

# 일반화학1 실험 설명서

## General Chemistry I – Experimental introductions –

검토/감수 : 생명화학공학과

Fixed by biochemical engineering department



한국공학대학교  
TECH UNIVERSITY OF KOREA



# 목 차

( Contents )

1. 알코올의 증류(Distillation of alcohols)
2. 재결정과 거르기(Re-determination and filtration)
3. 산-염기 적정(Acid-base titration)
4. 아스피린 합성(Aspirin synthesis)

# 실험실 주의사항

## ( Laboratory in Precautions )



### 1. 실험간 사고(화재, 화상, 상처, 출혈, 골절)가 발생하지 않도록 유의한다.

Take care to avoid accidents (fire, burns, wounds, bleeding, fractures) during the experiment.

### 2. 실험실안에서는 반드시 보호 장구류(실험복, 보안경, 장갑, 마스크)를 착용한다.

In the laboratory, protective gear (lab coat, safety glasses, gloves, mask) must be worn.

### 3. 보호 장구류는 실험실이 끝났을 경우에만 벗을 수 있다.

Protective gear may only be removed when the laboratory is finished.

### 4. 설명서에 설명된 실험 과정대로 차분하게 실험을 한다.

Perform the experiment calmly according to the experimental procedure described in the manual.

### 5. 실험도구나 시약을 들고 뛰어 다니지 않는다.

Do not run around carrying laboratory equipment or reagents.

### 6. 시약이 피부에 묻으면 바로 흐르는 물에 세척한다.

If the reagent gets on your skin, wash it immediately with running water.

### 7. 화상을 입거나 상처로 출혈이 생기면 교수나 조교에게 즉시 말하고 조치를 받는다.

If you get burned or have bleeding from a wound, tell your professor or teaching assistant immediately and get treatment.

# 실험보고서를 잘 작성하는 방법

How to write a lab report well

## 1. 반드시 실험제목, 학과, 학번 이름이 적힌 표지를 만들어라.

Be sure to create a cover that includes the experiment title, department, and student number.

## 2. 아래와 같은 실험 목차대로 작성해라.

Write the experimental table of contents below.

- |  |  |
|--|--|
| 1) 실험 제목(Experiment Title)                         | 6) 실험 방법(Experimental method)            |
| 2) 실험 목적(Objectives of the experiment)             | 7) 실험 결과(Experimental Results)           |
| 3) 실험 날짜(Experiment date)                          | 8) 토의 및 고찰(Discussion and Consideration) |
| 4) 배경 이론(Background theory)                        | 9) 참고 문헌(References)                     |
| 5) 실험 도구 및 시약(Experimental equipment and reagents) | 10) 기타 과제(Other tasks)                   |

## 3. 실험의 배경 이론은 풍부하게 자료를 찾아서 정리해서 내용을 만들어라.

Find and organize a wealth of data to create the background theory of the experiment.

## 4. 실험결과는 조작하거나 허위로 적지 말고 있는 그대로 적고, 그런 결과가 어떤 이유로 발생하게 된 것인지를 분석해서 적어라.

Do not manipulate or falsify the results of your experiment; write them as they are, and analyze why the results occurred.

## 5. 절대로 다른 사람의 보고서를 표절해서는 안 된다.

You should never plagiarize someone else's report.

## 6. 참고했던 자료의 출처를 정확히 밝혀라.

Be sure to clearly cite the source of the material you referenced.

## 7. 보고서는 보는 사람이 알아 볼 수 있게 써라.

Write your report so that the reader can understand it.

# 실 험 No. 1

## 알코올의 증류(Distillation of alcohols)



오늘날 주류는 곡물의 발효 과정에 이은 에탄올의 증류 과정에 의해 완성된다.  
Today, alcohol is made through a distillation process of ethanol followed by fermentation of grains.

## 1. 실험 제목(Experiment Title)

알코올의 증류

## 2. 실험 목적(Objectives of the experiment)

불순물을 포함한 물질을 분류하는 여러 가지 방법 중 단순 증류 방법을 이용하여, 알코올을 증류하여 순수하게 분리한다.

## 3. 배경 이론(Background theory)

### A. 끓는점(boiling point, 비점)

단순하게 액체가 끓기 시작하는 온도라고 하지만, 보다 정확히 정의하자면, 액체의 증기압이 외부 압력과 같아지는 온도 즉, 액체 표면으로부터 증발이 일어날 뿐만 아니라, 액체에서 기체로 물질의 상태가 변화되는 온도이다.

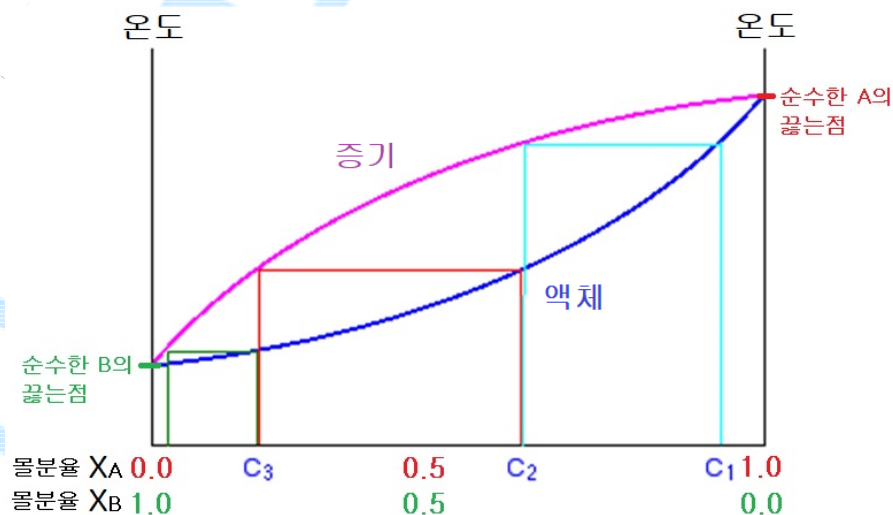
비점(비등점)이라고도 하며, 끓는점은 액체의 증기압이 외부의 압력과 같아지는 온도이므로 외부의 압력에 따라 변화하게 된다. 외부의 압력이 커질수록 끓는점은 높아지고 외부 압력이 낮아지면 끓는점도 낮아진다.

대기압 1기압 하에서 액체의 끓는 온도를 그 액체의 정상 끓는점 또는 기준 끓는점이라 하지만 보통은 외부 압력 1기압에서의 끓는 온도를 끓는점으로 한다. 순수한 물질은 고유의 끓는점을 가지고 있으므로, 끓는점을 측정하면 물질의 순도를 판별할 수 있다. 일반적으로 다른 물질이 녹아 있는 용액은 순수한 액체보다 끓는점이 높다.

### B. 증류(distillation)

어떤 용질이 녹아 있는 용액을 가열하여 얻고자 하는 액체의 끓는점에 도달하면 기체 상태의 물질이 생긴다. 이를 다시 냉각시켜 액체 상태로 만들고 이를 모으면 순수한 액체를 얻어낼 수 있는데, 이러한 과정을 증류라 한다. 증류에는 분리 대상 혼합물과 분리 목적에 따라 단순증류, 분별증류, 감압증류, 증기증류가 있다.

### C. 혼합물의 끓는점을 이용한 분리 정제법



(휘발성이 높은 물질 B, 휘발성이 낮은 물질 A)

물분율 기준  $C_1$ 의 조성 - A: 0.9, B: 0.1,  
 $C_2$ 의 조성 - A: 0.6, B: 0.4,  
 $C_3$ 의 조성 - A: 0.2, B: 0.8

- (1)  $C_1$ 을 가열하여 나온 증기를 응축시킨다면,  $C_2$ 와 같은 조성인 액체를 얻을 수 있다.  
(2)  $C_2$ 를 가열하여 나온 증기를 응축시킨다면,  $C_3$ 와 같은 조성인 기체를 얻을 수 있다.  
(3)  $C_3$ 를 가열하면 순수한 용매 B의 끓는점에 근접해진다.  
(4) 가열-응축-재가열 과정을 반복하여 순수한 용매 B를 얻을 수 있다.  
i) B의 휘발성이 A보다 낮기 때문에 같은 시간 동안 가열해도 증기가 되는 양의 B가 A보다 많다.  
ii) 이와 같은 방법으로는 휘발성이 높은 A를 얻기는 어렵다.

#### D. 불변 끓는점 혼합물(azeotrope, 공비혼합물)

증류로 더 이상 분리되지 않고 일정한 조성과 끓는점을 유지하며 증발하는 두 가지 이상의 성분이 혼합된 액체를 뜻한다. 다른 말로는 공비혼합물이라고도 한다. 압력을 변화시키면 조성이 바뀌는 것으로 순물질과 구별한다. 공비혼합물은 액상과 기체상의 조성이 같기 때문에 아무리 끓여서 응축해 봐도 농도는 변화되지 않는다. 따라서, 단순 증류 공정으로는 분리할 수 없다. 공비혼합물이 아닌 농도 조성에 있는 물질이라고 해도 증발해서 공비혼합물 조성에 도달하면 그 이상의 농도변화는 일어나지 않는다.

불변 끓음 혼합물이 되는 경우는 크게 두 가지인데,

첫 번째는 함량이 늘어나면서 휘발성이 높은 물질의 휘발성이 낮아져 공비점(불변 끓음 혼합물의 끓는점)이 각 물질의 비점보다 올라가는 경우(Max boiling Point Azeotrope의 경우)이다. 두 가지 물질의 분자 간의 인력 혹은 반발력에 의해 두 물질의 상대 휘발성이 1이 되는 혼합물이 생성되기 때문이다.

두 번째는 함량이 늘어날수록 휘발성이 낮은 물질의 휘발성이 높아져 각 물질의 비점보다 낮아지게 되고 최저공비점(Minimum Boiling Point Azeotrope) 혼합물이 되는 경우가 있는데 이중 후자의 경우가 더 흔하다.

예) 조성이 물 4%, 에탄올 96%인 혼합물은  $78.17^{\circ}\text{C}$ 에서 일정한 끓는점을 가지며, 이 상태에서 증류를 통해서 더 이상의 물을 분리해 내는 것은 불가능하다.

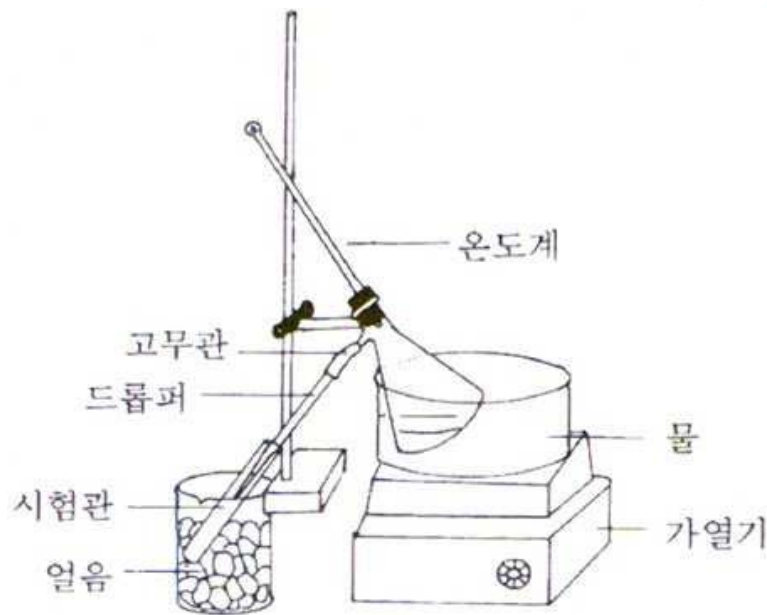
#### 4. 실험 도구 및 시약(Experimental equipment and reagents)

- 실험 도구 : 가지 달린 삼각플라스크, 고무마개, 온도계, 고무관, 드롭퍼, 시험관, 비커, 가열기, 중탕기, 클램프, 눈금실린더(graduated cylinder)
- 시 약 : 에탄올( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), n-프로판올( $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ), n-부탄올( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ), 냉각수(또는 얼음)



## 5. 실험 방법(Experimental method)

- (1) 가지 달린 삼각플라스크에 에탄올, 프로판올 부탄올이 혼합된 용액을 50mL 담는다.
- (2) 아래와 같이 실험 도구를 세팅한다.



- (3) 온도계로 증기의 온도를 15초 또는 30초 간격으로 측정하며, 가지달린 삼각 플라스크를 물중탕으로 가열한다.
- (4) 증기의 온도가 섭씨 60도를 넘긴 이후부터 가열곡선을 그린다.  
※ 주 의 : 너무 빠르게 가열을 하면 측정이 어려우므로 가열 속도를 잘 조정한다.
- (5) 특정 가열 온도에서 분리되어 나오는 액체를 드롭퍼를 통해 냉각하여 얻으면, 바로 새로운 시험관으로 교체하여 다른 증기를 냉각하여 응축된 액체로 수집한다.
- (6) 기체가 발생하여 나오는 온도를 기록해 둔다.
- (7) 수집한 액체와 가지달린 삼각플라스크에 남은 액체의 부피를 각각 측정하여 기록한다.

### ※실험간 안전유의사항※

1. 온도계는 플라스크의 가지 부분에 위치
2. 플라스크와 시험관 벽면의 알코올이 잘 흘러 내려오도록 살짝 기울여 설치
3. 가열기에 전선이 닿지 않게 주의(화재 주의)
4. 드롭퍼, 감압 플라스크, 중탕기는 뜨거우므로 주의 (화상 주의)
5. 알코올이 거의 다 증류가 되면 역류 주의
6. 플라스크 및 시험관의 세척은 물중탕의 뜨거운 물로 행귀서 세척하고 유기계 폐액통에 버린 후 개수대에서 세제로 세척한다.

## 6. 실험 결과(Experimental Results)

- A. 증류과정에서의 가열 곡선을 그려라.(모눈종이나/엑셀을 이용하여 그릴 것.)
- B. 어떤 온도에서 어떤 성분이 분리되어 나온 것인지 판단하여 밝혀라.
- C. 분류된 물질의 양을 부피로 기록하고, 각 물질의 밀도값을 조사/참고하여 최초 혼합물의 조성을 질량 조성비로 나타내라.
- D. 담당 교수나 조교에게 문의하여 본래 조성비율이 얼마인지 확인하여 오차가 얼마만큼 발생하였는지 서술하라.



## 7. 토의 및 고찰(Discussion and Consideration)

- A. 이 실험이 무엇을 알아보려고 한 실험인지 자신이 느낀 '실험의 취지'에 대하여 서술하여라.
- B. 담당 교수나 조교에게 문의하여 확인한 최초 혼합물의 조성비율과 실험을 통해 파악한 조성비율에 오차가 왜 발생했는지 실험 팀원들과 토의하여 서술하여라.
- C. 실험을 하는 과정에서 깨닫게 된 사실이나 미처 몰랐던 사실을 서술하여라.
- D. 기타 추가하고 싶은 내용을 서술할 것.

## 8. 기타 과제(Other tasks)

- A. 화합물의 끓는점에 영향을 주는 요인을 조사하여라.  
(즉, 끓는점이 높은 분자는 어떤 분자인지 조사하라.)
- B. 만약, 이 실험에서 사용한 혼합 알코올이 모두 부탄올처럼 끓는점이 섭씨 100도를 넘는 알코올(예 :헥산올, 옥탄올 등)이었다면, 위 실험을 어떻게 변경하여야 증류하여 분류할 수 있을까? 그 이유도 설명하여라.

### ※ 보고서 작성시 주의사항

인공지능 AI를 이용하여 도움을 받았더라도 그대로 복사해서 붙여 넣지 말고, 그 내용을 읽고 본인이 소화하여 자신의 표현으로 서술할 것. AI 작업물 여부를 검색/검출하는 프로그램으로 보고서를 교수가 살펴볼 것임. 위반 시 과제 표절 처리됨.

## 실 험 No. 2

### 재결정과 거르기(Re-determination and filtration)



우리가 조미료로 사용하는 소금은 인간 생활에 필수적인 결정성 고체이다.

Salt, which we use as a seasoning, is a crystalline solid essential to human life.

## 1. 실험 제목(Experiment Title)

재결정과 거르기

## 2. 실험 목적(Objectives of the experiment)

산-염기 성질과 재결정 방법을 이용하여 용해도가 비슷한 두 물질을 분리하고 정제한다.

## 3. 배경 이론(Background theory)

### A. 물질의 분류

순물질: 일정한 성분비로 되어 있고, 같은 성질을 가진 물질(화원소물질, 화합물)

혼합물: 다양한 순물질들이 다른 조성으로 섞여있는 물질(균일 혼합물, 불균일 혼합물)

### B. 혼합물의 분리 방법

1) 거름: 액체 중에 있는 고체를 거름종이를 사용하여 분리. 예: 흡인여과(감압여과)

2) 증류: 액체와 고체의 끓는점 차이를 이용. 예: 분별증류

3) 재결정(분별 결정): 온도 변화에 따른 용해도 차이를 이용.

4) 추출와 침출: 특정 용매에 대한 용해도 차이를 이용.

5) 밀도법(밀도분리법): 서로 섞이지 않는 두 화합물의 밀도차를 이용.

예 : 고체 혼합물의 밀도법, 액체 혼합물의 밀도법

6) 크로마토그래피: 혼합된 화합물들마다 각기 다른 고정상과 이동상에 대한 흡착성의 차이를 이용한 분리 방법

### C. 결정 석출 방법

1) 온도 강하법: 온도에 따른 용해도 차이가 있는 경우 혼합물 용액을 과포화 용액이 될 때까지 냉각.

2) 증발법: 용액의 온도는 끓는점 이상으로 올려 용매를 증발.

3) 용매이용법: 특정 물질을 선택적으로 용해시킬 수 있는 용매를 사용.

### D. 재결정에서 주의 사항

1) 용액을 식히는 속도를 낮추어서 크기가 충분히 큰 결정을 서서히 만든다.

2) 지나치게 적은 양의 용매를 사용하거나 너무 낮은 온도로 냉각시키게 되면 불순물도 함께 침전되므로 순수한 물질을 분리하지 못하게 될 수도 있다.

3) 재결정 표면에 불순물이 부착된 경우 세척하기 위해 사용하는 용매의 온도가 너무 높거나 너무 양이 많으면 회수된 재결정이 다시 녹아 버릴 수도 있다.

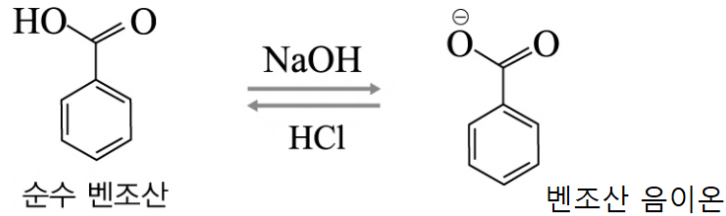
### E. 재결정시 용매의 조건

1) 정제하고자 하는 물질과 반응하지 않아야 한다.

2) 고온과 저온에서의 용해도차가 커야 한다.

3) 불순물을 잘 용해시켜야 한다.

### F. 벤조산의 이온화



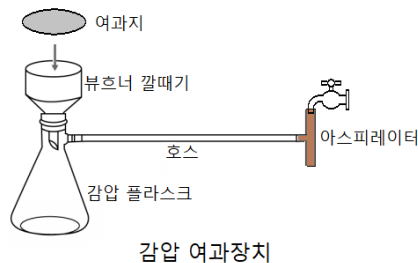
#### 4. 실험 도구 및 시약(Experimental equipment and reagents)

- 실험 기구 : 피펫, 피펫 펌프(또는 피펫 필러) 저울, 가열기, 비이커, 유리막대, 시계접시, 온도계, 뷰흐너깔때기, 감압플라스크, 거름종이, pH 종이
- 시약 시약: 5M NaOH, 5M HCl, 아세트아닐라이드, 벤조산

#### 5. 실험 방법(Experimental method)

##### 실험 A. 아세트아닐라이드의 분리와 재결정

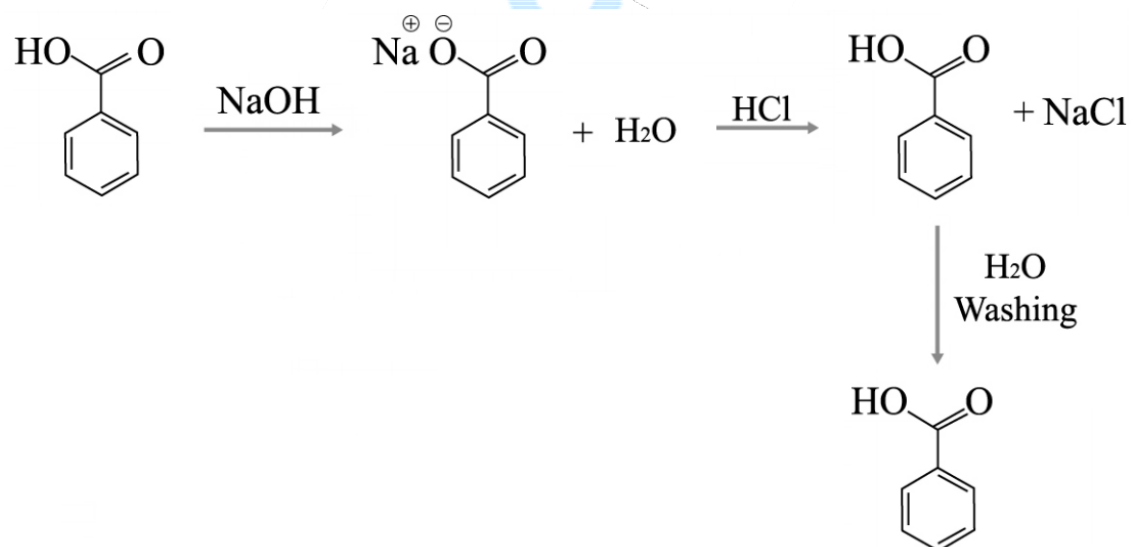
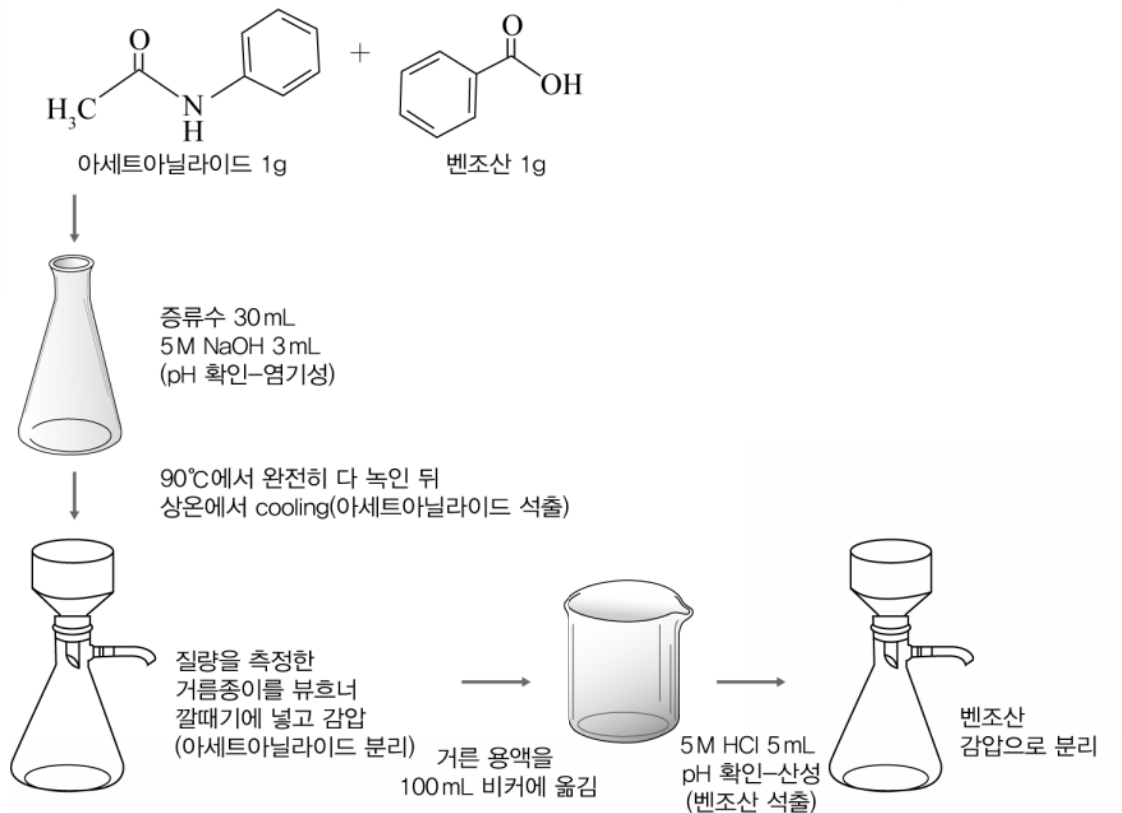
- 1) 여과지 한 장을 준비하여 질량을 측정한다.
  - 2) 혼합된 시료(아세트아닐라이드 1g : 벤조산 1g) 2g의 무게를 측정해서 비커에 넣고 30 ml의 물을 넣고 충분히 저어 준다.
  - 3) 5M NaOH 3ml를 넣는다.
  - 4) 충분히 저어준 후에 pH지시종이로 용액의 pH가 염기성임을 확인한다.
  - 5) 용액을 90 °C까지 가열하고 용액이 30 °C 미만으로 식을 때까지 기다린다.
  - 6) 침전을 감압여과장치로 여과하고 차가운 물 1ml씩으로 2-3회 씻어 내린다.
- 거른 용액과 침전을 씻은 용액은 모두 합쳐서 실험 2에서 사용할 것이므로 잘 보관한다.



- 7) 침전+거름종이를 오븐에서 건조 후 무게를 잰다.

##### 실험 B. 벤조산의 분리와 재결정

- 1) 여과지 한 장을 준비하여 질량을 측정한다.
  - 2) 실험 A에서 얻은 용액에 5M HCl 5ml을 넣고 용액이 산성이 되도록 한다.
  - 3) pH지시종이로 용액의 pH가 산성인지 확인한다.
  - 4) 용액이 담긴 용기를 천천히 흔들어주면서 결정이 완전히 생성될 때까지 기다린다.
  - 5) 감압여과장치로 침전을 거르고 소량(1~2 mL)의 물(증류수)로 결정을 세척한다.
- 결정의 표면을 씻어 준다는 느낌으로 결정 골고루 증류수를 뿌려주면서 세척한다.
- 6) 침전+거름종이를 오븐(120 °C)에서 건조 후 무게를 잰다.



## 6. 실험 결과(Experimental Results)

- 1) 분리와 재결정에 사용된 혼합 시료의 무게: \_\_\_\_\_ g
- 2) 벤조산을 중화시키는데 사용한 NaOH의 부피: \_\_\_\_\_ ml
- 3) 실험A에서 얻은 아세트아닐라이드의 무게: \_\_\_\_\_ g
- 4) 실험B에서 첨가한 HCl의 부피: \_\_\_\_\_ ml
- 5) 실험B에서 얻은 벤조산의 무게: \_\_\_\_\_ g

## 6) 최종 결과물 사진 첨부

A4 용지 위에 건조된 두 거름종이를 올려 놓고 아래와 같이 촬영

※주의사항: 거름종이 질량 미리 측정!



## 7. 토의 및 고찰(Discussion and Consideration)

- A. 이 실험이 무엇을 알아보려고 한 실험인지 자신이 느낀 '실험의 취지'에 대하여 서술하여라.
- B. 최초 혼합물의 질량비는 아세트아닐라이드: 벤조산 = 1 g : 1g 이었다. 실제 실험결과와 얼마만큼 오차가 발생했으며 그 원인이 무엇인지 팀원들과 토의하여 서술하여라.
- C. 실험을 하는 과정에서 깨닫게 된 사실이나 미처 몰랐던 사실을 서술하여라.
- D. 기타 추가하고 싶은 내용을 서술할 것.

## 8. 기타 과제(Other tasks)

- A. 산과 염기를 사용하지 않고 오로지 온도 변화를 이용해서 아세트아닐라이드와 벤조산을 분리하려 한다면 어떤 실험 방법으로 진행할 수 있겠는가? 예상되는 실험 과정을 간략하게 서술해보아라.
- B. 이번 실험과 같이 혼합물 중 하나의 성질을 바꾸어서 분리하는 이런 분리법을 적용할 수 있는 다른 사례가 무엇이 있을지 조사하여 설명하여라.

### ※ 보고서 작성시 주의사항

인공지능 AI를 이용하여 도움을 받았더라도 그대로 복사해서 붙여 넣지 말고, 그 내용을 읽고 본인이 소화하여 자신의 표현으로 서술할 것. AI 작업물 여부를 검색/검출하는 프로그램으로 보고서를 교수가 살펴볼 것임. 위반 시 과제 표절 처리됨.



## 실험 No. 3

### 산-염기 적정(Acid-base titration)



산-염기 적정 실험은 산과 염기의 중화반응의 원리를 이용한 전통적인 분석법이다.  
Acid-base titration is a traditional analytical method that utilizes the principle of neutralization reaction between acids and bases.



## 1. 실험 제목(Experiment Title)

산-염기 적정(식초 속의 아세트산 온도측정하기)

## 2. 실험 목적(Objectives of the experiment)

산-염기 적정을 통하여 표준용액을 이용하여 농도를 모르는 어떤 산이나 염기의 농도를 알아낸다.

## 3. 배경 이론(Background theory)

### A. 산, 염기의 아레니우스 정의

- (1) 산 : 물에 녹았을 때 이온화 하여서  $H^+$ (수소이온)을 내놓는 물질
- (2) 염기 : 수용액에서  $OH^-$ (수산화이온)을 내거나 수소이온을 흡수하는 물질  
(이외에 브뢴스테드-로우리 정의와 루이스 정의가 있다.)

### B. 중화 반응

산과 염기가 만나 그 성질을 잃어버리고 중성을 만드는 화학반응을 의미한다. 또한 그 성질을 잃어버리고 물과 염이 생성되는 반응을 일으킨다. 강/약산이 강/약염기와 만나 중화 반응을 하는 경우의 수가 다수이기 때문에 어떤 산과 염기를 사용했는지에 따라서 중화 반응의 알짜이온 반응식이 경우 별로 달라질 수 있다.

### C. 지시약

어떤 화학 반응계가 어떠한 상태에 있는지를 쉽게 나타낼 수 있게 하는 물질로 산-염기 지시약으로 작용하는 대부분의 염료는 약산, 약염기인 복잡한 유기화합물로 산-염기에 따라 색이 두드러지게 변한다. 지시약의 종류와 지시약의 변색 범위는 다양하다. 지시약의 변색 원리는 지시약의 화학종의 특성(구조적 특성)에 의해 결정이 된다.

### D. 당량점과 종말점

- (1) 당량점 : 적정에서 시료에 대해 화학양론적으로 당량의 적정시약이 참가된 점으로 적정에서 얻고자 하는 이상적인 결과
- (2) 종말점 : 용액의 물리적 성질이 급격히 변화하는 점으로 실제 측정되는 결과

### E. 표준 용액

미지시료의 농도를 알아내기 위한 적정실험을 할 때 첨가해주는 이미 정확한 농도로 제조된 용액을 의미한다. 실험실에서 다양한 분석 및 측정에 사용되며, 실험 결과의 정확성을 보장하는 중요한 역할을 한다. 이번 실험에서는 0.5M NaOH 표준용액을 제조하는 방법을 이용하여야 한다.

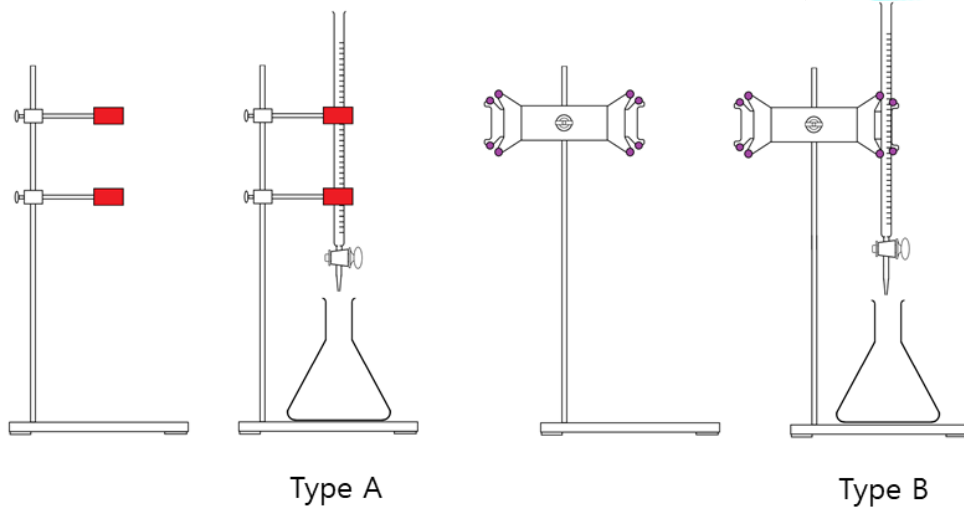
## 4. 실험 도구 및 시약(Experimental equipment and reagents)

- 도구 : 뷰렛, 뷰렛스탠드, 100mL 삼각플라스크, 500 mL 부피플라스크, 스포이드, 피펫, 피펫펌프, 깔때기
- 시약 : 페놀프탈레인 지시약, 아세트산 수용액(양조 식초), 수산화소듐

## 5. 실험 방법(Experimental method)

### A. 장치 구성

1) 아래 그림과 같이 A형과 B형 중 하나로 적정 도구장치를 조립하여 설치한다.

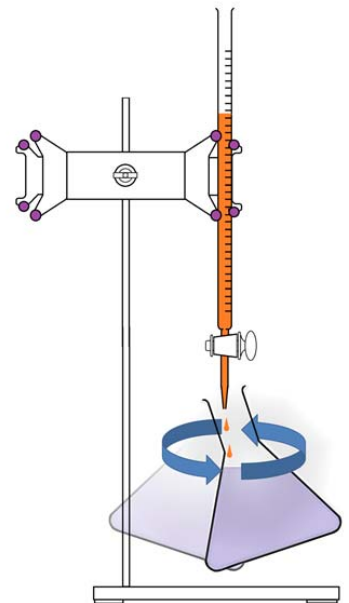


### B. 0.50 M NaOH 표준 용액의 제조

- 1) 500ml 부피플라스크를 준비하여 증류수를 적당량 채운다.
- 2) 0.5M 농도가 될 수 있는 NaOH의 양을 계산하여 취한 후 부피 플라스크에 넣는다.
- 3) 증류수를 플라스크의 표시선까지 마저 채운 후 흔들어 완벽히 녹인다.
- 4) 최종적으로 증류수를 부피 플라스크 목의 눈금까지 채운다.

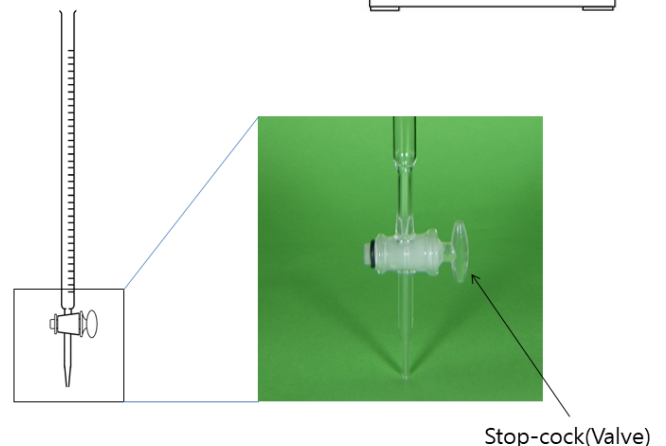
### C. 식초에 포함된 아세트산의 분석

- 1) 식초 10ml를 피펫으로 취하여 100ml 삼각플라스크에 넣고 식초만의 무게를 측정
- 2) 약 40ml의 증류수를 넣은 다음 페놀프탈레인 2-3방울을 떨어뜨린다.
- 3) 뷰렛에 0.5M의 NaOH를 넣고 아랫부분에 공기방울이 없도록 조정한다.
- 4) 한 방울씩 떨어뜨리며 적정한다.
- 5) 분홍색이 30초 이상 유지될 때까지 혼합한다.
- 6) 적정에 사용된 NaOH의 부피를 측정한다.
- 7) 시간이 되면 2-3회 반복실험을 한다.



### \* 실험시 유의사항

- 깔때기는 액체를 뷰렛에 채울 때만 사용하고, 적정 중에 깔때기는 뷰렛에서 제거한다.
- 흰 종이를 깔고 적정하면 색변화를 관찰이 용이하다.
- 적정시 뷰렛의 밸브는 천천히 조심해서 조절한다.
- 뷰렛의 최소 눈금의 1/10까지 읽는다.  
(모든 기구 사용시 최소눈금의 1/10까지 읽는다.)



## 6. 실험 결과(Experimental Results)

A. 시간이 부족하면 1회만 실시하여 결과 처리한다.

	1회	2회	3회	평균
적정에 사용한 식초의 무게	g	g	g	g
NaOH의 농도	M	M	M	M
소비된 NaOH의 부피	ml	ml	ml	ml
소비된 NaOH의 몰수	mmol	mmol	mmol	mmol
식초 중 아세트산의 몰수	mmol	mmol	mmol	mmol
아세트산의 질량	g	g	g	g
식초의 순도	%	%	%	%

\* 아세트산의 몰질량 = 60.0 g/mol

\* 1 mmol =  $10^{-3}$  mol

B. 위 결과 처리에서 사용한 계산 과정을 모두 서술하여라.

## 7. 토의 및 고찰(Discussion and Consideration)

A. [시판되는 양조 식초의 (평균) %농도]를 검색하여 확인해라.

실제 실험결과인 식초의 순도(%)와 비교하고 오차 발생의 원인을 팀원들과 토의하여 서술하여라.  
반대로, 만약 오차가 없다고 판단했다면, 실험에서 어떤 이유로 정확하게 분석할 수 있었는지를 팀원들과 토의하여 적어라.

B. 실험을 하는 과정에서 깨닫게 된 사실이나 미처 몰랐던 사실을 서술하여라.

C. 기타 추가하고 싶은 내용을 서술할 것.

## 7. 기타 과제(Other tasks)

A. 표준용액을 0.5M NaOH 수용액 대신 0.5M Ba(OH)<sub>2</sub> 수용액을 사용했다면 위 실험 결과가 어떻게 바뀌었을지 고민하여 서술하여라.

B. 레몬에는 구연산이라는 산이 들어 있기에 매우 신맛이 강하다.

만약, 식초 대신 구연산의 농도가 4%의 레몬 주스를 0.5M NaOH 표준용액으로 똑같이 적정을 한다면 당량점에서의 첨가된 표준용액의 예상 부피를 계산하여라.

### ※ 보고서 작성시 주의사항

인공지능 AI를 이용하여 도움을 받았더라도 그대로 복사해서 붙여 넣지 말고, 그 내용을 읽고 본인이 소화하여 자신의 표현으로 서술할 것. AI 작업물 여부를 검색/검출하는 프로그램으로 보고서를 교수가 살펴볼 것임. 위반 시 과제 표절 처리됨.

## 실 험 No. 4

### 아스피린 합성(Aspirin synthesis)



아스피린(Aspirin)은 일반적으로 사용되는 비스테로이드성 항염증제로, 주로 통증 완화, 염증 감소, 해열 등의 목적으로 사용된다.

Aspirin is a commonly used non-steroidal anti-inflammatory drug that is mainly

1. 실험 제목(Experiment Title)

아스피린 합성

2. 실험 목적(Objectives of the experiment)

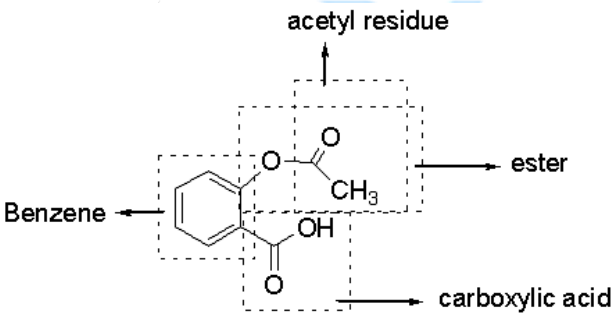
유기 합성 과정을 통하여 아스피린 분자를 합성한다.

3. 배경 이론(Background theory)

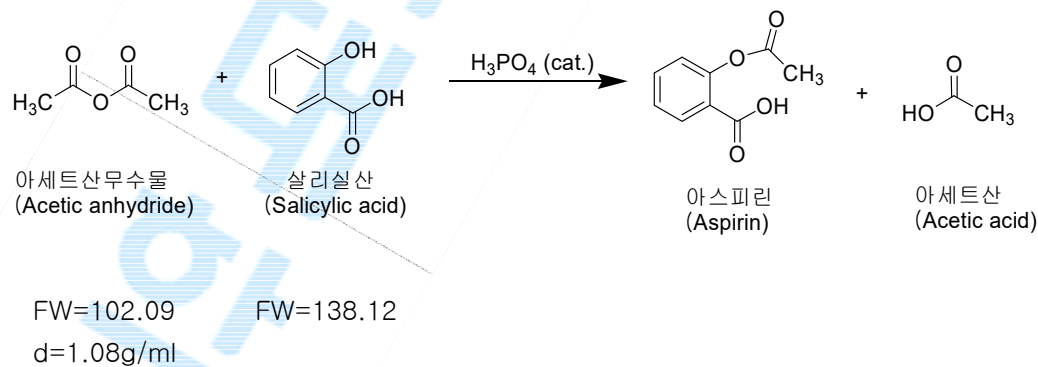
A. 아스피린의 역사

버드나무 껍질이 해열, 진통, 소염 효과를 가지고 있다는 사실은 히포크라테스에는 물론 기원전 1550년에 만들어진 파피루스에도 기록으로 남겨져 있다. 그런데 1830년대에 그 효과가 버드나무 껍질에 들어있는 '살리신'이라는 물질 때문임이 알려졌고, 1859년 콜베는 콜타르에서 살리실산을 대량으로 생산하는 방법을 개발하였다. 1857년 스위스의 의사 카를 부스에 의해 살리실산은 장티푸스 환자에게 효과가 있다고 알려졌고, 곧이어 류머티즘 환자에게도 효과가 있음이 밝혀졌다. 그렇지만 살리실산은 맛이 좋지 않고 먹으면 구역질이 나기 때문에 복용하기 매우 어려운 약이었다. 류머티즘을 앓고 있던 아버지가 이 약을 먹느라 고생하는 모습을 본 [펠릭스 호프만]은 1897년 실험실에서 살리실산과 아세트산을 섞어서 맛을 훨씬 좋게 한 새로운 약을 합성하고, 그 이름을 아세트산(acetic acid)의 'a'와 버드나무의 학명(Spiraea)의 앞 글자를 합성해서 '아스피린' (aspirin)이라고 이름지어서 1899년부터 판매하였다.

B. 아스피린의 구조



C. 에스테르화 반응을 이용한 아스피린의 합성



D. 아스피린의 수득률 계산

수득률(%) =  $\frac{\text{생성된 아스피린의 질량}}{\text{사용한 살리실산의 몰수} \times \text{아스피린의 몰질량}} \times 100$

E. 실험을 통해 합성된 아스피린은 불순물이 함유되어 있어 바로 의약품으로 사용할 수 없다. 이 실험에서는 초기 합성된 아스피린을 세척하여 불순물을 제거하는 **정제 과정**을 거쳐서 정제 아스피린을 수득한다.

#### 4. 실험 도구 및 시약(Experimental equipment and reagents)

- 도구 : 가열기(Hot plate), 온도계, 삼각플라스크(50ml), 비이커(50ml), 눈금실린더, 피펫, 감압거름장치, 거름종이, 저울, 스포이드, 유산지(weighting paper)
- 시약 : Acetic anhydride(아세트산무수물), Salicylic acid(살리실산), 85%  $H_3PO_4$ (인산), Diethyl Ether(디에틸에터), Petroleum Ether(석유에테르, 석유에터)

#### 5. 실험 방법(Experimental method)

##### A. 아스피린의 합성

- 1) 그림 4.1과 같이 실험 장치를 설치한다.

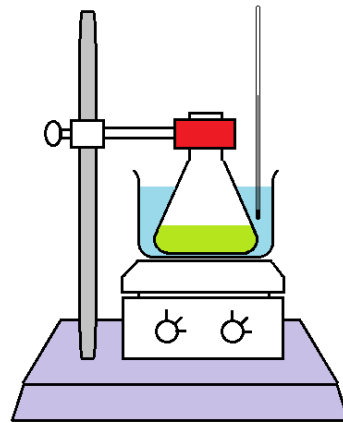


그림 4.1 물중탕 합성 장치

- 2) 살리실산 2.5g을 삼각 플라스크에 넣고, 아세트산 무수물을 3ml 가한다.
- 3) 촉매로 85% 인산을 3-4 방울을 첨가한다.
- 4) 물중탕하에서 70-80℃를 유지하면서 15분간 가열한다.
- 5) 물 3ml를 첨가하여 여분의 아세트산 무수물을 분해시킨다.  
아세트산 증기가 더 이상 발생하지 않을 때까지 물중탕을 한다.  
코를 직접 대고 냄새를 맡지 않도록 주의한다.
- 6) 물 중탕에서 꺼내어 물 20ml를 가하고 실온이 될 때까지 냉각한다.
- 7) 그림 4.2와 같이 감압여과장치를 설치하고, 감압 여과를 한다.

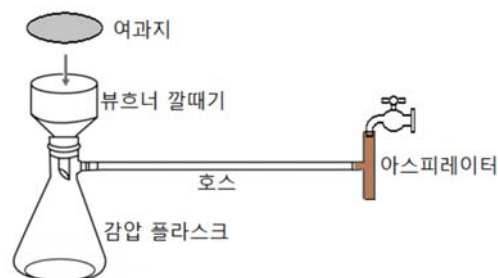


그림 4.2 감압 여과장치

- 8) 오븐에서 120℃에서 10분간 건조 후 유산지(weighting paper)에 옮겨 질량을 잰다.
- 9) 아스피린의 수득율을 계산한다.



## B. 아스피린의 정제

- 1) 건조시킨 아스피린 1.0g을 덜어서 삼각플라스크에 넣는다.
- 2) 5ml 의 에틸 에터(디에틸 에터)를 넣고 고체 아스피린을 녹인다.
- 3) 물중탕 하에서 50℃를 유지하면서 고체가 다 녹을 때까지 흔들며 준다.
- 4) 녹지 않은 물질이 있으면 거름종이로 걸러 제거한다.
- 5) 여과된 용액에 30~60℃ 사이의 석유 에터를 15ml 가한 후 상온까지 서서히 냉각시킨다.
- 6) 생성된 침전물을 걸러 다른 거름종이에 옮겨 말린 후 순수한 아스피린을 얻는다.
- 8) 아스피린의 수득율을 다시 계산한다.

## 6. 실험 결과(Experimental Results)

- A. 사용한 살리실산의 실제 측정 질량(소수점 한자리까지) : \_\_\_\_\_ g  
사용한 아세트산 무수물의 실제 부피(소수점 한자리까지) : \_\_\_\_\_ mL  
사용한 아세트산 무수물의 질량(밀도 = 1.08 g/mL) : \_\_\_\_\_ g

아스피린의 이론적 수득량 : \_\_\_\_\_ g  
실험 A에서 얻은 아스피린 질량 : \_\_\_\_\_ g  
실험 B에서 얻은 정제 아스피린의 질량 : \_\_\_\_\_ g

퍼센트 수득률 : 실험 A \_\_\_\_\_ %  
실험 B \_\_\_\_\_ %

- B. 아스피린의 이론적 수득량 계산 과정을 서술하시오.

## 7. 토의 및 고찰(Discussion and Consideration)

- A. 실험 A와 B의 아스피린 수득률을 비교하고, 차이가 나는 원인을 팀원들과 토의하여 설명하여라.
- B. 아세트산 무수물과 아세트산의 차이점이 무엇인지 서술하여라.
- C. 아스피린을 가수분해하면 살리실산과 아세트산이 만들어지는 반응식을 적어라.
- D. 실험을 하는 과정에서 깨닫게 된 사실이나 미처 몰랐던 사실을 서술하여라.

## 8. 기타 과제(Other tasks)

- A. 아세트산 무수물과 아세트산의 차이점이 무엇인지 서술하여라.
- B. 아스피린을 가수분해하면 살리실산과 아세트산이 만들어지는 반응식을 적어라.
- C. 살리실산 1.4 g과 아세트산무수물 3.1 g을 사용하면 몇 g의 아스피린을 얻을 수 있는지 계산과정을 서술하라.

### ※ 보고서 작성시 주의사항

인공지능 AI를 이용하여 도움을 받았더라도 그대로 복사해서 붙여 넣지 말고, 그 내용을 읽고 본인이 소화하여 자신의 표현으로 서술할 것. AI 작업물 여부를 검색/검출하는 프로그램으로 보고서를 교수가 살펴볼 것임. 위반 시 과제 표절 처리됨.