

IV. 표준용액 조제



- 1. 백분율농도 용액조제**
- 2. 몰농도 용액조제**
- 3. 노르말농도 용액조제**
- 4. 산표준 용액조제 및 표정**
- 5. 염기표준 용액조제 및 표정**

정확한 농도와 표준용액을 조제할 수 있는 능력은 화학분석에 기초가 된다. 화학분석은 정성과 정량을 규명하는 화학산업, 환경산업, 식품산업, 의료산업 등에서 널리 이용되고 있으므로 산업현장에 응용할 수 있는 실무능력을 배양하기 위하여 정확한 표준용액을 제조할 수 있어야 한다.

본 단원은 용액의 농도와 표준용액을 제조하는 기초지식을 익히고, 제조한 용액이 정확한지를 확인하는 실습을 통하여 분석 능력을 향상시킬 수 있도록 한다.

1. 백분율농도 용액조제

화학물질 정보를
찾아보자.
<http://www.chem-net.co.kr>

가. 실습 목표

- 1) 백분율 농도의 종류를 설명할 수 있다.
- 2) 주어진 백분율 농도 용액을 조제 할 수 있다.
- 3) 굴절률을 이용하여 미지의 설탕용액 농도를 알 수 있다.

나. 실습 재료

증류수, 설탕, 알콜

다. 기기 및 기구

굴절계(혹은 당도계), 메스실린더, 메스플라스크, 피펫, 피펫홀더, 유리막대, 비이커, 세척병, 라벨, 천칭, 약포지, 약수푼, 파라핀 랩, 티슈 혹은 거즈

라. 관계 이론

1) 백분율 농도의 정의

백분율 농도는 일정한 양의 용액 속에 녹아 있는 용질의 양을 백분율로 나타낸 농도이다. 백분율 농도에는 질량 백분율(wt %)과 부피 백분율(vol %)이 있으며, 용질과 용액의 상태에 따라 질량/부피 백분율(w/v %)과 부피/질량 백분율(v/w %)도 사용되고 있다.

용질과 용액 모두 무게로 표시될 때 질량백분율로 나타낸다.

$$\text{질량 백분율(wt \%)} = \frac{\text{용질의 질량}(g)}{\text{용액의 질량}(g)} \times 100$$

$$= \frac{\text{용질의 질량}(g)}{\text{용매의 질량}(g) + \text{용질의 질량}(g)} \times 100$$

용질과 용액 모두 액체로 이루어져 부피로 표시될 때 부피 백분율로

나타낸다.

$$\text{부피 백분율(vol \%)} = \frac{\text{해당되는 액체의 부피}}{\text{용액전체의 부피}} \times 100$$

용질은 무게로 표시되고, 용액은 부피로 표시될 때 질량/부피 백분율로 나타낸다.

$$\text{질량/부피 백분율(w/v \%)} = \frac{\text{용질의 질량}}{\text{용액전체의 부피}} \times 100$$

2) 굴절계

가) 굴절률의 정의

(1) 정의 : 빛이 진공 또는 공기 속에서 다른 물질 속으로 진행할 때, 진로의 방향이 변하게 되는데 이를 굴절이라 한다. 이와 같이 굴절 현상은 매질에서 빛의 속도가 다르기 때문이다. 밀도가 작은 물질로부터 큰 물질 속으로 진행하면 속도가 줄어 들어 그에 따라 빛의 진행 방향이 바뀐다. <그림 IV-1>과 같이 빛의 입사각을 i 굴절각을 r이라 하면 굴절률은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{굴절률}(\eta) = \frac{\sin i}{\sin r}$$

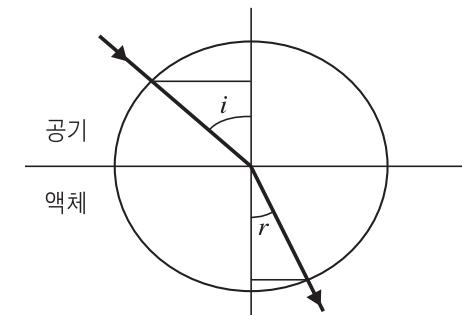


그림 IV-1 공기와 액체의 굴절

(2) 성질 : 굴절률은 빛의 과장이 감소함에 따라 증가하고, 압력이 증가하거나 온도가 내려가거나 농도가 진해져서 물질의 밀도가 증가하면 굴절률은 증가한다. 이와 같이 물질의 종류,

온도, 압력 및 빛의 파장이 정해지면 물질에 따라 일정한 값을 가지기 때문에 굴절률은 녹는점이나 끓는점 등과 같이 물질의 중요한 물리적 성질의 하나이다. 따라서 용액의 농도가 다르면 밀도가 다르게 되고 굴절률도 함께 다르게 되므로 용액의 농도를 굴절률을 측정함으로 알 수 있다.

나) 굴절률 측정 장치

(1) 아베 굴절계

아베(Abbe) 굴절계는 햇빛 또는 전등과 같은 백색광을 사용할 수 있으며 시료도 몇 방울이면 되고 굴절률도 소수점 아래 셋째자리까지 직접 눈금으로부터 읽을 수 있게 되어 매우 편리하다.

이 장치는 <그림 IV-2>와 같이 측정액체를 2개의 직각 프리즘(보조, 기초) 사이에 1~2방울 넣고 보조에서 입사한 광선이 액체를 따라 진행하여 기초에 들어와 굴절하여 나오는 것을 망원경에서 보게 만든 것이다.

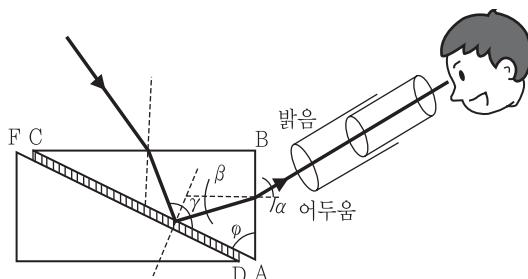


그림 IV-2 아베 굴절계의 원리

(2) 당도계

과일이나 통조림 제조 공업에서 간단히 당도를 측정할 수 있는 기구로서 일정한 조건에서 빛에 대한 굴절률이 물질의 순도에 따라 고유한 값을 갖는 것을 이용하여 그 물질의 당도를 구하는 장치이다.



그림 IV-3 굴절계 및 당도계 사진

마. 주의 사항

- 1) 무게를 청량할 때 전자저울의 영점을 맞추고 전자저울의 숫자가 움직이지 않을 때까지 정확히 잰다.
- 2) 액체의 양을 쟀 때 정확한 농도의 용액을 제조하기 위하여 피펫이나 메스실린더의 눈금에 눈의 높이를 일치시키어 조작한다.
- 3) 아베굴절계 혹은 당도계를 사용한 후 측정 면에 묻어 있는 설탕액을 중류수를 사용하여 티슈나 거즈로 부드럽게 닦아내어 남아 있지 않도록 한다.

바. 실습 순서

1) 질량백분율 농도의 용액조제

- 가) 50mL 비이커 4개를 깨끗이 씻은 다음 건조시킨다.
- 나) 라벨에 5(w/w%), 10(w/w%), 15(w/w%), 20(w/w%)라 쓴 후 각각의 비이커에 부착한다.
- 다) 비이커를 천칭에 올려놓고 영점을 맞춘다.
- 라) 비이커에 설탕을 약스푼을 이용하여 2.5, 5, 7.5, 10그램을 정확히 넣는다.
- 마) 각각의 비이커에 세척병을 이용하여 중류수를 넣어 50그램으로 맞춘다.
- 바) 유리막대를 이용하여 충분히 저어주고 파라핀 랩으로 마개하여 정지한다.

2) 질량/부피 백분율 농도의 용액조제

- 가) 50mL 메스플라스크 4개를 깨끗이 씻은 다음 건조시킨다.
- 나) 라벨에 5(w/v%), 10(w/v%), 15(w/v%), 20(w/v%)라 쓴 후 각각의 메스플라스크에 부착한다.
- 다) 설탕을 약포지와 약스푼을 이용하여 2.5, 5, 7.5, 10그램을 정확히 잰다.
- 라) 각각의 약포지에 담긴 설탕을 준비된 4개의 50mL 메스플라스크에 각각 넣는다.
- 마) 약포지에 남아있는 설탕을 세척병을 이용하여 메스플라스크로 씻어 내린다.

- 바) 메스플라스크에 표선까지 중류수를 채운 후 파라핀 랩으로 마개 하여 충분히 흔들어 정치한다.

3) 부피/부피 백분율 농도의 용액조제

- 가) 10mL 피펫을 깨끗이 씻은 다음 건조하여 준비한다.
 나) 20(w/v%) 설탕용액을 12.5mL, 25mL, 37.5mL, 50mL씩 피펫으로 취한 후 준비된 4개의 50mL메스플라스크에 각각 넣고 표선까지 중류수를 채운다.
 다) 4개의 메스플라스크에 파라핀 랩으로 마개 하여 충분히 흔들어 정치한다.
 라) 라벨에 25(v/v%), 50(v/v%), 75(v/v%), 100(v/v%)라 쓴 후 각각의 메스플라스크에 부착한다.
 마) 20(w/v%)으로 만든 25(v/v%), 50(v/v%), 75(v/v%), 100(v/v%)은 각각 5(w/v%), 10(w/v%), 15(w/v%), 20(w/v%)와 같은 농도이다.

4) 아베 굴절계에 의한 설탕용액의 굴절률 측정

- 가) 굴절계에 전원 코드를 연결하고 램프를 켜 정온이 될 때까지 기다린다.
 나) 항온수를 순환시켜 측정온도를 조절할 수 있으며, 그렇지 않을 경우에는 실내온도를 측정하여 기록하여 둔다.
 다) 프리즘 여닫이 핸들을 풀어 보조 프리즘을 열고 프리즘을 알코올로 거즈를 이용하여 깨끗이 닦는다.
 라) 중류수 1~2 방울 떨어뜨린 후 보조프리즘을 닫고 중류수의 굴절률을 측정 손잡이로 조정하여 20°C에서 중류수 굴절률 1.3331을 오른쪽 측정 손잡이로 맞춘다.
 마) 색보정 손잡이를 돌려 선명한 경계선에 맞춘다.
 바) 눈금조정 손잡이를 돌려 교차선이 중앙에 오도록 한다.
 사) 보조 프리즘을 열고 중류수를 티슈로 닦아내고 준비된 12개의 설탕용액을 각각 떨어뜨린다.
 애) 보조프리즘을 닫고 여닫이 핸들로 고정시킨 후 십자교차선이 중앙에 오도록 측정 손잡이를 돌려 조정한 다음 눈금을 읽고 기록한다.
 자) 각 농도에 따른 굴절률을 구하여 표에 기록한 뒤 그래프를 그린다.

- 차) 미지시료의 굴절률을 구하여 농도를 그래프로부터 찾아 기록 한다.
 카) 측정이 끝나면 알콜로 깨끗이 씻고 중류수로 다시 씻어 프리즘 이 잔류물로 인해 상하지 않도록 보호한다.

5) 당도계에 의한 굴절률 측정

- 가) 당도계 윗부분 프리즘 덮개를 열고 중류수 2~3방울을 떨어 놓린다.
 나) 눈금조절 나사를 돌려 경계선이 0에 오도록 맞춘다.
 다) 프리즘을 열고 중류수를 닦아낸다.
 라) 준비된 12개의 용액을 2~3방울 각각 떨어뜨린 후 프리즘을 닫는다.
 마) 눈금이 명확해지도록 접안렌즈를 좌우로 회전시켜 조절한다.
 바) 명암의 경계선과 일치하는 눈금판의 숫자를 읽어 시료의 당도 (%)를 기록한다.
 사) 각 농도에 따른 당도를 구하여 표에 기록한 뒤 그래프를 그린다.
 애) 미지시료의 당도를 구하여 농도를 그래프로부터 찾아 기록한다.
 자) 측정이 끝나면 알콜로 깨끗이 씻고 중류수로 다시 씻어 프리즘이 잔류물로 인해 상하지 않도록 보호한다.

사. 실습 보고서

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

1) 실습재료 및 기구

재료	
기구	

2) 백분율농도의 종류

3) 시약조제 방법

(1) 5, 10, 15, 20(w/w%) 용액 :

(2) 5, 10, 15, 20(w/v%) 용액 :

(3) 20(w/v%) 농도로부터 25, 50, 75, 100(v/v%) 용액 :

4) 실습결과 및 계산

(1) 설탕용액 농도와 굴절률

농도	5(w/w%)	10(w/w%)	15(w/w%)	20(w/w%)	미지용액
굴절률					

농도	5(w/v%)	10(w/v%)	15(w/v%)	20(w/v%)	미지용액
굴절률					

농도	25(v/v%)	50(v/v%)	75(v/v%)	100(v/v%)	미지용액
굴절률					

(2) 농도와 굴절률 그래프



(3) 미지농도의 오차

검량선	구분	굴절률	참값	측정값	오차	오차율(%)
	(w/w%)농도					
	(w/v%)농도					
	(v/v%)농도					

5) 실습 소감

아. 수행 평가

실습명	항 목	번호	항목별 채점방법	배점
백분율 농도 조제	실험 수행	1	- 실험복, 보고서철, 계산기, 필기구, 자 등 실험에 필요한 준비물을 제대로 갖추었는가? - 용량플라스크, 피펫 등을 사용할 때 눈금을 눈 높이에서 표선과 일치시키는가? - 기구 파손이 없고 실험하는 태도가 성실한가? - 실험기구를 용도에 적합하게 사용하는가? - 제조한 용액의 개수와 조제량은 맞는가?	10
			매우 우수 : 10점, 우수 : 8점, 양호 : 6점, 보통 : 4점, 불량 : 2점, 매우 불량 : 0점	
	wt% 조제	2	질량백분율 용액을 조제하였으면 5점, 나머지는 0점	5
	w/v% 조제	3	질량/부피백분율 용액을 조제하였으면 5점, 나머지는 0점	5
	v/v % 조제	4	부피백분율용액을 조제하였으면 5점, 나머지는 0점	5
	굴절률 측정	5	농도가 큰 표준용액일수록 굴절률(당도)가 크게 나왔으면 5점, 나머지는 0점	5
	미지 농도 측정	6	미지시료의 농도를 구하는 계산과정이 맞으면 5점, 나머지는 0점	5
	미지 농도 측정	7	학생의 실험 결과치와 모범답안과의 값 차이가 $\pm 5\%$ 이하인 경우 20점 $\pm 5\%$ 초과 ~ 10% 이하인 경우 15점 $\pm 10\%$ 초과 ~ 20% 이하인 경우 10점 $\pm 20\%$ 초과 ~ 30% 이하인 경우 5점 $\pm 30\%$ 초과인 경우 0점	20

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

자. 평가 문제

- 1) 중류수 100그램에 NaOH 20그램을 녹여서 만든 수용액의 질량 백분율 농도는 얼마인가?
- 2) 성질이 다른 두 액체를 혼합하여 에탄올 30(v/v%) 부피 백분율 용액을 제조할 때 에탄올 30mL와 중류수 70mL를 각각 넣어 혼합하여 제조하는 방법과 에탄올 30mL에 중류수를 부어 전체가 100mL로 제조하는 방법중 옳은 것은?
- 3) 20(w/v%) 용액을 가지고 2(w/v%) 용액 100mL를 제조한다면 필요한 20(w/v%) 용액의 양은?
- 4) 10(w/w%) 용액과 10(w/v%) 용액이 같은 경우는 어떠한 조건을 만족할 때인가?

차. 쑤어가기

설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$)은 큰 단사 결정계의 결정으로 160°C 에서 녹아 옛처럼되고 200°C 에서는 갈색으로 변하여 비결정질로서 캐러멜이 된다. 물에 잘 녹고 단맛이 나며 묽은산 도는 설탕효소에 의해 쉽게 가수분해되어 D-글루코스와 D-프럭토오스를 만든다.