

과망간산을 이용
한 COD Cyber
실험을 해보자.

<http://www.cnheri.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

증류수, KMnO₄

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 6.02×10^{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 6.02×10^{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 KMnO₄화학식량은 K의 원자량이 39.0983, Mn의 원자량이 54.9380, O의 원자량이 15.9994이므로 158.0339가 된다. 따라서 KMnO₄의 화학식량에 해당하는 158.0339그램을 저울로 재서 1L 메스플라스크에 넣고 물을 채워 표선에 맞추면 KMnO₄ 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.

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

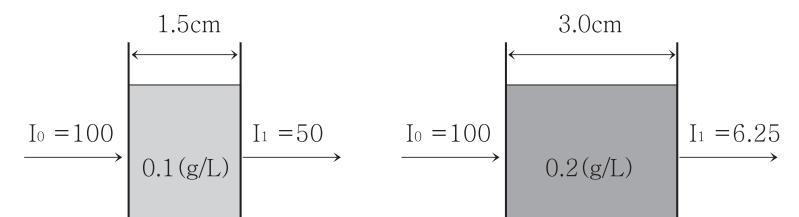
또한 몰랄 농도는 용매 1000g 중의 용질의 몰 수로 나타낸 농도를 몰랄농도라고 하며 m으로 나타낸다.

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

3) Lambert - Beer의 법칙

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

$$A = abc$$



$$A = \log \frac{I_0}{I_1} = \log \frac{100}{50} = \log 2$$

$$A = \log \frac{I_0}{I_1} = \log \frac{100}{6.25} = 4 \log 2$$

4) UV/VIS 분광광도계의 구성

● 분광광도계의 시료 셀의 선택

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

- 가) 시료실 ; 측정할 시료를 넣는 곳으로 측정할 때는 용액을 채운 셀을 넣고 반드시 뚜껑을 닫는다. 앞쪽에는 중류수나 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 180~360nm인 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, 광전증배관 검출기로 구성되어 있으며 광원으로부터 나오는 복사선은 고정된 슬릿을 통과 → 파장을 조절하는 다이얼에 연결된 오목 회절발의 표면에 도달 → 파장이 선택되어 분산된 복사선은 출구 슬릿을 지나 회전부채꼴 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.

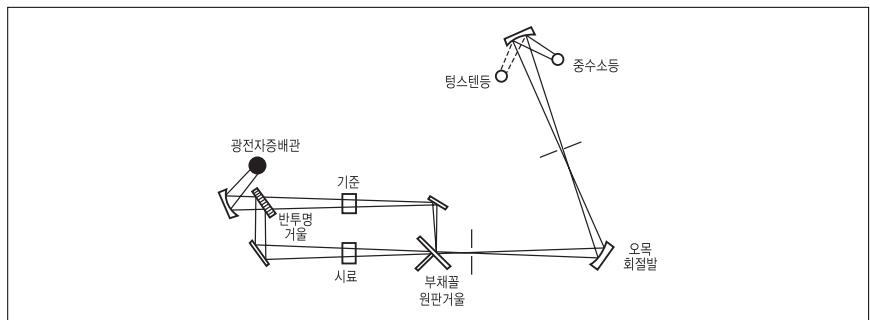


그림 IV-4 UV/VIS 분광광도계의 광학 계통도

마. 주의 사항

- 1) 무게를 청량할 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 중류수를 채운 후 파라핀 랩으로 마개 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 중류수를 채운 후 파라핀 랩으로 마개 하여 충분히 흔들어 정치한다.

3) KMnO₄ 표준용액의 검량선 작성 및 미지시료 측정

- 가) 분광광도계를 충분히 예열(30분 이상)한 후 최대 흡광인 540nm에 맞춘다.
- 나) 중류수를 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

실습 일	200 년 월 일	요일	날씨:	기온: °C
실습 단원	표준용액 조제			
실습 제목	몰농도 용액조제			
실습 자	과 학년 반 번 이름:	조		

1) 실습재료 및 기구

재료	
기구	

2) 물의 정의

3) 관련지식

(1) 몰농도 제조방법 :

(2) 람버트-비어 법칙이란:

(3) 분광광도계의 광학계통도를 그려보자.

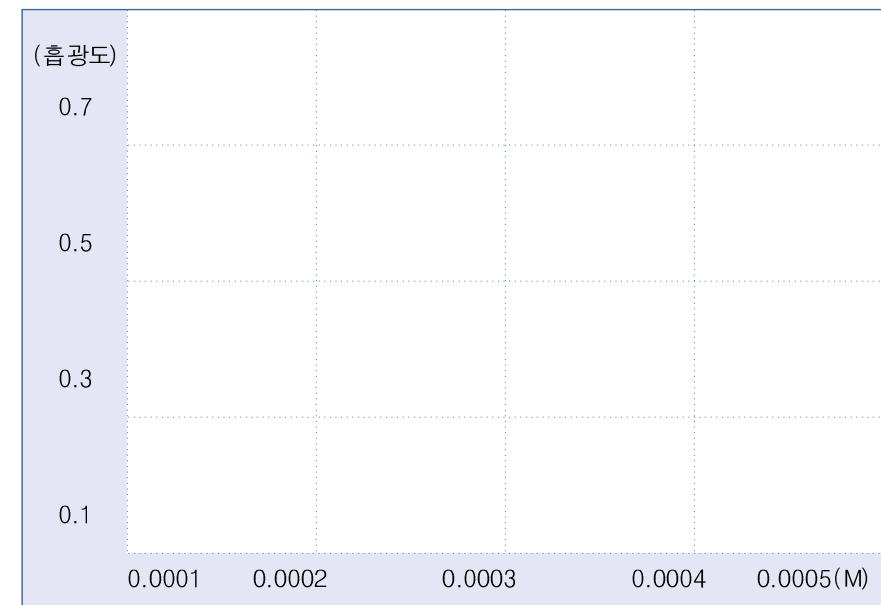
4) 실습결과 및 계산

(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

검량선	구분	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
물농도 조제	실험 수행	1	<ul style="list-style-type: none"> – 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? <p>매우 우수 : 10점, 우수 : 8점, 양호 : 6점, 보통 : 4점, 불량 : 2점, 매우 불량 : 0점</p>	10
	2	0.01(M) 물농도 용액을 조제하였으면 5점, 나머지는 0점	5	
	3	0.01(M) 물농도 용액으로부터 5개의 표준용액 열을 제조하면 5점, 나머지는 0점	5	
	4	흡광도를 측정하기 전에 0점을 맞추면 5점, 나머지는 0점	5	
	5	농도가 큰 표준용액일수록 흡광도가 크게 나왔으면 5점, 나머지는 0점	5	
	6	미지시료의 농도를 구하는 계산과정이 맞으면 5점, 나머지는 0점	5	
	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	

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

자. 평가 문제

- 1) 몰이란 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. 쑤어가기

과망간산칼륨($KMnO_4$)은 자흑색결정으로 비중이 2.703이며 240°C 에서 분해하여 산소를 방출하여 망간산칼륨 및 이산화망간이 된다. 15°C 에서 용해도는 5.3g/100g 물이며 메탄올, 빙산액, 아세톤에 녹는다. 산화제, 삵카린제조, 분석시약, 살균제, 섬유유지의 표백, 염료, 촉매 등에 이용된다.