

# 화학실험 (004): 헤스의 법칙

## 예비보고서

제출일: 2023.03.30

담당 교수님: 이은성 교수님

담당 조교: 백승현 조교

공과대학 컴퓨터공학부

강명석 (2024-10387)

### 실험목표

헤스의 법칙은 화학반응이 일어나는 동안 엔탈피  $H = U + PV$ 의 변화는 반응경로에 무관하게 결정된다는 법칙으로, 엔탈피가 계의 상태에만 의존함을 보여주는 법칙이다. 헤스의 법칙은 복잡한 반응식의 엔탈피 변화 예측을 간단하게 만들어 주어 열역학에서 핵심적인 원리 중 하나이다. 실험에서는 같은 반응식을 다른 경로로 만든 후, 각 경로의 총 엔탈피 변화를 비교해 헤스의 법칙을 확인한다. 또한 헤스의 법칙을 사용하여  $MgO$ 의 표준 생성 엔탈피를 예측한다.

### 실험배경

#### 1) 헤스의 법칙

헤스의 법칙은 화학반응이 발생할 때, 그것이 한 번에 일어나는 경우와 여러 단계에 걸쳐서 일어나는 경우 모두에 대해 총 엔탈피 변화는 같다는 법칙이다. 한 번에 일어나기 어려운 복잡한 반응식의 엔탈피 변화량을 간단한 반응식의 엔탈피 변화 또는 표준 생성 엔탈피를 활용해 정확히 예측할 수 있기 때문에, 열역학에서 핵심적으로 사용되는 법칙 중 하나이다. 또한 헤스의 법칙에 따르면 반응이 일어날 때의 엔탈피 변화는 반응경로와 무관하기 때문에, 엔탈피가 상태에 따라 결정되는 상태함수임을 알 수 있다.

$$\Delta H_{\text{reaction}} = \sum H^{\circ}_{\text{products}} - \sum H^{\circ}_{\text{reactions}}$$

### 실험 준비물

250mL 비커 세 개, 눈금 실린더, 온도계, 저울, 단열재 스티로폼, 고체 수산화 소듐, 0.5M NaOH, 0.5M HCl, Mg turning, MgO

### 실험과정

#### 1) 중화반응

a. 정확한 측정을 위해 단열된 계를 얻어야 한다. 0.1g 단위로 질량을 알고 있는 비커를 준비한 뒤 적절한 스티로폼 용기에 넣어 비커가 단열되게 만든다. 만든 비커에 1M HCl 용액 100mL를 가한다. 이때의 온도를 0.1K 단위로 측정한다. NaOH 4g을 준비한 뒤, 빠르게 넣고

흔들어 섞는다. 주기적으로 온도를 측정하여 가장 뜨거울 때의 온도를 기록한다. 온도 측정이 완료되었다면 비커를 적절히 식힌 후, 마찬가지로 0.1g 단위로 질량을 잰다.

b. 같은 과정을 반복한다. 단, 이때 준비한 비커에 1M HCl 대신 증류수 100mL를 가한다.

c. 앞선 실험과정과 같이 0.1g 단위로 무게를 알고 있는 250mL 비커를 적절한 스티로폼 용기에 넣어 단열시킨다. 2M HCl 용액 50mL를 비커에 가한 뒤 온도를 0.1K단위로 측정한다. 한편, 매스실린더에 2M의 NaOH를 가한 이후, 그것의 온도를 측정해 앞서 측정한 HCl 용액의 온도와 같은지 확인한다. 이후 NaOH용액을 비커에 가한 뒤, 주기적으로 온도를 측정해 가장 뜨거울 때의 온도를 기록한다. 온도 측정을 완료한 후, 0.1g 단위로 질량을 측정한다.

## 2) MgO의 표준 생성 엔탈피

앞선 실험과 마찬가지로 0.1g 단위로 무게가 특정된 250mL 용량이 비커를 적절한 크기의 스티로폼 용기에 넣고, 1M HCl 100mL를 비커에 가한다. 가한 뒤에는 온도계를 통해 0.1K단위로 용액의 온도를 측정한다. Mg turning 0.60g을 잰 뒤 비커에 한 번에 넣는다. Mg turning을 넣어준 뒤 잘 흔들어 완전하게 반응될 수 있도록 한다. 앞선 실험과 같이 주기적으로 온도를 측정해 가장 뜨거울 때의 온도를 기록한 뒤, 온도 측정이 완료되면 적절히 식혀 0.1g 단위로 질량을 측정한다.

## 유의사항

염산은 피부에 심한 화상과 눈에 손상을 줄 수 있다. 이에 주의해서 다루어야만 한다. 실험복을 착용하고, 보안경을 착용하여 피부와 눈을 보호한다. 또한 염산이 발에도 튈 수 있으므로 운동화를 신어 양말이 바깥으로 노출되지 않게 한다.

분말 형태의 화합물의 경우, 취급한 후 손을 다른 피부나 눈에 대지 말아야 한다. 만약 눈에 나 피부에 화합물 또는 화합물을 취급한 손이 닿았다면, 다량의 물로 씻어내야 한다.

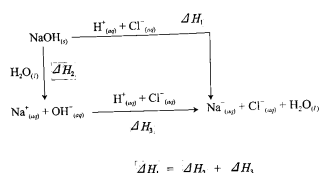
긴 머리는 심각한 화상의 원인이 될 수도 있고 다른 곳에 닿기 쉬우므로 잘 간수해야하며, 실험실 안에서는 항상 묶고 있어야 한다. 분진을 흡입하면 인체에 해로울 수 있으므로 이를 막기 위해 마스크를 착용한다.

또한 시약으로 인해 바닥이 미끄러울 수 있는데, 이에 유의하며 넘어지지 않도록 한다. 책상 위에 어떤 시약이나 분말이 있을지 알 수 없으므로, 실험복이 책상에 닿지 않게 한다.

오염된 유리기구나 손상된 유리기구는 실험에 오차를 만들거나, 깨져서 상처를 입힐 수 있으므로 유리기구를 사용하기 전에는 유리기구에 오염이나 손상이 있는지 확인한다.

## 퀴즈해답

(L) b+c=a



## 참고문헌

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

김희준, 『일반화학실험』, 자유아카데미, 2010, 103~111p

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