

과망간산을 이용한 COD Cyber 실험을 해보자.

<http://www.onheri.re.kr>

## 2. 몰농도 용액조제

### 가. 실습 목표

- 1) 몰 농도를 설명할 수 있다.
- 2) 주어진 몰 농도 용액을 조제할 수 있다.
- 3) 분광기를 이용하여 미지시료의 농도를 알 수 있다.

### 나. 실습 재료

중류수,  $\text{KMnO}_4$

### 다. 기기 및 기구

분광광도계(혹은 UV), 분광광도계 셀, 메스플라스크, 피펫, 피펫홀더, 비이커, 세척병, 라벨, 천칭, 약포지, 약수푼, 파라핀 랩, 티슈 혹은 거즈

### 라. 관계 이론

#### 1) 몰의 개념

몰이란 원자나 분자처럼 매우 작은 알갱이를 포함한 물질의 양을 나타내는 단위이다. 1mol은  $6.02 \times 10^{23}$ 개의 분자 또는 화학식 단위를 포함한 물질의 양이다.

몰 질량이란 물질 1mol이 가지는 질량을 말한다. 몰 질량의 단위는 g/mol이다. 모든 물질의 몰 질량은 원자 질량 단위로의 화학식량과 수치적으로 같기 때문에 몰 질량을 그램 화학식량 또는 그램 분자량이라고도 한다.

예를 들어 이산화탄소 분자가  $6.02 \times 10^{23}$  개이면 이산화탄소 1mol의 양이며 이산화탄소의 분자량은 44.0amu이므로 이산화탄소의 몰 질량은 44.0g/mol이다.

물질의 몰 수로부터 질량을 구하거나 물질의 질량으로부터 몰 수를 구할 때 다음의 관계를 이용하면 편리하다.

$$\text{물질의 몰수} = \frac{\text{물질의 질량}}{\text{물질의 몰질량}}$$

#### 2) 몰 농도의 정의

용액 1L 중에 들어 있는 용질의 몰 수를 몰 농도라고 한다. 기호 M으로 나타내고 단위는 mol/L이다.

$$\text{몰 농도}(M) = \frac{\text{용질의 몰수}(mol)}{\text{용액의 부피}(L)}$$

예로  $\text{KMnO}_4$  화학식량은 K의 원자량이 39.0983, Mn의 원자량이 54.9380, O의 원자량이 15.9994이므로 158.0339가 된다. 따라서  $\text{KMnO}_4$ 의 화학식량에 해당하는 158.0339그램을 저울로 재서 1L 메스플라스크에 넣고 물을 채워 표선에 맞추면  $\text{KMnO}_4$  1몰농도(M)가 된다.

그 외 몰과 관련 있는 농도 표시 방법은 몰분율과 몰랄농도가 있다. 몰분율은 용액의 몰 수에 대한 어느 한 성분의 몰 수의 비를 말한다.

$$\text{몰 분율} = \frac{\text{용액중 한성분의 몰수}}{\text{용액전체의 몰수}}$$

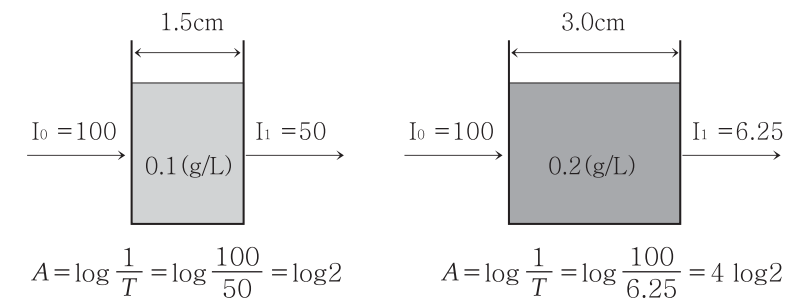
또한 몰랄 농도는 용매 1000g 중의 용질의 몰 수로 나타낸 농도를 몰랄농도라고 하며 m으로 나타낸다.

$$\text{몰랄 농도}(m) = \frac{\text{용질의 몰수}(mol)}{\text{용매의 질량}(Kg)}$$

#### 3) Lambert - Beer의 법칙

흡광도(A)는 용액을 지나는 길이(b)와 용액의 농도(c)에 비례한다.

$$A = abc$$



#### ● 분광광도계의 시료 셀의 선택

플라스틱 혹은 유리 재질의 시료셀은 가시광선 영역의 측정 파장일 때 사용하고, 석영 재질의 시료셀은 자외선 영역의 측정 파장일 때 사용한다.

#### 4) UV/VIS 분광광도계의 구성

- 가) 시료실 ; 측정할 시료를 넣는 곳으로 측정할 때는 용액을 채운 셀을 넣고 반드시 뚜껑을 닫는다. 앞쪽에는 증류수나 바탕시험액을 넣고, 뒤쪽에는 표준용액이나 시료를 넣는다.
- 나) LCD판 ; 작동 메뉴나 측정 결과를 나타낸다.
- 다) 키보드 ; 작동 명령어나 숫자값을 입력할 때 사용한다.
- 라) 광원부 ; 중수소 램프는 측정파장범위가 180~360nm 인 자외부의 연속 스펙트럼 광원으로, 텅스텐-할로겐 램프는 측정파장범위 310~1200nm인 가시부의 연속스펙트럼 광원으로 사용된다.

마) UV/VIS 분광광도계의 광학 계통도

중수소/텅스텐 광원(서로 교환가능), 반사 회절발 단색화 장치, 광전 증배관 검출기로 구성되어 있으며 광원으로부터 나오는 복사선은 고정된 슬릿을 통과 → 파장을 조절하는 다이얼에 연결된 오목 회절발의 표면에 도달 → 파장이 선택되어 분산된 복사선은 출구 슬릿을 지나 회전 부채꼴 거울에 초점이 집중 → 복사선은 둘로 나뉘어 기준 셀과 시료 셀을 거쳐서 검출기인 광전관으로 들어감 → 검출기는 전기적 신호로 바뀌고 이 미약한 신호는 증폭되어 퍼센트 투광도에는 직선적이고 흡광도에는 로그(log) 값으로 환산되어 계기판에 나타난다.

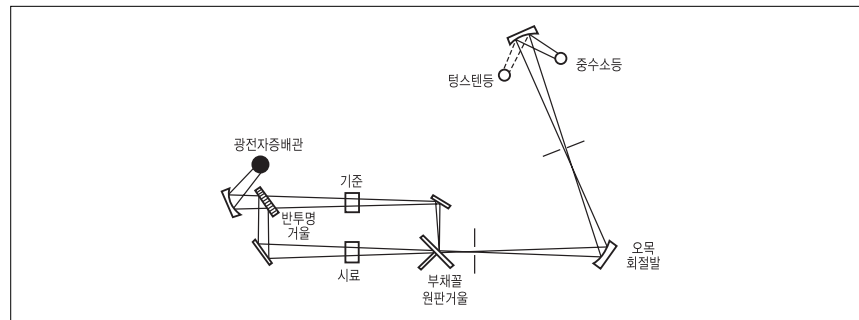


그림 IV-4 UV/VIS 분광광도계의 광학 계통도

#### 마. 주의 사항

- 1) 무게를 칭량할 때 천칭의 영점을 맞추고 천칭의 숫자가 움직이지 않을 때까지 정확히 잰다.
- 2) 액체의 양을 잰 때 정확한 농도의 용액을 제조하기 위하여 피펫이

나 메스실린더의 눈금에 눈의 높이를 일치시키어 조작한다.

- 3) 분광광도계를 충분히 예열하고 파장을 바꿀 때마다 0점을 정확히 맞춘다.
- 4) 흡수셀의 표면에 먼지나 손자국이 묻지 않도록 티슈로 측정전 닦아낸다.

#### 바. 실습 순서

##### 1) 0.01몰농도(M)의 용액조제

- 가) 1L 메스플라스크 1개를 깨끗이 씻은 다음 건조시킨다.
- 나) 라벨에 0.01(M) 이라 쓴 후 메스플라스크에 부착한다.
- 다) 약포지를 천칭에 올려놓고 영점을 맞춘다.
- 라) 약포지에 과망간산칼륨을 약스푼을 이용하여 1.5803그램을 정확히 잰 후 메스플라스크에 넣는다.
- 마) 약포지에 남아있는 과망간산칼륨을 세척병을 이용하여 메스플라스크로 씻어 내린다.
- 바) 메스플라스크에 표선까지 증류수를 채운 후 파라핀 랩으로 마감 하여 충분히 흔들어 정치한다.

##### 2) 0.01(M)몰농도로부터 0.0001(M), 0.0002(M), 0.0003(M), 0.0004(M), 0.0005(M) 몰농도의 용액조제

- 가) 100mL 메스플라스크 5개를 깨끗이 씻은 다음 건조시킨다.
- 나) 라벨에 0.0001(M), 0.0002(M), 0.0003(M), 0.0004(M), 0.0005(M)라 쓴 후 각각의 메스플라스크에 부착한다.
- 다) 1)에서 만든 0.01(M) 원액 1, 2, 3, 4, 5mL를 피펫을 이용하여 정확히 잰 후 라벨 붙은 메스플라스크에 넣는다.
- 라) 메스플라스크에 표선까지 증류수를 채운 후 파라핀 랩으로 마감 하여 충분히 흔들어 정치한다.

##### 3) KMnO<sub>4</sub> 표준용액의 검량선 작성 및 미지시료 측정

- 가) 분광광도계를 충분히 예열(30분 이상) 한 후 최대 흡수파장인 540nm에 맞춘다.
- 나) 증류수를 대조액으로 사용하여 영점조절(흡광도를 0에 맞춤)을 한다.

- 다) 0.0001(M), 0.0002(M), 0.0003(M), 0.0004(M), 0.0005(M) 제조한 과망간산칼륨 표준용액의 흡광도를 최대 흡수파장(540nm)에서 차례대로 측정한 후 표에 기록한다.
- 라) 표준용액의 농도를 가로축에, 흡광도를 세로축에 취하여 그래프 용지위에 양자의 관계직선을 구한다.(검량선 작성)
- 마) 미지시료의 흡광도를 최대 흡수파장에서 동일한 조건으로 구한 후 표에 기록한다.
- 바) 미지시료의 흡광도를 구하여 검량선으로 부터 농도를 찾아 기록한다.

사. 실습 보고서

실 습 일	200    년    월    일    요일    날씨:    기온:    ℃
실습단원	표준용액 조제
실습제목	몰농도 용액조제
실 습 자	과 학년 반 번 이름:    조

1) 실습재료 및 기구

재 료	
기 구	

2) 몰의 정의

3) 관련지식

- (1) 몰농도 제조방법 :

- (2) 람버트-비어 법칙이란 :

- (3) 분광광도계의 광학계통도를 그려보자.

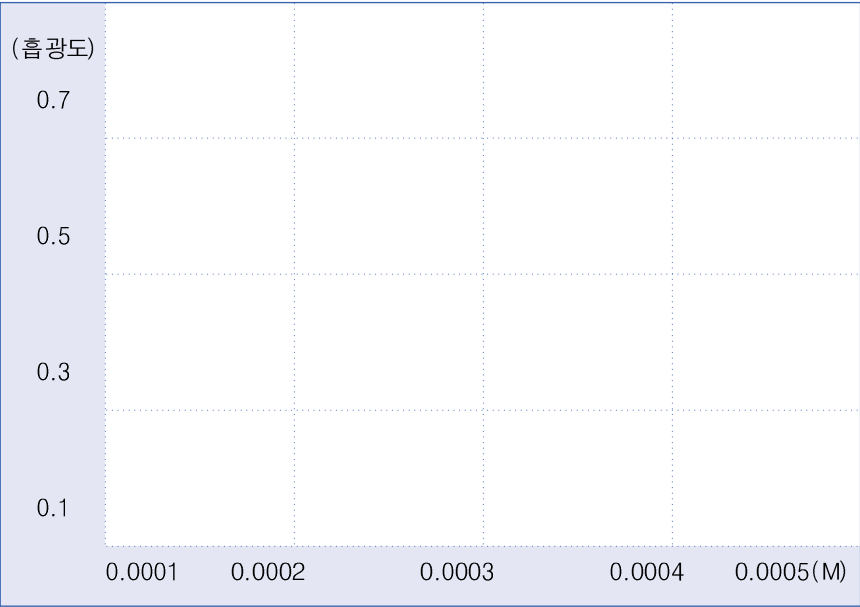
4) 실습결과 및 계산

- (1) 과망간산칼륨 표준용액의 흡광도

농도	0.0001(M)	0.0002(M)	0.0003(M)	0.0004(M)	0.0005(M)
흡광도					

구분	미지시료1	미지시료2	비고
흡광도			
농도			

- (2) 농도와 흡광도 그래프



(3) 미지농도의 오차

구분	검량선	흡광도	측정 농도	참값	오차	오차율(%)
	미지시료1					
	미지시료2					

5) 실습 소감

단일 지시약의 변색과 조제방법

시약명	PH 변색범위	조제방법
티몰블루 (산성쪽)	1.2 - 2.3 (빨강) (노랑)	0.1g을 에탄올 20ml에 녹인후 물을 넣어 100ml로 만든다.
티몰블루 (알칼리쪽)	8.0 - 9.6 (노랑) (파랑)	위와 같음
메틸오렌지	3.1 - 4.4 (빨강) (오렌지색)	0.1g을 물에 녹여 100ml로 만든다.
메틸레드	4.2 - 6.3 (빨강) (노랑)	0.2g을 에탄올 50ml에 녹인후 물을 넣어 100ml로 만든다.
페놀레드	6.8 - 8.4 (노랑) (빨강)	0.1g을 에탄올 20ml에 녹인후 물을 넣어 100ml로 만든다.
페놀프탈레인	8.3 - 10.0 (무색) (분홍)	1.0g을 에탄올 90ml에 녹인후 물을 넣어 100ml로 만든다.

아. 수행 평가

실습명	항 목	번호	항목별 채점방법	배점
몰 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?  매우 우수 : 10점, 우수 : 8점, 양호 : 6점, 보통 : 4점, 불량 : 2점, 매우 불량 : 0점	10
	몰농도 조제	2	0.01(M) 몰농도 용액을 조제 하였으면 5점, 나머지는 0점	5
		3	0.01(M) 몰농도 용액으로부터 5개의 표준용액 열을 제조하면 5점, 나머지는 0점	5
	흡광도 측정	4	흡광도를 측정하기 전에 0점을 맞추면 5점, 나머지는 0점	5
		5	농도가 큰 표준용액일수록 흡광도가 크게 나왔으면 5점, 나머지는 0점	5
	미지 농도 측정	6	미지시료의 농도를 구하는 계산과정이 맞으면 5점, 나머지는 0점	5
		7	학생의 실험 결과치와 모범답안과의 값 차이가 ±5% 이하인 경우 20점 ±5% 초과 ~10% 이하인 경우 15점 ±10% 초과 ~20% 이하인 경우 10점 ±20% 초과 ~30% 이하인 경우 5점 ±30% 초과인 경우 0점	20

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

## 자. 평가 문제

- 1) 물이란 무엇인가?
- 2) NaOH 1몰농도를 제조하기 위하여 1L 메스플라스크에 넣어야 할 무게는?
- 3) 시판용 염화수소의 수용액(HCl용액)은 분자량이 36.47이고 비중은 1.18이며 순도는 37.2%이다. 시판용 염산용액으로 1L의 1몰(M) 용액을 만들려고 한다면 필요한 양은?
- 4) 분광광도계를 구성하는 장치에 대하여 설명하라.

## 차. 쉬어가기

과망간산칼륨( $\text{KMnO}_4$ )은 자흑색결정으로 비중이 2.703이며  $240^\circ\text{C}$ 에서 분해하여 산소를 방출하여 망간산칼륨 및 이산화망간이 된다.  $15^\circ\text{C}$ 에서 용해도는  $5.3\text{g}/100\text{g}$  물이며 메탄올, 빙산액, 아세톤에 녹는다. 산화제, 착카린제조, 분석시약, 살균제, 섬유유지의 표백, 염료, 촉매 등에 이용된다.