

실험 04 분광광도계를 이용한 용액의 농도 측정

1. 실험 날짜

2. 실험로

3. 실험 목적

분광광도계를 이용하여 물질의 흡광도를 측정하고, 미지시료의 농도를 예측한다.

4. 기구 및 시약

비이커, 분광광도계, 10mL 눈금실린더, 흡광도 측정용 시형관, 시형관 받침대, 뷰렛, 0.1M CoCl₂ 수용액.

5. 실험 이론

Spectronic 20 분광광도계는 조작이 단순한 휴대 분광광도계로서 시료에 의해서 흡수되는 빛의 정도를 측정하는 장치이다.

시료용액에 들어있는 물질에 의한 흡광도는 시료 용액과 바탕 용액의 투과도의 비로부터 결정된다. 바탕 용액의 투과도가 100%.

(흡광도 0%)가 되도록 입사광의 세기를 조절하고 같은 조건에서 입사광을 시료 용액에 투과시키면 그 값의 비로부터 시료의 흡광도가 세기에 표시된다.

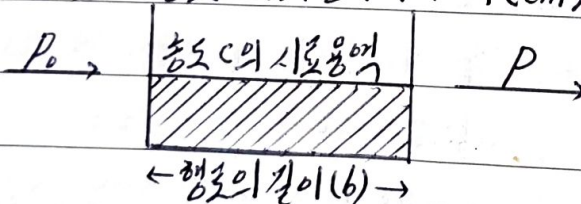
• Beer의 법칙

흡광도(A)는 복사선이 용액을 통과하는 행로의 길이(b)와 흡광 화학종의 농도(C)에 정비례한다.

$$A = abc \text{ or } A = \epsilon bc$$

A: 흡광도, a: 흡광계수 (L/cm·g), ϵ : 몰흡광계수 (L/cm·mol)

b: 빛의 행로 = 시료 용기의 두께 (cm), C: 농도 (mol/L)



용액의 투과도 (Transmittance, T)는 용액을 통과한 입사복사선의 비율이다.

• 투과도 (Transmittance, T): $T = \frac{P}{P_0}$

• 백분율로 표시된 투과도: $\%T = \frac{P}{P_0} \times 100$

여기에서 흡광도 (Absorbance, A)는 다음과 같이 정의된다.

• 흡광도 (Absorbance, A): $A = -\log T = -\log \frac{P}{P_0} = 2 - \log \%T$

위 식에 따르면 용액의 흡광도는 투과도와 반대로 빛살이 많이 강해질수록 증가함을 알 수 있다.

6. 주의 사항

분광광도계 사용시 예열을 한다.

(예열을 하지 않으면 복사선이 제대로 방출되지 않아서 측정 결과에 영향을 미칠 수 있으므로 예열을 한 후 사용한다)

7. 실험 방법

(1) 분광광도계 조작 방법.

01. 분광광도계의 전원을 연결하고 적어도 15분 이상 예열시킨다.

02. 파장 선별기를 돌려서 원하는 빛의 파장을 선택한다.

03. 시료 용기에 백광 용매를 넣고 뚜껑을 닫은 후 '100% T DA' 버튼을 눌러 100% 투과도가 되도록 조절한다.

04. 시료가 든 용기를 넣고 뚜껑을 닫은 후 흡광도를 읽는다.

(2) 분광광도계 조작 방법.

01. 분광광도계를 일정시간 (15분 정도) 예열한다.

02. 분광광도계의 파장을 512nm에 맞춘다 (최대 흡수 파장)

03. 0.1M CoCl_2 표준용액을 30ml 취한 후 5개의 시험관을 준비한다.

04. 10mL 눈금 실험관에 0.1M CoCl_2 표준용액을 각각 2.0mL, 4.0mL, 8.0mL 취한 뒤 증류수를 가하여 10mL로 묽힌다.

05. 4개의 시험관에 (04)에서 묽힌 용액을 6mL씩 취하고 5번째 시험관에는 묽히지 않은 0.1M CoCl_2 표준용액 6mL를 취한다.

06. 분광광도계에 증류수를 가득 채운 시료용기를 넣고 λ T를 100% T로 조절한다.

07. 시료 용기에 각각의 용액에 대한 흡광도를 측정한다.

08. X축은 농도, Y축은 흡광도인 점점곡선을 작성한다.

09. 미지시료의 흡광도를 측정한다.

10. 점점곡선을 이용하여 미지시료의 농도를 예측한다.

(조교 준비사항)

01. 분광광도계의 작동 유무 확인 및 수리.

02. 분광광도계 같은 부분 수리 시 1번 무상수리임을 숙지할 것.

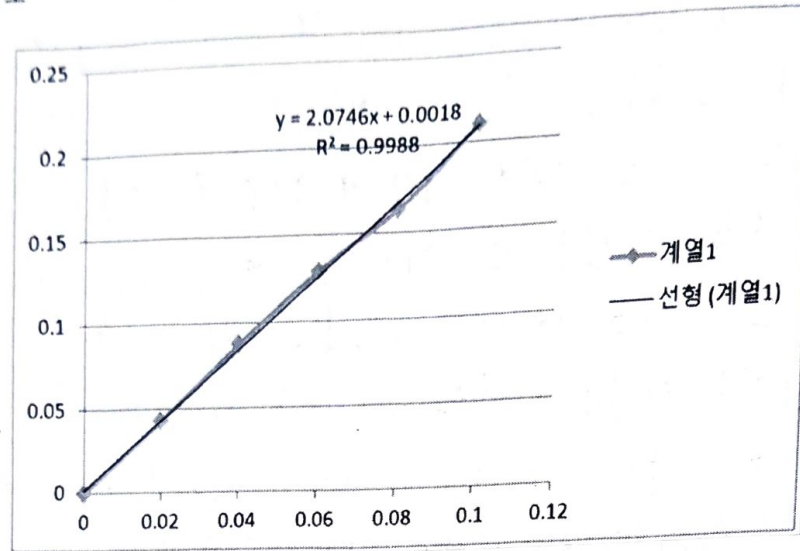
joon

Date.

No.

8. 실험 결과

농도	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1
투과도	100	90.6	81.7	74.3	68.6	61.7
흡광도	0	0.042872	0.087778	0.129011	0.163676	0.209715



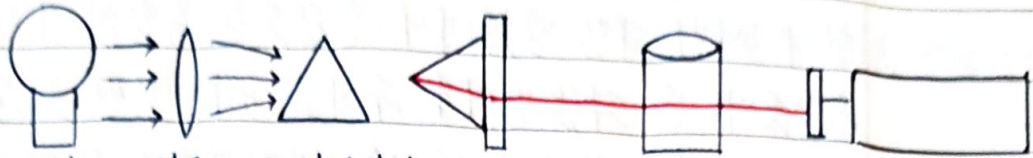
미지 시료의 백분율로 표시된 투과도는 72.0으로,
 흡광도는 $2 - \lg(72.0) = 0.142668$ 의 값을 갖는다.
 점점 곡선에서 같은 흡광도, x는 농도이므로
 미지 시료의 농도는 0.0679M로 0.06과 0.08의
 중간값을 갖는다.

9. 실험 고찰

분광광도계를 이용하여 주어진 용액들의 투과도를 측정하고,
 색계를 이용해 위 표와 같은 흡광도를 얻었다. 위 표에서와
 같이 흡수화염화코발트의 농도와 흡광도의 관계식을 얻을 수
 있었고, 이에 미지 시료의 흡광도를 대입한 결과, 최종 목적
 이었던 미지 시료의 농도를 구할 수 있었다.

결정계수인 R^2 은 1에 가까울수록 신뢰할 수 있는 결과가 되는데,
 실제 실험 결과 결정계수는 0.9988로 비교적 1에 가까워
 신뢰할 수 있는 실험을 했다고 볼 수 있다. 분광광도계는
 빛을 이용하는 기계이기 때문에 기계에서 나오는 빛과
 다른 빛의 방해와 시료를 담는 용기의 시료질에 의해
 전혀 다른 결과를 얻을 수도 있다. 실험 진행시, 시료 용기에
 지문이 묻지 않게 하고 기타 주의사항을 지켰기 때문에
 신뢰할 수 있는 실험 결과를 얻을 수 있었다.

분광광도계로 시료의 흡광도를 측정할 수 있는 이유가 궁금해서
분광광도계의 구성 및 원리를 알아보았다.



이 분광광도계는 광원에서의 빛을 단색화 장치로 단색화 한 후,
시료 용기에 투과시켜 투과광을 전기 신호로 변환하여 시료의 흡광도를
측정할 수 있는 것이었다. 이때, 단색화 장치는 광원으로부터
들어온 연속파장의 자외선 및 가시광선을 파장별로 분산시켜
단색 파장으로 만들어주는 역할을 하고, 육수화 영화 코발트는
최대 흡수 파장이 512nm 이기 때문에 파장을 512nm 를 선택
하여 분광광도계를 이용한다.

분광광도계를 사용하기 전, 약 15분간 예열을 한 이유를
알아보았다. 분광광도계의 광원에 충분한 열이 가해져야
특정 영역대의 파장을 가진 복사선을 방출할 수 있는데 전자
전이가 일어난다고 한다. 따라서 이 예열 과정을 거치지 않고
투과도를 측정할 경우, 광원에서 복사선이 제대로 방출되지
않아 정확한 측정 결과를 얻을 수 없다.

분광광도계를 이용해 각 용액의 투과도를 측정할 때마다
바탕용매를 넣고 보정해야 하는 이유에 대해 생각해보았다.
 $\text{흡광도} = 2 - \log T$ 로써 투과도와 관련이 있다. 흡수 스펙트럼은
용매의 성질, 용액의 pH, 온도, 전해질 농도, 방해 물질 등에
영향을 받는데, 흡광물질이 있는 대조액은 흡광물질을 제외하고는
나머지 조건이 시료 용액과 같아야 한다. 대조액에는 흡광물질이
없기 때문에 광원으로부터 나오는 빛을 100% 통과시킨다.
즉 순수하게 흡광물질에 의한 흡광만을 관찰하기 위해서는
대조액이 100% 투과도를 갖도록 보정하는 단계를 거쳐야 하는 것이라
이번 실험에서는 영화코발트의 최대 흡수 파장이 주어졌지만,

만약 이 파장이 주어진다면 대략적인 영역을 어떻게 알 수 있을지에 대해 생각해 보았다. 첫째, 여러 파장 범위에서 흡광도를 측정하여 이를 비교해 흡광도가 큰 파장 범위를 구하고 대략적인 최대 흡수 파장을 구할 수 있을 것이다. 둘째, 염화코발트와 같이 색을 띠는 경우에 어떤 색을 나타내기 위해서 그 색과 보색 관계에 있는 파장을 흡수한다고 알려져 있으므로 이로부터 대략적인 흡수 파장을 유추해내어 그 근방에서 최대 흡수가 일어난다고 판단할 수 있다.

마지막으로 분광광도계가 활용되는 양상을 알아보았다. 분광 광도계는 유기·무기 화합물의 정량, 정성 분석에 주로 사용되며, 일정 파장에서의 흡광도 측정 뿐만 아니라 시간에 따른 흡광도의 변화, 일정 범위에 걸친 파장에 따른 흡광도 변화도 측정할 수 있어 핵산, 단백질, 약, 발효물질 등의 다양한 시료의 측정에 이용이 가능하다.

10. 참고 문헌

네이버 지식백과) 화학용어사전 '분광 광도계' At
 네이버 지식백과) 두산백과 '흡수 스펙트럼'
 사이언스 물) 과학 백과 사전 '광도계'
 사이언스 물) 과학 백과 사전 '보색광'
 일반화학실험 / 동국대학교 화학과 / 출판당 / 81-83 쪽