

화학실험 (004): 이산화 탄소의 헨리 상수 예비보고서

제출일: 2023.03.23

담당 교수님: 이은성 교수님

담당 조교: 백승현 조교

공과대학 컴퓨터공학부

강명석 (2024-10387)

실험목표

이 실험은 이산화탄소(CO_2)의 헨리 상수 값을 구하는 데 목적을 두고 있다. 1기압의 이산화탄소에 노출되어 평형을 이룬 탄산수를 만든 후 적정하여 헨리 상수를 구한다. 또한 과정 속에서 기체의 용해 그리고 산 적정을 체험한다.

실험배경

1) 기체의 용해도

기체 또한 고체처럼 용매에 용해되어 수용액이 될 수 있다. 일반적으로 기체가 100g의 용매에 녹을 수 있는 최대 질량(g)을 용해도로 나타낸다. 만약 M g의 용매에 최대 w g의 용질을 용해시킬 수 있다면, 실험이 이루어진 조건에서 용질의 용매에 대한 용해도는 $\frac{w}{M} \times 100$ 이다.

용해도는 용질과 용매의 종류, 온도 그리고 압력에 따라 변화한다. 기체의 경우, 온도가 증가하게 되면 운동에너지가 증가하게 되어 용매와의 상호작용을 극복하여 기체로 빠져나올 수 있게 되므로, 용해도는 감소한다. 또한 압력이 증가할 경우, 용매 표면과 충돌하는 기체 분자가 더 많아지게 되므로, 용해도는 증가한다.

2) 헨리의 법칙

헨리의 법칙은 압력의 변화에 따른 용해도의 변화를 보여주는 법칙이다. 다른 조건이 모두 같고 기체의 압력이 증가할 때, 기체의 용해도는 압력에 비례하여 증가하게 된다. 용매에 녹아있는 기체의 농도를 M , 기체의 분압을 P 라고 할 때, 아래 관계가 성립한다.

$$M = k_H \times P$$

이때 k_H 는 헨리 상수이며 단위는 $\text{L} \cdot \text{atm} / \text{mol}$ 이다. 헨리 상수는 기체와 용매의 종류, 온도에 의존한다.

실험 준비물

30mL 바이알 두 개, 뷰렛, 5.0mL 흡피펫, 스포이드, 폴리글로브, 드라이 아이스, 증류수, 페놀프탈레인 지시약, 파라필름, 교반기, 교반자석, 핀셋, 온도계, 프탈산수소 포타슘(KHP) 용액(약 50mM, 정확한 농도 주어짐), 약 50mM NaOH 수용액(농도의 범위 주어짐)

실험과정

1) NaOH 용액의 표준화

농도가 정확하게 알려진 KHP 용액 5.0mL를 50mL 플라스크에 넣는다. 이후 페놀프탈레인 지시약을 용액에 넣은 후 NaOH 용액으로 적정한다. 플라스크를 너무 강하게 흔들면 공기 중의 이산화 탄소가 용해되어 오차를 만드므로, 가볍게 흔들면서 적정한다. 용액 전체에 약한 핑크색이 남아 있으면 멈춘다. 넣어준 NaOH 용액의 부피와 KHP 용액의 몰 농도, 부피로부터 NaOH 용액의 농도를 몰농도로 계산한다.

2) CO₂의 헨리 상수 측정

30mL 바이알에 증류수를 5.0mL 넣는다. 대략적으로 알고 있는 헨리 상수 값을 이용해 추론한 적당한 크기의 드라이아이스 조각을 증류수에 넣고 그것이 다 사라질 때까지 기다린다. 이때, 바이알의 온도가 떨어질 수 있기 때문에 손으로 감싸 온도를 유지한다. 1) 실험과 마찬가지로 교반자석을 바이알에 넣고 교반하는 동시에 NaOH 용액으로 적정한다. 추가적으로 같은 과정을 거친 탄산수를 적정하기 전에 몇 분간 교반하여 적정 결과를 기록한다. 그리고 5.0mL의 증류수를 같은 방법으로 적정하여 바탕값을 구한다.

유의사항

실험 2)에서 사용되는 드라이아이스는 -78.4도의 아주 낮은 온도를 가지므로 이것을 다룰 때에는 목장갑을 이용하여야 하며, 맨손에 닿지 않도록 주의해야 한다.

유리기구를 사용하기 전에는 유리기구에 오염이나 손상이 있는 지 확인한다.

시약을 다룰 때 보호장갑/보호의/보안경/안면보호구를 착용한다.

프탈산수소 포타슘 용액은 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서 취급한다.

수산화나트륨 수용액은 원래의 용기에만 보관한다.

참고문헌

Peter Atkins, Loretta Jones, Leroy Laveman 『화학의 원리(제7판)』, 김관, 김병문, 이상엽, 정두수, 정영근, 자유아카데미, 2018, 392p

김희준, 『일반화학실험』, 자유아카데미, 2010, 47~50p

안전보건공단, “MSDS검색”, 안전보건공단 화학물질정보, 2017.12.20,
<https://msds.kosha.or.kr/MSDSInfo/kcic/msdsdetail.do#>