5이	트	
6강		스									램		화		
7화	학	실	험	기	8구		9진	10공	펌	프			학		11유
유		린			명			유							기
리		더			뚫			12결	정	13수		14폐	기	물	
					15이	16온	결	합		17중	류	수			
						도				기				18아	
					19시	계	접	20시						스	
	21이	산	화	망	간			험						피	
	산					22모	23세	관		24필	터	프	레	스	
	25화	학	반	응			라							이	
	규						믹		26테	시	27케	이	터		
	28소	29다	석	30회	유	31리		32하			이				
		공		분		트		33플	라	스	크				
34흡	수	성		식		머		레							
착						35스	포	이	드						
	36건	조	37제			중		트							
38수	조		39거	름	중	이									