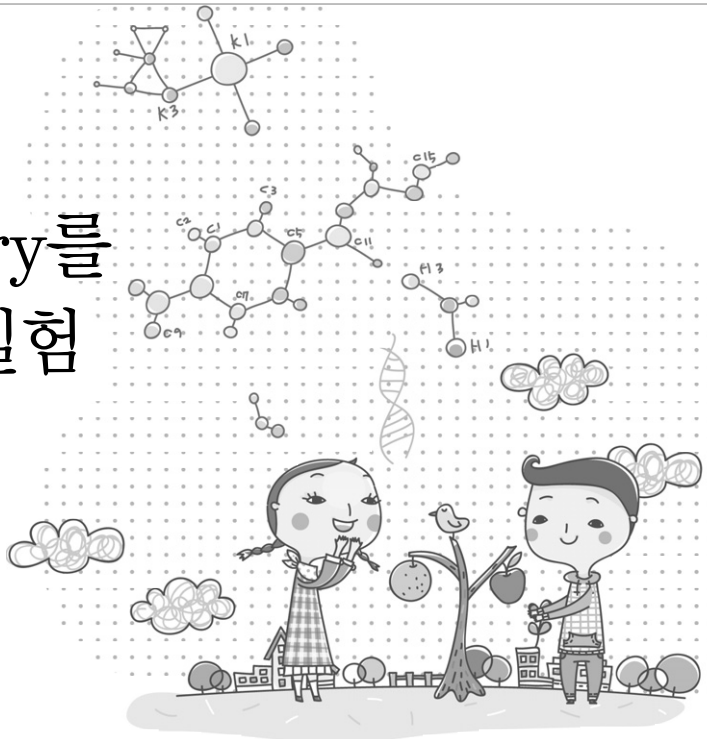


Small Scale Chemistry를 활용한 재미있는 기체 실험

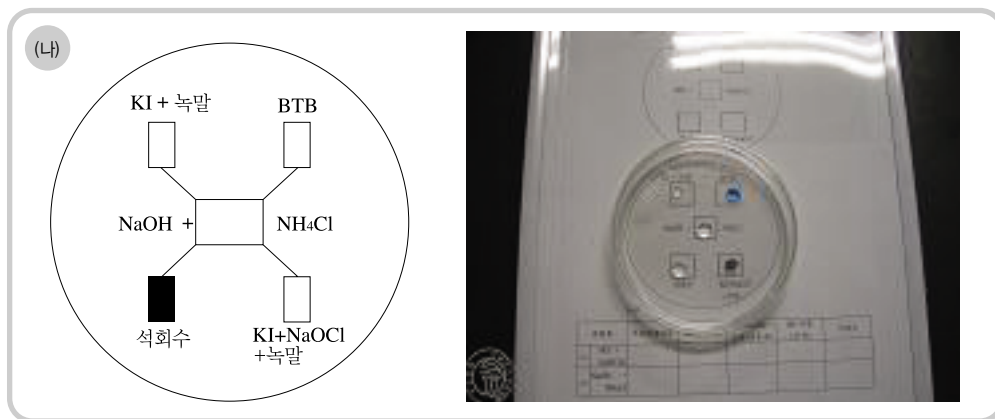


글 | 박광서(봉평고 suh616@hanmail.net)

실험. 기체의 제법 및 성질

이하 실험은 부산광역시 개발자료에서 발췌하여 소개합니다.

실험목표	여러 가지 기체를 발생시켜, 그 성질을 알 수 있다
준비물	염산(HCl), 탄산수소나트륨(NaHCO_3) 수용액, 수산화나트륨(NaOH) 수용액, 염화암모늄(NH_4Cl) 수용액, 페트리 접시, ss피펫, BTB 용액, KI/녹말 용액, 염소산나트륨(NaOCl) 수용액
실험과정	<ol style="list-style-type: none"> 1. 반응판에 아래 그림(가), (나)를 끼운다 2. 과정 1의 반응판 위에 페트리 접시를 올린다. 3. 페트리 접시 위의 가장자리 4곳에 표시된 시약을 떨어뜨린다. 4. 한가운데 표시된 시약을 떨어뜨린 후, 재빨리 뚜껑을 닫고 변화를 관찰하여 표에 기록한다. <div data-bbox="480 1431 1468 1881" style="border: 1px solid gray; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>(가)</p> </div>



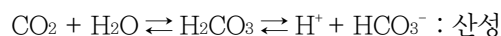
실험결과

1. 실험 (가), (나)에서 발생하는 기체는 각각 무엇인가? 이 반응을 화학 반응식으로 나타내어 보자.
 (가): $\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
 (나): $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \uparrow$

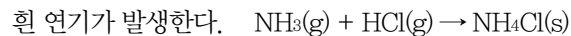
2. 위 실험 결과를 다음의 표에 기록해 보자.

혼합물	기포발생여부	BTB(녹색)	KI+NaOCl+녹말	KI+녹말(무색)	석회수
(가) HCl + NaHCO ₃	CO ₂ 기포발생	노란색	청남색으로 됨	변화없음	뿌옇게 흐려짐
(나) NaOH + NH ₄ Cl	NH ₃ 기포발생	푸른색	변화없음	변화없음	변화없음

3. BTB의 색깔 변화로 각 기체들이 물에 녹았을 때의 액성을 예측해 보자.

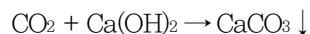


4. (나)의 페트리 접시에 염산을 1방울 떨어뜨리고 변화를 관찰하고, 이를 설명해 보자.



과제

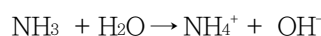
1. 이산화탄소의 검출반응을 화학 반응식으로 나타내어 보자. 또, 계속해서 이산화탄소를 가해 주면 어떻게 되는지 화학 반응식을 쓰고 설명해 보자.




이산화탄소를 석회수에 통과하면 탄산칼슘이 생겨 뿌옇게 흐려지며 계속해서 이산화탄소를 통과하면 물에 녹는 탄산수소칼슘이 생겨 용액이 다시 맑아진다.

2. 암모니아 기체의 성질에 대해 말해보자.

무색의 자극성 기체이며, 물에 잘 녹으며 그 수용액은 염기성을 나타낸다.



실험2. 기체의 확산

실험목표	기체 확산에서의 기체 분자 운동 속도와 분자량과의 관계를 확인할 수 있다.
준비물	진한 염산, 진한 암모니아수, ss피펫, 유리관(5mm×30cm), 면봉, 눈금자
실험과정	<ol style="list-style-type: none"> 1. 눈금자 위에 유리관을 올려놓는다. 2. 양쪽에 솜이 달린 면봉을 반으로 잘라 둔다. 3. 한 면봉에는 진한 염산을, 다른 면봉에는 진한 암모니아수를 ss피펫으로 한 방울씩 떨어뜨린 후 재빨리 유리관 양쪽 끝을 막는다. 4. 긴 유리관에 고리모양의 흰 띠가 생기면 곧 바로 자의 눈금을 읽는다. 
실험결과	<ol style="list-style-type: none"> 1. 흰 연기가 생성되는 반응을 화학 반응식으로 나타내어 보자. $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ 2. 흰 연기는 유리관의 한 가운데에 생겼는가? 그렇지 않다면 어느 쪽에 가까이 생겼는가? 염산을 묻힌 솜을 끼운 쪽에 가깝게 생긴다. 3. 암모니아와 염화수소 기체의 분자량은 각각 얼마인가? 암모니아의 분자량: 17, 염화수소의 분자량: 36.5 4. 같은 시간 동안에 어느 기체가 더 많이 이동하였는가? 암모니아 분자가 가벼우므로 확산속도가 빠르다. 5. 기체의 분자량과 확산 속도와의 관계를 설명해 보자. 기체의 확산 속도는 분자량의 제곱근에 반비례한다. 분자량이 작을수록 확산 속도가 빠르다.
과제	<ol style="list-style-type: none"> 1. 우리 주변에서 확산에 의해 나타나는 현상의 예를 찾아보자. 바닷가에 가면 비린내가 난다. 교실 구석에 둔 암모니아 뚜껑을 열어두면 냄새가 난다.

- 어떤 경우에 확산이 빨리 일어나는가?
온도가 높고, 매질이 진공 상태, 분자량이 작을 때
- 수소나 헬륨이 대기의 성분에는 거의 없고 우주에 많이 존재하는 이유에 대해 설명해 보자.
수소나 헬륨 기체가 가벼워 중력의 영향을 많이 받지 않고 대기 밖으로 쉽게 확산되어 나갈 수 있기 때문이다.

실험3. 수소 기체 발생 및 확인

실험목표	금속과 산의 반응에서 발생하는 수소 기체를 통해 산의 세기 및 금속의 반응성의 세기를 알 수 있다.
준비물	12-well, 빨대, 유리관, 마그네슘 금속, 아연 금속, 철 금속, 1M 염산(HCl), 식초, 세제(주방세제 : 글리세린= 1 : 2)
실험과정	<ol style="list-style-type: none"> 5cm 정도의 빨대에 3cm 가량의 유리관을 끼운 관을 여러 개 만들어 둔다. 그림과 같이 12-well의 몇 개의 hole에 염산을 2/3 가량 붓는다. 과정 2의 염산에 마그네슘 조각을 넣고 과정 1에서 만든 관을 끼운다. 유리관의 위에 세제를 발라 발생하는 수소 기체를 모은다. 생긴 기포에 성냥불을 갖다 대어 팽 소리를 확인한다. 아연과 철 금속에 대해서도 위의 과정 2에서 과정 5까지의 실험을 반복한다. 식초에 각 금속을 넣어 보고, 염산과의 반응과 어떤 차이점이 있는지도 의해 보자.
실험결과	<ol style="list-style-type: none"> 위 실험 결과 발생한 기체는 무엇인가? 각 금속과 염산의 반응을 화학 반응식으로 나타내어 보자. $M(\text{금속}) + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MCl}_2 + \text{H}_2$ 마그네슘, 아연, 철 금속 중 기체가 가장 빠르게 발생하는 금속은 어떤 것인가? 반응성의 순서가 마그네슘 > 아연 > 철이다. 그러므로 마그네슘 금속에서 가장 기체가 빠르게 발생한다. 염산과 식초 중 어느 것이 금속과 반응을 더 잘 하는지 어떻게 확인할 수 있는가? 염산이 식초보다 강산이므로 금속과 반응하여 수소 기체를 더 빨리 발생시킨다. 수소기체에 성냥불을 가까이 갖다 대었을 때, 어떤 현상이 나타나는가? “팽” 소리를 내며 연소한다.



과제

1. 수소 기체의 성질에 대해 말해 보자.
가장 가벼운 기체이며, 물에 잘 녹지 않고 가연성이 있다
2. 수소 기체를 얻을 수 있는 다른 실험들을 알아보자.
알칼리 금속이 물과 반응할 때
물을 전기분해 시킬 때

실험 4. 산소의 제법과 성질

실험목표

산소 기체를 발생시키고 그 성질을 알 수 있다.

준비물

재활용 주사액 앰플병(고무마개 포함), ss피펫, 이산화망간, 10% 과산화수소수, 석회수, 향 또는 성냥, 강철솥, 핀셋, 세제(주방세제: 글리세린 = 1:2)

실험과정

1. <그림 가>와 같이 앰플병 속에 약 0.5g 정도의 이산화망간을 넣는다.
2. 과정 1의 이산화망간이 든 앰플병 속에 과산화수소수를 5 ~ 6 방울 떨어뜨린 후 병 위에 세제를 바른다.
3. 발생하는 기체를 확인하기 위해 꺼져가는 성냥불을 넣어본다.
4. 연소 후, 병 속에 석회수를 2방울 넣고 마개를 덮고 흔들어 변화를 관찰한다.
5. <그림 다>와 같이 과정 1과 2를 되풀이 하여 발생한 기체 속에 불을 붙인 강철솥을 핀셋으로 집어 넣고 관찰한다.
6. 연소 후, 병 속에 석회수를 2방울 넣고 마개를 덮고 잘 흔들어 변화를 관찰한다.



(가)



(나)



(다)

실험결과

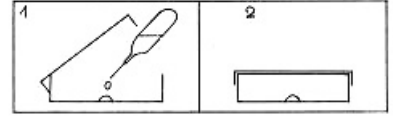
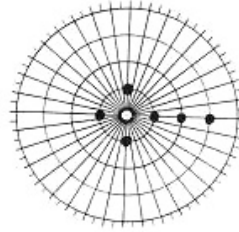
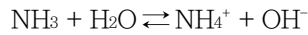
1. 과정 3에서 꺼져가는 성냥불을 넣었을 때 어떤 변화가 있었는가?
꺼져가는 성냥불씨가 다시 살아난다.
2. 과정 4와 6에서 석회수는 어떻게 변화하였는가?
과정4 : 석회수가 뿌옇게 흐려진다. ▶ 과정6 : 변화없다.

	<p>3. 위 과정 2의 결과 발생한 기체는 무엇인가? 그 반응을 화학 반응식으로 나타내 보자.</p> $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{촉매}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ <p>4. 이 실험에서 이산화망간의 양은 전체 반응에 크게 영향을 미치지 않는다. 왜 그럴까? 이산화망간은 촉매로 작용하므로 반응전후에 질량변화가 없다. 따라서 촉매의 양은 전체반응에 크게 영향을 미치지 않는다.</p> <p>5. 위 실험 결과, 발생한 기체는 어떤 성질을 가진다고 할 수 있는가? 조연성</p>
<p>과제</p>	<p>1. 실험실에서 산소를 발생시키는 다른 방법을 알아보자. 예 1: 염소산칼륨(KClO₃)을 이산화망간을 촉매로 열분해 시킨다. 예 2: 물을 전기분해하면 (+)극에서 산소 기체를 얻는다.</p> <p>2. 우리 생활에서 산소 기체가 사용되는 예를 들어보자. 예 1: 잠수부를 위한 수중 호흡 장치 예 2: 용접이나 철판의 절단에 사용되는 산소-아세틸렌 불꽃 제조 예 3: 병원에서 호흡곤란 환자를 위한 산소통</p>

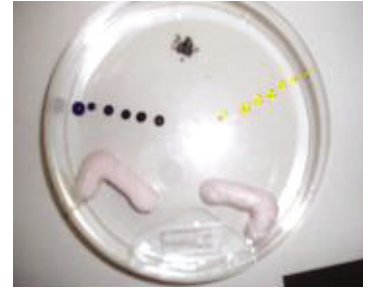
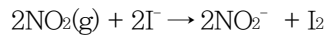
실험5. 질소산화물의 생성과 영향

<p>실험목표</p>	<p>산성비의 주 원인물질인 질소 산화물을 생성시켜 그 영향을 확인할 수 있다.</p>
<p>준비물</p>	<p>페트리 접시, ss피펫, 5M-KNO₂, 2M-H₂SO₄, 녹말/KI, BCG지시약, 2M-NH₄OH, 얼음, 탄산칼슘</p>
<p>실험과정</p>	<p>1. 질소산화물 생성과 그 영향</p> <p>① 페트리 접시를 방사형 격자상 종이 위에 놓고 그림과 같이 직선상의 격자 위에 ss피펫으로 물을 한 방울씩 떨어뜨린 후, 각 물방울 위에 BCG 지시약을 떨어뜨린다.</p> <p>② 접시의 중앙에 KNO₂ 수용액을 한 방울을 떨어뜨린 후, 뚜껑을 그림과 같이 비스듬히 기울인 채 황산을 한 방울 떨어뜨린 후 재빨리 뚜껑을 덮고 변화를 관찰한다.</p> $3\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_3^-$ $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{NO}_3^- + \text{H}^+$

- ③ 암모니아를 페트리 접시의 적당한 곳에 떨어뜨려 중화시킨 후, 접시를 물로 씻은 후 티슈로 닦는다.



- ④ 질소 산화물의 산화작용을 관찰하기 위해 녹말/KI 용액을 격자점의 직선상 위에 떨어뜨린 후, 실험 ②를 행한다.



2. 질소 산화물을 포함하는 구름 만들기

- ① 접시의 중앙에 KNO_2 수용액을 한 방울을 떨어뜨리고, 질소 산화물의 발생 여부를 확인하기 위해 적당한 곳에 지시약(BCG)을 1방울 떨어뜨린 후 뚜껑을 덮는다.
- ② 종이컵에 얼음 2/3, 물 1/3을 채운다.
- ③ 뚜껑의 바깥쪽에 ②의 찬물을 지름 2cm 정도가 되도록 떨어뜨려 구름을 만든다.

※ 만약 구름이 안 생기면 얼음을 직접 올려 만든다.

- ④ 뚜껑을 살짝 들어올려 황산을 떨어뜨린 후, 질소 산화물이 구름에 스며들 때까지 2분가량 둔 후, 뚜껑을 뒤집어 검은 색 종이 위에 올려놓고 지시약을 떨어뜨려 색깔 변화를 본다.

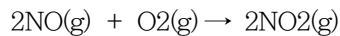
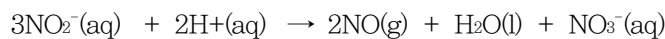


3. 인공산과 인공호수 만들기

- ① 페트리 접시 위에 스티로폼 조각을 이용하여 산을 만들고, 산 양쪽으로 호수를 만들고 지시약(BCG)를 떨어뜨린 후, 호수 주변에 탄산칼슘(CaCO_3)으로 주변을 장식한다.
- ② 실험 1-②과 같이 페트리 접시 중앙에 KNO_2 수용액 2방울 정도 떨어뜨리고 뚜껑을 비스듬히 닫은 상태로 황산을 2방울 정도 떨어뜨리고 재빨리 뚜껑을 닫고 2~3분 후 변화를 돋보기로 관찰한다.

실험결과

1. 아질산칼륨(KNO_2)과 진한 황산의 반응에 의해 발생한 기체는 무엇이며, 이 기체는 더 산화되어 어떤 기체가 되며, 이 기체는 물에 잘 녹는가?



2. 실험 1-②의 결과, 지시약의 색깔 변화로부터 액성이 어떻게 바뀌었는가?
산성
3. 실험 1-②의 결과, 지시약의 색깔 변화가 질소 산화물 발생원으로부터 거리에 따라 어떻게 변화되었는가?
발생원에서 가까운 곳일수록 산성비의 영향을 많이 받으며 빨리 받는다고 할 수 있다.
4. 실험 1-④의 결과, 녹말/KI 용액의 색깔은 어떻게 변화였는가. 이때 질소 산화물은 어떤 역할을 했는가?
질소 산화물에 의해 요오드화 이온이 산화되어 요오드 분자가 되어 청남색을 띠게 된다. 이때 질소 산화물은 산화제 역할을 하였다.
5. 실험 2-④의 결과, 인공 구름에 질소 산화물이 녹아 산성을 나타내는 것을 어떻게 확인하면 되겠는가?
페트리 접시 뚜껑을 뒤집어 물을 한 방울 떨어뜨린 후 메틸오렌지 지시약을 떨어뜨려 본다.
6. 실험 3-②의 결과, 어느 쪽의 인공 산이 산성 산화물의 차단을 덜 시켰다고 할 수 있는가? 또 그 이유는?
인공 호수의 색깔이 빨리 변하는 쪽의 인공 산이 산성 산화물을 확산을 덜 차단시켰다고 볼 수 있다.
7. 실험 3-②의 결과, 호수의 어느 쪽에서부터 색깔이 변하고 있는가? 이것으로부터 무엇을 알 수 있는가?
산성 산화물의 발생원이 가까운 곳의 인공 호수의 색깔이 빨리 변하고 있다.
8. 호수 주변에 있는 탄산칼슘 조각들이 산성 산화물에 의해 어떻게 반응하는가?
탄산칼슘 주변에서 기포가 발생한다. 이 때 돋보기를 이용하면 관찰이 용이하다.

과제

1. 질소 산화물의 생성 반응의 알짜 이온 반응식을 쓰면?

$$3\text{NO}_2^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$$

$$2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$$
2. 탄산칼슘 조각으로 산성비의 피해를 알아보는 것은 무엇 때문인가?
탄산칼슘이 주성분인 대리석이나 시멘트로 된 건물의 산성비에 대한 피해를 알아보기 위함이다.
3. 대기 오염 물질(황 산화물, 질소 산화물)들이 어디에 흡수되는가?
비, 구름, 눈, 안개 등에 흡수된다.

Small Scale Chemistry(SSC)에 대한 이해

1. SSC란 무엇인가?²⁾

Small-Scale Chemistry 중등화학실험서, 박종윤 역자대표, 자유아카데미

Small Scale Chemistry는 아주 작은 양의 화학물질과 작은 양을 용이하게 취급할 수 있는 기구와 기기, 특히 임상 화학과 미생물학 그리고 DNA재조합 연구 분야와 생화학 및 유전 공학에서 사용하기 위해 발전해 온 플라스틱 소재로 된 장비 같은 전통적인 유리기구가 아닌 비전통적인 방법을 활용하는 것에 기초를 둔다. 물질과 그 변화를 연구하는데 있어 가능한 적은 양의 물질을 사용하는 것이 합리적이고 실제적이다. 분자는 매우 작기 때문에 10mg에 포함된 분자수가 1020개라면 100g에 포함된 분자는 1024개로 차이가 없다고 볼 수 있다.

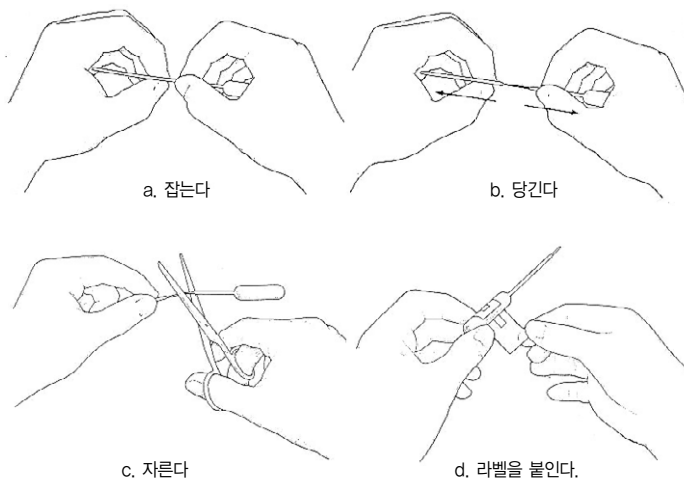
Small Scale Chemistry는 전통적인 실험 방법에 비하여 경제성, 안전성, 환경적인 측면에서 많은 장점을 가지고 있으면서 장비들은 값이 싸고 쉽게 구입할 수 있기 때문에 기존의 실험을 Small Scale Chemistry로 전환하는 것이 용이하다.

특히 Small Scale Chemistry에 의한 교수-학습 프로그램은 학습 면에서 많은 강점을 준다. Small Scale Chemistry는 일반교실에서도 이론수업과 학생 개별 실험을 병행하는 수업 진행이 가능하며 전통적인 실험에서 비용과 안정성 때문에 실시하지 못했던 많은 실험들을 쉽게 할 수 있다. 학생들은 자신의 실험 세트를 늘 지참하고 실험에 필요한 장비와 기구를 아주 저렴한 비용으로 손쉽게 직접 제작하면서 실패에 대한 두려움, 파손에 대한 부담감이 생기지 않는다. 모든 실험 결과가 즉각적으로 나타나고 분명하며 복잡한 환경에 관한 실험도 과학적 비교가 용이하다. 또한 실험을 하면서 자연스럽게 나타나는 흥미로운 부가 실험이나 심화 학습을 탐구하는 것에 관하여 억압감이 거의 나타나지 않기 때문에 자기 주도적 학습을 통한 자연스러운 탐구력 신장과 영재성 개발 효과 및 획기적인 교수-학습 방법의 개선이 가능하다.

2. SSC 기초

small scale 피펫 만들기과 채우기

학생들이 사용할 대부분의 피펫은 만들어져 있으나 가끔은 선생님께서 학생들이 만들고 이름표를 붙이게 하는 경우도 있다. 만드는 방법은 그림 9에서처럼 기다란 대롱부분의 중심을 양손의 엄지와 검지로 단단히 잡고 대롱부분이 늘어나 기늘게 될 때까지 서서히 잡아당기는 것이다. 다음에 날이 잘 선 가위로 가느다랗게 된 대롱부분을 끝이 1cm정도 남도록 잘라낸다. 대롱이 위로 가게 세워놓았을 때 입을 수 있도록 라벨용지를 잘라 아래쪽의 둥근 부분에 테이프로 붙인다. 테이프가 완전한 한 바퀴 돌아 감기고 끝에서 겹치도록 하여 라벨에 물이 침투하지 않도록 만든다.

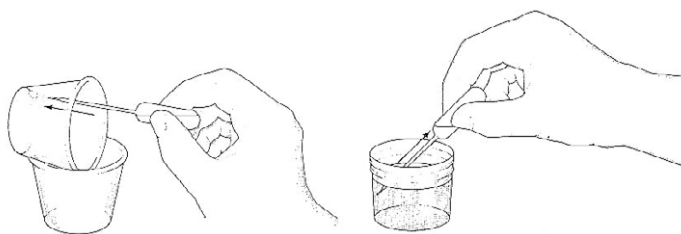


[그림 9] small scale 피펫 만들기과 라벨 붙이기

피펫을 채우기 위해서는 보안경을 쓰고 시약병에서 시약을 따라 시약보충 용기에 절반정도 채운다. 이 때 반드시 시약병의 라벨을 확인한다. 용액이 튀는 것을 막기 위해 플라스틱 컵을 기울여서 그 안쪽으로 피펫의 끝 부분을 향하게 하고 둥근 부분을 눌러 찢는다(그림 10). 이제 시약보충 용기에 피펫의 끝 부분을 담그고 손끝의 힘을 빼면 피펫의 둥근 부분에 용액이 채

위지게 된다. 오염을 방지하려면 사용하지 않고 남은 용액을 다시 시약병에 넣지 않는다. 시약병과 시약보충 용기의 뚜껑을 잘 닫아둔다.

small scale 피펫은 사용하기 편하고 떨어뜨리는 방울의 크기가 다루기에 안전하고 능률적이다. 한 방울의 부피는 겨우 $20\mu\text{L}$ ($20 \times 10^{-6}\text{L}$) 정도이다. 이 정도의 양이면 치우기에도 간편하고 폐수처리도 큰 문제가 되지 않는다.



[그림 10] 피펫 채우기

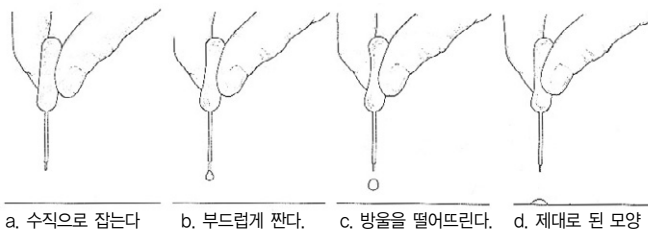
small scale lap top

시험관이나 비커 등과 같은 기존의 유리기구를 사용하는 것 보다는 오히려 small scale lap top에서 더 많은 실험을 할 것이다. 교사가 결정하기에 따라 이 lap top은 플라스틱 파일 속지가 될 수도 있고, OHP용 투명필름이나 비닐랩이 될 수도 있다. “반응용기”는 플라스틱 판 위에 형성된 반구 모양의 액체 방울이 될 것이다. 이 방울은 갓 왁스칠한 차 위에 떨어진 물방울과 비슷하다. 표면장력 때문에 물은 왁스나 플라스틱 판 위에서 방울 모양으로 맺힌다. 물분자들은 서로간에 비교적 강한 인력을 가지며 플라스틱 같은 물질과는 특별한 인력을 가지지 않는다. 물방울은 이 강한 인력 때문에 서로 뭉쳐 있으므로 small scale로 수많은 화학 반응을 일으키는데 사용할 수 있는 매우 이상적인 반응용기가 된다. 물방울의 표면은 곡면이므로 돋보기의 역할도 하기 때문에 방울 속의 관찰을 쉽게 한다.

small scale 플라스틱 lap top을 사용하면 적은 양의 시약으로 안전하고 환경친화적으로 실험할 수 있다. 또 다른 이점으로는 플라스틱 아래에 방울의 위치를 표시한 종이를 깔면 평면 상에 여러 개의 방울들을 구별할 수 있도록 마음대로 배치할 수 있다는 것이다. 뿐만 아니라 방울을 희거나 검은 배경 위에 떨어뜨릴 수 있으므로 방울에서 일어나는 색깔변화도 쉽게 관찰할 수 있다.

lap top에 피펫으로 시약 떨어뜨리기

시약이 채워진 small scale 피펫은 액체를 보관하고 그것을 한 방울씩 정교하게 떨어뜨리는데 사용한다. 가장 안전하고 효율적인 피펫 사용법은 한 번에 한 방울씩 떨어뜨리는 것이다. 이런 방법은 오염을 막기 위한 가장 좋은 방법이기도 하다. 한 방울씩 떨어뜨리기 위해서는 그림 11처럼 lap top 위에 피펫을 수직으로 잡고 그 끝 부분을 lap top 표면의 위로 1~2cm에 위치시킨다. 그리고 조심스럽게 짜서 lap top 표면에 떨어뜨리는데 표면에서 가까울수록 원하는 위치에 떨어뜨릴 수 있다. 첫 번째 방울은 종종 공기방울을 포함하는 경우가 있는데 이 경우 시작하기 전에 싱크대나 쓰레기 컵에 짜 버릴 수 있다. 절대로 피펫의 끝 부분을 lap top 표면에 닿지 않게 해야 한다. lap top 표면의 방울에 닿게 하면 오염을 유발하고 계속해서 같은 크기의 방울을 만들기 어렵다. lap top 위의 방울들을 건드리지 말고 한 방울씩 떨어뜨려야 한다는 것을 명심하라.



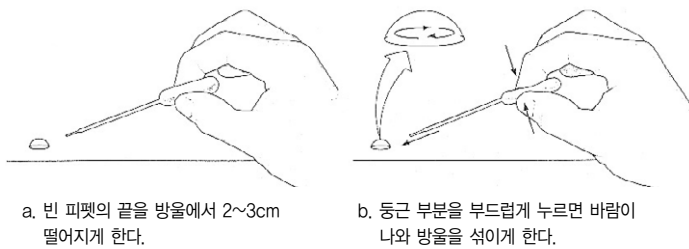
a. 수직으로 잡는다 b. 부드럽게 짬다. c. 방울을 떨어뜨린다. d. 제대로 된 모양

[그림 11] small scale 피펫으로 방울 떨어뜨리기

오염시키지 않고 섞기

lap top 위에 있는 반구모양의 방울은 그림 12처럼 빈 피펫으로 바람을 불어 “공기 젓기”를 할 수 있다. 빈 피펫의 끝을 방울에서 2~3cm 떨어지게 액체 방울을 향하게 한 후 등근 부분을 부드럽게 여러 번 눌러주면 바람이 방울 속의 내용물을 휘젓게 된다. lap top 위의 방울이 젓개용 피펫에 빨려 들어가거나 오염되는 것을 막기 위해 젓개용 피펫의 끝이 방울에 닿지 않도록 주의한다. 빨려 들어가거나 오염되는 것은 모두 바람직하지 못한 결과가 된다.

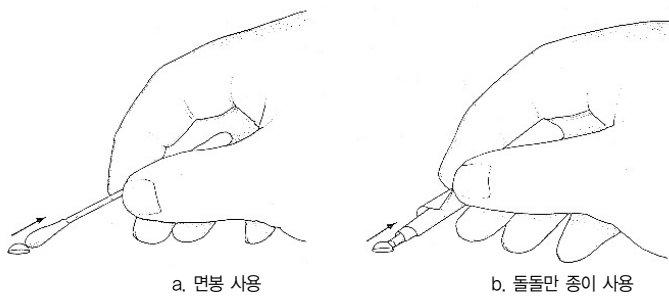
lap top 위에 잘못 떨어뜨린 방울이나 실험이 잘못된 방울을 제거하려면 그림 13과 같이 면봉이나 돌돌만 종이타월의 귀퉁이로 원치 않는 부분을 간단히 흡수시켜 제거하면 된다.



a. 빈 피펫의 끝을 방울에서 2~3cm 떨어지게 한다.

b. 둥근 부분을 부드럽게 누르면 바람이 나와 방울을 섞이게 한다.

[그림 12] 빈 피펫으로 바람을 불어 액체 방울 내용을 섞기



a. 면봉 사용

b. 돌돌만 종이 사용

[그림 13] 잘못된 방울 제거

small scale lap top 닦기

small scale lap top은 전통적인 유리 기구보다 훨씬 세척이 쉽고 빠르다. lap top 전체를 닦으려면 종이타월에 lap top 위의 액체 방울들을 흡수시킨 후 쓰레기통에 버리고, 물에 적신 종이타월을 이용하여 표면을 닦아낸다. 마지막으로 새 종이 타월로 표면의 물기를 닦아낸다. lap top의 액체를 종이타월에 흡수시키는 과정에서 액체 시약이 손에 묻지 않도록 조심한다.

화학약품을 닦고 버린 종이타월은 고체 폐기물로 분류돼 결국 매립지에 묻히게 되는데, 이것이 화학약품을 물로 씻어 배수구를 통해 액체로 흘러보내는 것보다는 나은 방법이다. 배수구로 흘러 들어간 액체폐기물은 결국 하수처리장에서 처리를 하게 되나 그 중의 일부는 강이나 호수로 흘러 들어갈 수도 있다. 그러나 고체폐기물은 비록 국제적인 문제로 부상되고 있기는 하지만 액체폐기물보다는 처리와 관리가 훨씬 쉽다. 고체폐기물의 양을 최소화하고 적절히 처리하면 환경문제는 많이 감소한다.

