

SSC(Small-Scale Chemistry) 반응속도 실험

유미현^{1*}, 노형재², 홍훈기³

¹서울사대부고, ²동성고, ³서울대학교 화학교육과

서 론

Microscale chemistry의 역사는 오스트리아에서 시작되어 100년 이상 되었고, SSC(Small-Scale Chemistry)는 미국 콜로라도 주립대학의 Thompson 교수에 의해 1972년 시작되어 그 역사가 37년 이상 되었다. 우리나라에서는 2002년 전공교과 국외 연수를 미국의 콜로라도 주립대학으로 다녀온 화학 교사들에 의해 SSC가 소개되었으며 Microscale chemistry보다는 SSC라는 용어로 더욱 널리 알려져 있다(유미현 등, 2007). SSC 또는 Microscale chemistry 실험은 전통적인 유리 실험 기구를 작은 플라스틱 피펫, 플라스틱 흡판 등으로 대체하고 용액의 부피도 몇 방울 단위로 사용하며, 실험 시간도 10분 정도로 짧게 단축시켰다. SSC 또는 Microscale chemistry 실험은 값싼 플라스틱 소재의 실험 기구를 사용함으로 인해 경제적인 측면에서 매우 유리하며 소량의 시약을 사용하므로 안전성, 환경 보호 측면에서도 매우 유리하다. 예를 들면 또한 SSC 실험은 한 조 당 실험 준비물이 키트 형태로 제공되므로 실험 준비와 뒷정리에 따른 번거로움을 덜어줄 수 있다. 따라서 실험 조교가 없거나 실험실이 부족하여 실험을 자주 하지 못하는 교사들이 학교 현장에서 실험수업을 보다 활발하게 할 수 있도록 도와주는 획기적인 실험 방법이라고 할 수 있다.

탐구: SSC 반응속도에 영향을 주는 요인

[실험 개발 의도]

10학년 과학 교과서 III. 물질 3. 반응속도 단원의 실험들은 전통적인 Large-Scale 화학 실험으로 제시되고 있다. 따라서 사용하는 기구도 대부분 깨지기 쉬운 유리 재질의 기구들이며 필요한 시약의 양도 많아서 전체 실험을 실시할 경우에 배출되는 폐수의 양이 상당하다. 예를 들어 기존 교과서에서 제시되고

있는 농도에 따른 반응속도 실험을 Large-Scale로 하는 경우 한 학급 당 폐수의 양이 1,800mL이다. 10학급이 실험한다고 가정하면 18,000mL의 폐수가 배출되는 셈이다. 본 실험의 경우 잘 깨지지 않는 플라스틱 재질의 실험기구를 사용하여 실험을 하며 비교적 소량의 용액을 사용하므로 폐수의 양도 Large-Scale 실험과 비교했을 때 대략 1/10 수준으로 감소시킬 수 있다. 온도에 따른 반응속도, 표면적에 따른 반응속도 실험을 소량의 용액을 사용하면서도 짧은 시간 내에 간단히 실험할 수 있는 장점이 있다.

[실험 지도 Tip]

SSC 실험의 경우 키트 형태로 제공할 수 있으므로, 교실에서 이론 수업과 병행하여 실시할 수 있다. 여기에 제시된 실험들은 이론 수업을 배운 후에 실험을 하면 단순히 결과를 확인하는 차원으로 끝날 수 있으므로, 이론 수업을 배우기 전에 수업 목표를 간단히 제시하고 실험을 실시하는 것을 권한다. 수업 진도 상 농도에 따른 반응속도 실험을 1차시, 온도, 표면적에 따른 반응속도 실험을 2차시로 하여 실시하는게 좋다. SSC 실험 기구는 크기가 작고 공간을 적게 차지하므로 1조당 3인을 넘지 않도록 편성한다.

[탐구목표]

- 농도, 온도, 표면적에 따른 반응 속도의 차이를 말할 수 있다.

[준비물]

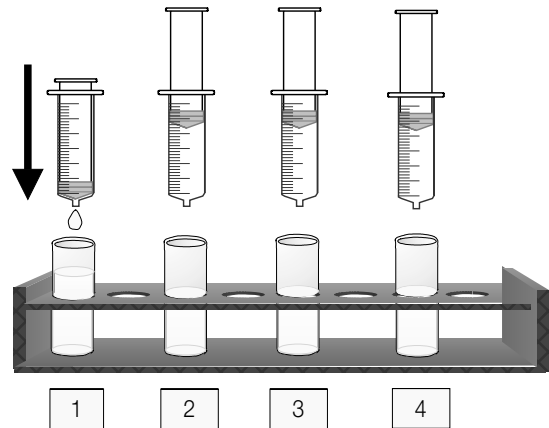
- 기구 : 농도-반응속도 실험키트, 주전자, 온도계, 24흡판, 전자저울, 가위, 자, 젓개, 빨대 약순가락, 약포지
- 재료 : 3% 요오드산칼륨 수용액, 0.1% 아황산수소나트륨 수용액, 증류수, 녹말용액, 비커, 얼음, 뜨거운 물, 발광막

*교신저자: ymh0120@hanmail.net

대, 묽은 염산용액, 탄산칼슘 분필

[유의사항]

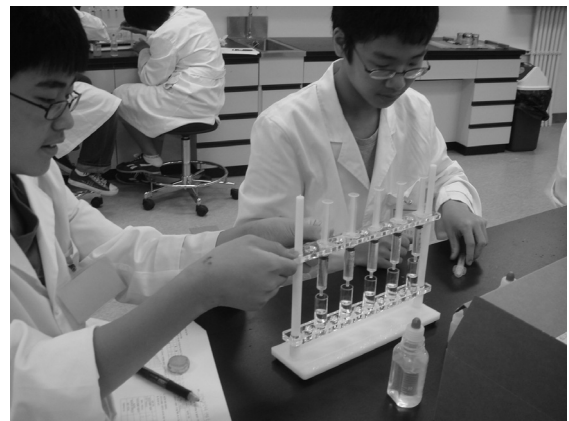
- 각 용액과 증류수의 부피를 정확히 재어 용기에 넣어준다.
- 사용한 시약이 피부에 묻지 않도록 유의하고 묻으면 즉시 물로 깨끗이 씻는다.
- 발광막대를 꺾을 때 내부의 유리전체를 고무 꺾어준다.



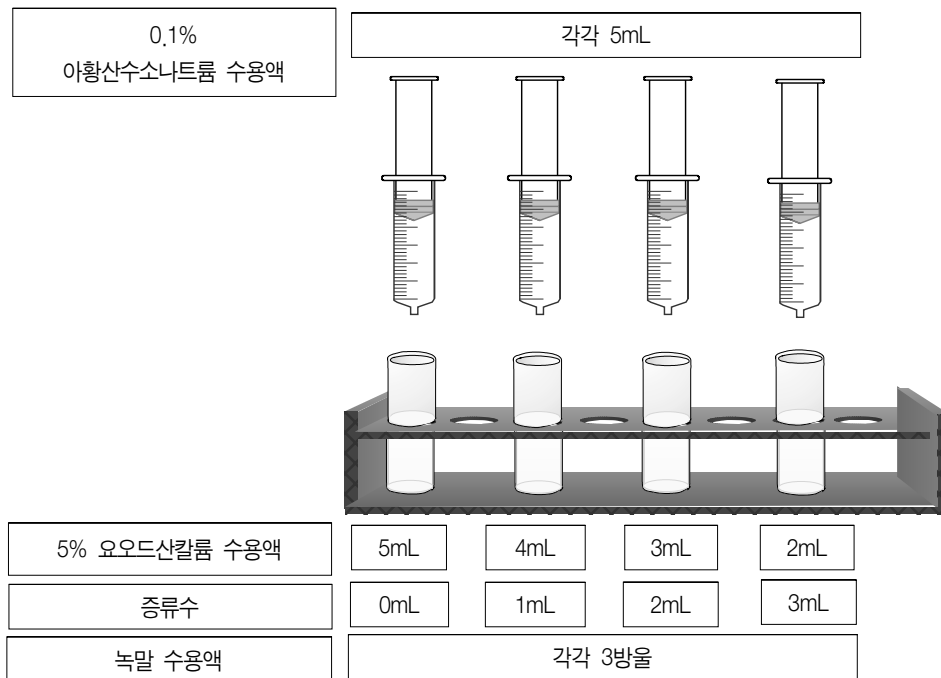
[실험과정]

A. 농도와 반응속도

- ① 아래 그림과 같이 아래쪽에 있는 4개의 투명 용기에는 5% 요오드산칼륨 수용액과 증류수를 주어진 비율로 넣는다. 그리고 녹말수용액을 3방울씩 넣어준다. 위쪽에 있는 주사기에는 0.1% 아황산수소나트륨 수용액을 5mL 씩 넣어준다.
- ② ①번 주사기의 수용액을 아래 용기에 한 번에 넣고 초시계를 이용하여 색이 변할 때까지 걸리는 시간을 잰다. ②-④번 용액도 같은 방법으로 실험한 후 측정된 시간을 결과표에 기록한다.



[사진 1] 농도에 따른 반응속도 실험을 하는 학생들의 모습

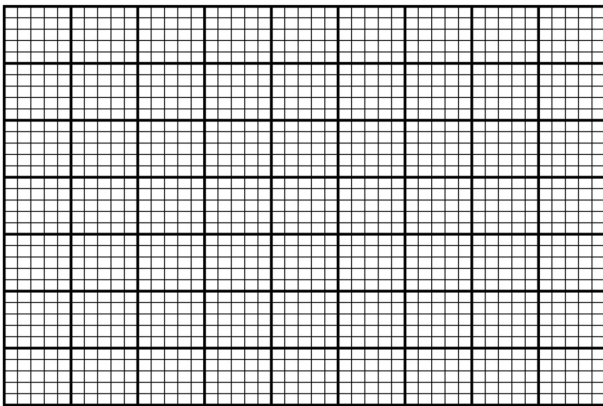


[실험 결과 기록]

1. 요오드산칼륨 수용액의 농도에 따른 색 변화시간을 기록하고 시간의 역수 값으로 반응속도를 계산해 보자 .

| 실험 번호 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|---|---|---|---|
| 요오드산칼륨 수용액의 농도(%) | | | | |
| 청자색으로 변하는데 걸린 시간(초) | | | | |
| 반응속도(1/초) | | | | |

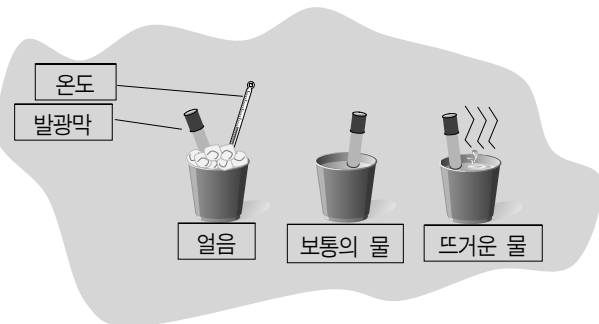
2. 요오드산칼륨 수용액의 농도를 가로축, 반응속도를 세로축으로 하여 그래프를 그려보자.



3. 농도에 따라 반응 속도는 어떻게 달라지는가?
그 이유는 무엇인가?
반응 물질의 농도가 진할수록 반응 속도는 _____.
4. 일상생활에서 농도에 따라 반응속도가 달라지는 예를 두 가지 이상 써 보자.

B. 온도와 반응속도

- ① 밤낚시용 찌로 쓰이는 발광막대 세 개를 준비한다. 투명



- 플라스틱 비커에 세 개에 얼음물, 보통의 물, 뜨거운 물을 준비하고 각각의 온도를 재어 기록한다.
- ② 발광막대 세 개를 동시에 꺾어서 반응이 시작되게 한 후 각 투명 플라스틱 비커에 하나씩 넣고 조명을 어둡게 한다.
 - ③ 세 발광막대의 온도에 따른 밝기를 비교한다.

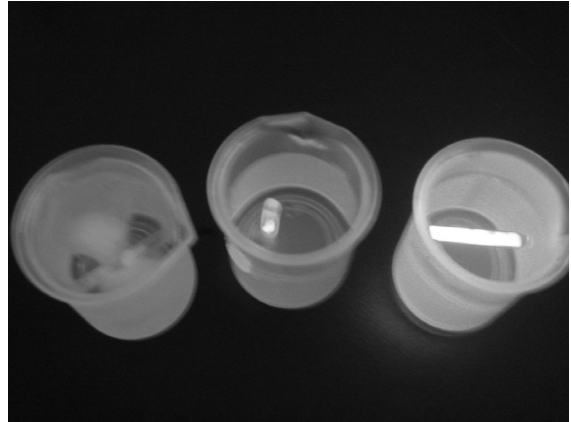


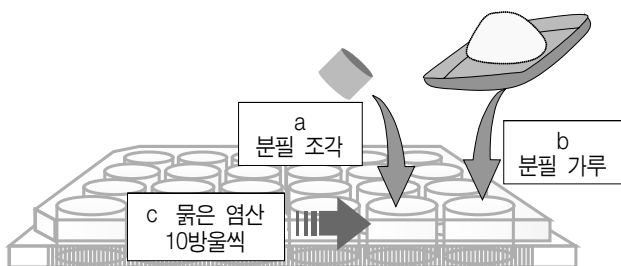
사진 2] 온도에 따른 반응속도 실험 결과

[실험 결과 기록]

1. 세 가지 플라스틱 비커 속의 물의 온도를 측정 후 기록해 보자.
얼음물: ()℃ , 보통의 물: ()℃ , 뜨거운 물: ()℃
2. 낚시용 발광막대의 밝기는 온도에 따라 어떻게 차이 나는가?
온도가 높을수록 발광막대의 밝기가 _____.
3. 온도에 따라 반응 속도는 어떻게 달라지는가? 그 이유는 무엇인가?

C. 표면적과 반응속도

- ① 전자저울을 이용하여 같은 질량의 탄산칼슘 분필 2조각을 준비한다.
- ② 그 중 한 덩어리는 막자사발을 이용하여 잘 갈아준다.
- ③ 24흐판의 두 흡에 각각 묽은 염산 10방울씩 넣고(c), 탄산칼슘 분필조각(a)과 탄산칼슘 가루(b)를 각각 넣어주고 반응하는 모습을 관찰한다.
- ④ 완전히 반응하는데 걸리는 시간을 측정한다.



[실험 결과 기록]

1. 첫 번째 실험 결과를 아래 표에 기록하자.

| | 분필 조각 | 분필 가루 |
|---------------------|-------|-------|
| 염산과의 반응 끝난 시간(초) | | |

2. 두 물질의 모양에 따른 표면적의 크기를 비교하라.(부등호로 표시)

탄산칼슘 덩어리의 표면적 탄산칼슘 가루의 총 표

면적

3. 표면적이 반응속도에 어떤 영향을 미치는가?

반응물질의 표면적이 넓을수록 반응속도는 _____.

4. 표면적이 반응속도에 영향을 주는 경우를 실생활 속에서 찾아서 두 가지 이상 적어보자.

참고문헌

유미현, 윤희숙, 홍훈기 (2007) Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 화학 I 수업이 자연계열 고등학생의 학업적 자기효능감 및 과학 관련 정의적 특성에 미치는 영향. 대한화학회지, 51(5): 433-446.

Thompson S (1989) CHEMTREK. New Jersey : Prentice Hall.

Waterman EL and Thompson S (1995) Small-Scale Chemistry Laboratory Manual. USA: Addison-Wesley Publishing Company.