

정전기 장구

신나는 과학을 만드는 사람들 회원
노원고등학교 교사 류성철

이게 뭘까요.

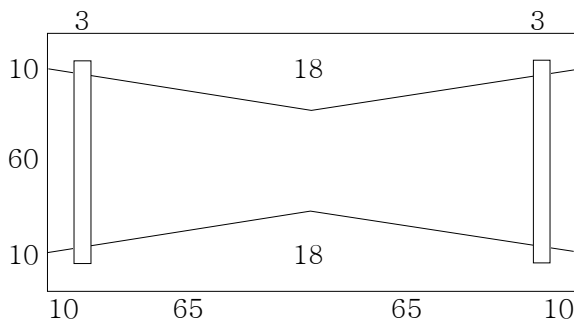


북처럼 생겼네요. 알루미늄 컵이 양쪽에 있고, 가운데 알루미늄 구가 매달려 있어요. 구를 흔들어서 북을 치며 소리를 낼 것 같아요.

해 봅시다.

- ① 알루미늄 컵과 장구틀, 금속 구를 사진처럼 조립한다.
- ① 알루미늄 호일을 잘라 테이프로 한 쪽 북에 붙인다.
- ② PVC 막대와 형짚을 마찰시키면서 PVC 막대를 알루미늄 호일에 갖다 대면, 마찰에 의해 쌓인 전기가 알루미늄 컵으로 이동한다.
- ③ 매달려 있던 알루미늄 구가 양쪽 북을 왔다 갔다 하면서 요란하게 북소리를 낸다.
- ④ 작동하는 걸 잘 살펴보면, PVC 막대가 알루미늄 호일에 닿았을 때, 알루미늄 구가 끌려오면서 달라붙자마자 튕겨나가 반대편 북을 두드리지요.

만들어 볼까요.



- ① 위 그림대로 우드락을 잘라 북 고정대를 만든다.(만들어진 틀을 사용해도 됨)

- ② 처음 사진을 보고 나머지 부품을 끼워 정전기유도 북을 만든다.
- ③ 왼쪽 알루미늄 컵에 알루미늄 호일을 10cm 정도 잘라 붙인다.
- ④ PVC막대와 형짚을 마찰시키면서 알루미늄 호일에 접촉하여 알루미늄 컵을 대전시킨다.

알아봅시다.

정전기유도가 뭐지?

정전기유도는 대전체에 의한 전기력으로 금속의 전하(전자)가 이동하여 금속이 대전되는 현상이다.

알루미늄 구가 어떻게 북을 치는 걸까?

마찰전기로 왼쪽 알루미늄 컵을 대전시키면 금속 구가 정전기 유도에 의해 왼쪽 컵에 끌려 붙는다. 이 때 금속 구는 컵과 같은 전기로 대전되어 척력이 작용하면서 금속 구는 다시 밀려난다.

밀려난 금속 구는 오른쪽 컵에 붙는다.(이 때에도 정전기 유도가 작용한다.) 금속 구는 대부분의 대전된 전하를 오른쪽 컵에 옮겨주면서 다시 밀려난다. 그리고 다시 왼쪽 컵에 끌려 붙으면서 두 컵의 전하량이 비슷해질 때까지 금속 구가 양쪽 컵을 두드리면서 북을 치게 된다.

선생님들을 위한 활용 지침

1. 정전기유도 수업할 때 도입으로(중학생들에게는 좀 어려울 수 있다.)
2. 계발활동시간에 만들어 보고 정전기 탐구하기
3. 학교 축제 때 전시하기

출처 및 역사

1. 2008. 1. 11. 충북대에서 류성철 교사가 처음 공개함.
2. 2008. 3. 04. 신과람에서 류성철 교사가 발표
3. 2008. 11. 29. 2008 전국과학교사 큰잔치 발표

이 자료를 학교 수업이외에 사용하는 경우 저자의 승낙을 얻고 출처를 밝혀주세요.

1. 구리의 산화-환원 반응

한소영(삼산고), 이미열(제물포고)

이 실험은

구리가 산화되면 검은색의 산화구리(CuO)가 되고 다시 환원시키면 황동색의 구리로 돌아온다. 이러한 산화-환원 과정을 고등학생 수준에 맞는 실험장치를 통해 간단히 보여 줄 수 있는 실험을 소개한다.

필요한 것

유리관, 미니토치, 가스버너, 스탠드, 가스봉지, 핀셋, 공작석, 3-way 콕, 실리콘 튜브(4호), 60-mL 루어락주사기,



구리수세미(구리습)

이렇게 하세요

실험 A: 실험용 유리관 만들기

- ① 내경 약 6mm인 유리관을 약 15cm 정도 자른다.
- ② 한 쪽 끝 부분을 토치로 가열한 다음 핀셋으로 잡아 살짝 늘린다.
- ③ 냉각 후 가늘게 된 부분을 줄로 자른 다음 자른 단면이 부드럽게 되도록 토치불로 가열한다.



- ④ 구리수세미 소량을 유리관에 넣은 다음 유리관의 가운데 부분을 가열하여 그림처럼 살짝 구부린다.



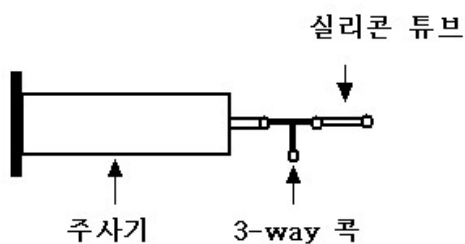
- ⑤ 유리관 세공이 어려운 경우에는 파스퇴르 피펫을 이용하여 아래 사진처럼 만들면 매우 간단하게 실험 할 수가 있다.



실험 B: 구리수세미의 산화-환원

1. 구리수세미의 산화

① 다음 그림과 같이 60-mL 루어락 주사기, 3-way 콕, 실리콘 튜브 그리고 실험용 유리관을 순서대로 연결한다.



② 연결된 주사기를 그림과 같이 스탠드에 설치하고 미니 토치 약한 불로 유리관을 가열한다.



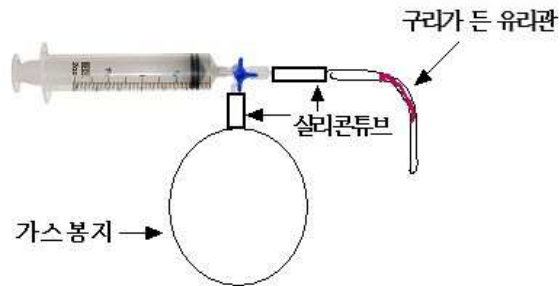
③ 유리관 속의 구리수세미가 충분히 가열되었을 때 주사기 피스톤을 왕복 운동시킨다.

④ 유리관 속에 들어 있는 구리수세미의 색 변화를 관찰한다. 색이 어떻게 변하는가?

⑤ 유리관내에서 일어나는 변화를 화학반응식으로 나타내어라.

2. 산화구리의 환원

- ① 실험 1의 장치에 그림처럼 수소가 들어 있는 가스봉지를 3-way 콕에 연결한다.



- ② 가스봉지의 수소를 주사기에 약 30 mL를 채운다음 유리관을 가열한다.
- ③ 유리관 속의 구리수세미가 충분히 가열되었을 때 주사기의 피스톤을 매우 천천히 눌러 수소 기체를 공급해 준다.
- ④ 유리관 속에 들어 있는 구리수세미의 색 변화를 관찰한다. 색이 어떻게 변하는가?
- ⑤ 유리관의 오른 쪽 끝 부분에 어떤 현상이 나타나는지 관찰한다.
- ⑥ 유리관내에서 일어나는 변화를 화학반응식으로 나타내어라.

⑦ 실험상 주의사항

- 주사기에 수소를 소량씩 넣어 실험하도록 한다.
- 수소를 공급할 때 중간에 피스톤을 멈추지 말고 계속해서 천천히 공급하도록 한다.

2. 안전한 첨가 반응

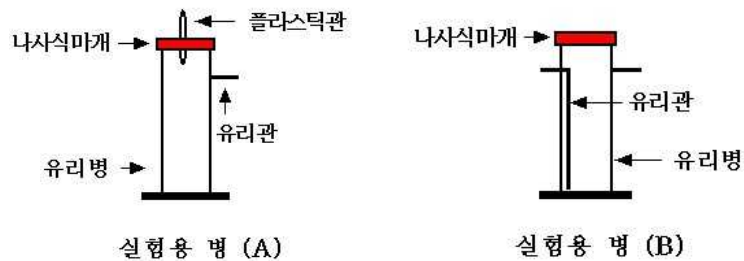
황한나(인천석정여고), 한영숙(계양중)

이 실험은

알켄과 알킨의 첨가 반응에 사용하는 시약으로 모든 교과서에서 브롬수를 기술하고 있다. 즉, π 결합의 유무를 확인하는 시약으로 한결같이 브롬수를 사용하고 있다. 하지만 이 실험은 세심한 주의가 필요한 매우 위험한 실험이다. 브롬의 맹독성은 이미 잘 알려져 있으므로 브롬이 아닌 다른 시약으로 첨가 반응을 확인하는 것이 바람직하다. 따라서 브롬수가 아닌 시약을 이용한 첨가반응과 이를 위한 안전한 실험 장치를 소개하고자 한다.

필요한 것

5-mL 루어락 주사기, 3-way 콕, 가스봉지, 스탠드, 실험용 유리병(A, B), 탄화칼슘, 핀셋, 실험용 용액(브롬수, Br_2/CCl_4 , I_2/CCl_4 , I_2/EtOH), 실리콘 튜브, 플라스틱관

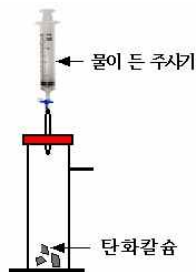


조심하세요

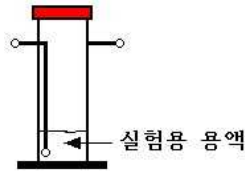
- ① 브롬수, 요오드 용액의 증기를 호흡하거나 피부에 닿지 않도록 주의한다.

이렇게 하세요

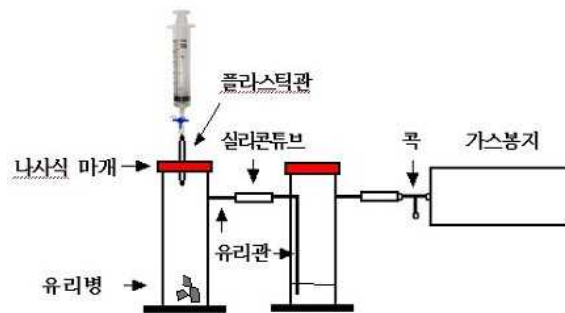
- ① 실험용 병 A에 탄화칼슘 작은 조각 3-4개를 핀셋을 사용하여 넣는다.
- ② 물이 든 5-mL 주사기를 플라스틱관에 연결한다.



- ③ 실험용 병 A를 스탠드에 고정시킨다.
- ④ 실험용 병 B에 실험용 용액을 유리관이 잠기도록 넣는다.



- ⑤ 실험용 병 A와 B를 다음 그림처럼 연결한다.



- ⑥ 가스봉지와 연결된 3-way 콕을 연 다음 물이 든 3-way 콕을 열고 물을 조금씩 넣어 기체를 발생시킨다.
- ⑦ 기체 발생에 따른 실험용액의 색 변화를 관찰한다.
- ⑧ 실험결과를 표에 기록하라.

실험 번호	실험용액	반응전 색	반응 후 색
1	Br ₂ (aq)		
2	Br ₂ /CCl ₄		
3	I ₂ /CCl ₄		
4	I ₂ /EtOH		

알아야 할 사실

1. 모든 교과서와 참고서에는 π결합의 확인 시약으로 브롬수를 사용한다는 사실만을 기술하고 있다. 이것은 두 가지 면에서 검토되어야 할 부분이다. 첫 번째는 브롬수와 그 맹독성과 유해성이 새삼스럽게 강조할 필요가 없을 정도로 위험한 시약이다. 그러므로 이 실험을 학교에서 한다는 것은 너무나 위험하다. 이를 대체할 다른 조건의 실험이 필요하다. 두 번째는 모든 교과서와 참고서에서 브롬수만 언급하고 있기 때문에 마치 브롬수만 첨가 반응을 하는 것으로 학생들이 오해 할 수 있다는 점이다.

2. 위 두 가지 문제를 해결하기 위해 요오드를 사용하는 것이 바람직하다. 브롬보다 반응성이 작으면서 취급이 쉽고 상대적으로 덜 위험한 요오드를 사용하면 매우 안전하게 실험을 할 수가 있다. 나아가 요오드의 용해 용매로 사염화탄소 대신에 에탄올을 사용하면 안전성을 더욱 높일 수가 있다. 그럴 경우 요오드 용액의 색이 보라색으로 나타나지 않는 단점이 있지만 첨가반응에 의해 색이 없어지는 과정은 동일하다.
3. 첨가 반응에 따라 발생하는 생성물(할로겐화탄화수소)과 여분의 아세틸렌 마저 기체봉지에 포집함으로써 탄화수소의 유출을 막을 수 있다.
4. 실험용 용액의 농도는 가능한 한 묽게 만들도록 한다.

3. 물의 밀도변화 탐구

한현진(계산여고), 김희성(인천남고)

이 실험은

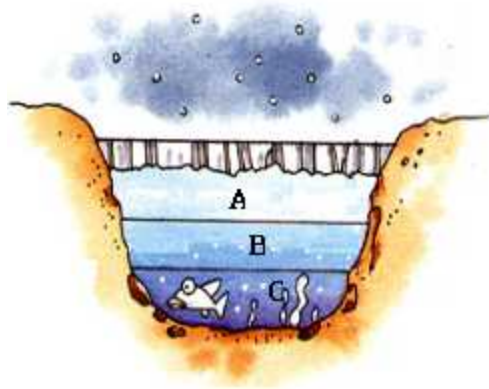
지구상에 살고 있는 생명체는 물이 있어야만 생명을 유지 할 수 있다. 우리 몸을 구성하고 있는 물질의 66%는 물이고, 우리는 하루에 2L 정도의 물을 섭취해야만 한다. 물은 우리에게 필요한 에너지를 공급해주는 영양소는 아니지만 물을 마시지 않으면 생명이 위험하게 된다. 이처럼 우리의 생활과 밀접한 관계가 있는 물의 온도에 따른 부피-밀도변화를 설명할 수 있는 키트를 만들어본다.

필요한 것

시험관, 핀셋, 스포이트, 비커, 알콜램프, 메스실린더, O-링, 수조, 1구 고무마개, 유리관, 아크릴통, 아크릴판, 미니토치, 중수, 액체 질소, 종이컵, 성냥, 고무오링 유리구슬, 목공용 풀,

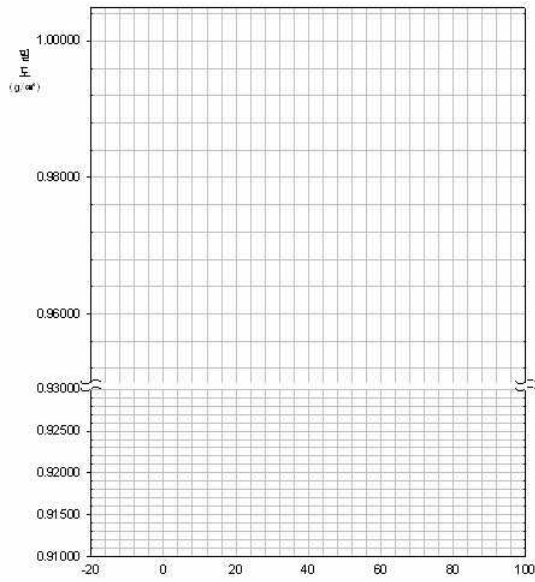
이렇게 합시다

1. 겨울철 호수의 단면도: 각 구간별로 온도의 크기를 비교하여 보자.



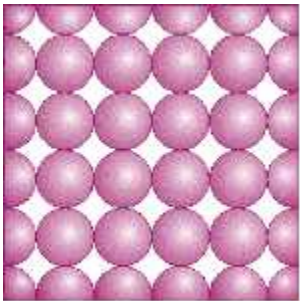
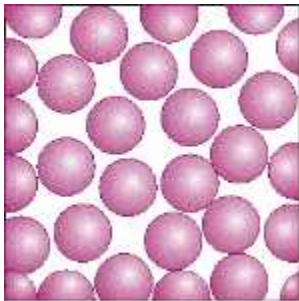
제시된 물의 밀도 표를 가지고 그래프를 그려보자.

온도(℃)	-20	0	0	2	4
밀도(g/cm ³)	0.9186	0.9167	0.99987	0.99993	1.00000
상태	고체	고체	액체	액체	액체
온도(℃)	6	8	10	20	100
밀도(g/cm ³)	0.99997	0.99988	0.99973	0.99823	0.95858
상태	액체	액체	액체	액체	액체



2. 물질의 상태별 입자 배열

① 일반적으로 물질은 고체, 액체 기체로 상태가 변할 때 부피가 증가한다. 고체상태별의 분자 배열 이 그림과 같을 때, 액체와 기체 상태의 분자 배열을 나타내어보자.

상태	고체	액체	기체
입자의 배열			

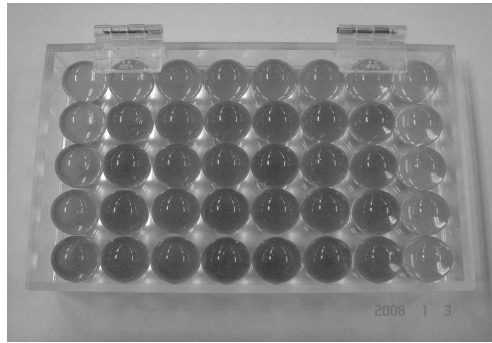
② 물의 상태에 따른 분자 배열을 위와 같이 나타내어 보자.

상태	얼음	물	수증기
상태 모형			

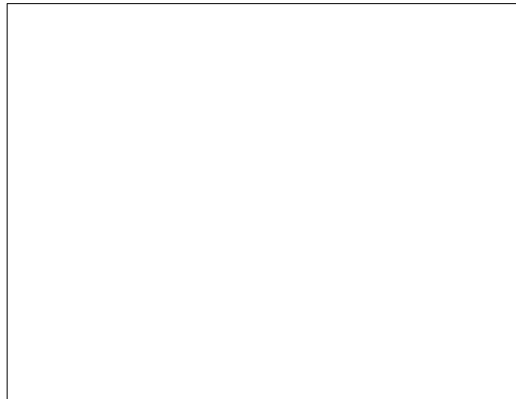
③ 어떤 어려운 점이 있는가?

3. 온도에 따른 물의 밀도 변화를 설명하기 위한 모형(실험 키트)을 구상해 보자!

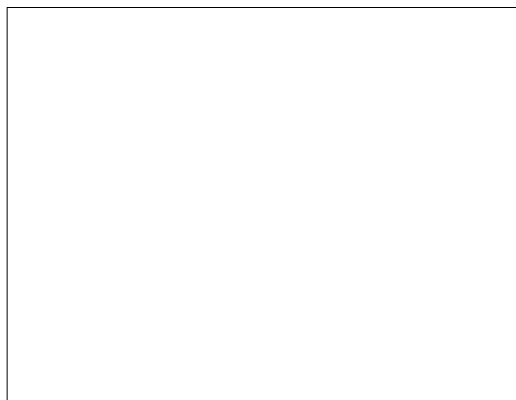
① 40개의 구슬을 아래 사진처럼 통 안에 배열한다.



② 위의 모형을 0°C 물이라고 한다면, 4°C 물의 모형은 어떻게 표현 할 수 있을까?



③ 0°C 얼음의 구조는 어떻게 표현 할 수 있을까?



구리를 금으로 바꾸는 마술 실험의 위험성 고찰

화학을 사랑하는 사람들의 모임

광양제철고등학교 남금표

1. 실험적 동기

과학을 가르치는 선생님이라면 구리를 금으로 바꾸는 마술 실험(일명 금동전 은동전 실험)에 대해 알고 있거나 한번쯤 특별활동 시간에 학생들과 함께 실험을 해 보았을 것이다. 그만큼 이 실험은 많이 알려져 왔고 인터넷 검색을 해도 많이 나오는 실험이다. 물론 제목은 다르더라도 구리에서 황동을 만드는 원리는 이와 같은 실험과정을 거쳐 설명하는 것이 대부분일 것이다. 약간 붉은 색의 구리동전이 은색을 거쳐 황금색의 황동으로 바뀌는 것 자체가 화학의 흥미를 끄는 마술 그 자체였다. 필자가 지도하고 있는 동아리에서도 이 실험을 여러 번 해보았다. 학생들이 무척 흥미로워 해서 해년마다 실험하고 있는 내용이다. 그러나 정작 이 실험이 널리 알려진 것과 다르게 위험성을 알리는 내용이 경고 문구는 본적이 없다. 물론 실험 과정에서 특별한 위험성은 보이지 않는다. 그러나 실험후의 위험성이 그렇게 큰 줄은 올해 초 순천지역 화사모 모임을 통해서 알게 되었다. 매월 2번씩 만나서 실험을 하는데 어느 날 모 선생님께서 금동전 은동전 실험의 위험성을 들었다는 말에 우리는 실제 재현해 보기로 했는데 그날 실험 후 종이위에 올려놓은 찌꺼기에서 불이 붙었다. 우리 모두는 너무나 놀라 왜 이런 현상이 일어나는지에 대해 의문을 제기하고 이를 여러 선생님들에게 알려야 할 것으로 생각했다. 실험에서 나타난 현상을 좀 더 구체적으로 연구해야 할 필요성을 느꼈고 현재까지 알아낸 내용을 정리해 보고자 한다.

2. 구리를 금으로 바꾸는 마술¹⁾

(1) 실험상 유의점

- ① 이 실험은 크게 위험하지 않고 비교적 쉽게 할 수 있으므로 합금 부분의 수업을 할 때 간단하게 적용할 수 있다.
- ② 구리판 대신 10원짜리 동전을 사용해서 실험을 할 수도 있으나 동전으로 실험을 하면 아연이 입혀진 후 실험을 중단하고 그 동전을 마치 100원짜리인 것처럼 사용하는 경우가 있다. 따라서 동전을 사용할 경우 반드시 윤리 교육을 병행하는 것이 좋다.
- ③ 실험에서 만들어진 황동은 오래가지 못하고 변색되는 경우가 많으므로 오랫동안 보관하려면 투명 매니큐어와 같은 것으로 공기나 물로부터 보호를 해주는 것이 좋다.

1) 교사를 위한 신나는 화학실험 4, 자유아카데미

- ④ 아연 대신 주석을 사용하면 역시 은빛이 나는 중간 단계를 거쳐 청동을 만들 수 있다. 혹시 가열하다가 흐린 부분이 생기면 1M HCl 용액에 넣어 그 부분을 제거하도록 한다.
- ⑤ 수산화나트륨 용액이 피부에 닿지 않도록 주의한다.
- ⑥ 용액이 끓으면 유독 기체가 나오므로, 끓이지 않도록 주의하고 환기가 잘되는 곳에서 실험을 하도록 하는 것이 좋다.

(2) 실험 과정

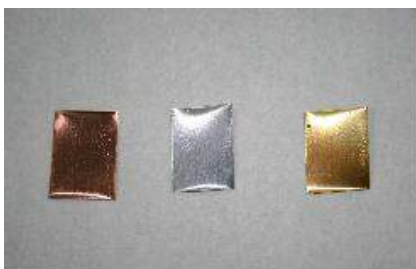
- ① 증발 접시에 아연 가루를 5g 담는다.
- ② 아연 가루가 충분히 덮일 정도로 3M 수산화나트륨 용액을 가한다.
- ③ 증발 접시를 알코올램프에 올려놓고 끓기 직전까지 가열한다.
- ④ 핀셋으로 구리판이나 구리로 된 10원짜리 동전을 증발 접시 안에 넣는다.
- ⑤ 1~2분 후 구리판의 색이 변하면 꺼내서 흐르는 물에 씻는다.
- ⑥ 물기가 마르면, 은빛으로 변한 구리판 한 개를 핀셋으로 잡고 알코올램프의 불꽃에 3~4초 정도 굽는다.
- ⑦ 색이 금색으로 변하면 꺼내서 말린다.



아연가루와 수산화나트륨을 섞은 용액에 구리를 넣은 후의 모습



은색의 구리를 가열했을 때



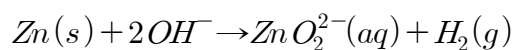
구리와 은색, 금색의 구리



구리, 은, 금동전의 모습

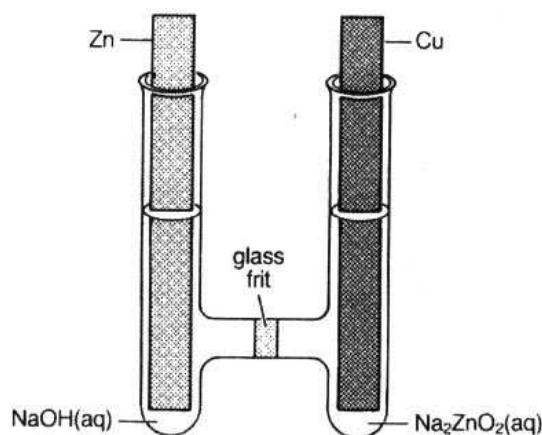
(3) 구리가 금이 되는 이유

아연은 수산화나트륨 용액 속에 있을 때 산화되어 Zn^{2+} 으로 되고 OH^- 은 수소로 환원된다.



그리고 Zn^{2+} 들은 OH^- , 물과 반응하여 $[Zn(OH)_3(H_2O)]^-$ 착이온이 된다. 이 실

험에서 아연의 코팅이 일어나기 위해서는 반드시 구리판과 아연 가루가 접촉되어 있어야만 한다. 이는 코팅되는 과정이 전기 화학적 과정이라는 것을 뜻한다. 이 전기 화학적 과정의 정확한 본질은 아직 알려져 있지 않다. 이 과정을 알아보기 위해 비슷한 물질들을 이용해 아래와 같은 전지를 만들자 구리 전극에 아연이 달라붙는 것이 관찰되었다.



이 전지는 중앙에 유리 조각으로 된 막이 있는 관으로 연결된 두개의 시험관으로 만들어져있다. 한쪽 관은 3M NaOH 용액으로 채우고 다른 쪽은 Na_2ZnO_2 용액이 들어있는데, 아연 전극과 구리 전극을 각각 담그고 두 금속을 도선으로 연결하면 구리 전극에서 아연 코팅이 일어난다. 이 전지의 (+)극에서는 ZnO_2^{2-} (아연산 이온)이 Zn으로 환원되고, (-)극에서는 Zn이 ZnO_2^{2-} 으로 산화된다. 즉, 이 두 반응은 서로 역반응이다. 이 전지는 농도차 전지의 일종이며, 두 반쪽 전지에서 ZnO_2^{2-} 의 농도차에 의해 기전력이 발생한다. 아마 이와 유사한 기전력이 이 실험에서 아연의 코팅이 일어나도록 만들게 될 것이다.

4. 실험 후에 생긴 일?

(1) 종이에 올려놓은 찌꺼기의 위험성

황동을 만드는 합금 실험을 하고 난후 액체는 폐수통에 넣고 남은 찌꺼기를 화장지 위에 올려놓고 헤어 드라이기를 이용해 20cm 위에서 말려 보았다. 약 5분 정도 흘렀을 때, 찌꺼기는 약간 마른 상태(완전히 마르기 전)가 되었다. 그런 다음 헤어 드라이기의 작동을 멈췄다. 그리고 난 후 조금 기다려 보았더니 화장지 위에 놓여 있던 찌꺼기에서 불꽃이 튀었다. 만약 이러한 사실을 모르고 찌꺼기를 휴지통에 넣었으면 어떻게 되었을까?? 생각만 해도 등골이 오싹해짐을 느낀다.

(2) 저절로 불이 붙는 이유는?

아연이 수산화나트륨 속에 들어가면 아연산나트륨 용액이 만들어지고, 여기에 구리 동전을 넣으면 아연산나트륨이 구리동전과 반응하여 구리동전에 아연이 코팅이 된



1



2

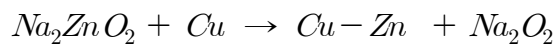
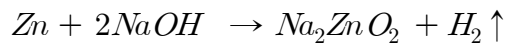


3

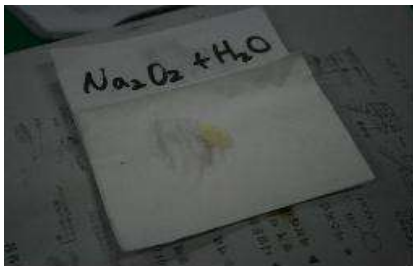


4

다.



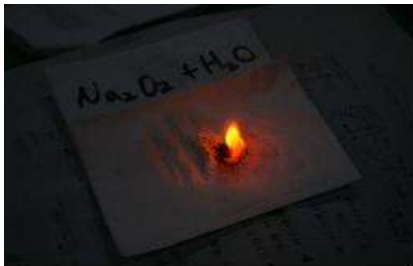
이 때 만들어진 물질이 과산화나트륨(Na_2O_2)이다. 과산화나트륨은 가연성 물질이 있는 곳에서 물과 반응하면 불이 붙는 물질이다. 아래 그림은 과산화나트륨이 물과 반응하는 모습이다.



1



2



3



4

따라서 물이 증발되고 적절한 농도의 과산화나트륨이 가연성 물질을 만나면 불이 붙는 것으로 생각된다.

5. 추가 실험

과산화나트륨이 물과 반응하면 불이 붙는 가연성 물질이라는 것은 널리 알려진 사실이다. 실험 후 찌꺼기에 불이 붙는 것을 설명하는 화학반응식으로 손색이 없어 보인다. 그러나 과산화나트륨이 불이 잘 붙는 물질이라면 혹 아연산나트륨도 물과 반응하여 불이 붙지 않을까? 하는 생각이 나서 백과사전을 뒤져보아도 나오지 않았다. 그래서 직접 실험을 해보았다. 아연가루에 3M농도의 수산화나트륨 용액을 붓고 충분히 가열한 후(액체를 거의 증발시킴) 아연산나트륨이 생성되게 하였다. 그리고 난후 황동합금 실험에서처럼 휴지위에 올려놓고 건조시킨 후 기다렸다. 황동합금실험에서와 같이 불이 빠르게 붙지는 않았으나 아연산나트륨도 불꽃이 타 올랐다. 아래 그림은 화장지에 올려놓은 아연산나트륨에 불이 붙은 모습이다.



1



2



3



4

6. 결론 및 제언

현재 고등학교 2학년 화학 I 에 나오는 금속의 반응성과 우리생활에 황동합금에 대한 내용이 들어있다. 필자는 매년 이 실험을 해 왔다. 어느 실험 책에서도 그 위험성을 알리지 않았다. 재미있는 실험내용에 초점을 맞추었고 찌꺼기 처리에는 크게 관심을 기울이지 않았다. 이번 실험을 하면서 얻은 결론은 아래와 같다.

첫째, 구리를 금으로 바꾸는 마술 실험은 흥미 있는 실험이나 실험 후 찌꺼기를 잘못 처리하면 화재의 위험이 있다.

둘째, 실험 후 나온 찌꺼기에 불이 붙는 까닭은 과산화나트륨(Na_2O_2)과 아연산나트륨(Na_2ZnO_2)으로 생각되는 데 지속적인 연구검토가 필요하다.

셋째, 실험 후 찌꺼기 처리는 야외 소각장에서 태워야 안전하다.

넷째, 구리를 금으로 바꾸는 마술 실험 안내서에는 반드시 화재위험이 따른 다는 사실을 알려야 한다.

다섯째, 중고등학교에서 많이 하는 실험은 실험 내용과 실험후 처리 과정을 검토하여 위험한 내용이 있으면 반드시 실험시 주의사항에 알려주어 모든 선생님들이 안전하게 실험하도록 추가적인 많은 연구가 필요하다.

창작학생과학연극

“그래도, 지구는 돈다!”

Turning Science into Drama & Theatre in Education

전주예술고등학교

박교선(kspar95@empal.com)

1. 기획의도

이제는 과학을 즐길 때도 되었다. 과학연극을 통한 과학교육과 과학의 대중화를 통해 합리적인 사회를 지향할 필요가 있다. 우리 청소년들이 과학을 가지고도 이렇게 즐거울 수 있다는 것을 보여주고 싶었다. 우리의 과학사랑과 과학적 생각하는 즐거움을 많은 사람들과 같이 나누고 싶었다. 많은 학생들이 과학연극을 통해 보다 적극적으로 과학 학습에 참여할 수 있을 것이다. 과학을 단지 즐겁게 다루어야 할 대상으로서가 아니라 과학지식을 재 개념화하고 창의적으로 이해하며 영상화 시켜서 사회와 자연 속에서 과학을 이해하고 싶었다. 과학의 과정과 본성에 대한 이해를 많은 사람들과 같이 나누고 싶었다. 과학을 통한 사회의 제반 문제들에 보다 합리적이고 이성적인 사고로 처리되기를 원했다. 우리는 과학연극을 통해 과학을 보다 인간화 시켜주고 윤리적·사회적·정치적·개인적 관심사항들과 관련지어 전체 사회 속에서 과학의 위치에 대한 풍부한 이해를 가능하게 할 수 있을 것이다. 과학교육이 연극과 뮤지컬을 통해 과학을 이야기하고 즐기면서 과학적이고 합리적인 사회가 되기를 꿈꾸어 보았다. 우리는 세상에 외치고 싶었다. 우리 사회도 과학적 과정과 이성적 사고로 합리적인 문제 해결능력을 길러가자고.

이제 과학도 “통섭의 시대”를 맞이했다. 다양한 생각과 표현방법 등이 교류하면서 보다 창의적인 상상을 하고 새로운 문제 해결 방법을 모색 할 수 있는 통합교육의 시대가 되었다. 과학연극은 과학과 상관없어 보이는 연극이 만나 다양한 방법으로 교육과 학습을 할 수 있다.



II. 과학연극이 뭐지!

전주예술고등학교 과학연극동아리

싸이아트 동아리회장 박재홍

음... 그래 도대체 과학연극이란 뭘까?

그래, 그것은 복잡하게 얽혀있는 과학적인 사실들을 이야기 뿐 만 아니라 춤, 노래, 연기와 같은 방법을 통해 보여주는 것이야. 그렇게 우리들의 과학적 생각을 쉽게 이해 할 수 있도록 돌려놓는 것이지. 모두가 배우가 되고 또는 청중이 되어가면서 누구나 과학을 재미있게 배울 수 있다는 것이지.

우리는 우리 스스로 만든 과학연극을 많은 학생들에게 보여 줄 것이다.

우리는 지난 3월, 전주예술고등학교의 과학선생님인 박교선 선생님과 함께 이러한 계획을 논의 하였다. 그리고 선생님은 수업시간에 간간이 단편적인 과학연극·과학마술을 수업 가운데 행하였다. 우리는 재미있는 수업으로 인하여 수업 후에도 서로 조잘거리며 과학에 대한 재미에 빠져있었다. 이때 선생님은 과학연극을 만들어 다른 친구들에게 보여 줄까? 하고 우리에게 제안하였다. 우리는 과학연극이 무엇인지 몰랐지만 선생님과 함께하면 즐거울 것이라는 생각에 '그래요' 라고 대답했다. 우리는 점심시간을 나누어 대본 연습을 했다. 또한 토요일과 방학 중에 집중적으로 연습하였다. 우리들의 연극에 박교선, 전익표 선생님께서 적극적으로 지도해주셨다. 우리가 그동안 단편적으로 알았던 과학적 내용들에 이야기를 구성하고, 창의적으로 실험을 표현하고 그 내용을 효과적으로 표현하기 위해 춤과 노래를 삽입하였다. 우리들은 과학을 즐길 수 있었다. 우리의 목표는 누구나 과학의 내용을 쉽게 이해하도록 하는 것이었다. 이러한 일들은 무척 재미있는 가운데 진행되고 있었다. 우리들의 창작 연극이 어떻게 표현 될지 기대감이 넘쳤다. 그러나 차츰 연극이 진행되어지면서 이들 내용이 무엇인가가 확연하게 이해될 수 있었다.

우리는 생각했다. 그래 우리들도 과학을 재미있고 즐거운 가운데 공부할 수 있을 거야 . 그리고 우리가 알고 있는 과학의 내용을 다른 친구들에게도 재미있게 연극을 통해서 이야기 해줄 수 있을 것 같아 하는 생각이 들었다.

우리에게는 시간이 부족하였다. 그러나 우리는 해냈다. 우리 스스로의 노력과 열정, 이것이야 말로 우리 성공의 비밀인 것이다.

이제 우리들이 만든 창작과학연극의 세계로 여행을 시작해 볼까요.

그럼, 우리와 함께 재미있는 여행이 되시길...

III. 과학연극 개요

“그래도, 지구는 돈다!”

등장인물

갈릴레오/주성률 · 안희재, 안드레아/김영빈 · 신형준, 기자/이미지 · 구다혜, 판사/김기원, 검사/박재홍 · 신준섭, 서기/정새롬, 방청객/이범준 · 차민영

줄거리

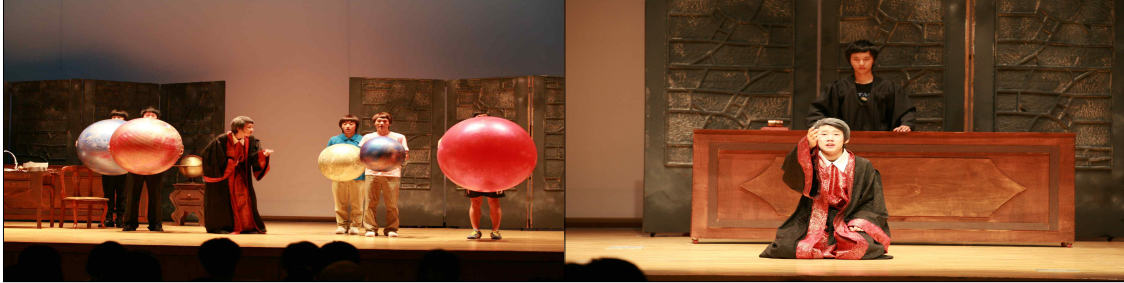
무대의 장소는 천체 관측을 떠나는 현장체험학습장이다. 아이들은 저마다 천진난만하다. 선생님은 태양이 동에서 서쪽으로 움직이는 것은 과연 태양이 움직이는 것일까, 아니면 지구가 움직이는 것일까라는 너무도 쉬운 질문을 한다. 태양이 동에서 서로 뜨는지, 지구가 동에서 서로 뜨는지, 지금은 그 누구도 의심의 여지없이 대답할 수 있는 당연한 문제에 탐구심이 강한 아이들이 도전한다. 너무도 쉬운 문제에 왜 도전하는 것일까? 우리의 과학적 탐구는 너무도 일상적이고 쉬운 곳에서부터 문제를 제기 할 필요가 있기 때문이다. 그리하여 갈릴레오가 어떻게 진자의 운동에 대하여 알게 되었는지, 사고실험이 얼마나 중요한지, 망원경의 개량으로 탐구한 결과가 인류의 역사와 과학의 발전에 어떠한 영향을 미쳤는지를 갈릴레오의 탐구과정과 재판을 통해 이야기 한다.



갈릴레오는 진자의 운동에 대한 법칙을 발견한다. 또한 개량한 망원경으로 달과 금성의 표면을 관찰하고 천동설에 대한 의문을 제기한다. 생각에 잠긴 갈릴레오는 천동설이 잘못되고 지동설이 맞다는 것을 깨닫게 된다. 하지만 교회는 이러한 갈릴레오의 생각에 대하여 종교재판을 열어 심판하게 된다. 재판 속에서 갈릴레오는 협박과 회유 속에서 결국 자신의 의지를 굽히게 된다. 갈릴레오는 “그래도 지구는 돈다”라는 말을 중얼거리며 밖으로 나온다. 그 때 음악가였던 갈릴레오의 아버지가 환영으로 나타난다. 갈릴레오는 아버지의 말을 떠올린다. “권위보다는 새로운 실험을 통해서 진리를 탐구해야한다” 갈릴레오는 자신이 비록 마음에 없는 거짓말을 재판장에서 했지만 진리는 감출 수 없다는 생각에 “그래도 지구는 돈다”라는 말을 하게 된다. 아이들은 저마다 갈릴레오의 탐구심에 찬사를 보내며 노래를 부른다.

다시 즐거운 과학연극교실의 노래가 불려지며 무대는 막을 내린다.

이 대본은 학생과학연극을 위한 것이다. 연극 속에는 춤과 노래가 가미된 뮤지컬 형식을 지향하고 있다.



제 1 장 : 천체관측탐구반 - 수수께끼 같은 자연의 신비

천체관측탐구반 리더 춘례는 친구들과 함께 현장체험학습을 떠난다. 선생님은 너무도 쉬운 질문을 학생들에게 한다. 선생님은 태양이 동에서 서쪽으로 움직이는 것은 과연 태양이 움직이는 것일까, 아니면 지구가 움직이는 것일까라는 너무도 쉬운 질문을 한다. 그러나 그 대답을 명쾌하기는 쉽지가 않다. 학생들은 그 궁금증을 풀기 위하여 갈릴레오 시대로 시간여행을 떠난다.

제 2 장 : 갈릴레오의 연구실 - 지구가 도는 걸까, 태양이 도는 걸까?

갈릴레오는 조수 안드레아와 진자의 주기 실험을 한다. 또한 망원경을 하늘로 돌려 금성과 달의 표면을 관찰한다. 그 결과 진자의 운동법칙과 금성의 위상 변화를 발견한다. 연극 속에서 갈릴레오의 중요한 진자운동 실험 등이 창의적으로 표현된다. 갈릴레오의 탐구는 과학적 탐구와 실험을 통해 프톨레마이오스의 우주체계를 부인하고 새로운 우주체계에 강력한 증거를 제시한다.

제 3 장 : 갈릴레오 재판장 - 그래도 지구는 돈다!

종교재판소에는 종교계와 과학계의 많은 유명인사들도 방청에 참가하고 있다. 종교학자들은 갈릴레오의 주장을 어처구니 없는 일로, 무지몽매한 일이라고 주장한다. 변호인단은 신이 창조한 아름다운 질서를 찾아 평생을 찾아 헤맨 위대한 과학자를 노래한다. 법정안은 검사와 갈릴레오의 주장이 날카로우면서도 코믹하게 진행된다. 갈릴레오는 논리적인 사고실험으로 아리스토텔레스의 당연한 과학법칙이 틀렸음을 검사에게 증명해 보이며 자신의 과학적 탐구 결과를 믿어줄 것을 호소한다. 검사와 판사는 갈릴레오를 협박하고 회유하여 드디어 갈릴레오가 자신의 주장을 포기하게 된다.

IV. 과학교육의 새로운 모색

우리의 노래와 춤이 무대에서 과학을 이야기 한다. 뮤지컬의 선율로 과학을 노래 한다. 모두가 가능 할 까 했을 때 우리는 과학을 주제로 무대에서 뛰어 놀았다. 창작과학연극 <그래도, 지구는 돈다!> 의 공연은 교육을 받는 것이 아니라 즐기는 것이다. 무대의 배우와 관객이 같이 호흡하고 즐기는 무대이다.

- ▷ 일상 속에서 과학적 흥미와 호기심을 유발
- ▷ 근대 과학의 시작이 된 갈릴레오 실험의 이해
- ▷ 갈릴레이의 진자 진동 실험의 창의적 표현과 이해
- ▷ 갈릴레오의 천체관측 결과와 과학적 탐구 방법의 이해
- ▷ 갈릴레오의 사고 실험과 현대 이론 물리학
- ▷ 과학의 발견으로 인한 사회적 영향
- ▷ 과학사에 나타난 갈릴레오의 과학자로서의 고뇌
- ▷ 과학이 사회에 미치는 합리적 사고와 이성적 판단
- ▷ 노래와 춤이 어우러진 연극을 통한 재미있는 과학학습

재미있는 전자기력 실험

경기도중등과학연구회
과학에 반한 사람들
정 오 남 (안산경안고등학교)

1. 실험 순서

- 가. 기체방전 실험(2가지)
- 나. 전자기력 실험(3가지) - '자기장 끼리 만나는 전자기력 실험'
- 다. 전자기 유도 실험 - 'MP3 전자기 유도'
- 라. 모터진동으로 소리를 들어보자 - 'MP3 진동모터'
- 마. 재활용컵 스피커 만들기 - 'MP3 헤드폰 만들기'

※ 실험에 대한 설명은 지면 관계상 전자기력 실험과 MP3 전자기유도 실험만 실었습니다.

2. 실험 설명

- 가. 전자기력 실험 - '자기장 끼리 만나는 전자기력 실험'

1) 실험 준비



실험 준비물

네오디뮴자석(뿔을수록 좋습니다), 막대자석, 코일, 에나멜선,
음료수 빨대(5개), 그네형 전자기력 실험장치, 직류아답터(16V이상), 집게전선 2개

아답터에 전극을 달아주세요



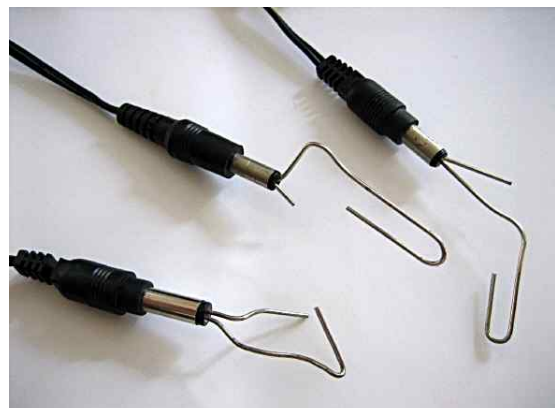
정격출력이 16V, 900mA 인 직류 아답터입니다. 직류 12V 이상의 전압이 갖춰져야 실험이 잘 됩니다.



아답터의 끝을 보면 이처럼 가운데 홈이 파여 있는 잭이 보이고 안과 밖은 검정플라스틱으로 절연되어 있으며 원기둥의 모양을 하고 있음을 알 수 있습니다.



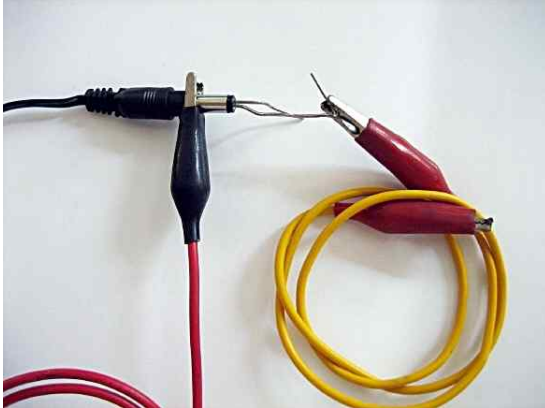
뾰족하게 만든 부분을 원기둥 속에 끼워넣습니다



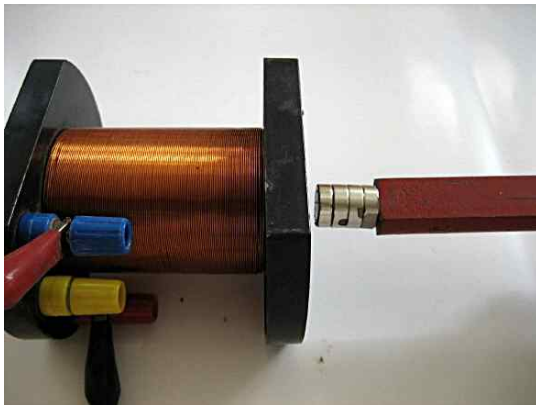
클립을 플라이어로 구부려서 사진과 같은 모양으로 만든 뒤, 뾰족하게 만든 부분을 잭의 원기둥 홈에 끼워 넣습니다. 끼워넣을 때에는 헐겁지 않게 꼭 차게 들어갈 수 있도록 합니다.

2) 실험 방법

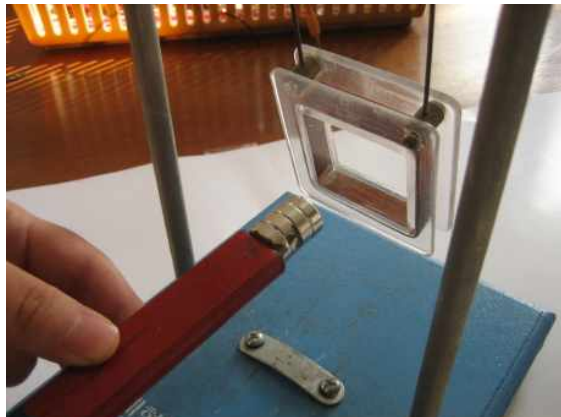
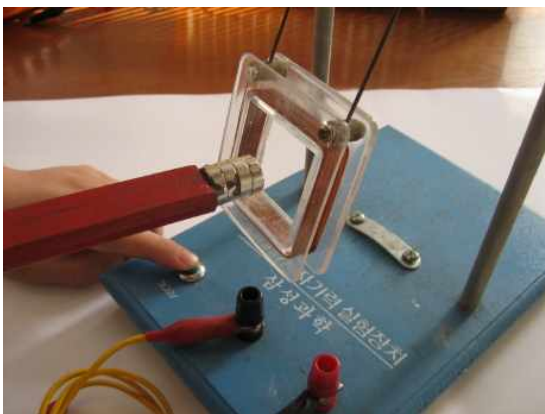
① 전류가 흐르는 코일과 자석이 만났을 때



30V 직류아답터를 220V 전원에 연결한 뒤, 클립을 끼운 적에 집개전선을 연결합니다.
나머지 집개전선을 코일의 전극에 연결합니다.

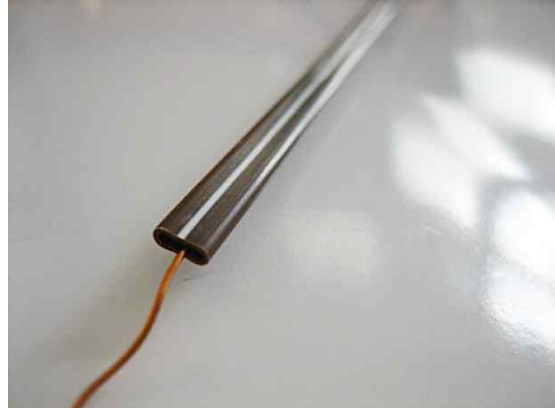


자석을 코일에 가까이 가져가면 강한 전자기력이 발생함을 알 수 있습니다. 자석의 극을 바꾸어 인력과 척력 모두 확인해 보세요. 만약 자석이 충분히 많이 있다면 이처럼 코일을 들어 올릴 수도 있습니다.



그네형 전자기력 실험장치에서 말굽자석을 떼어내고 막대자석만 가지고 실험하면 전자기력이 발생함을 더욱 확실하게 관찰할 수 있다.

② 전류가 흐르는 도선과 자석이 만났을 때



커피전문점이나 도넛 가게에 비치된 빨대를 준비합니다.



빨대의 구멍으로 에나멜선을 통과시켜 하나의 긴 도체 막대를 형성시킵니다.



만들어진 빨대 도선의 끝을 아답터와 집게전선을 이용하여 12V 이상의 접압을 걸어주어 전류를 흐르게 한 뒤 자석을 접근시켜 전자기력이 작용하는 것을 확인한다.

나. 전자기 유도 실험 - 'MP3 전자기유도 실험'

1) 실험준비물

MP3플레이어(1개), 이어폰(1개), 이어폰 잭(1), 코일(2개), 집개전선 4개



<실험 구성도>



스테레오 이어폰 잭 (전선4개)
'실험에 사용된 잭' 입니다



모노 이어폰 잭

2) 실험 방법



MP3에서 나온 이어폰잭을 집개전선으로 연결한 뒤 1차 코일에 연결한다



2차 코일과 이어폰을 집개전선으로 연결한다.



이제 1차 코일과 2차 코일을 붙인 뒤 이어폰을 귀에 꽂고 음악을 들어보면서 코일 사이의 거리가 멀면 소리가 작게 들립니다. 또한 코일 사이에 철심을 넣으면 소리의 크기가 증가하는데 이것은 철심이 자화되어 자속을 더욱 증가시켰기 때문입니다. (전자석의 원리)

◆ 기타 실험문의 010-3170-9182, 31709182@hanmail.net

Win-Win 과학시범실험장치 시연

전남중등물리교육연구회

무선중학교 채 희 진

chjele@paran.com

이번 전국과학교사 큰모임에서 여러 과학교사들과 만나 과학교사로서 교육에 대한 여러 교감을 나눌 수 있을 것 같아 큰 기쁨으로 생각하며 좋은 기간이 되었으면 하는 작은 바램입니다.

저는 7~8년 전 교원대학교에서 열린 국제과학교사모임에서 초청된 머리가 하얀 할아버지 같은 일본의 원로교사들이 생활 속의 소도구를 이용하여 어려운 과학개념을 쉽게 시연하는 것을 보고 과학 선진국의 일본교사들의 진지함과 연구활동을 보고 듣고서 놀라움과 함께 과학교육에 대한 나름의 작은 영감과 깨달음을 얻게 되었다. 야! 과학이론을 실험으로 증명·시연하는 것이 결코 어려운 것만이 아니라 교사들의 노력에 의해서 얼마든지 생활 소도구를 이용하여 학생들에게 재미있게 과학을 가르칠 수 있음을 알게 되었습니다. 그리하여 과학연구 활동을 통하여 많은 시범실험 장치를 만들게 되었고 이것을 매시간 수업에 활용하여 보니 공부를 잘하던 못한 학생이든 모든 학생들이 큰 관심과 호기심을 나타내고 학생들의 과학수업의 동기유발에 큰 도움을 주고 있는 것 같아 교사로서 기분이 좋았습니다.

시범실험은 과학적 현상과 주제에 관한 주제에 관한 구체적인 예시를 보여주거나 새로운 문제에 대한 갈등상황 또는 흥미와 관심을 불러일으키기 위해 사용되는 교사위주의 실험 형태입니다. 시범실험은 많은 연구자들에 의하면

구체적인 자료와 조심스럽게 계획된 질문들을 사용하여 학습의 내적, 외적 조건을 배열함으로써 학생들의 사고를 안내할 수 있으며 교사가 실험 재료와 기구를 준비하여 시범실험을 시연하므로 시간을 절약과 위험성이 감소되고 특정 개념이나 학습 주제와 관련 있는 사건이나 현상을 시연하며, 질의응답과 설명을 적절히 수행함으로써, 수업에 대한 학생들의 흥미와 관심을 불러일으킬 수 있으며 학생들을 수업에 능동적으로 참여시킬 수 있는 장점이 있다고 합니다.

발표 내용은

- I. 몇 가지 재미있는 시범실험 장치들의 시연.
- II. 음악연주를 시범실험 장치들의 시연.
- III. 베르누이 원리시범실험 장치들의 시연입니다.

1. 몇 가지 재미있는 시범실험장치 시연.

가. 악성 베토벤이 사용했던 지팡이 듣는 소리

베토벤이 말년에 귀가 먹어 피아노를 소리를 지팡이로 들었다는 이야기가 있다. 이 장치는 긴 금속막대를 이로 물고서 손으로 귀를 막아 소리를 듣는 장치이며 이가 진동하면 머리가 진동함으로 이것으로 소리를 듣게 된다.

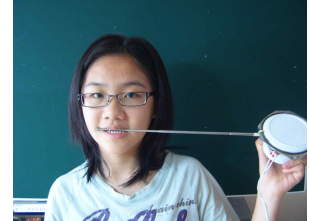


그림 1 귀먹은 베토벤처럼

나. 광통신 원리를 보여주는 시범실험장치

현재 광범위하게 사용하고 있는 광통신의 원리를 보여주는 여러 시범장치들이다.

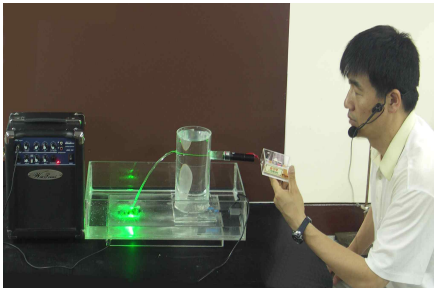


그림2 광섬유 원리 발견장치

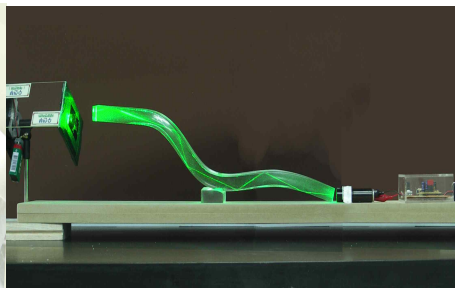


그림3 아크릴 속에서 빛의 진행



그림4 광섬유 빛의 꽃



그림5 광섬유 다발

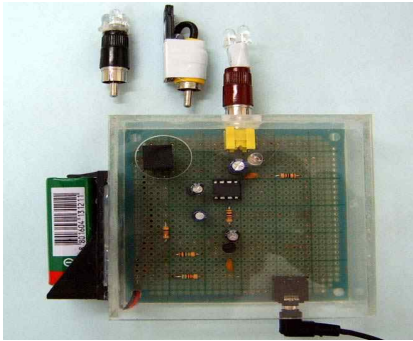


그림6 광통신 송광장치

II. 악기를 만들어 음악연주를 할 수 있는 시범실험장치 시연

가. 전자기타 제작 및 연주

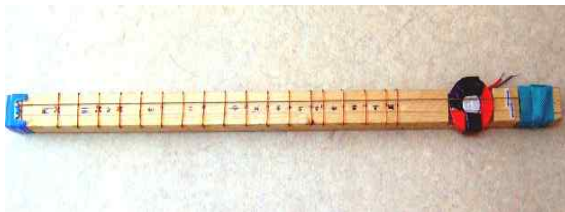


그림 7 전자기타의 원리를 학생들에게 보여주기 위해 처음 나무로 만든 전자기타



그림 8 통기타이든 전자기타이든 상황에 따라 내 맘대로

그림7 장치는 전자기유도 현상을 이용하여 나무 막대에 만든 전자기타이다. 이 장치를 앰프로 연결하면 음악을 연주할 수 있다. 그림 8은 본 교사가 특허를 낸 발명품으로 일반 통기타에 부착만 하면 바로 전자기타가 되는 장치이며 학교에서 사회에서 많은 사람이 활용할 수 있는 발명품이다.

나. 자유낙하로 바닥에 떨어져 음악이 연주되는 실로폰

금속 막대를 허리높이에서 자유낙하를 시켜 딱딱한 바닥에 떨어뜨리면 금속막대 길이에 따라 음의 높이가 다른 소리가 나는 것을 이용하여 여러 사람이 협력 활동으로 음악을 연주한다. 일종의 떨어뜨리는 실로폰이다. 이 활동을 하면 음악을 연주하는 재미와 금속 막대의 길이에 의해서 소리의 높낮이가 달라짐을 알 수 있는 학습을 할 수 있다.



그림9 관의 길이와 음의 높이



그림10 학생들의 금속관 나하 음악연주

다. 기타 악기들



그림11 호르라기와 주사기

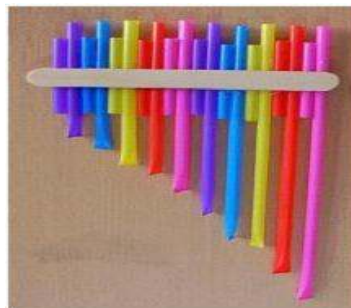


그림12 빨대 펜플룻 악기



그림13 필름통 악기

III. 베르누이 원리를 보여주는 시범실험장치 시연

베르누이 원리는 유체(액체와 기체)의 이동속도와 압력이 반비례한다는 정리입니다. 그림처럼 면적이 넓은 곳에서 면적이 점차적으로 좁은 곳으로 똑같은 양의 유체가 이동시 속도가 빨라지므로 압력이 감소하고 다시 면적이 점차적으로 넓은 곳으로 똑같은 양의 유체가 이동시 속도가 느려지므로 압력은 증가한다. 이러한 압력차이로 힘이 압력이 큰 곳에서 작은 곳으로 작용한다.

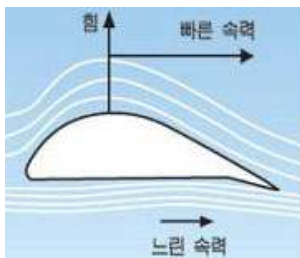


그림14 양력



그림15 커브공의 원리



그림 16



그림17 필름통 분무기

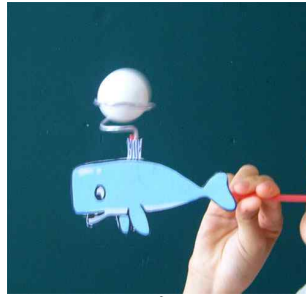


그림18



그림19

- ☞ 그림 17는 필름통으로 만드는 분무기이다. 물이 분사되는 원리를 베르누이 원리로 쉽게 설명되는 장치이다.
- ☞ 그림 18은 스트로폼 공이 빨대로부터 나온 공기가 의해 불려 올려 지지만 도망가지 못하는 장치이다. 40° 정도 비스듬히 기울려도 떨어지지 않는다.
- ☞ 그림 19은 커브공의 원리를 보여주는 장치이다. 양쪽 끝을 두 손으로 잡고 책상 위와 같은 높은 곳에 올라가 회전시켜 낙하시키면 장치가 포물선을 그리면 낙하한다.

좀 더 편리하고 안전한 새로운 SSC실험 도구들

과학사랑나눔터
우신고등학교 홍종화

I. 목적 : 새로 개발되는 SSC실험도구들을 소개하고 이를 이용한 몇 가지 실험을 소개하고자 한다. 2002년부터 우리나라에 도입된 SSC실험이 이제 전국적으로 자리를 잡고 있다. 하지만 SSC실험이 주로 가격이 싼 빨대를 이용하여 실험기구를 제작하는 형태가 많은 관계로 전통적인 실험에서 사용하는 실험기구에서 그 모양이 많이 벗어나고 있고 매 실험마다 기구를 제작해야 하므로 또한 불필요한 일이 늘어났다. 이에 과학사랑나눔터에서는 이러한 부분을 해결하고자 플라스틱 기구를 제작하였다. 이에 각 기구를 소개하고 간단한 실험을 해보고자 한다.

II. 새로운 SSC실험 도구들 소개

1. SSC흡판

SSC흡판의 특징은 24흡판과 96흡판, 페트리디쉬를 합친 것으로 다양한 사이즈의 실험을 한 개의 흡판으로 실험 할 수 있다. 기존의 흡판은 유전공학에서 주로 사용하던 것이었지만 이 SSC흡판은 화학실험용으로 개발된 것으로서 의의가 있다. 이 외에 9V건전지 홀더 및 긴 수로 형태의 흡이 포함되어 있어 여러 가지 장점이 있다.



2. SSC클램프 세트

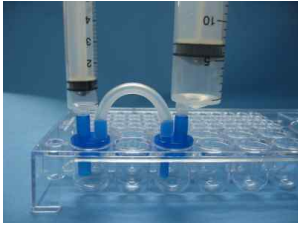
이 세트의 가장 큰 장점은 기존에 SSC실험이 주로 빨대를 이용한 것이었는데 그로 인한 안전성이 간과 되었고 또 전통적인 학습 교구의 모습에서 너무 멀어지고 있어 이 클램프를 개발하였다. 이 클램프는 다양한 사이즈의 홀이 있어 사이즈에 맞춰 사용할 수 있다.

3. SSC 마개세트

이 세트의 장점은 화학교육에서 필요한 여러 가지 기체 발생 관련 실험을 아주 소량의 시약을 이용하여 쉽게 할 수 있다는데 있다. 간단히 주사기로 기체를 포집하여 이를 이용한 실험을 할 수 있다는데 큰 장점이 있으며 고무마개나 코르크 마개에 구멍을 뚫어야 하는 등의 불편을 최소화 하였다. 마개는 1번마개와 2번 마개로 구성되었는데 마개의 뚜껑에 번호가 있



어 쉽게 구분할 수 있다. 또 다른 장점으로 기존 흡판제조 회사인 SPL 의 24흡판과 완전히 호환될 수 있다는 것이다.



4. SSC 시계반응 세트

이 세트의 특징은 반응속도 단원에 나오는 시계반응 실험을 더 저렴하고 편리하게 할 수 있도록 하였다. 학생들에게 농도와 반응속도와의 관계를 쉽게 실험을 통해 이해할 수 있도록 한 것이다.

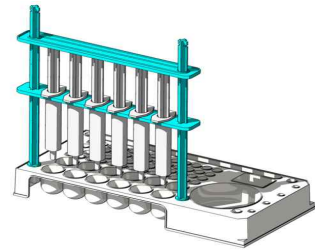
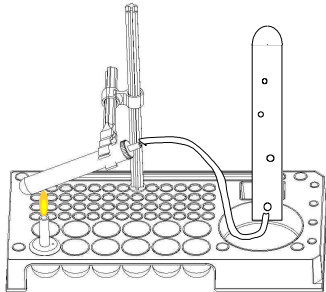


그림 4 SSC시계반응세트

5. SSC 열 분해 실험세트



이 세트의 특징은 작은 시험관에 시약을 넣고 알콜 램프로 가열하여 쉽게 열분해 하여 발생하는 기체 등을 모을 수 있고 또 실험을 관찰 할 수 있는 것이다. 학교 교육과정에 있는 탄산수소나트륨의 열분해 등의 실험을 쉽게 할 수 있다.

그림 5 SSC열분해 세트

6. 중화반응용 교반기

이 교반기의 특징은 기존 중화반응 실험 시에 중화점을 관찰할 때 효과를 극대화 시킬 수 있고 또 SSC 클램프 세트와 같이 사용할 수 있다는 장점이 있다.



그림 6 SSC교반기

7. 한 줄 13흡판

이 흡판의 특징은 pH에 따른 산염기의 색변화 등의 실험을 할 때 13흡인 관계로 0.1M염산과 0.1M 수산화나트륨을 이용하여 pH1과 pH13의 용액을 묹혀 pH1부터 13까지의 용액을 만들어 볼 수 있고 또한 위에 숫자가 쓰여 있으므로 보기가 편하다. 또한 뚜껑이 있어 용액을 보관하기도 쉽다.

8. 플라스틱 젓개와 약수저

이 수저를 이용하여 어느 정도 정확한 양을 측정할 수 있고 또한 스페출러를 이용하여 더 소량을 다루기가 쉬워졌다. 기존 SSC실험에서는 빨대를 이용하여 실험하도록 하였는데 저렴하다는 장점이 있지만 너무 전통적인 모습에서 멀어지고 있어 개발하게 되었다.

III. 실험

준비물 : SSC흡관, SSC 클램프 세트, SSC 기체발생용 마개세트, SSC 시계반응 세트, SSC 열분해 실험 세트, SSC중화반응용 교반기, 한 줄 13흡관, 플라스틱 젓개와 약수저, 과산화수소, KI가루, 증류수, 탄산수소나트륨, 1M 수산화나트륨 용액, 식초, 0.1M 수산화나트륨 용액, 0.1M 염산용액, 만능지시약

1. 산소의 발생

과산화수소와 KI를 이용하여 산소기체를 발생시켜 주사기에 모아보고 이를 플라스틱 시험관에 넣은 후 향불을 넣어 본다.

실험방법

- ㄱ. SSC 마개세트를 이용하여 이 준비한 과산화수소를 2mL 주사기에 넣는다.
- ㄴ. KI가루를 약수저를 이용하여 1번 마개에 넣는다.
- ㄷ. 2번 마개 안에는 물을 조금 넣어 발생되는 기체를 세척한다.
- ㄹ. 20mL 주사기를 2번 마개에 꽂는다.
- ㅁ. 실리콘 튜브를 연결한다.
- ㅂ. 과산화수소를 한 방울씩 넣으며 20mL 주사기에 기체를 모은다.
- ㅅ. 주사기를 잘 잡아 주어 기체가 새지 않도록 한다.
- ㅇ. 다 모은 후 긴 실리콘 호스를 20mL 주사기에 끼워 플라스틱 시험관 밑바닥부터 기체를 넣는다.
- ㅈ. 향에 불을 붙인 후 불꽃만 있는 상태로 넣어본다.

2. 탄산수소나트륨의 열분해

- ㄱ. 작은 유리 시험관에 탄산수소나트륨을 약수저를 이용하여 넣는다.
- ㄴ. 플라스틱 마개로 막는다.
- ㄷ. 긴 실리콘 호스를 이용하여 물을 넣은 비이커로 넣고 이를 플라스틱 시험관에 모아본다.
- ㄹ. 다시 20mL 주사기에 긴 실리콘호스를 이용하여 주사기에 기체를 넣는다.
- ㅁ. 수산화나트륨을 주사기 속에 소량 넣고 손으로 끝을 막은 후 잘 흔들어 본다.

3. 지시약 pH미터 제작

- ㄱ. 한 줄 13홈판의 양 끝에 0.1M염산과 0.1M 수산화나트륨을 플라스틱 스포이트를 10방울 넣는다. 이 때 스포이트의 끝을 잘 늘려서 가늘게 만든다.
- ㄴ. 증류수를 2번부터 12번까지의 홈에 9방울씩 넣는다. 만일 더 들어간 경우 휴지를 말아 넣어 뽑아내고 다시 넣는다.
- ㄷ. 이제 1번 홈에 있는 용액을 한 방울 뽑아 2번 홈에 넣고 젓개로 저어준다.
- ㄹ. 6번홈까지 계속 반복한다.
- ㅁ. 13번 홈에 있는 용액을 같은 방법으로 반복하여 8번 홈까지 넣는다.
- ㅂ. 만능 지시약을 한 방울씩 넣고 저어준다.
- ㅅ. 뚜껑으로 막아준다.

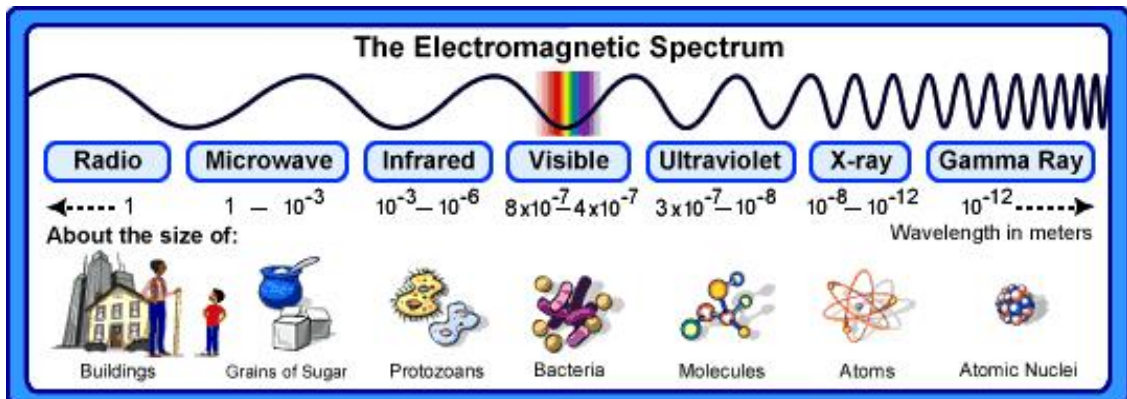
IV. 결론

SSC형태의 실험이 도입된지 벌써 6년이 지나간다. 이제는 이러한 새로 개발되는 실험기구들을 사용하여 학교 교육과정에 맞는 실험 매뉴얼이 개발되어 전국의 교사들과 학생들이 쉽게 사용할 수 있도록 해야 한다. 전국적인 모임이 결성되어 네트워크를 통해 개발되는 것을 집약하여 개발하는 것이 가장 좋은 형태로 보인다.

■□ 무엇을 하려 하나요?

과학에서는 “우주의 탄생을 큰 폭발(빅뱅)로 시작되었다”고 한다. 신학에서는 “태초에 하나님께서 빛이 있으라 하자 빛이 생겨났다”로 천지가 만들어졌다고 한다. 과학이나 신학 모두 빛이 가장 먼저 세상에 나온 것이다. 그리고 우리가 사물을 본다는 것은 그 사물에서 반사되는 빛을 보는 것이다. 이렇듯 우리가 실제로 볼 수 있는 것은 유일하게 빛뿐이다.

그럼, 빛이란 무엇인가? 빛은 전자기 스펙트럼이라고 부르는 전자기파의 전 영역 중의 일부분에 해당한다. 전자기파는 파장이 0에서 무한대까지 연속되어 있다. 이들의 스펙트럼 영역을 임의로 명칭을 정했는데, 이 중 우리 눈으로 감지 할 수 있는 전자기파가 바로 빛인 가시광선 영역대이다. 각 파장대의 명칭과 파장의 크기는 아래 그림과 같다.

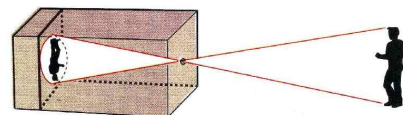


만유인력의 법칙으로 유명한 뉴턴은 빛에 대해 처음으로 체계적인 이론을 제시하였다. 그는 프리즘을 통해 빛을 분산시켜 여러 가지 색의 빛으로 나눌 수 있음을 보였다. 이와 같이 빛은 파장에 따라 여러 가지 색을 나타내며 직진과 굴절 그리고 반사 등 여러 가지 특성을 가지고 있다. 이와 같은 빛의 여러 가지 성질에 대해 알아보려 한다.

■□ 실제로 무엇을 하나요?

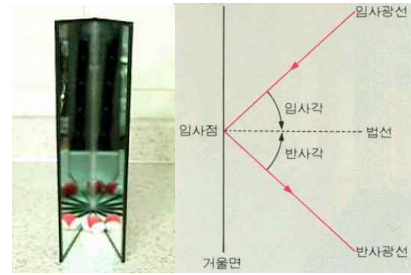
1. 바늘구멍 사진기로 빛의 직진 현상을 관찰한다.

- 바늘구멍 사진기로 사물을 관찰하자.
- 어떻게 보이는가? 바로 보이는가?
- 어떻게 하면 크게 보이는가?
- 크게 보일 때와 작게 보일 때 상의 밝기는 어떤가?
- 오른쪽 그림으로 관찰한 현상을 설명해 보자.



2. 책거울과 요술경으로 빛의 반사를 관찰한다.

- 요술경의 원리는 무엇일까?
- 책 거울로 물체를 관찰하자.
- 어떻게 보이는가?
각의 크기와 상의 개수는 어떤 관계가 있는가?
- 빛이 나아가다 어떤 물체에 닿으면 입사각과 같은 크기의 반사각으로 반사한다.



3. 빛의 굴절현상을 관찰한다.

1) 페트병 사진기

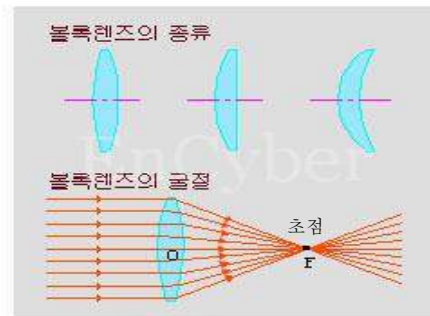
- 둥글고 투명한 페트병에 물을 가득 담는다.
- 물 담은 페트병을 가로로 잡고, 눈에 갖다 대고서 친구의 얼굴을 관찰하자.
- 페트병을 눈에서 멀리하였을 때와 눈에 바짝 붙였을 때, 비치는 친구의 얼굴은 어떻게 다른가?



□ 왜 그럴까?

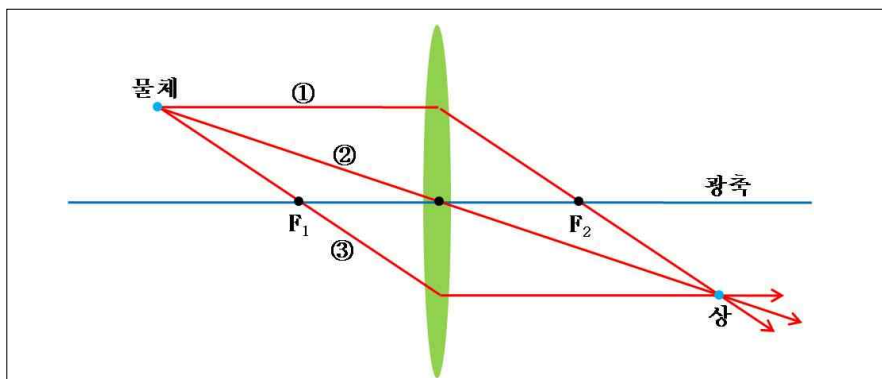
가. 볼록렌즈

<물리> 가운데가 볼록한 렌즈. 광선이 통과할 때는 뒤편의 한 점에 모이고, 물체와 렌즈 사이의 거리에 따라 물체와 같은 편에 바로 선 허상(虛像)이 생기기도 하고 뒤편에 거꾸로 선 실상(實像)이 생기기도 한다. 현미경, 망원경, 사진기 따위에 렌즈로 쓴다. ≡철렌즈.

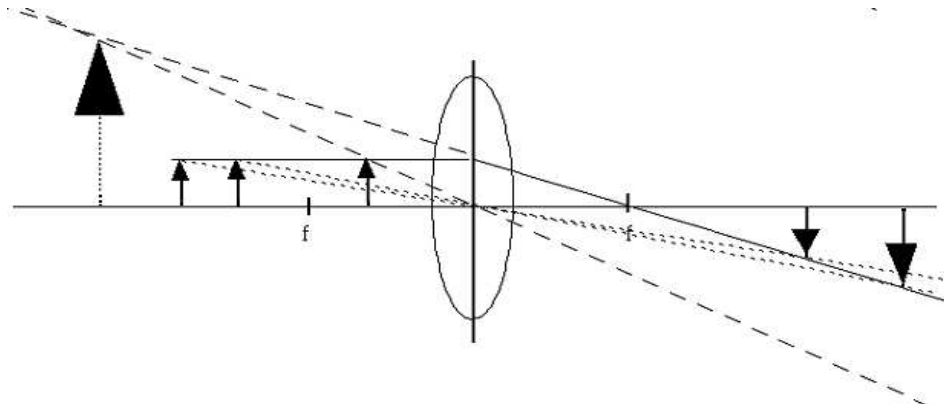


나. 볼록렌즈에서의 상의 작도

- ① 축과 평행으로 들어 온 광선은 굴절 후, 초점을 지난다.
 - ② 중심을 지나는 광선은 그대로 나아간다.
 - ③ 초점을 지나는 광선은 굴절 후, 축과 평행으로 나아간다.
- ☞ 이 세 광선은 한 점에서 만난다.



다. 볼록렌즈에서 생기는 상의 종류



멀리 볼 때(초점 밖): 도립실상, 가까이 볼 때(초점 안) : 정립허상

2) 완부청설(碗浮靑說): 나타난 동전

- 물속에 잠긴 손가락이 꺾여 보이는 이유는 뭘까?
- 컵 바닥에 동전을 붙여 놓고, 동전이 보이는 위치에서 얼굴을 조금씩 뒤로 하여 동전이 보이지 않는 위치에서 멈춘다.
- 그 상태에서 컵에 물을 조금씩 부어 본다. 어느 순간부터 동전이 보일 것이다.

3) 사라진 동전

- 책상 위에 동전을 놓고, 투명한 컵을 그 위에 놓는다.
- 컵에 물을 조금씩 부어 본다. 순간 동전은 감쪽같이 사라질 것이다.

□ 왜 그럴까?

가. 빛의 굴절

빛은 곧게 나아가다 다른 매질을 만나면 그 경계면에서 꺾여서 나아간다.

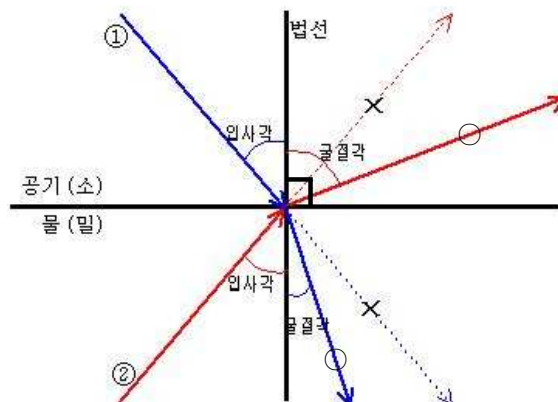
그 꺾이는 방향은,

- 1) 밀도가 적은 매질(공기)에서
밀도가 큰 매질(물) 속으로
나아가는 ①번 광선은
법선 쪽으로 꺾인다.

입사각 > 굴절각

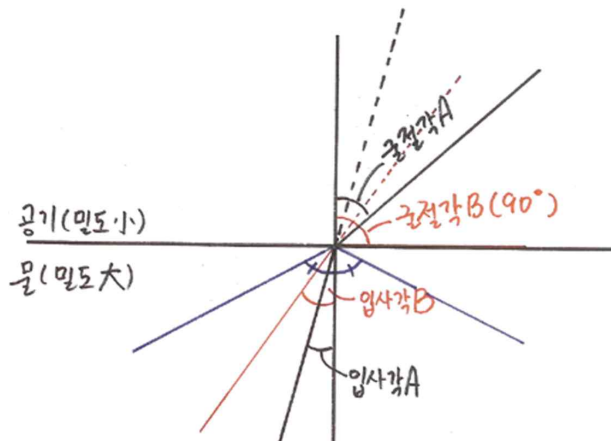
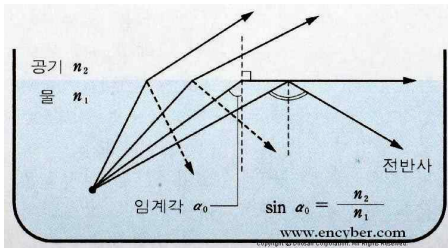
- 2) 밀도가 큰 매질(물) 속에서
밀도가 적은 매질(공기) 속으로
입사하는 ②번 광선은
법선에서 멀어지는 쪽으로 꺾인다.

입사각 < 굴절각



나. 전반사

- 빛은 밀도가 큰 매질(밀한 매질)에서 밀도가 적은 매질(소한 매질)로 나아갈 때, 법선에서 멀어지는 방향으로 굴절한다. 즉, 굴절각이 입사각보다 커진다.
- 입사각이 커지면 굴절각이 점차 커지다가 90° (굴절각 B)가 될 때도 생긴다. 이 때의 입사각(입사각 B)을 임계각이라 한다.
- 빛이 임계각보다 크게 입사하면, 빛은 굴절하지 않고 처음의 매질로 되돌아간다. 즉, 반사한다. 이를 전반사라 한다.



다. 왜 그럴까?

완부청설은 빛의 굴절현상을, 사라진 동전은 빛의 전반사를 이용한 실험이다. 이 모든 실험으로 알 수 있는 현상은 '우리가 볼 수 있는 유일한 것이 빛이다.' 는 사실이다. 물체에서 반사한 빛이 우리 눈에 들어 올 때 우리는 비로소 그 물체를 볼 수 있는 것이다.

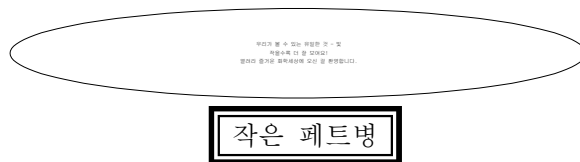
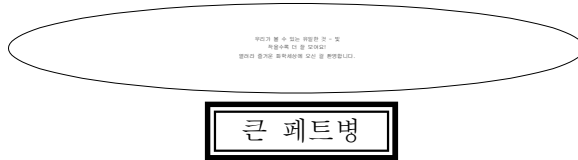
4. 작은 유리구슬 현미경을 만든다.

1) 규칙성의 발견

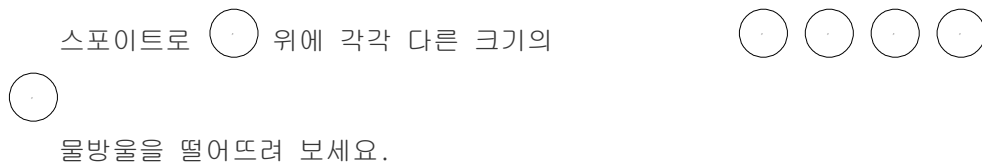
- 물이 가득 담긴 크고 작은 페트병으로 다음 페이지에 있는 작은 글씨를 읽어 보자. 어떤 페트병이 글씨를 더 크게 확대시키는가?
- 글씨 위에 투명한 책받침을 올려놓고, 글씨가 있는 부분의 책받침 위에 작은 물방울을 떨어뜨려서 글씨를 읽어 보자. 물방울의 크기를 다르게 해보자. 물방울의 크기와 글씨가 확대되는 정도는 어떻게 다른가?
- 크고 작은 유리구슬이나 물을 가득 담은 둥근바닥플라스크를 책받침 위에 올려 글씨나 그림을 관찰하자. 어떤 구슬이나 플라스크가 글씨나 그림을 더 크게 확대시키는가?
- 물이 담긴 페트병이나 둥근바닥플라스크 그리고 물방울이나 구슬의 크기가 작을수록 더욱 확대되어 보인다는 사실을 확인하였을 것이다.
- 다음 ()속을 채워 보자.
구슬이 ()수록 더욱 확대되어 보인다.

작은 것이 더 크게 확대됩니다.

1. 다음 글씨위에 물이 담긴 큰 페트병과 작은 페트병을 각각 올려놓고 글자를 읽어 보세요.



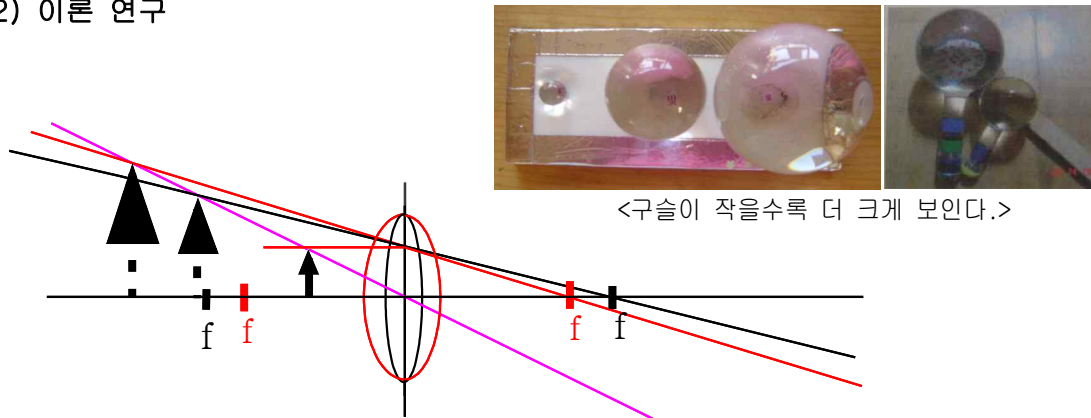
2. 이 종이 위에 투명 아크릴판을 올려놓으세요.



3. 아래  위에 크고 작은 유리구슬을 놓아 보세요.



2) 이론 연구



물체가 초점 안에 있을 때 보다 볼록한 렌즈(초점 거리가 짧다.) 일수록 보다 확대된 상을 만든다.

□■ 볼록렌즈에서 렌즈의 곡률 반경이 클수록 확대배율은 ()진다.

3) 작은 유리구슬 현미경 만들기

□ 준비물 : 작은 유리구슬, 송곳, 알코올램프, 페트병 뚜껑, 페트병 윗부분, 양파, 아세트산카민, 핀셋, 칼, 가위, 투명 테이프, 종이테이프, 유성매직 등.

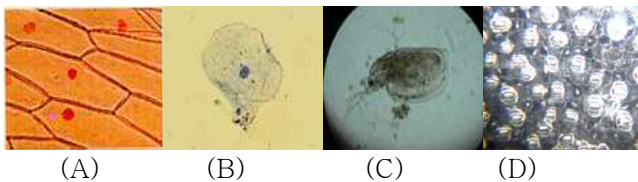


□ 만드는 방법 :

- ① 송곳을 불에 달구어 페트병 뚜껑의 가운데에 작은 구멍을 낸다.
- ② 그 구멍 사이에 작은 유리구슬을 끼운다.
- ③ 페트병 윗부분을 잘린 부분에 테두리를 하고 예쁘게 꾸민다.
- ④ 페트병 입구를 투명 테이프로 덮고 뚜껑을 덮어두면 현미경 완성이다.

□ 관찰하기

- ① 양파의 속껍질 속에 있는 얇은 껍질을 벗겨 가위로 잘게 썰러 아세트산카민 용액에 담가둔다.
- ② 페트병 입구를 덮은 투명 테이프 위에 염색한 양파의 표피를 핀셋으로 집어서 펴놓는다.
- ③ 페트병 뚜껑을 덮고 돌려가면서 유리구슬을 통해 테이프 위의 물체를 관찰한다.
- ④ 양파의 표피세포는 어떻게 보이는가? ()



- ⑤ 양파 대신 머리카락으로 같은 실험을 해보자.

□ 왜 그럴까?

작은 유리구슬의 비밀은 무엇인가?

하얀 벽 앞에 물체를 놓았을 때, 벽에는 아무런 상도 보이지 않는다. 이는 물체의 모든 부분에서 나오는 빛이 벽의 모든 부분에서 서로 겹치기 때문이다. 만약 물체와 벽 사이에 칸막이를 두고 칸막이 중앙에 작은 구멍을 뚫어 놓으면, 벽에서 빛들이 서로 겹치는 것이 방지되어 벽에는 위아래가 뒤집어진 희미한 상이 형성될 것이다. 이 때, 구멍이 커지면 빛은 더 많이 받아들이겠지만 상은 그만큼 더 선명하지 않게 된다. 구멍이 커진 만큼 빛이 많이 겹치기 때문이다. 이 상태에서 상을 선명하게 보려면 벽면을 다룰 광원으로부터 가려야 한다.

그럼 통과하는 빛의 양은 많게 하고 통과한 빛은 서로 겹치지 않고 스크린에 모을 수 있는 것은 없을까? 왜 없어! 있다. 그게 바로 볼록렌즈이다. 뿐만 아니라 볼록렌즈를 사용하여 물체를 보면, 상이 렌즈 없이 볼 때보다 더 큰 각도로 볼 수 있으므로 확대되어 보인다. 맨 눈으로 멀리 있는 물체를 보면 상대적으로 작은 각도로 보게 되는 반면 같은 물체를 더 가까이서 보면 더 큰 각도로 보게 된다. 이렇게 같은 물체를 더 큰 각도로 보게 되면 더 자세히 볼 수 있다. 단, 볼록렌즈를 사용할 때 확대하고 싶은 물체를 렌즈에 가깝게 접근시켜야 한다. 이것은 볼록렌즈는 물체가 초점의 안쪽에 있을 때만 물체를 확대시키기 때문이다. 이 때 확대된 상은 실제 물체보다 더 멀리 보이고 똑바로 보인다.

여기에서는 유리구슬이 볼록렌즈 역할을 한다. 그리고 볼록렌즈의 확대율은 약 $25/f$ (f 는 cm 단위로 렌즈의 초점거리)로 나타낼 수 있다. 렌즈의 초점거리는 렌즈의 곡률 반경에 해당하는 값으로 반경이 짧은, 작은 유리구슬을 사용할수록 확대율을 높일 수 있다.

■□ 실제로 무엇을 알았나요?

- 1) 빛은 전자의 가속 운동에 의한 파동으로 횡파이며 매질 없이도 전달된다.
- 2) 바늘구멍 사진기로 빛이 직진한다는 사실을 알았다.
- 3) 책 거울 실험 등으로 빛은 반사한다는 사실을 알았다.
- 4) 완부청설(碗浮靑說) 실험 등으로 빛이 굴절한다는 사실을 알았다.
- 5) 매직 컵 실험으로 전반사 현상을 알았다.
- 6) 작은 유리구슬이 더 크게 확대되어 보인다는 사실을 알았다.

♣♣ 메모

NT의 원리와 응용

대전과학교사모임 -나들목-

발표자 : 대전과학고 이충섭

NT의 원리

1. nano란?

나노란 난쟁이를 뜻하는 고대그리스어 nanos에서 유래되었으며, 1나노는 10억분의 1을 나타내는 접두사이다. 1nm는 머리카락 굵기의 약 8~10만분의 1정도이며, 수소원자 10개를 나란히 늘어놓은 정도이다. 물질의 기본단위는 원자이며 그 직경은 대략 1nm이하이다. 이러한 작은 원자들이 모여 분자를 이루고 세상의 모든 물질을 이룬다.

- 모래 1알은 1nm, 즉 1mm

- 인간의 세포는 10 μ m, 그 속에 들어있는 DNA는 지름 10nm, 이를 구성하는 원자는 1nm

2. 여러 가지 크기의 단위들

단위	peta	tera	giga	mega	kilo	milli	micro	nano	pico	femto	ato
크기	10 ¹⁵	10 ¹²	10 ⁹	10 ⁶	10 ³	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁸
표시	P	T	G	M	K	m	μ	n	p	f	a

3. nano-tecnology란?

나노기술(nanotechnology)은 이러한 원자나 분자들을 나노영역에서 조작하여 우리에게 유용한 것들을 만드는 기술이다. 따라서 나노기술은 물질을 나노미터 크기인 원자분자수준에서 현상을 규명하고, 구조 및 구성요소를 조작제어하는 기술이다. 나노수준의 크기에서 기인하여 전혀 새롭거나 기능이 현저히 향상된 물리, 화학, 생물학적 물성이나 현상, 공정 등을 포함하는 물질과 시스템에 대해 집중적으로 연구되고 있다. 나노기술의 특징은 기존기술의 한계를 극복하고 크기를 줄이고, 소비에너지를 최소화하여 최고 성능을 가지게 하는 높은 경제성을 구현할 수 있으며, 학문간 연구에 필수적이며, 기존 학문분야의 횡적 연결을 hxd해 새로운 기술영역을 창조할 수 있다는 것이다. 또한 나노기술은 기존 인적자원과 학문 분야간의 시너지 효과로 높은 기술 집약도를 가지며, 오염발생 방지, 효과적 오염 제거를 통한 환경친화적이면서도 자연에 가장 근접한 기술이라고 할 수 있다.

4. 나노크기의 특성

똑같은 물질이라도 나노크기로 작아지면 내부구조가 바뀌고 성질도 변화한다. 나노알갱이로 작아지면 노란색을 띄고 있는 금이 붉은 색을 띄고, 자석이 아닌 니켈이 자석으로 바뀌며, 빛을 내지 못하는 실리콘도 빛을 발산하는 재료로 바뀌게 된다.

이러한 나노물질이 독특한 성질을 갖는 이유는 이들의 표면적이 대단히 크기 때문이다. 입자의 크기가 작아질수록 표면 원자가 차지하는 비율이 높아지는데 열역학적 관점에서 보면 표면을 구성하는 원자들은 내부에 위치한 원자보다 에너지가 높기 때문에 나노물질은 벌크물질보다 단위당 높은 에너지를 나타내는데, 이를 양자크기효과(quantum size effect)라고 한다. 이러한 양자크기효과 때문에 나노물질을 가공할 때 유용성, 촉매로 사용시 높은 활성력, 흥미로운 광학적 성질 등이 나타난다.



따라서 나노크기의 물질들이 발현하는 다양하고 독특한 물리 및 화학적 성질을 찾아내고 병행하여 서로 조합시켜 매우 유용한 성질의 소재를 생산할 수 있으며 무한히 새로운 물질을 창조할 수 있다.

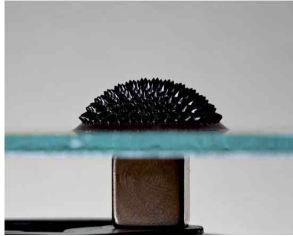
5. 우리 주위의 나노기술

- 연꽃잎에 떨어지는 물은 마치 유리판 위의 구슬 퍼럼 잎을 적시지 못하고 흘러내리는데, 이러한 현상을 "연꽃잎 효과(Lotus effect)" 라고 한다. 눈으로 볼 때 매끄럽게 보이는 연꽃잎이지만 현미경으로 확대해서 보면 잎 표면에 티끌보다 작은 솜털 즉, 나노 돌기가 덮여있어 초소수성을 띠기 때문이며, 이러한 현상을 처음으로 발견한 사람이 Bonn대학의 Wilgem Barthlott교수였다.



- 최근들어 주름살 제거, 미백 등 다양한 나노 화장품이 출시되고 있다. 이것은 크기가 수십 나노미터이므로 마치 자갈밭에 모래가 침투하듯이 피부각질층을 통과하여 피부 속에 흡수된다. 자외선 차단제로 사용되는 이산화티타늄(TiO₂)이나 징크 옥사이드(ZnO)는 입자크기가 수십 나노미터로 작아 자외선 차단효과를 크게 증가시킬 수 있는 제품이라고 한다.

NT의 응용 · 액체자석 만들기



첨단과학과 연계한 활동자료 개발

Ferrofluid 합성 (액체 자석 만들기)

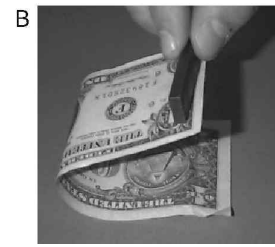
들어가기

Ferrofluid는 최초 1960년대 나사의 Stephen Pappell이 우주에서 액체를 control 하기 위해 실험하던 것이 시초이다. 이것은 자성 나노입자로서 강자성을 띠는 물질이며 일반적으로 크기는 약 10nm 수준이다. Ferrofluid는 액체의 유체성질을 가지고 있으면서 고체의 자기적 성질을 모두 가지고 있다. Ferrofluid는 자기적 나노입자의 콜로이드성 서스펜션이기도 하다. 자성나노입자의 종류로 산화철(Fe_2O_3 , Fe_3O_4), Ferrite, 합금 등 매우 다양하다. 실질적으로 응용할 때는 이러한 자성입자를 분말의 형태로 사용하는 것이 아니라 액체에 분산시킨 형태를 만들어 사용하게 된다. 이렇게 용액으로 만드는 이유는 평소에는 어느 액체들처럼 일정한 결정구조가 없이 가만히 있다가 자기장이 가해지면 그 자기장이 있는 부분의 자기력선을 따라 spike가 형성되는 재미있는 현상을 보이기 때문이다. 산업적인 응용을 고려할 때 일반적으로는 전기를 이용한 장치가 많아 이와 같이 자기장을 이용하면 비용이 아주 낮아지게 되고 자기장의 시기와 방향을 변화시킴으로써 자유자재로 control 할 수 있다는 장점이 있다.

지금까지 대부분 자성나노입자는 자철광 입자를 포함하는 ferrofluid에 관하여 연구되었다. 연구된 것 중 중요한 포인트는 자철광입자가 액체 서스펜션으로 남아 있어야 자성을 나타낼 수 있다는 것이다. 액체 서스펜션이 유지되려면 입자들 간의 van der Waals interaction을 막을 수 있는 물질이 필요하다. 이것을 사용하여 입자들이 잘 분산되도록 적절한 surfactant라든가 자성입자 표면에 탄화수소 chain을 붙여 분산되도록 한다.

Ferrofluid를 응용하는 분야는 이미 MRI contrast agent로 사용하고 있고, 또한 위조 방지를 위하여 magnetic ink가 지폐에 이용되고 있으며 스피커 내에 들어있는 Ferrofluid는 power 조절 및 frequency response를 부드럽게 하기 위해 사용하기

도 한다. 또한 자성입자는 굴절율을 높이기 때문에 광학적인 응용도 연구되고 있다.



왜?

이 실험의 목적은 학생들이 자성나노입자를 합성하는 과정을 통하여 나노의 개념과 자성나노입자의 특징, 첨단과학의 방향에 대하여 학습 및 소개하는데 있다.

<magnetic ink의 사용>

시약 및 기기

(1) 시약

1M FeCl_3 in 2M HCl 수용액, 2M FeCl_2 in 2M HCl 수용액, 1M NH_3 수용액, 25% Tetramethyl ammonium hydroxide 수용액

(2) 기기

뷰렛, 100mL 비커(1개), 200mL 비커, magnetic stirrer, stirring bar, plastic weighing boat (또는 50mL 바이알 병), 둥근 막대자석, 핀셋, 비닐장갑, 유리막대, Nb 자석, 스탠드

실험과정

(1) 100mL 비커에 4.0mL의 1M FeCl_3 와 1.0mL의 1M FeCl_2 을 넣는다.

(2) 비커를 magnetic stirrer에 올려놓고 stirring bar을 넣은 후 stirring한다.

(3) 뷰렛에 50mL의 1M NH_3 수용액을 넣고 5분 동안 천천히 가하면서 stirring 한다.

Tip. 반드시 천천히 넣어야 한다. 그렇지 않은 경우 ferrofluid가 형성되지 않는다.

(4) stirrer를 끄고 강한 막대자석으로 stirring bar를 유리벽을 따라 끌어 올린 후 핀셋을 집어 제거한다. 이때 액체자석에 닿지 말아야 한다.

(5) 침전을 가라앉히고 위의 맑은 액체를 따라 제거한다. 이때 침전이 따라 가지 않게 조심해야 한다.

Tip. 비커를 강한 자석위에 올려놓으면 침전이 빨리 가라앉으며 액체를 따라 버릴 때에도 침전물을 보호할 수 있다.

(6) 비커의 침전을 증류수로 씻으면서 plastic weighing boat(또는 50mL 바이알 병)로 옮긴다.

→ 옮기지 않고 계속 실험해도 상관은 없다.

(7) 가능한 많은 액체를 따라 버리고, 다시 증류수로 씻고 따라 버리는 과정을 3회 정도 반복 수행한다.

→ 이 과정은 여분의 암모니아를 날리는 과정으로 진공펌프나 aspirator를 사용해도 된다.

(8) 25% Tetramethyl ammonium hydroxide 수용액을 1~2mL을 넣고 수 분 동안 유리막대로 부드럽게 젓는다.

(9) 검은 액체를 따라 버리고 강한 자석을 바닥에 움직이면서 모든 액체를 다시 따라 버린다. 만약 액체자석이 못처럼 일어나지 않으면 강한 자석을 주위로 계속 해서 움직이면서 모든 액체를 따라 버린다.

(10) 적은 양의 액체 자석을 유리관에 옮겨 유리관의 밖에 강한 자석 대고 움직이면서 변화를 관찰한다.

(11) 적은 양의 액체 자석을 페트리접시에 옮겨 바닥에 강한 자석을 가져와서 움직여본다.

결과 및 토의

(1) 결과

- 바닥에 강한 ferrofluid가 합성되었음을 알 수 있다.
- 강한 자석을 가까이 가져가면 자기력선을 따라 spike가 생김을 관찰할 수 있다.



(2) 토의

- FeCl_3 와 FeCl_2 이 혼합된 비커에 NH_3 수용액을 가할 때 나타나는 현상이 어떠한지에 대해 토의해 보자.
 - 암모니아가 첨가됨에 따라 용액의 색이 갈색으로 변하고 암모니아가 들어갈수록 점점 짙어지다가 검정색이 된다.

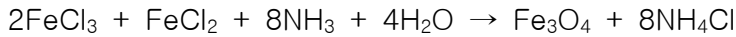
○ 비커에서 액체를 제거할 때 침전이 따라가지 않게 하는 방법에 대해 토의해보자.

→ 바닥에 강한 자석을 붙이고 액체를 따라 버린다.

○ Ferrofluid의 장점이 무엇이라 생각하는지 적어보자.

액체 자석의 장점은 자기적 성질을 가지고 있으면서 유체의 성질도 가지고 있어 자유로운 모양 변화나 통제가 가능하다는 것이다. 또한, 나노 크기의 입자로 이루어져 있으므로 특정한 부분에 집중시킬 수 있으며 회수할 수도 있다. 이러한 두 가지 장점을 이용하여 의학부분에서도 DNA-자기 나노 입자를 이용하여 암과 심장병 진단 등에 활용할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

○ Ferrofluid의 합성 과정을 반응식으로 표현해보자.



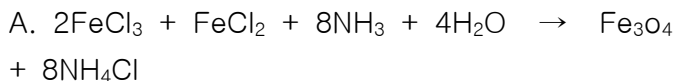
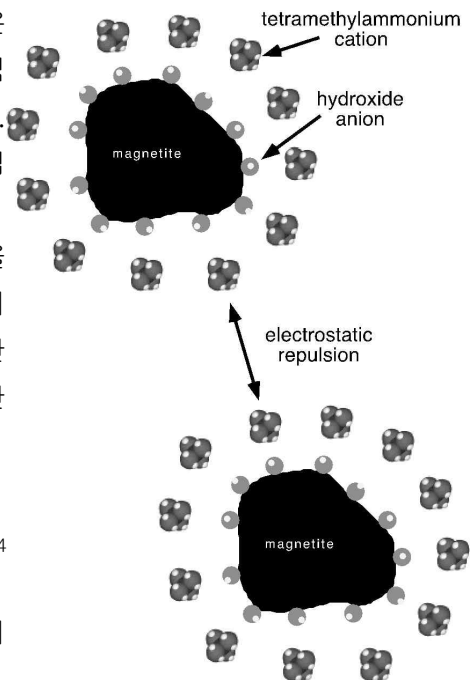
○ 서스펜션(suspension)이란 무엇일까?

일반적으로 액체 중에 액체가 분산해 있는 것을 에멀션 액체 중에 고체가 분산해 있는 것을 서스펜션이라 하며, 어느 경우나 분산해 있는 입자가 콜로이드 차원이면 콜로이드라고 할 수 있고, 전자를 에멀션 콜로이드, 후자를 서스펜션 콜로이드라고 한다.

○ Tetramethyl ammonium hydroxide 수용액의 역할에 대하여 생각해보자.

Tetramethyl ammonium hydroxide 같은 이온성 계면활성제는 수용액상에서 정전기적 반발력을 유발할 수 있는 계면활성제로 사용된다. OH⁻이온이 자기입자의 표면에 달라붙어 자기입자의 표면을 음전하층으로 만든다.

Tetramethyl ammonium 양이온은 양전하층을 만들면서 음전하층에 붙어 있다. 자기입자가 서로 가까이 접근할 때 그들의 양전하층사이의 반발력이 그들이 너무 가까이 오는 것을 방해한다.



B. on Fe₃O₄ surface의 표면에 있는 과량의 NH₄OH를 N(CH₃)₄OH로 대체

오르락내리락 바람개비

울산과학교과연구회
교 사 정 혁

◆ 탐구 내용



바람을 입으로 가운데로 불게 되면 바람은 옆으로 퍼집니다. 퍼지면서 날개와 부딪히고 부딪힌 날개는 저항을 받아 회전하게 됩니다. 회전을 하면서 가운데를 세차게 불면 날개에 양력이 발생하여 뜨게 됩니다. 날개의 각도를 다양하게 하여 가장 잘 떠오르는 바람개비를 만들어 탐구하여 봅시다.

◆ 준비물

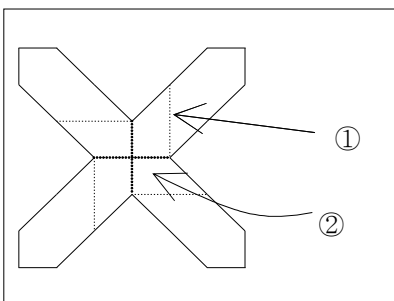
주름빨대2개, 압정1개, 고무찰흙, 네임펜, OHP 필름지, 테이프, 펀치

◆ 어떻게 할까요?

< 오르락내리락 바람개비 >

- ① 빨대를 반으로 자른다. 주름지지 않은 부분을 주름진 빨대의 주름진 부분 옆에 위의 사진과 같이 테이프로 고정한다.
- ② 밀그림대로 필름을 오려내어 가운데 원에 맞춰 펀치로 구멍을 낸다.
- ③ 날개를 밀그림 선에 맞춰 접고 주름지지 않은 빨대에 꽂는다.
- ④ 고무찰흙을 쌀알 두 개 크기 정도로 말아 풍차 날개를 끼운 빨대 끝에 끼우고, 빨대에 넘쳐나는 고무찰흙은 버린다.
- ⑤ 고무찰흙을 끼운 부분에 압정을 끼운 후 주름 빨대 한쪽을 입으로 불어 본다.

< 땅 바람개비 >



- ① 바깥 선 따라 가위로 자르기
- ② 네 개의 날개마다 있는 ①번과 같은 점선들을 점선대로 접는다.(바닥에서45도 정도로 기울인다.)
- ③ 가운데 십자모양 점선부분 ②를 십자로 접었다 조금 펴서 바닥을 뽀족하게 만든다.

④ 빨대를 기울이지 않고 프로펠러와 직각이 되게 가운데 부분을 붙면 잘 돌아간다.

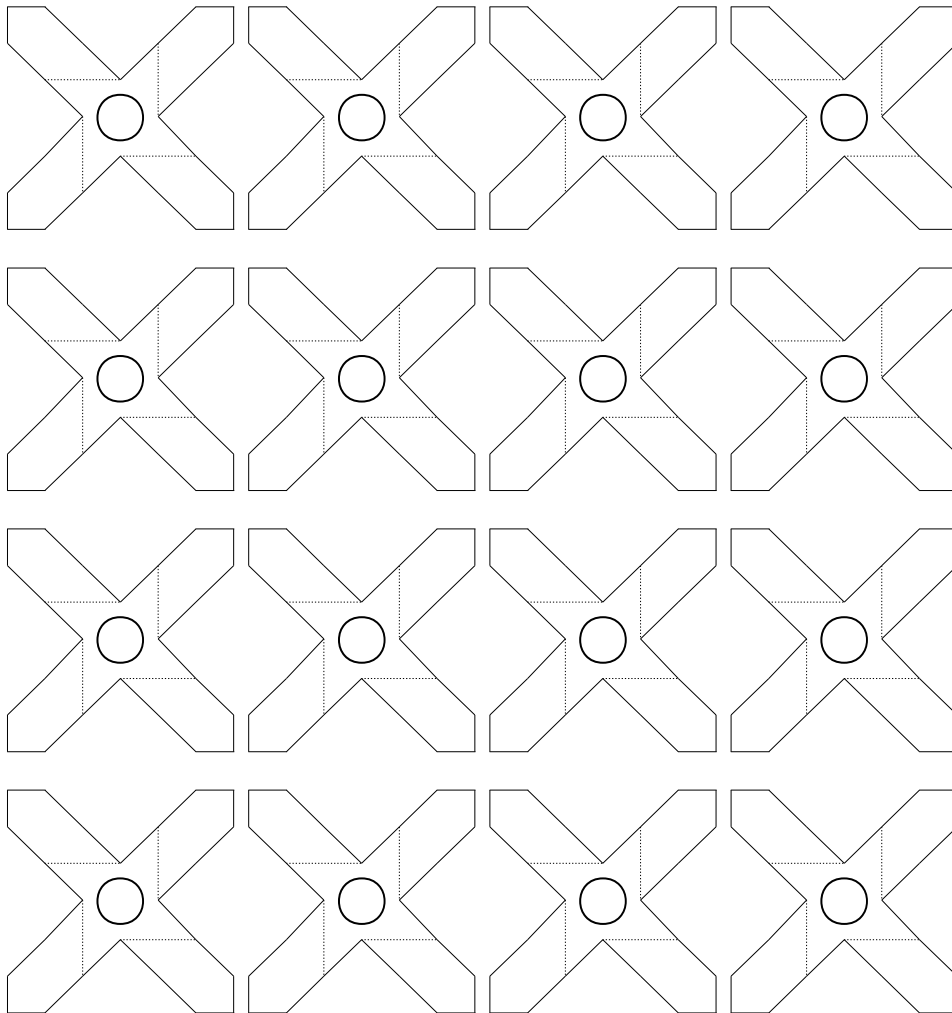
※ 바닥이 미끄러우면 더 잘 돌아 갑니다.

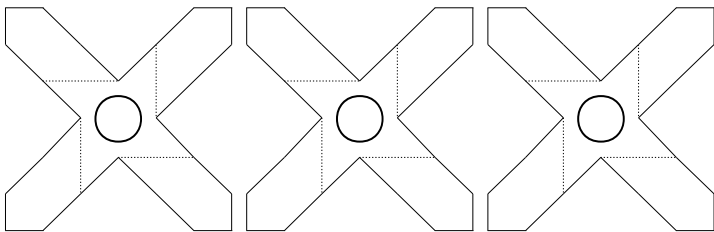
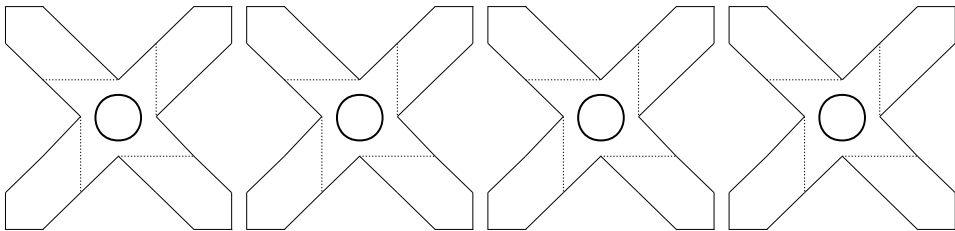
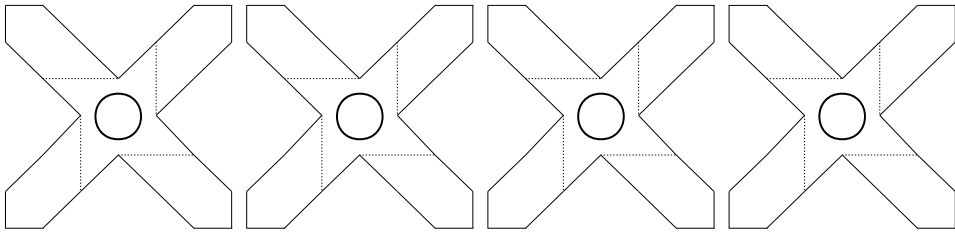
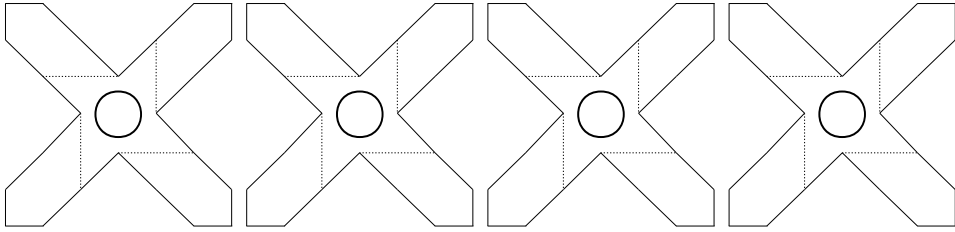
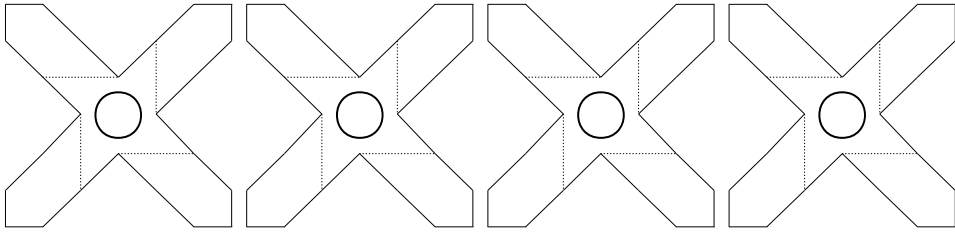
※ 날개에 진하게 색칠하면 돌때 보기 좋습니다.(색이 변한답니다)

※ 입 바람을 불 때 처음엔 살살 불도록 하세요. 세게 불면 잘 안된답니다.

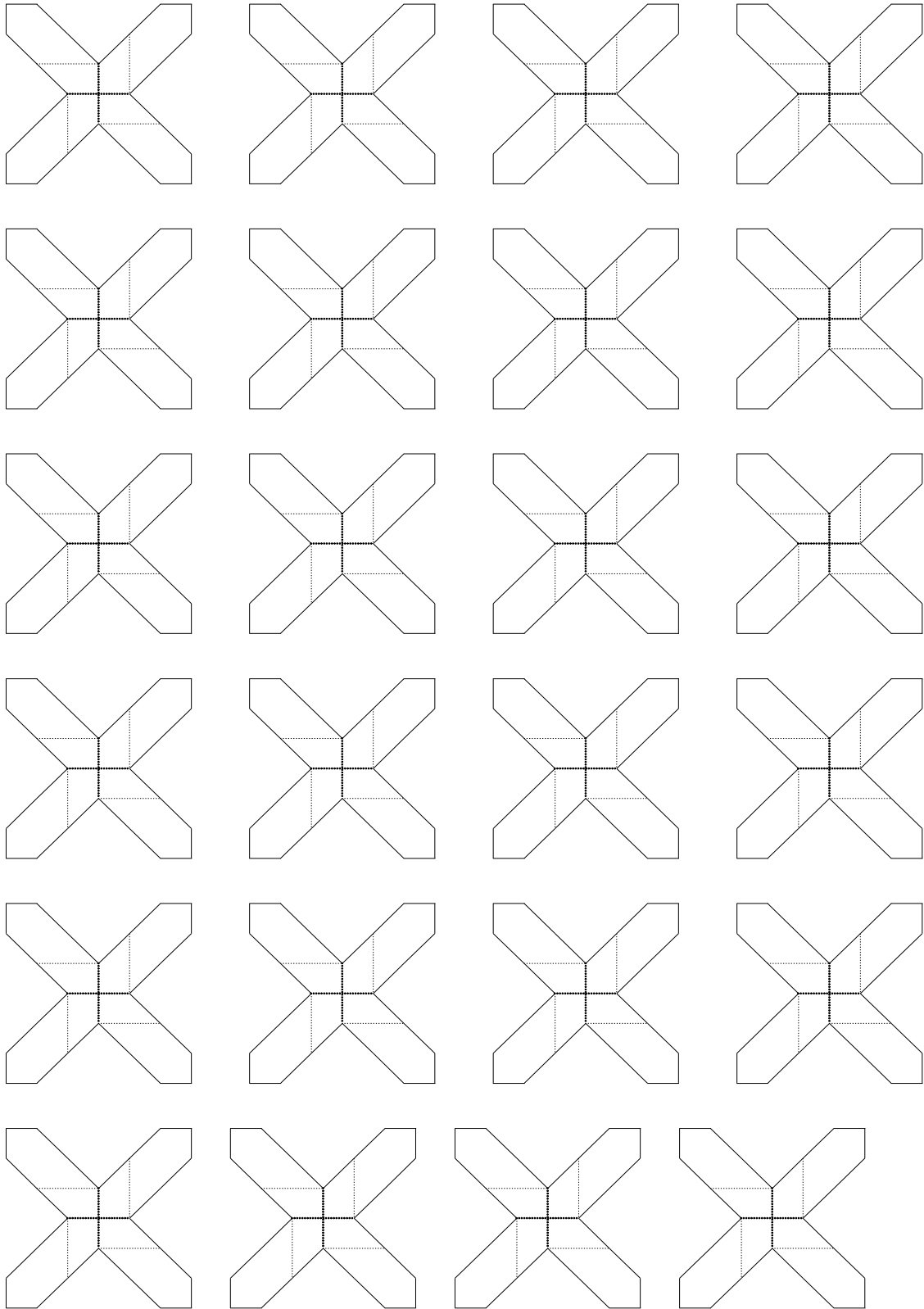
※ 종이로 날개를 만든다면 재질의 밀도가 높고 표면이 매끄러우면 좋습니다. 또는 OHP필름으로 만든다면 더 좋습니다.

<오르락내리락 바람개비용 풍차날개 밑그림>





<땅바람개비용 풍차날개 밑그림>



과학실험에서 발생하는 오개념 및 오류

원주여자중학교 김도엽(강원과학교육연구회)

과학실험은 학생들의 탐구 능력 신장과 창의적 사고력 배양에 필수적으로 요구되는 활동이다. 실험은 학생들에게 과학적 방법과 문제의 해결 방법을 심어줄 수 있으며, 즐거운 탐구활동을 통해 과학에 대한 관심과 흥미를 가지게 하는 기회를 제공한다. 그러나 이러한 실험활동에서 실험결과가 명확하지 않은 경우는 이론에 대한 올바른 개념 정립과 실험시 발생하는 오류를 명확히 제시하지 않기 때문이다.

따라서 과학과 탐구과정에 실험 과정과 결과를 명확하게 하기 위해 보다 철저한 사전 실험과 검증 절차를 가져야 할 것이다.

■ 초등 실험에서의 오류 정정

단원명	학습 주제	학습자의 탐구활동 오류요인 및 문제점 분석	해 결 방 안
전자석	전동기 만들기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사전에 만들어 실험하지 않으면 오류 발생 빈도가 많다. ○ 에나멜선의 한쪽 끝의 피복을 반쯤 벗기는 기구 조작 기능이 부족하여 전동기가 작동하지 않는다. ○ M자 모양의 구리선 받침대의 피복을 벗기지 않아 전류가 흐르지 못하여 작동이 안된다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 클립을 이용한 에나멜선 감기와 에나멜선의 한 쪽 끝 부분을 절반만큼만 피복을 벗기는 기능을 익힌다. ○ M자 모양의 받침대 구리선도 에나멜을 벗겨 전류가 흐를 수 있게 한다.

■ 중학교 과학의 오개념과 오류

== 실험 주제 : 빛의 분산과 합성 ==

가. 문제점 : 그림1의 오류는 첫 번째 프리즘에 의해서 공간적으로 분산되었을 뿐만 아니라 색깔로도 분산된 빛을 단 하나의 광학요소로 해결하려고 하는 데 있다. 분산이 된 것은 공간과 색깔, 즉 두 가지인데, 이 두 가지를 한 개의 광학요소로 바로 잡을 수 없다. 입사광의 collimation 정도, 지름, 프리즘의 굴절률, 분산 등을 아무리 이상적으로 잡아도 두 번째 프리즘을 지나서 색깔이 모아지고 collimation 되는 수학적 해는 존재하지 않는다. 이 그림은 그림 2와 같이 수정이 되어야 합니다.

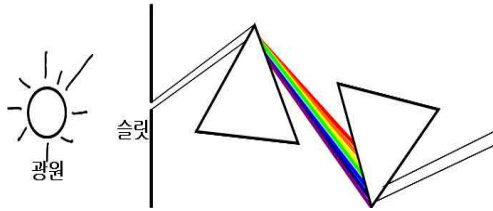


그림 1 빛의 합성에 관한 오류

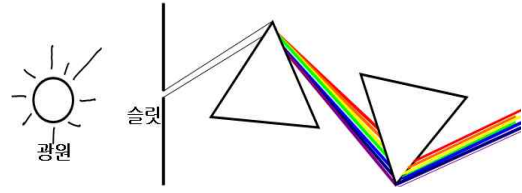
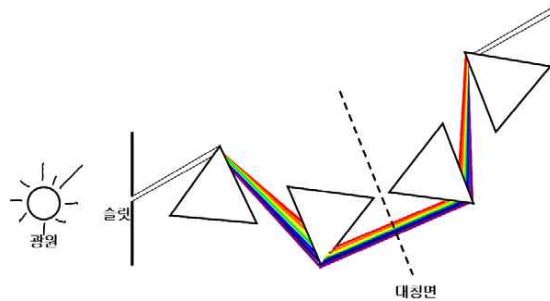


그림 2 빛의 합성에 관한 바른 그림

나. 해결방안 : 공간적으로 퍼지는 빛을 두 번째 프리즘으로 모을 수는 있습니다. 이것이 가능하기 위해서는 첫 번째 프리즘에 입사되는 빛의 각도도 프리즘의 brewster angle에 가까워야 하고, 프리즘의 꼭지각도 brewster angle에 가까워야 합니다. 매우 이상적인 구도에서 입사광을 collimation 시킬 수가 있는 것입니다. 그러나 그림 2에 나타난 바와 같이 색깔의 분산은 해결할 수 없습니다.

최종 빛의 색깔 합성과 collimation을 동시에 해결하는 방법(프리즘 4개 사용)



■ 영화속의 과학적 오류

할로우 맨은 투명인간이 등장하는 대표적인 예이다. 그러나 투명인간은 오류가 많이 숨겨져 있다. 비록 투명인간이 가능하다고 할지라도 그 투명인간을 첩보, 전쟁, 등 다른 곳에 이용할 수는 없다. 그 투명인간은 장님이 되어버릴 것이다. 인간의 망막은 색이 있어야지 만이 그 망막에 색이 맺힐 수 있다. 그러나 투명인간은 망막에도 색이 없다. 그래서 우리는 투명인간을 걱정할 필요가 절대 없고 우리가 투명인간을 보지 못하지만, 투명인간도 역시 우리를 볼 수 없다.

■ 과학 실험에서의 문제점과 해결 방안

1) 대부분의 학생들이 객관식 지필평가에는 숙달되어 있지만, 보고서 작성 등 수행평가는 생소하기 때문에 적당한 적응기간을 주어야 하며, 사전에 실험에 따른 단계별 안내과정과 유의 사항이 제시되어야 한다.

2) 많은 과학교사들이 과학지식과 내용을 평가하는 문제의 출제능력은 갖고 있지만, 실험기능·학생 활동 등의 실험 과정과 실험 오류 정정에 대해서는 다소 부족하다. 따라서 과학교사들을 대상으로 하는 각종 연수에서 실험 중에 발생할 여러

가지 오류 및 오개념에 대한 교육이 추가되어야 하겠다.

3) 학교에 비록 실험조교가 배치되어 있는 학교일지라도 과학교사들의 실험준비 시간, 실험보고서 평가시간, 실험 후 실험 기교재 정비시간을 감안하여 과학교사들에게 학교의 일반 사무분장에서 그 업무를 감소시켜 줄 수 있는 특단의 행정적 보완장치가 필요하다며, 최우선의 절실한 과제로 실험 반 학생수가 30명 이하가 되도록 편제되어야만 학생들이 갖고 있는 오개념과 오류를 바로 잡아줄 수 있을 것이다.

CD롬을 이용해서 가시광선의 파장을 측정해 보자 (Let's figure out the wavelength of visible rays by CD-ROM)

김민성(KIM, MIN-SEONG)

경기도 고양시 오마중 / 참과학(CSC)

■ The message to children

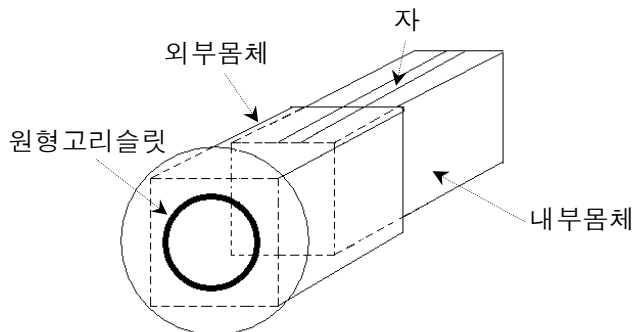
검은색 도화지로 바늘구멍 사진기 형태의 본체를 만들고, 빛이 들어오는 곳에 CD-ROM의 코팅막을 원형고리 형태로 벗겨내어 만든 슬릿을 달아서 슬릿에서 회절하는 빛들이 원뿔의 꼭지점 형태로 맺히는 길이인 초점거리를 이용해 가시광선의 파장을 계산하는 실험이다

즉, CD-ROM에는 $1.6\mu\text{m}$ 간격으로 나선모양의 홈이 나있는데 CD-ROM의 코팅막을 원형고리 형태로 벗겨내면 투과형 회절격자슬릿(grating slit)으로 만들 수 있다. 이에 평행한 백색광(태양광)을 투과시키면 원형고리슬릿을 지날 때 원뿔형태로 회절된 빛이 원뿔의 꼭지점 위치에 초점으로 맺히고, 슬릿으로부터 초점까지의 거리를 색깔별로 측정할 수 있다. 이 측정값과 다중회절격자의 회절극대공식, 피타고라스의 정리를 이용하여 파장을 계산해 내는 실험이다. 이 장치를 사용하면 회절현상을 더욱 직접적이고, 극적으로 경험할 수 있으며, 또한 단순히 CD-ROM 표면에서 회절 무늬가 무지개의 모습으로 나타나는 것을 관찰하는 것에서 나아가 자신이 현재 관찰하는 가시광선의 파장을 거의 정확하게 측정할 수 있다.

■ Preparations

CD-ROM(지름80mm) 1개, 검은색도화지(4절) 1장, 양면테이프(50mm×6m) 1개, 자(30cm) 1개, 칼 1개, 투명테이프 1개, 트레이싱 종이(A4) 1장, 풀 1개

■ How to make this experiment



-CD-ROM 원형고리슬릿 만들기-

1. CD-ROM의 코팅부분에 양면테이프를 이용하여 검은색도화지를 붙인다. 이때 CD-ROM 일부분에만 테이프가 붙지 않고, 전면에 양면테이프가 붙도록 한다.

2. CD-ROM의 중심으로부터 지름이 5cm이고 폭이 2mm인 원형고리형태의 홈을 도려낸다.(R=2.5cm) 이 때 도화지와 CD-ROM의 코팅막을 함께 도려내어 투명한 원형고리슬릿이 되도록 해야 한다.(인쇄물<그림2>을 CD-ROM에 풀로 붙여서 도려낼 수 있다. CD-ROM의 코팅막이 잘 벗겨지지 않으면 테이프 등으로 닦아 내듯이 벗겨낸다.)

-외부몸체 만들기-

3. 검은색 도화지를 이용하여 11cm×21cm 로 자른 후 위 아래가 뚫린 세로로 긴 정사각기둥을 만든다. 이 때 CD-ROM 회절격자판과 접착부분으로 1cm 로 활용한다.

5. CD-ROM 회절격자판을 사각기둥의 뚫린 부분과 잘 부착한다. 이 때 빛이 새지 않도록 양면테이프와 투명테이프를 이용할 수 있다.

-내부몸체 만들기-

6. 검은색 도화지를 이용하여 12.5cm×20.6cm 로 자른 후 위 아래가 뚫린 세로로 긴 정사각기둥을 만든다. 뚫린 한 쪽 끝 부분에 트레이싱종이를 붙여 스크린을 만든다.

7. 내부몸체의 벽면에 종이를 붙인다. 이 때 내부몸체가 외부몸체에 모두 들어갔을 때 "0cm"가 표시되도록 붙인다. (그림1이용)

8. 내부몸체를 외부몸체에 끼워 넣고 태양을 CD-ROM 중심에 오도록 바라보면서 내부몸체를 움직여 스크린의 가운데에 맺히는 밝은 점의 초점거리(회절격자판과 스크린사이의 거리, f)를 측정한다. 이 때 보이는 색깔에 따라 초점거리가 달라지는 것을 확인 할 수 있다.

9. 회절격자의 n번째 극대간섭 공식($n\lambda = d\sin\theta$)에 따라 원형 고리형태에 슬릿에서 만들어지는 스크린의 밝은 점은 1번째 극대간섭이 되고, 피타고라스의 정리에 따라

$$\lambda = d \frac{R}{\sqrt{f^2 + R^2}}$$

이며, $d = 1.6\mu m$ (cd롬의 홈 간격), R=2.5cm(원형고리슬릿의 반지름) 를 이용하여 λ 를 계산해 낼 수 있다.(그림3 참조)

■ What is found from this experiment

빛은 장애물을 만나면 회절한다.(빛의 회절) / 회절하는 각도(θ)는 빛의 파장(λ)이 커질수록 커진다. 따라서 파장이 긴 붉은빛의 초점거리(f)가 파장이 짧은 푸른빛의 초점거리보다 짧다.(회절격자의 n번째 극대간섭 공식, $n\lambda = d\sin\theta$)

■ Caution

칼로 CD-ROM에 원형고리슬릿을 도려내는 과정에서의 안전사고를 유의한다.

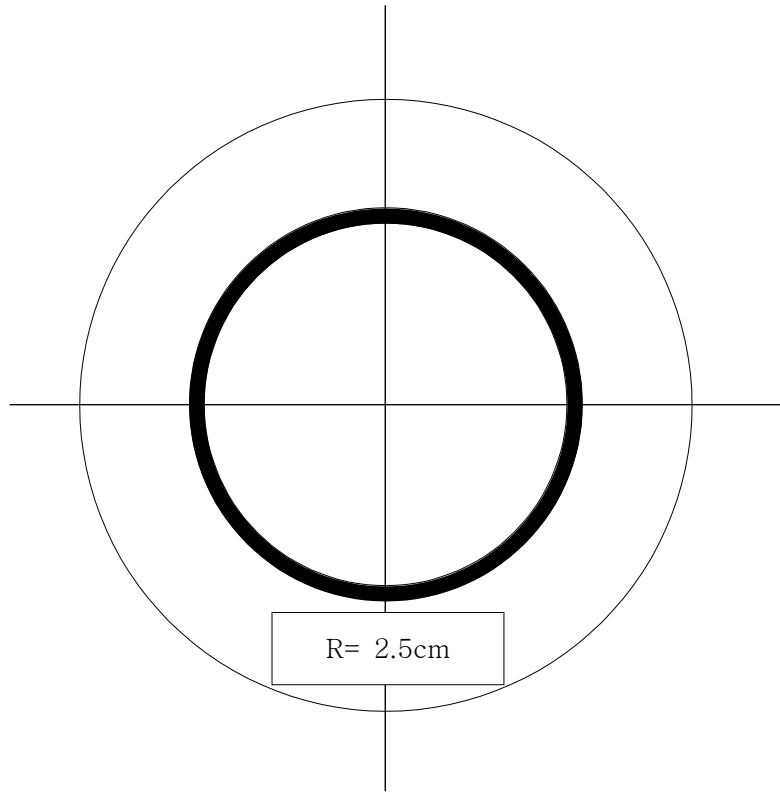
■ Reference books & 교육과정에서의 근거

1.고등학교 [과학] 및 [물리1]의 <파동의 간섭과 회절>

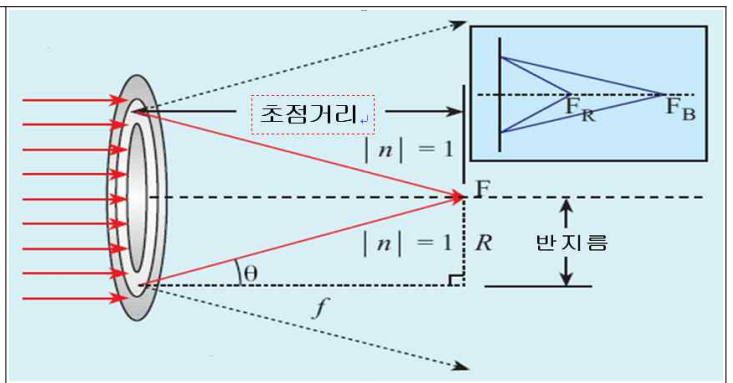
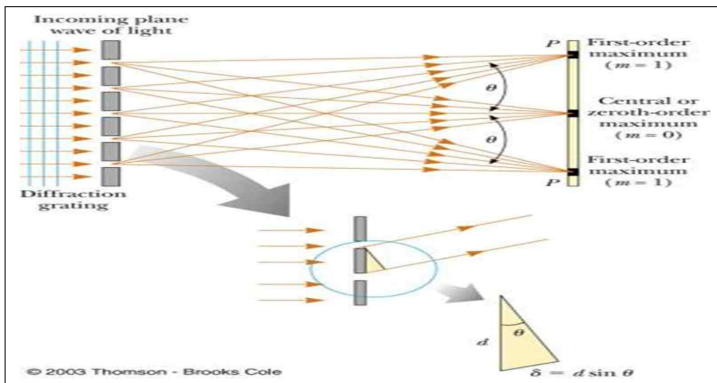
2.Physics Education, Volume 39, Issue 5, pp. 384-386 (2004/09)/Compact disc
doubles as a chromatic lens/Lee, Wei; Lin, Po-Chun; Tseng, Chun-Kai



<그림2>종이자



<그림2>CD-ROM에 붙일 것 / 검은색으로 칠해진 부분을 도려냄



$$n\lambda = d \sin \theta \text{ (회절격자의 } n \text{ 번째 극대 각도 } \theta \text{)}$$

$$n = 1$$

$$\lambda = d \frac{R}{\sqrt{f^2 + R^2}}, \quad d = 1.6 \mu\text{m} \text{ (cd롬의 골 간격)}$$

R=2cm	빨강	오렌지	노랑	초록	파랑	보라
f (cm)	4.0	4.3	4.6	5.2	5.5	6.5
R=	빨강	오렌지	노랑	초록	파랑	보라
f (cm)						
표준파장	빨강	오렌지	노랑	초록	파랑	보라
λ (nm)	630~760	595~630	560~595	490~560	430~490	380~430

<그림3>외부몸체의 각 면에 붙일 것