

화학실험 (004): 아이오딘 적정에 의한 비타민C 분석 결과보고서

제출일 2023.03.30

담당 교수님: 이은성 교수님

담당 조교: 백승현 조교

공과대학 컴퓨터공학부

강명석 (2024-10387)

실험개요

실험에서는, 아이오딘 적정을 활용해 다양한 용액의 아스코브산 농도를 확인한다. 첫번째로, 0.01g의 아스코브산에 증류수를 가해 100mL로 만든 용액을 적정한다. 적정결과를 통해 아스코브산의 분자량을 예측한다. 두번째로, 비타민 드링크를 열 배 희석한 용액을 적정하여 비타민 드링크의 아스코브산 농도를 측정한다. 마지막으로, 앞서 만든 아스코브산 용액을 일정시간 가열한 후 적정하여, 가열 시간에 따른 아스코브산 농도의 변화를 관찰한다.

실험1 Data & Result

0) 아이오딘 용액의 농도 계산

실험에서는 3g의 KI와 0.15g의 KIO₃를 용량 플라스크에 넣는다. 이것은 각각 18mmol, 0.7mmol에 해당한다. 반응식 $IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$ 를 고려하면, 2.1mmol의 I₂가 용액 속에 형성되었음을 알 수 있다. 용액의 부피가 250mL이므로, 용액의 농도는 8.4mM임을 안다.

1) 아스코브산 용액의 아이오딘 적정

100mL삼각 플라스크에 아스코브산 용액 20mL를 가한다. 삼각 플라스크에 녹말 지시약을 적정량 넣어준 뒤, 아이오딘 용액을 가해 적정한다. 같은 실험을 한 번 더 반복한다. 넣어준 용액의 양은 아래 표와 같다.

	초기 눈금 (mL)	눈금 (mL)	넣어준 부피 (mL)
1차	19.65	30.1	10.45
2차	19.3	30.85	11.55
		평균	11.00

2) 아스코브산 용액의 농도 및 분자량 계산

아이오딘 용액에서 I₂의 몰농도는 8.4mM이므로 식을 이용해 아스코브산 용액의 농도 $M_{ascorbic}$ 를 구할 수 있다.

$$M_{ascorbic} = \frac{M_{I_2} V_{I_2}}{V_{ascorbic}} = 4.62mM$$

이때, 해당 아스코브산 용액 100mL에 들어있는 아스코브산의 질량이 0.1g이므로 아스코브산

의 분자량을 구할 수 있다. 아스코브산의 분자량을 M 이라 하자.

$$M_{ascorbic} \times 100\text{mL} = \frac{0.1\text{g}}{M} \cdot M = 216\text{g/mol}$$

실험2 Data & result

1) 비타민 C 드링크의 아스코브산 분석

10배 희석한 드링크 20mL를 삼각 플라스크에 가한 뒤 실험 1과 마찬가지로 아이오딘 용액을 사용하여 적정한다. 같은 실험을 한 번 더 반복한다. 넣어준 용액의 양은 아래와 같다.

	초기 눈금	눈금	넣어준 부피
1차	18.4	19.3	0.9
2차	30.85	31.6	0.75
		평균	0.825

2) 비타민 C 드링크 속의 아스코브산 농도 측정

실험1에서 사용한 것과 같은 아이오딘 용액을 사용하 적정을 진행하였으므로, 실험1에서 계산한 용액의 농도와 사용한 식을 다시 활용하여 용액 속 아스코브산의 농도를 수할 수 있다.

$$M_{ascorbic} = \frac{M_{I_2} V_{I_2}}{V_{ascorbic}} = 0.347\text{mM}$$

이것이 드링크를 10배 희석한 것의 농도이므로, 비타민 드링크 속 아스코브산의 농도는 3.470mM임을 안다.

실험3 Data & result

1) 가열한 아스코브산 용액의 아이오딘 적정

아스코브산 용액 10mL를 바이알에 가한 후 수면의 위치를 표시한다. 바이알을 핫플레이트에 올려 가열한다. 용액이 끓기 시작하는 시점부터 시간을 재어 끓기 시작한 직후, 2분 후, 4분후, 6분후 그리고 8분 후마다 바이알을 꺼낸다. 매번 바이알을 꺼낼 때마다, 적절히 식힌 후 녹말 수용액을 6방울 정도 떨어뜨린다. 식힌 용액은 아이오딘 용액을 사용해 적정한다. 바이알마다 넣어준 용액의 부피는 아래 표와 같다. 이때 4분 후 꺼낸 용액의 경우, 식히는 과정에서 문제가 발생해 별도로 재실험을 진행하였다.

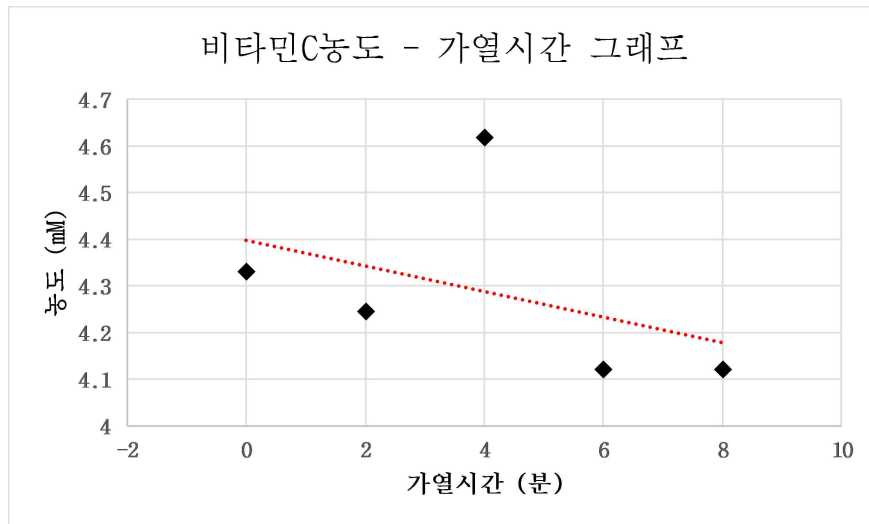
	초기 눈금 (mL)	눈금 (mL)	넣어준 부피 (mL)
0분	30.1	35.25	5.15
2분	35.25	40.3	5.05
4분	31.6	37.1	5.5
6분	40.3	45.2	4.9
8분	13.5	18.4	4.9

$$M_{ascorbic} = \frac{M_{I_2} V_{I_2}}{V_{ascorbic}} = 3.470 \times 10^{-4}\text{M}$$

에 근거하여 계산한 각 용액들의 농도는 아래 표와 같다.

	넣어준 부피 (mL)	용액의 농도 (mM)
0분	5.15	4.332 mM
2분	5.05	4.247
4분	5.5	4.620
6분	4.9	4.121
8분	4.9	4.121

이것을 표로 정리하면 아래와 같다. 대체로 가열시간이 증가할수록 아스코브산의 농도가 감소하는 경향성이 나타나는 것을 확인할 수 있다.



Discussion

실험1, 2, 3 모두에서 발생했을 오차원인으로 적정에 의한 오차를 꼽을 수 있다. 특히 실험1의 결과를 통해 예측된 아스코브산의 분자량은 216g/mol으로, 실제 분자량인 176.13g/mol과 24% 정도의 차이가 존재함을 알 수 있다. 오차발생원인은 여러가지가 있을 수 있으나, 가장 큰 오차원인으로는 정확한 종말점을 측정하지 못한 데에 있다. 당량점에 도달하였는지에 대한 판단을 용액의 색에 기반하여 진행했기 때문에, 개인의 주관에 따라 상당한 양의 오차가 발생할 수 있다. 용액을 만들어둔 후, 빛이나 열에 의해 지속적인 아스코브산의 파괴가 일어날 것이므로, 이 또한 오차원인 중 하나로 생각할 수 있다.

실험3에서 전반적으로 가열시간이 증가할수록 아스코브산의 농도가 감소하는 경향성 나타났다. 이것을 근거로 아스코브산이 100도 정도의 열에 의해 파괴되는 성질을 가지고 있음을 알 수 있다. 또한 전반적으로 아스코브산의 농도가 감소하는 경향이 나타나기는 하지만, 4분 용액의 경우 큰 폭으로 그 경향성을 벗어나고 있다. 이에 대한 오차원인은 여러가지가 있을 수 있으나, 실험 과정에서 4분 용액에 문제가 생겨 이것만을 별도로 재실험한 것을 주된 이유로 추측해볼 수 있다.

Assignment 1

a)

용액은 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 그리고 $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{I}_3^-$ 의 과정을 거쳐 아이오딘을 형성한다. 이때, KIO_3 는 물에 녹아 K^+ 와 IO_3^- 로 이온화 되므로 IO_3^- 를 제공하는 역할을,

KI는 물에 녹아 I^- 이온을 제공하는 역할을 담당한다. 산은 물에 녹아 수소 이온을 내놓으므로 화학반응에서 사용될 H^+ 를 제공하는 역할을 수행한다.

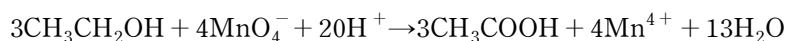
b)

넣어준 질량에 분자량을 나누어 넣어준 몰수를 알 수 있다. 계산하면 넣어준 KIO_3 는 $4.776 \times 10^{-4} \text{mol}$, KI는 $1.205 \times 10^{-2} \text{mol}$ 가 존재함을 알 수 있다. 0.5M 황산 용액 10mL에는 $5.000 \times 10^{-3} \text{mol}$ 의 황산이 녹아있다. 반응 계수를 고려하면 반응은 IO_3^- 4.776×10^{-4} 가 모두 반응할 때까지 일어나고, 이때 생성된 I_3^- 는 $1.433 \times 10^{-3} \text{mol}$ 이다.

Assignment 2

에탄올을 아세트산으로 산화시키는 반응식은 아래와 같다.

$CH_3CH_2OH + H_2O \rightarrow CH_3COOH + 4H^+ + 4e^-$ 그리고 MnO_4^- 가 환원되는 반응식은 아래와 같다. $MnO_4^- + 8H^+ + 3e^- \rightarrow Mn^{4+} + 4H_2O$ 두 식을 더해 아래를 얻는다.



에탄올의 분자량은 46.07이므로, 0.23g의 에탄올은 5.0mmol에 해당한다. 반응 계수를 고려하면 에탄올의 산화를 위해 총 6.667mmol의 MnO_4^- 가 필요함을 알 수 있다. 용액의 농도가 0.050M이므로, 필요한 용액의 최소부피 V 는 $0.050(\text{mol/L}) \cdot V = 6.667 \times 10^{-3} \text{mol}$ 로 구할 수 있다. 구한 값은 아래와 같다.

$$V = 133 \text{mL}$$

Reference

김희준, 『일반화학실험』, 자유아카데미, 2010, 89~102p

Peter Atkins, Loretta Jones, Leroy Laveman 『화학의 원리(제7판)』, 김관, 김병문, 이상엽, 정두수, 정영근, 자유아카데미, 2018, 533~547p

실험 랩노트

아이오딘 용액 적정에 의한 비타민 C 분석

[실험 I]

	크기농 (mL)	나중농 (mL)	넣어준 부피 (mL)
1차	19.65.	30.1	10.45
2차	19.3	30.85	11.55

[실험 II]

	크기농 (mL)	나중농 (mL)	넣어준 부피 (mL)
1차	18.4	19.3	0.9
2차	30.85	31.6	0.75.

[실험 III]

	크기농 (mL)	나중농 (mL)	넣어준 부피 (mL)
0분	30.1	35.25	5.15
2분	35.25	40.3	5.05
4분	31.6	37.1	5.5.
6분	40.3	45.2	4.9
8분	13.5	18.4	4.9.

12.06