

제9회 전국과학교사큰모임

STEAM 교육의 시작은 전국과학교사협회에서

- 일 시: 2011년 11월 26일(토)~27일(일)
- 장 소: 강원도 KT연수원

- ♣주 최: (사)과학교사과학문화협회, 전국과학교사협회
- ♣주 관: 강원과학교육연구회
- ♣후 원: 한국과학창의재단, 강원도교육청, 강원교육과학정보원
- ♣협 찬: 북스힐, 사이언스 큐브, 생물나라, 시앙스몰, 와니사이언스, 한국과학진흥상사, 한국교육기자재, 4D프레임
- ♣참가단체: 강원과학교육연구회, 경기도과학과교육연구회, 경북과학교사모임, 대전과학교사모임, 부산 어메니티 과학교육연구회, 부천과학교사실험연구회, 사랑의 과학나눔터, 신나는 과학을 만드는 사람, 울산과학연구회, 인천과학사랑교사모임, 전남중등물리교육연구회, 전남중등생물교육연구회, 전남지구과학연구회, 전북과학교사연합회, 제주청소년과학탐구연구회, 참과학, 화학을 사랑하는 사람들의 모임 17개 단체

KSTA



차 례

[일정표] 4

[인사말/ 축사/ 특강]

1. 인사말 전석천(전국과학교사협회 회장) 6

2. 축사 김경호(강원과학교육연구회 회장) 7

3. 특강 I : 신경호(한국과학기술연구원) 8

 특강 II : 이진승(서울고), 박명순(태능고), 김홍석(석관고) 9

 1. 소외계층 학생들을 위한 STEAM 프로그램 발굴·운영과 전국적 확산을 위한 기반 조성

 2. 동티모르 해외봉사 설명회

[워크숍]

1. 소리의 발생과 96홉판으로 만드는 현악기 박소영(사랑의 과학 나눔터) 39

2. 산·염기와 지시약을 이용한 미술작품 재현 하승현(경과연) 44

3. Biomimetics와 Dye Sensitized Solar Cell 이충섭(대전과학교사모임) 51

4. 마법의 주스 만들기 김옥자(어메니티과학연구회) 66

5. 온도에 따라 변하는 간이온도계 만들기 장성구(사랑의 과학나눔터) 68

6. 점토로 만드는 전기회로 아트 류화수(신과람) 71

7. 환상적인 빛의 형광아이패드 윤대혁(울산과학연구회) 73

8. 바늘구멍 사진기에 거꾸로 된 상이 맺히는 이유는?
 이성현(어메니티과학연구회) 76

9. 진동하는 수면이 만들어내는 불꽃모양의 Caustic 패턴 구현
 이재관(강원과학교육연구회) 81

10. 수소기체의 부피로 마그네슘 질량 알기 위유진(화사모) 94

11. 읍스큐라를 이용한 풍경화 그리기 이윤정(울산과학연구회) 96

12. 개선된 귀 모형 만들기 김의(전남중등생물교육연구회) 98

13. 효소로 그리는 그림 남궁용, 최현주(인천과학사랑모임) 106

14. 더블 더치(Double Dutch)에 도전하라! 오현춘(전북과교연) 110

15. 패러데이 모터 이동준(참과학) 119

16. 도플러효과 장치 만들기 김성규(부천과학교사실험연구회)	122
17. 탁구공 분자모형! 정계승, 박현우(인천과학사랑교사모임)	128
18. 정상파 만들기 신배완(전북과학교사교육연합회)	134
19. 실제로 모델링한 몇 가지 지구과학 실험 성종규(참과학)	139
20. 비즈로 만드는 나노튜브 반지, 플러렌 박형군(부천과학교사실험연구회)	154

[모임소개]

1. 강원과학교육연구회	160
2. 경기도중등과학과교육연구회	162
3. 경북과학교사모임	164
4. 대전과학교사모임	167
5. 어메니티 과학연구회	170
6. 부천과학교사실험연구회	172
7. 사랑의 과학나눔터	176
8. 신나는 과학을 만드는 사람들	179
9. 울산과학교과연구회	181
10. 인천과학사랑교사모임	183
11. 전남중등생물교육연구회	185
12. 전북과학교사교육연합회	187
13. 참과학	190
14. 화학을 사랑하는 사람들의 모임	197

[후원사 소개] 201

[제9회 전국과학교사큰모임 집행위원회] 202

제9회 전국과학교사큰모임 일정표

주제: STEAM 교육의 시작은 전국과학교사협회에서

일시: 2011.11.26.(토)~11.27.(일)(1박2일), 장소: 강원도 KT 리더십 아카데미 (원주)

시간	내용			
장소	A강의실	B강의실	C강의실	D강의실
09:00-10:00	접수 및 등록			
10:00-10:40	사랑의 과학나눔터	경기도과학과교육연구회	대전과학교사모임	어메니티
	주제1: 악기 만들기 발표자: 박소영	주제2: 산업기와 지시약을 이용한 미술작품 재현 발표자: 하승현	주제3: Biomimetics와 Dye sensitized solar cell 발표자: 이충섭	주제4: 과학마술-마법의 주스 만들기 발표자: 김옥자
10:40-11:20	사랑의 과학나눔터	신나는 과학을 만드는 사람	울산과학연구회	어메니티
	주제5: 온도에 따라 변하는 간이 온도계 만들기 발표자: 장성구	주제6: 점토로 만드는 전기회로 아트 발표자: 류화수	주제7: 환상적인 빛의 형광 아이패드 발표자: 윤대혁	주제8: Amazing 빛 상자로 빛의 성질 확인하기 발표자: 이성현
11:20-12:00	강원과학교육연구회	화학을사랑하는사람들의모임	울산과학연구회	전남중등생물교육연구회
	주제9: 진동하는 수면이 만들어내는 Caustic 패턴 발표자: 이재관	주제10: 수소기체 발생량으로 금속의 질량 구하기 발표자: 위유진	주제11: 옴스큐라를 이용한 풍경화 그리기 발표자: 이윤정	주제12: 쿼 모형 만들기 발표자: 김의
12:00-12:50	중식 및 휴식(차와 커피)			
13:00-14:00	특강I : 신경호 (한국과학기술원)			
14:00-14:30	전국과학교사협회 정기총회			
14:30-16:00	<p>특강II :이진승(서울고), 박명순(태능고), 김홍석(석관고)</p> <p>1. 소외계층 학생들을 위한 STEAM 프로그램 발굴·운영과 전국적 확산을 위한 기반 조성</p> <p>2. 동티모르 해외봉사 설명회</p>			
16:00-16:40	인천과학사랑교사모임	전북과학교사연합회	참과학	부천과학교사실험연구회
	주제13: 효소로 그리는 그림 발표자: 최현주	주제14: 더블더치(Double Dutch)에 도전하라! 발표자: 오현춘	주제15: 패러데이 모터 발표자: 이동준	주제16: 도플러 효과 장치 만들기 발표자: 김성규
16:40-17:20	인천과학사랑교사모임	전북과학교사연합회	참과학	부천과학교사실험연구회
	주제17: 탁구공 분자 모형 발표자: 정계승	주제18: 정상파 만들기 발표자: 신배완	주제19: 실체를 통해 설계하는 지구과학 실험 발표자: 성종규	주제20: 비즈로 만드는 나노튜브 반지, 플러렌 발표자: 박형균

17:20-18:50	저녁 식사	
18:50-21:00	(사)과학교사과학문화협회 및 전국과학교사협회 사업 및 결산 보고 및 각 지역모임 소개	
21:00-24:00	가족 연대 공유를 위한 친목회	
11.29 (일)	07:00 -08:30	아침식사
	08:30 -13:00	원주 한지 테마파크 (www.hanjipark.com)
	13:00 -14:00	(사)과학교사과학문화협회 및 전국과학교사협회 점심식사
참가단체	강원과학교육연구회, 경기도과학과교육연구회, 경북과학교사모임, 대전과학교사모임, 부산 어메니티 과학교육연구회, 부천과학교사실험연구회, 사랑의 과학나눔터, 신나는 과학을 만드는 사람, 울산과학연구회, 인천과학사랑교사모임, 전남중등물리교육연구회, 전남중등생물교육연구회, 전남지구과학연구회, 전북과학교사연합회, 제주청소년과학탐구연구회, 참과학, 화학을 사랑하는 사람들의 모임 17개 단체	

1. 인사말

인사말씀

2. 축사

제 9 회 전국과학교사큰모임 축사

3. 특강 I

특 강

신경호 KIST대의협력본부장
과학인재 양성 및 국제협력 파트

3. 특강 II

1. 과학교사, 전문성 그리고 나눔
이진승(사랑의 과학 나눔터)

**2. 함께 나누는 과학의 즐거움, 과학
실험 봉사**
박명순(신나는 과학을 만드는 사람들)

3. 대한민국-티모레스테(동티모르)
과학교사 세미나 발자취
김홍석(사랑의 과학 나눔터)

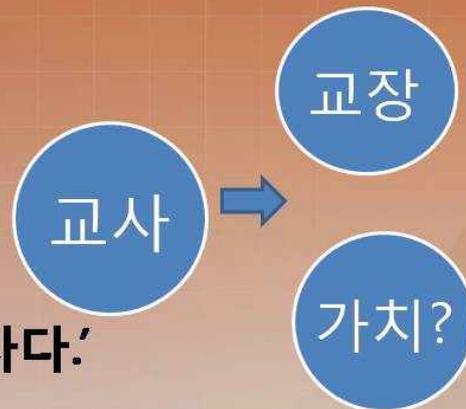
과학교사, 전문성 그리고 나눔

이진승
(사랑의 과학 나눔터)

후원 | 한국과학창의재단

지구촌 학교

- 교사의 전문성?
- 어느 선배의 말
'나는 대한민국의 교사다!'
- 과학
-활동이 언어, 감성의 교감



무엇을 했는가?

- 2005 몽골 자녀 10여명
 - 성동외국인 근로자 센터 : 서인호, 김홍석
 - 유지원~중학생
- 2008 마포지역 20명
 - 소이 초등학교: 김기명
 - 매주 토, 여름과학캠프



- 2009년 마루아라 지역아동센터 초 중 16명
 - 중량구 신내동 (이선희, 박용우)
 - (겨울)10분동안 진행하기 어려움
 - '천원 주세요'
 - >놀라운 변화 ->상반기 정기수업

- 2010년
 - 마루아라 지역아동센터(이선희, 박용우) 23명
 - 수유동 작은 도서관(김홍석) 6명

-과학캠프
-상반기(작은 도서관)
-하반기(마루아라 초 중)



- 2011년(사랑의 과학 나눔터 + 신과람)
 - 3개 지역으로 확대(이선희) 1년 프로그램
 - 마루아라(박용우, 장성구 중 6)
 - 망우지역(박명순 초12, 중8)
 - 구로함사람(이세연 초 10명)



후원 | 한국과학창의재단
Korea Science and Creativity Foundation

- 나름 서쪽에 지리가 밝은 나이건만, 골목안 찾아 들어가는거 제법 힘들었네요. 비도 오고
하지만 남자 다섯 여자 다섯의 천사와 행복한 시간 보내고 왔습니다.
정말 마음 상하지 않고 예쁘게만 자랐으면 하고 기원합니다.
<11.6.22> 어느 교사의 수업 소감

.....
그리고 우리 사회도 실천하는 전문가가 늘었으면 좋겠다는 생각과
그 일을 하기에 가장 적합한 사람이 우리 교사라는 생각을 했어요.

.....
교육은 삶이고 과정이라는 생각이 들어요.
아이들이 스스로 경험하고 밟아나가야 하는 과정을 충실히 할 수 있도록 우리가 옆에 있어주는 것. 이런 것이 힘이 아닐까 합니다.

<11.6.22> 수업 소감에 대한 답글

- 동티모르
 - 2007년 ~현재(김홍석, 임익섭, 김의성)
 - 2007년 박금우, 김홍석, 서인호, 방미정
 - 사랑의 과학나눔터 + 인과사
 - 한국어 + 영어 + 떼뚱어



- 어느 젊은 교사의 말
-내가 과학선생님이라는 것이 행복해요.

함께 나누는 과학의 즐거움, 과학 실험 봉사

박명순

신나는 과학을 만드는 사람들
(태릉고등학교, bsjs0506@naver.com)

재능 기부란?

재능기부란 개인이 갖고있는 재능을 개인의 이익이나 기술개발에만 사용하지 않고 이를 활용해 사회에 기여하는 새로운 기부형태를 일컫는다. 즉 개인이 가진 재능을 사회단체 또는 공공기관 등에 기부하여 사회에 공헌하는 것이다.

재능 기부와 봉사

재능기부가 봉사활동과 다른 점은 개인의 차이를 존중한다는 데 있다. 각자가 가진 재능을 사회에 환원한다는 점에서 의미가 있다. 기부를 받아야 할 대상이 다양한 만큼 기부할 수 있는 재능도 다양하다. 돈을 내는 금전 기부가 1회성이 대부분인데 비해 이런 재능기부는 각자의 전문성과 지식을 바탕으로 한 지속적인 기부형태라는 점에서 한 단계 진화한 기부 모델이라는 평가를 받는다.

재능 기부의 종류 및 재능 기부의 현재

슈바이처 프로젝트 - 의료, 보건, 건강과 관련된 분야

오드리햅번 프로젝트 - 문화·예술관련 분야.

마더테레사 프로젝트 - 저소득층 및 사회복지분야

키다리아저씨 프로젝트 - 멘토링, 상담, 교육 결연분야

헤라클래스 프로젝트 - 체육, 기능, 기술 관련분야

<출처 위키백과>

■ 문화나눔 행복서울 프로젝트

25개 자치구마다 광장이나 숲, 거리 등을 열린예술극장으로 1곳 이상을 지정하여 600회 이상 공연을 진행하고, 복지시설 및 기관을 대상으로 300회 이상 진행하고 있다.

재능 나눔 봉사단은 전문예술 단체 뿐 아니라 직장 동호회 등 아마추어 동호회를 연극, 국악, 무용, 일반의 영역으로 구분하여 심사된 팀들이 공연을 벌이고 있다.

■ 과학나눔봉사단

대학생들이 자체적으로 팀(5~10명)을 이루어 방학중 농산어촌, 도서벽지, 저소득층이 밀집된 지역의 초중등학교 및 사회복지시설을 직접 방문하여 과학체험교실을 제공하고 있다.

■ 정재승 교수의 과학 강연

1. 3월에 시작된 신과람과 사랑터와의 동맹, 과학을 통한 나눔의 시작

3월부터 서울의 3개지역 구로, 망우, 신내의 마루아라의 지역 아동센터의 과학봉사 나눔활동이 시작되었다. 신나는 과학을 만드는 사람들(이하 신과람)에서 2009년 6

월부터 응봉동 지역아동센터에서 진행한 과학실험봉사활동이 2010년 6월에 마무리가 되었고, 사랑의 과학나눔터(이하 사랑터)는 2009년부터 2010년까지의 2년여 동안 서울 망우리 지역인 서울시립대학교 사회종합복지관 내의 마루아라라는 지역아동센터에서 봉사활동을 하였던 것을 두 단체에서 진행하면서 3개의 지역, 4개의 수업으로 지역이 늘었다. 물론 두 단체에서 함께 진행하는 것은 활동 지역의 증가 뿐 아니라 봉사활동을 하는 교사들이 연구모임 중심의 장소가 아닌 봉사하기 편한 장소를 중심으로 모여지게 됨으로써 지역사회를 중심으로 교사가 모여지는 효과를 보게 되었다.

2. 봉사활동의 진행

1) 1학기 봉사활동의 진행 과정

- ① 구로함사람은 초등(1팀), 마루아라는 중등(1팀), 망우는 초·중등(2팀)으로 진행
- ② 연구모임의 홈페이지에 봉사일자와 봉사장소를 게시하고 봉사활동희망자와 활동주제를 모집
- ③ 각 센터에 팀장을 두고 홈페이지에 게시된 봉사활동희망자의 봉사날짜를 조정하여 1학기의 수업일정을 짜고 다시 교과모임 홈페이지에 공지
- ④ 각 센터의 성격
 - 구로함사람 : 주변 환경이 매우 열악하고 학생들의 가정환경 역시 돌봄이 부족하나 아이들은 밝고 수업에 적극 참여함. 남학생들의 집중도는 많이 부족함
 - 망우 : 주변 환경은 열악하지만 센터가 안정되어 있고 학습적인 분위기가 잘 조성되어 있고 교사를 잘 따르는 편
 - 마루아라 : 주변 환경이 열악하고 센터장이 자주 바뀜. 학생들이 다소 거칠고 주의 산만한 편이지만 사랑터 선생님들과 2년 여의 수업으로 교사에 대한 거부감은 적고, 과학수업을 기다림

2) 1학기에 봉사활동 후의 중간 평가 및 2학기 봉사활동 희망자를 대상으로 한 워크샵에서의 의견을 바탕으로 한 2학기 봉사활동 계획

- ① 1학기 봉사활동의 평가
 - 봉사활동이라는 것은 단순히 과학체험교실을 학생들에게 제공하는 것 뿐 아니라 지역아동센터의 아동들과의 정서적인 소통도 중요하므로 학생의 이름을 많이 불러주기 위해서 학생들에게 명찰을 달게 하고 되도록 이름을 불러준다.
 - 각 지역센터마다 학생들이 8~15명 정도 되나 활동 내용이 hand-on 실험이므로 교사 1명이 전학생을 지도하기에는 어려움이 있다.
 - 망우센터의 중등은 학생수가 너무 적어 초등 교실만 운영한다.
- ② 2학기 봉사활동 희망자를 대상으로한 워크샵 진행
 - 1학기에 봉사자가 대부분 2학기에도 참여희망 하였으며 2학기에는 참여희망자가 증가함

- 주제는 특정한 주제를 정해서 진행하는 것도 장점이 있지만, 학생들이 접해보지 못한 hands-on 활동을 통해 학생들의 호기심을 자극하는 것이 좋으며 ‘아름다움’, ‘즐거움’, ‘신남’과 같은 감정을 목표로 하기도 함
- 소외계층을 위한 과학 활동을 통해 교사들이 인적 네트워크를 형성하고, 이를 기반으로 하여 과학 나눔 활동을 확산시키는 것이 프로그램의 중요한 목적임을 공유함

3) 2학기에 봉사활동의 진행 과정

- ① 각 센터마다 요구사항이 다르므로 각 지역센터에 맞게 적절하게 운영한다.
- 구로 : 센터에서 매주 수업이 진행되는 것을 희망하므로 최대한 봉사 활동일을 늘린다.
봉사활동도우미 학생을 오게 하여 봉사활동을 돕도록 한다.
 - 망우 : 봉사활동을 교사 1명이 할 경우 진행이 어렵고 새롭게 봉사활동을 시작하는 사람이 부담이 적어질 수 있도록 2인 1조 주진행자와 1명의 도우미로 총3명으로 봉사활동을 운영한다. 다양한 주제가 아닌 물을 주제로 한 실험 활동을 할 수 있도록 한다.

3. 봉사활동의 성과

- 1) 2개 교과모임이 공동으로 주관함으로써 지역을 중심으로 한 교사네트워크의 형성이 수월해져 지역봉사활동의 역량이 증가할 수 있다.
- 2) 지역아동센터에서의 교사의 재능 기부는 지역 내에서의 교사의 긍정적 인식을 향상시켰으며 교사 또한 학교에서의 역할 외에 지역 사회에서의 교사의 역할을 생각할 기회가 제공되었다.
- 3) 봉사활동의 기회를 제공함으로써 교사들 또한 재능 기부 활동에 쉽게 접근할 수 있었으며 그로 인해 학교 과학동아리를 중심으로 한 새로운 재능기부활동이 창출되었다.

■ 봉사 활동에 참여 교사 A

고등학교 과학동아리를 중심으로 지역아동센터에 1개월에 1번씩 과학봉사활동을 진행함

이 활동은 학생이 중심이 되어 봉사활동을 진행하였으며 이 활동에 참여한 학생들 또한 학교 학생들 또한 사회 구성원으로서의 역할을 경험하게 되었다.

■ 그 밖에서 봉사활동에 참여한 여러 교사들이 동아리 학생들을 데리고 지역에서 봉사활동을 진행하는 예들이 생기게 됨

장소	날짜	주 제	장소	주 제
구로	4월 27일	버그박사로 입체구조물 만들기	마루	액성에 따른 지시약의 색변화, 금속산화물의 액성 조사
	5월 18일	시온물질을 이용한 건전지 테스트		진공 용기로 놀아보자

참 사 람	6월 8일	사라지는 그림 - 전반사	아 라	상대변화
	6월 22일	호버크라프트 만들기		열 받은 플라스틱, 탱탱볼 만들기
	7월 6일	아이스 팩 만들기		
	7월 25일	플라스틱 약세사리 만들기		
	7월 26일	부부젤라 만들기		만화경만들기
	7월 27일	눈의 구조, 분광기 만들기		무게 중심을 이용한 실험
	7월 28일	현장 생태탐방		분자모형을 통한 입체 구조의 이해하기
	7월 29일	CD 스피커 만들기		인체 뼈대 만들기
망 우 초 등	4월 27일	우리 주변의 물질은 과연 산성일까, 염기성일까?	망 우 중 등	호모폴라 전동기 만들기
	5월 18일	요플레통으로 열쇠고리 만들기		발포성 알약을 이용한 탐구실험
	6월 8일	별자리 만들기		무지개 물탑 쌓기
	6월 22일	비누과자 만들기		은도금 목걸이 만들기
	7월 6일	간단한 마술 배우기		대기압 관련 실험
	7월 25일	현장 생태탐방		
	7월 26일	천연 모기 퇴치제 만들기		
	7월 27일	빨대 손가락 만들기		
7월 28일	부부젤라 만들기			

[표1] 1학기 봉사활동 주제

장소	날짜	주 제	장소	날짜	주 제
구 로 참 사 람	10월 5일	만화영화 원리 찾아보기	마 루 아 라	9월21일	마블링 뱃지 만들기
	10월19일	빨대 손가락 만들기		10월 5일	신기전 만들기
	11월 2일	힘의 분산		10월19일	잠수함 만들기
	11월 9일	신재생 에너지		11월 2일	호루라기 피리와 물피리 만들기
	11월16일	가짜 요리 만들기		11월 9일	전기회로 구성과 빛 합성장치 만들기
	11월23일	무게중심 모빌 아트		11월23일	색소의 과학
	11월30일	번개를 피해라!		12월 7일	부력의 측정
	12월 7일	전동기 만들기		12월21일	따뜻한 손난로, 차가운 냉각 팩
	12월14일	전기분해 장치 만들기		1월	자외선 카드 만들기
	12월21일	악기 만들기		1월 17일	과학 1일 캠프 참가
	1월	빠빠로 분광기 만들기		1월 18일	자연탐사(안산 시화호)
	1월	골전도 스피커 만들기			
	1월 17일	과학 1일 캠프 참가			
	1월 18일	자연탐사(안산 시화호)			
망 우 초 등	10월 5일	물 위의 기름을 모두 잡아주마(흡착포의 원리 탐구와 마블링 뱃지 만들기)			
	10월19일	미니 수족관 만들기			
	11월 9일	무지개층 물 속들은 무게가 달라요_음료수를 이용하여 밀도탑 쌓기			
	11월16일	가장 무거운 소금쟁이 만들기_ 표면 장력			
	11월23일	물은 어떤 일을 할까? (크로마토그래피)			
	12월 7일	간이 정수기 만들기(물의 정화)			
	12월14일	빨리 돌아갈 수 있는 물레방아 만들기			
	12월28일	소금펜으로 그림그리기(전해질과 비전해질)			
	1월 17일	과학 1일 캠프 참가			
1월 18일	자연탐사(안산 시화호)				

[표2] 2학기 봉사활동 주제

대한민국-티모레스테(동티모르) 과학교사 세미나 발자취

김홍석(석관고)
사랑의 과학 나눔터

1. 사전지식 갖기

1) 동티모르 알기

○ 공식명칭 : 동티모르민주공화국(Democratic Republic of Timor-Leste / Republica Democratica de Timor-Leste)

○ 인구 : 1,032,000

○ 면적 : 14,604km²

○ 수도 : 딜리

○ 정체·의회형태 : 공화제, 단원제

○ 국가원수/정부수반 : 대통령/총리

○ 공식 언어 : 테툼어·포르투갈어

○ 독립년월일 : 2002. 5. 20

○ 화폐단위 : 미국달러(U.S.\$)



<동티모르 국기>

○ 동티모르(말레이 열도의 티모르 섬 동반부에 있는 나라)/지도

티모르 섬 동부와 인근의 작은 섬인 캄빙·자코 섬, 그리고 판테마카사르 시를 끼안고 있는 티모르 섬 서북 해안의 오쿠시 암베노로 이루어져 있다. 동남쪽으로 티모르 해, 북쪽으로 웨타르 해협, 서북쪽으로 옴바이 해협, 서남쪽으로 서(西)티모르(인도네시아 누사텐가라티무르 주에 속함)와 접한다. 수도는 딜리이다. 면적 14,604km², 인구 778,000(2003 추계).



출처 : Encyclopaedia Britannica, Inc. Copyright 1994-2004 Encyclopaedia Britannica

2) 티모르섬 : 말레이 열도에 있는 섬

사부 해와 티모르 해 사이에 있는 소(小)순다 열도 동쪽 끝에 자리 잡고 있다. 서(西)티모르는 행정상 인도네시아 누사텐가라티무르 주의 일부로 취급되며, 동티모르는 1975년까지 포르투갈의 해외 영토로 있다가 그해 11월 28일 동(東)티모르 민주

공화국으로 독립을 선포했다. 이 신생독립국은 곧이어 12월 7일에 시작된 인도네시아의 침략을 받아 1976년 인도네시아의 티모르티무르 주로 선포되었다. 그 후 2002년 인도네시아에서 독립해 동티모르 민주공화국이 되었다. 티모르는 전반적으로 산악지대가 많으며, 정기적으로 범람하는 홍수림 늪지와 이웃하고 있는 몇몇 연안평야가 자리 잡고 있다. 최고봉은 타타마일라우 산(2,963m)이다. 몇몇 진흙 간헐천이 있지만 활화산은 없다. 기후는 남동계절풍이 부는 동안은 건조한 반면, 짧고 불규칙적인 서계절풍(12~3월) 기간에는 습한 편이다. 연강수량은 평균 1,475mm에 이르지만 해마다 변동 폭이 크며, 우기의 시작일도 해마다 달라진다. 유카리 나무·대나무·카수아리나·코코야자·백단나무숲 및 사바나 지대(키 큰 풀과 키 작은 나무가 자라는 지역), 고지 방목지대가 있다. 유대동물·악어·앵무새 류·비둘기·사슴·원숭이·뱀이 대표적인 야생동물이다.

해안지역의 주민들 대부분이 인도네시아 말레이 인종으로 구성되어 있다. 이들은 당시 인구의 대부분을 이루고 있던 멜라네시아 원주민들을 산악지대로 내몰고 이곳에 정착했다. 이슬람교와 그리스도교가 일부 전파되고는 있으나 애니미즘과 조상숭배가 주요 신앙이다. 사람 사냥은 최근에 와서야 비로소 단속되고 있다. 각 마을에는 사제가 지키는 성소와 그 주변에 금지구역이 있으며, 중요한 절기에는 예식이 치러진다. 주민들은 병과 죽음을 마법사가 일으키는 것으로 믿는다. 이전에는 해안지방에서 전쟁이 벌어졌기 때문에 마을과 마을에서 떨어진 집 주위에는 항상 방책이 쳐져 있었다. 집들은 말뚝을 박아 지은 집들이 대부분이다. 1520년경 포르투갈인들이 백단향인 듯한 품목을 가지고 티모르와 교역을 시작했으며, 1613년에는 네덜란드인들이 남서부 가장자리의 만입된 부분에 위치한 쿠팡에 자리를 잡았다. 포르투갈인들은 북부와 동부로 진출해나갔다. 1859, 1893년에 맺은 조약이 1860, 1914년에 각각 효력을 발휘하면서 섬은 포르투갈령과 네덜란드령으로 양분되어 1975년까지 그 체제가 유지되었다. 제2차 세계대전 동안에는 일본에 점령당했다.

1975년 인도네시아 군대가 동티모르를 침공·점령한 이후 동티모르의 인구는 기근·질병·전쟁·처형 등으로 인해 크게 줄어들었으며, 수천 명의 주민들이 군대의 호송 아래 재정착 수용소로 강제 이송되었다. 인도네시아는 전쟁을 일으킨 장본인임에도 불구하고 주민들의 저항을 내란으로 규정, 이에 대항했다. 프레틸린(Fretilin : 동티모르 독립을 위한 혁명전선) 유격대가 1980년대까지 합병에 반대하는 저항운동을 벌였으나 인도네시아의 합병을 반대하는 국제적인 무력행사는 거의 없었으므로 이들의 저항은 실패로 끝났다. 그 후 1996년 동티모르의 독립운동 지도자인 카를로스 펠리페 시메네스 벨로 주교와 주세 라모스 오르타가 노벨 평화상을 수상함으로써 동티모르 사태는 비로소 국제 사회의 집중적인 조명을 받게 되었다. 1998년 인도네시아의 수하르토 정권이 붕괴하자, 뒤이은 하비비 정권은 동티모르의 독립 여부를 묻는 주민투표 실시에 찬성했다. 1999년 국제연합(UN) 주관 하에 동티모르 주민투표가 실시되었다. 투표결과 주민의 78.5%가 독립에 찬성했다. UN 잠정통치기구(UNTAET)가 과도기 통치를 담당한 후 2002년 동티모르는 완전 독립을

했다. 포르투갈령 티모르의 수도였던 북부해안의 항구도시 딜리가 오늘날 동티모르 민주공화국의 수도이다. 동티모르는 앞바다의 캄빙(아타우로) 섬과 자코 섬, 북서부 해안 오쿠시 주위의 고립영토 등 옛 포르투갈령을 모두 포함하고 있다. 1975년 이전에는 커피가 수출액의 80%를 차지할 정도로 주요 수출품이었으며, 그밖에 가죽·차·고무·코프라 등도 거래되었다.

이전에 네덜란드령 티모르였던 서반부는 오늘날 인도네시아 누사텐가라티무르 주의 일부로 항구도시인 쿠팡이 그 주도이자 행정중심지 역할을 하고 있다. 서티모르는 영국이 점령했던 짧은 기간(1812~15)을 제외하고는 제2차 세계대전 때 일본이 점령하기 전까지 네덜란드의 지배 아래 있었다. 1946~49년 네덜란드가 지원하던 동(東)인도네시아에 편입되었다가 1950년 인도네시아의 일부가 되었다. 반건조성 기후의 오지로 20세기 초 네덜란드 평화조약이 맺어지기 전까지는 경제발전이 이루어질 수 없었다. 이동농경과 밭벼·옥수수·고구마 재배가 전통적으로 이루어졌다. 오늘날에는 토양침식과 산림황폐 등의 문제가 비교적 잘 통제되고 있으며, 관개시설을 통해 논벼가 재배된다. 주요 토산품으로 면직물과 바구니가 있다. 철제 무기와 도구 제조가 활발하며, 낫쇠 장식품이 납형법(蠟型法)으로 구조된다. 면적 : 서(西)티모르 15,850km², 동(東)티모르 14,609km², 인구 1,382,207(1980).

3) 동티모르 분쟁: 25년간의 독립투쟁사

이 근 수 (연구위원)

인도네시아(이하 인니)와 호주 사이에 있는 티모르섬의 동쪽 지역에 위치한 동티모르는 1.5만km²(남한의 1/7)의 면적과 88만 명의 인구를 가진 열대 밀림 산악지대이다. 말레이시아-폴리네시아계가 주류인 동티모르 주민들은 티모르어를 사용하며, 대부분 카톨릭 교도(98%)로 분류되지만 토속신앙(72%)도 함께 신봉하고 있다. 1701년 포르투갈이 티모르섬을 식민지로 편입시킨 후 1849년 네덜란드에 서티모르를 양도함으로써, 동티모르에 대한 포르투갈의 식민통치는 1975년 7월까지 지속된다.

1945년 8월 네덜란드로부터 독립한 후 인니의 수카르노 대통령은 다민족국가의 통합을 중시하였고, 1966년 군부 쿠데타로 등장한 수하르토 대통령은 보다 강압적인 방식으로 국가통합을 추진하였다. 특히 1975년 4월 베트남 공산화를 목도한 수하르토 반공 정부는 좌파 동티모르독립혁명전선(Fretilin) 정부의 등장을 우려하였다. 1975년 포르투갈의 식민지 해방계획이 추진되면서 동티모르에서는 Fretilin 세력과 친인니 세력 간의 내전이 발생하였다. 동년 11월 Fretilin이 동티모르민주공화국(DRET)을 선포한 직후인 12월 인니는 동티모르를 무력 침공하였다. 인니의 침공과 평정작전 과정에서 당시 68만 명의 인구를 지닌 동티모르는 10만 명 이상의 주민이 희생된 것으로 알려지고 있다. 결국 1976년 7월 동티모르는 인니의 27번째 주로 편입되었다. 이후 인니의 동화정책에도 불구하고 동티모르 주민들의 독립 투쟁은 25년 동안 지속되었다.

동티모르 분쟁은 자원 확보, 정치 이념적 갈등, 그리고 종교적 반목 등의 원인이 복합적으로 작용한 결과이다. 기본적으로 동티모르 분쟁은 국내 일부 지방이 분리 독립을 목표로 중앙정부에 저항하는 내전 형 분쟁의 성격을 지닌다. 인니에 의해 합병된 동티모르는 수마트라섬의 아체(Aceh), 서파푸아의 이리안 자야(Irian Jaya) 지역과 함께 인니의 3대 분리 독립운동이 전개되어온 지역의 하나이다. 이들 분리 독립운동은 석유 등 풍부한 부존자원에 비해 인니 전체 평균에도 훨씬 못 미치는 빈곤상태를 벗어나지 못하고 있는 현지 주민들이 중앙정부에 대해 정책적 소외와 강압 통치, 그리고 경제 착취 등에 대한 불만을 표출하면서 발생되었다는 공통점을 지니고 있기도 하다.

그러나 동티모르는 과거 네덜란드 식민지가 아니었고, 종교·문화적으로 인니와는 유대감이 적었으며, 포르투갈의 식민통치 말기에 독립국가 수립을 도모했었다는 점 등으로 보아 다른 분리 독립운동 지역과는 다르다. 즉 저항 의지와 독립 열망이 가장 높은 지역이라고 할 수 있다. 동티모르 분쟁이 비록 내전 성격을 지니고 있었지만, 분쟁의 해결은 국제적 쟁점으로 부각되면서 가능했다는 점, 그리고 국내투쟁과 국제여론 환기전략이 조직적으로 연계, 활용된 투쟁이었다는 점에서 상당 부분 탈냉전의 국제적 영향과 밀접한 관련이 있는 '국제적 지원을 받는 내전'이었다.

1976년 7월 동티모르를 접수한 인니는 주민들을 대규모 집단수용시설에 이주시켜 철저한 감시 속에서 재교육을 통한 동화정책을 전개하였다. 동티모르 주민의 80%가 고향을 떠나 집단 수용되었으며, 이 과정에서 기아와 질병에 무방비로 노출된 주민들은 또다시 많은 희생을 치르게 되었다. 인니가 동티모르 경제의 기반인 커피와 목재 산업을 독점하면서 경제적 수탈도 심화되었다. 또한 동티모르인의 상대적 인구 비중을 줄이기 위해 산악제한정책이 전개되는 한편, 인니인들의 동티모르 이주도 적극 유도되었다. 이주한 인니인들은 군인, 공무원, 의사, 교육자, 상인층의 대부분을 차지하면서, 현지 주민들을 실질적으로 지배하는 계층이 되었다. 특히 1975년부터 1989년까지 동티모르는 외부 세계와 철저히 차단된 채 군정 강압통치를 받는 '폐쇄된 식민지'에 다름없었다.

인니의 무력 침공 이래 동티모르군(Falintil)과 주민들의 처절하고 외로운 투쟁은 지속되었다. 1981년 동티모르의 탁월한 지도자이자 사령관인 구스마오(Xanana Gusmao)가 등장하면서 산악거점을 배경으로 정치·군사조직이 재정비되었고 장기 저항태세가 갖추어졌다. 그는 국민해방군을 조직하였고, 준정부기구인 국민저항회의(CNRM)를 창설하여 효율적인 독립운동을 전개하였다. 1992년 11월 구스마오가 체포되었지만 그가 만든 정치·군사조직은 저항 의지와 전술적 기량을 축적하면서 동티모르 생존전략의 기반이 되었다.

한편 동티모르 지도부는 외로운 투쟁을 해외에 알려 국제적 지원을 확보하는 것이 중요한 관건이라고 판단하였다. 1989년 인니가 동티모르의 대외 개방을 결정하면서 동티모르 독립운동은 교황 방문, 미국 대사 방문 등의 행사에 맞추어 현지의 참상을 알리는데 주력하였다. 해외 망명정객 오르타(Jose Ramos Horta)를 중심으

로 유엔, 서구 국가, 국제 언론 등에 독립운동과 인권 참상을 홍보하는 외교 전선이 구축되었다. 또한 벨로 주교(Bishop Carlos Belo)는 가톨릭교회의 비폭력적 활동을 통해 동티모르의 문화와 종교, 그리고 인권을 수호하는데 커다란 기여를 하였다.

동티모르 분쟁에 있어서 한 가지 특기할만한 것은 독립과 저항군이 테러활동을 철저히 배격하였다는 점이다. 대부분의 내전형 분쟁에 있어서 민간인을 목표로 한 인질, 납치, 폭파 등의 테러활동이 빈번한 데 비해, 동티모르 저항군의 방어적 대응 방법은 국제적으로 동정을 살 수 있는 기반이 되었다. 그러나 동티모르 독립투쟁은 냉전이 종식될 때까지 국제적으로 적극적인 지원을 받지 못했다. 서구 선진국들이 동티모르의 인권 상황에 대해 모르는 바는 아니었지만, 인니와의 관계를 고려하여 내전형 분쟁에 개입하기를 주저했기 때문이다.

동티모르 분쟁은 대표적인 인권 유린 분쟁으로 알려져 왔다. 1991년 11월 "딜리 대학살(Dili Massacre)"은 분쟁 기간 동안 가장 극악한 인권 침해 사례로 꼽힌다. 포르투갈 국회의원단의 방문에 맞추어 준비해온 독립시위대가 민간복장의 인니군에 의해 학살(사상자 903명)당한 사건이다. 이 사건으로 인니 정부는 구미 각국의 비난과 진상조사 요구에 응하지 않을 수 없었고, 그 동안 철저한 통제 속에 묻혀 있던 동티모르의 인권 상황에 대한 국제적 관심이 증폭되는 결과를 가져왔다.

1996년 10월 벨로 주교와 오르타 망명정객이 노벨 평화상을 받게 되면서 동티모르의 처절한 투쟁 과정이 본격적으로 세상에 드러났다. 이는 동티모르인에게는 더 없는 위안과 힘이 되었으며, 인니 정부는 대외 신인도가 크게 떨어지면서 해외 자본과 투자 유치에도 어려움이 가중되었다. 특히 1997년 7월 남아공화국 대통령 만델라(Nelson Mandela)가 인니 국빈 방문길에 요청한 동티모르 지도자 구스마오와의 회동이 이루어진 것은 동티모르 문제 해결의 중대한 계기가 되었다.

유엔 안전보장이사회는 인니의 무력 침공 직후 두 차례에 걸쳐 군병력의 전면 철수를 결의했고, 그 후 유엔 총회는 1976년부터 1981년까지 매년 유사한 결의안을 통과시켰다. 딜리 대학살 이후 유엔 사무총장은 포르투갈-인니 간 정기적인 협상을 중재하였고, 유엔 특별대사의 동티모르 방문 조사, 소수민족보호위원회 파견, 인권 위원회 활동 등이 최근까지도 지속되었다.

인니의 동티모르 침공에 대해 당시 미국, 영국, 호주, 포르투갈 등 대부분의 서구 국가들은 동의 혹은 묵인의 의사 표시로 인니 정부를 지지했으며, 동티모르 합병에 대해서도 사실상 점령을 인정하였다. 서구 제국의 이러한 유화적 태도는 △당시 냉전기에 있어서 인니의 반공노선과 지전략적 가치의 중요성 △티모르해의 석유자원 개발에 대한 참여 기대 △인니의 첨단 무기 구매 계획 △자원 부국 인니에 대한 서구 제국의 투자 심리 △인니의 풍부한 시장성과 저렴한 노동력 활용 가치 등을 먼저 고려한 결과였다.

1998년 들어 수하르토 정부는 경제적 난국과 함께 정치적 위기에 봉착하였다. IMF 관리체제하에서 민주화 운동이 가열화 되고 있던 인니는 정부가 제의한 새로운 대통령 선거법안이 국민들의 거부로 무산되자, 수하르토가 사임하고 하비비 부

통령이 대행하는 권력 공백기를 맞이하였다. 인니 여타 지역의 분리 독립운동이 거세지고 있는 가운데, 1999년 4월 유엔-포르투갈-인니 간 동티모르 자치협상안이 타결되었다. 1999년 8월 30일 유엔의 감시 하에 인니 정부의 자치안(동티모르 특별자치에 관한 기본협정)에 대한 주민투표를 실시하여 독립 여부를 결정짓는 것이었다.

인니 및 해외 거주자를 포함하여 45만 여명의 유권자가 참여한 주민투표는 예상치를 훨씬 넘는 투표율(98.6%)과 압도적인 독립 지지율(78.5%)을 기록하였다. 이에 따라 유엔-포르투갈-인니는 동티모르의 독립 일정에 합의하였고, 1999년 10월 인니 의회는 동티모르 강제 합병을 무효화시키는 조치를 취했다. 이로써 4반세기 동안의 투쟁으로 점철된 동티모르 분쟁은 민주적 절차에 의해 평화적으로 해결되었다.

동티모르의 독립 쟁취는 구스마오가 이끄는 독립파의 줄기찬 투쟁과 유엔 및 카톨릭 국가, 그리고 국제여론 등 국제사회의 지지가 만들어낸 합작품이라고 할 수 있다. 그리고 인니 정부의 내정 불안과 경제 침체도 동티모르 분쟁의 해결에 한 몫을 하였다. 군부의 지지를 바탕으로 강압 통치를 실시해온 인니 정부가 체제 운영 및 통합 능력에 한계를 드러냈기 때문이다.

주민투표 결과에도 불구하고 친인니 민병대의 독립 반대와 인권 침해 행위가 계속되었고, 비무장 유엔동티모르과건단(UNAMET)만으로는 독립 일정을 추진할 수 없었다. 유엔은 평화유지군 성격의 동티모르 다국적군(INTERFET)을 파견하여 치안과 질서 유지에 힘썼다. 한국의 상륙수부대도 이에 동참함으로써 동아시아의 지역안보에 기여하고 있다. 다국적군은 2000년 2월부터 유엔 평화유지군(PKF)의 지위로 전환되었다.

2000년 3월 현재 유엔동티모르과도행정기구(UNTAET)와 동티모르저항위원회(CNRT)를 중심으로 독립 일정이 순조롭게 추진되고 있다. 그렇지만 동티모르가 진정한 독립국가로 태어나기 위해서는 사회경제적 자립 여건의 마련, 안정적인 대외관계의 구축 등에 대해 정치적 구심점으로 등장한 독립파 지도자들의 새로운 역량이 시험대에 오를 것으로 보인다. ♣ <국방일보, 2000. 3. 24.>

I. 2007년 1월 동티모르

1. 목적

- 사랑의 과학나눔터는 동티모르 과학교사를 대상으로 과학교육 연수를 운영하기 위하여 사전 답사를 진행한다.
- 동티모르 청소년들이 꿈과 희망을 가지고 동티모르의 과학기술의 발전의 주체로 성장할 수 있도록 돕는다.
- 한국의 과학교사들이 아시아 빈국의 과학교육의 발전을 위하여 기여하기 위한 방안을 찾는다.

2. 참가자 및 역할

- 서인호 : 학생용 워크시트 작성, 화학수업, 교사 면담
- 김홍석 : 여행사 접촉, 화학수업, 화학실험 준비물, 사진 촬영
- 박금우 : 초청장, 현지 접촉, 숙소 및 학교 섭외, 물리 수업
- 방미정 : 학생용 워크시트 작성, 수학수업, 동영상 촬영

3. 일정

- 1월 9일 : 인천 공항 → 인도네시아 발리
- 1월 10일: 인도네시아 발리 → 동티모르
- 1월 11일 ~ 1월 21일: 지구촌 과학교실 운영
- 1월 22일 ~ 1월 24일: 현지 문화체험
- 1월 25일: 발리 → 인천

4. 장소

ESCOLLA SECUNDARI SANTO ANTONIO ESSA BAUCAU

<화학실험실>

- ① 교사용 테이블 1개, 학생용 테이블 6개가 있으며 모두 콘크리트로 만들어졌으며 위 면은 흰색 타일로 덮여있음. 의자는 나무로 되어 있음
- ② 창가에 보조 테이블이 있어 실험기구 등을 놓을 수 있게 되어 있음
- ③ 수도 : 뒷면에 4개의 수도꼭지가 있음.(첫날은 1개만 사용가능했으나 곧 모두 수리해 줌)
- ④ 전기 : 콘센트가 앞면 칠판 옆에 하나. 뒷면에 하나 있으나 전원은 들어오지 않았음
- ⑤ 준비실이 붙어 있음
- ⑥ 시약 및 기구
 - ㄱ. 시약
 - 질산은, 황산을 비롯하여 여러 가지 염들이 조금씩 있음

- 금속나트륨도 있었는데 표면이 심하게 산화되었지만 안쪽에 산화되지 않은 금속이 있음
- 만능시험도, 황산나트륨도 소량있지만 수산화나트륨은 거의 없다.
- 시약이 오래되어 순수하지 않음
 - ㄴ. 기구
 - 저울은 일부 쓸만함
 - 시험관대는 있으나 시험관이 적음
 - 가열기구는 알코올 램프대신 석유 버너와 고체연료 램프가 일부 있음
 - 비커는 100mL, 500mL, 1000mL 등 수량은 적지만 사용할 만함
 - ㄷ. 기증한 물품(박소영샘) : 교장샘이 목록을 적어 분실 방지하겠다고 함
 - 12, 24, 96홈판 7개씩
 - 8mm 빨대 50개, 빨대마개 30개, 1회용 스포이트 100개
 - 12홈판용 바이알 50개, 주사기 12개, 고무풍선 100개
 - 기체발생용 관 + 실리콘 오일 + 2hole 마개 30개
 - 라디오펜치 1개, 롱노우즈 플라이어 2개, 가위 6개, 칼 1개, 철사 3m
 - 500mL, 1500mL 플라스틱 통 각 12개
 - 식초 1병, 풍풍 1병, 설탕 1봉지, 소금 2봉지
 - 네임펜, 볼펜 다수
 - ㄹ. 인도네시아 자카르타 과학상 PT. ETERNA UNGGUL SENTOSA
 - 주소 : Jl Kartini Raya No. 41 Jakarta 10750
 - 전화 : (62 21) 6281832-6387375
 - 팩스 : (62 21) 6299622-6286728 -> 확인요망

<생물실험실>

- ① 교사용 테이블 1개, 학생용 테이블 9개가 있으며 모두 나무로 만들어져 있음.
- ② 창가에 보조 테이블이 있어 실험기구 등을 놓을 수 있게 되어 있음
- ③ 수도는 없고 전기 콘센트는 확인하지 못함
- ④ 준비실이 붙어 있음

<과학 커리큘럼>

- ① 초등학교 : natural science
- ② Junior school 전학년 : Physics + Biology -> 1주일에 5~6시간
- ③ Senior school 1학년 : 화학 I + 물리 I + 생물 I
 - 2학년 : 화학 II + 물리 II + 생물 II
 - 3학년 : 화학 III + 물리 III + 생물 III
- ④ 시험 : 1년에 3번(평점 1~9) 낙제가 있음
- ⑤ 대학시험 : 필기 시험(이과? 과학, 문과? 사회)

5. 내용

○ 수업 주제 : Molecule World in Water and Air

○ 수업 목표

- 생활에서 경험할 수 있는 물과 공기에 관한 현상을 분자의 개념을 사용하여 설명한다.
- 생활 주변의 재료를 실험재료나 도구로 이용할 수 있다.
- 주변의 현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.

○ 시간별 수업 주제

주제1. 물분자 모형 만들기 : 스티로폼 구를 이용하여 물분자를 만들고 머리띠나 팔찌를 만들어 착용한다.

주제2. 물 탐 쌓기 : 다양한 농도의 설탕물에 다른 색깔의 물감을 섞은 후, 빨대에 물 탐을 쌓는다.

주제3. 물의 표면 장력 : 동전 위에 물 쌓기, 클립 띄우기, 회전하는 날개 만들기, 빨대 뗏목 등 물의 표면장력과 관련한 현상을 관찰하고 설명한다.

주제4. 다면체 비누막 만들기: 공작용 철사를 사용하여 정사면체, 정육면체, 정팔면체 등을 만들고, 다면체에 비누막이 형성되는 모양을 관찰하고 설명한다.

주제5. 산성도 조사와 지시약 : 세척용 소다, 식초의 농도를 달리하여 지시약의 색깔 변화를 관찰한다. 또한 식물의 즙을 만들어 세척용 소다와 식초에서 색깔의 변화를 관찰한다.

주제6. 소금물의 전기분해 : 소금물을 전기분해하여 수소의 성질을 관찰한다. 소금물의 전기분해 결과 (-)극 주변의 용액의 성질이 어떻게 변화하였는지 알아보고 화학반응식으로 나타내어 본다.

주제7. 원자 속 전자들: 원자 내의 전자를 끌어내는 실험을 통하여 원자를 구성하는 전자의 실체를 경험한다.(에메니티 실험)

주제8. 이산화탄소를 모아서 같은 부피의 공기의 질량(막대 천칭 사용)과 비교해 본다.

주제9. 사이펀의 원리와 대기압: 사이펀의 원리를 이용하여 간단한 도구를 만들고 대기압의 원리로 설명한다.

주제10. 진공의 경험: 고무풍선에 바이엘이 붙이는 놀이와 진공 보관용기를 이용한 관찰을 통하여 진공을 체험하고, 펌프의 원리를 설명한다.

6. 평가

○ 개인적인 차원에서는 학생들 가르치는 것도 의미있지만 모임(사랑의 과학 나눔터)차원에서 이루지려면 교사를 대상으로 연수하는 것이 더 많은 학생들에게 혜택을 줄 수 있다.

- 일방적인 연수라면 동티모르 교사들의 자존심 문제가 있을 것 같으니 명칭은 동등하게 참여한다는 의미에서 한국-동티모르 과학교사 세미나(Korea - Timor Reste Science Teachers Seminnar)로 한다.

7. 2007년 여름 과학교사 세미나를 위한 사전협의

- ① 한국 : 물리, 화학, 생물 교사 10명
 - 사랑의 과학 나눔터 주관(서인호, 김홍석 담당)
- ② 티모레스테 : 과학교사 30~40명(바우카우 인근 지역 교사)
 - 바우카우 살레시안 커뮤니티 또는 산토 안토니오 학교 주관(팔로모 신부 담당)
- ③ 일정 : 2007년 8월 13일, 14일, 16일 (15일은 성모마리아 축제로 휴일임)
 - 한국 교사는 8월 9일 출발 20일 한국 도착으로 오가는데 시간이 많이 걸림
- ④ 한국 교사 : 항공료, 체제비, 실험기구 및 시약 자비부담
 - 시약 및 기구 : 한국에서 자카르타로 직접 주문, 자카르타에서 바우카우로 배달(배달시 약 1달정도 기간 소요)
- ⑤ 현지 교사 숙식비 : 자비 또는 산토 안토니오 학교 부담
- ⑥ 한국 교사들의 편의를 위해 공식 초청장 요구
 - 팔로모 신부 -> 티모레스테 교육부 -> ? (한국의 수용주체는 교육부? 각 학교로 직접? 정확히 정해지지 않음)
 - = 이를 위해 4월말까지 인원, 명단 확정하여 티모레스테에 통보해 주어야 함.

II. 2007년 여름 한국-동티모르 과학교사 세미나

1. 일정 및 세미나 주제

	9th Aug. Biology Day	10th Aug. Chemistry Day	11th Aug. Physics Day
First class	Menstrual-bracelet Modelling	Metal Reactivity	What is a magnet?
Second class	Paper-DNA Modelling	The electrolysis of solution	Magnetic Field, Current, Force
Third class	Beads-DNA Modelling	Electrolyte and Nonelectrolyte	Electromagnetism
Lunch			
Field Activity	* Running Horce	Water Rocket, A hot-air balloon, * Charles'law,	* Hologram sheet

		* Neutralization reaction, * Vacuum(Bolling point, Mashmallow swelling)	
--	--	---	--

2. 참여 교사

- 1) 서울시교육청 교사 : 서인호(구정고), 김홍석(도봉고), 이용구(잠실여고), 이선희(장승중), 조분순(잠실고)
- 2) 경기도교육청 교사 : 김의성(돌마고)
- 3) 인천시교육청 교사 : 박상대(송덕여고), 임익섭(송덕여중)

3. 평가

- ▷ 임익섭 선생님 : - 아이들하고 논 것(실험)이 무엇보다 참 재미있었다.
- ▷ 박상대 선생님 : - 다음번에는 수업 하루 전에 우리가 워크샵을 할 때 티모레스테 선생님을 포함 시켜 현지조교를 만들어서 활용하자.
- 우리가 배워온 것을 보여주고 이를 통해 이 곳 선생님들의 안목을 넓혀주는 계기를 만들어 주자.
- ▷ 이용구 선생님 : - 이제까지 몰랐었는데, 내가 누린 것은 누군가가 내게 준 것이라는 생각을 하게 되었다.
- ▷ 서인호 선생님 : - 현지 선생님들의 의견을 수렴 할 때 생물 선생님 한 분이 ‘마이크로 바이오로지’ 이야기를 하시면서 전자현미경 이야기까지 하셨다. 그것은 우리들에게 현실적으로 불가능 한 일이다. 그러므로 우리 모임의 한계를 그을 필요가 있다.
- ▷ 김의성 선생님 : - 서인호 선생님의 말씀에 동감이다. 우리들의 연수 목적과 할 수 있는 부분을 분명히 하는 것이 서로에게 더 도움이 될 것 같다.
- ▷ 김홍석 선생님 : - 선생님들 스스로가 실험을 해 본 것이 안 해 본 것보다 중요하다.
- ▷ 이선희 선생님 : - 우리로 인하여 이곳 선생님들 스스로가 연합체를 만드는 기폭제가 되었으면 좋겠다.
- ▷ 조분순 선생님 : - 이곳도 사회적 발전단계의 한 과정이다.
- 이 일은 단기적으로 끝낼 것이 아니라 지속되어야만 이곳 과학 선생님들께 자극이 될 것이다.

이런 의견들을 바탕으로 결국 우리는 2가지 큰 결론을 내리게 되었는데 첫 번째는 이 세미나가 앞으로 10년 동안은 지속 될 수 있도록 목표를 세우고 실천해 보자는 것, 두 번째는 내년 세미나에는 교사뿐만 아니라 학생들을 위한 프로그램도 포함 시켜 보자는 결론 이었다.

III. 2008년 한국-동티모르 과학교사 세미나

1. 일정 및 주제

	11th Aug. Physics Day	12th Aug. Chemistry Day	13th Aug. Biology Day
First class	What does seeing an object mean?	Osmotic Pressure	Making Excretory Organ Model
Second class	Making a CD Spectroscope	Making a 3D Periodic Table	Let's make eye model
Third class	How can we recognize colors?		Let's make ear model
Lunch			
Field Activity	* rainbow Tower	* Water Rocket	* A hot-air balloon

2. 참여 교사

- 1) 서울시교육청 교사 : 김홍석(도봉교), 이선희(신관중)
- 2) 경기도교육청 교사 : 김의성(돌마교)
- 3) 인천시교육청 교사 : 임익섭(송덕여중)

3. 평가

- ▷ 임익섭 선생님 : - 올해가 작년보다 선생님의 마음이 더 열려있는 느낌을 받았다.
 - Pre-semina가 계획대로 이루어지지 못했지만 즉석에서 현지 선생님을 활용한 것은 수업의 효율성뿐만 아니라 서로에 대한 조화로운 측면에서 의미가 있었다고 본다.
 - 내년 '인과사' 준비가 조금 걱정이 된다.
- ▷ 김홍석 선생님 : - 이번에 액체인 알콜이 공항 검색대를 통과한 것을 보면 실험 준비물을 준비하는데 지레 너무 겁을 먹지 말아야 될 것 같다. 실험 재료 공수에 너무 얽매이다보니 생물인 경우 실험 테마를 정하는데 다른 것을 준비하지 못하고 종이 재료만을 사용하는 것만을 준비 하는 결과를 가져왔다.
 - 임익섭 선생님이 말씀 하셨듯이 즉석에서 현지 선생님을 활용한 것은 새로운 시도 같다.
 - 올해는 작년보다 우리 활동이 약간 자립 한 것 같다.
 - 우리는 '빨리'에 익숙한데 이곳은 '느림'에 익숙하다. 이런 문화적인 부분을 좀 고려하는 것이 좋겠다.
- ▷ 이선희 선생님 : - 작년에 만났던 선생님과 브라더(사제준비생)들을 다시 만나니 좋고, 관계가 더 깊어졌음을 느낀다. 일회성이 아니라는 것이 중요한 것 같다.
 - 이번에 수학 선생님 한 분이 참석하셨는데 다음에는 수학 프로그램도

준비해 오면 좋겠다.

- ▷ 김의성 선생님 : - 홍석 선생님의 말에 동의한다. 준비물 운송 때문에 수업 내용 제한이 많은데 실험 준비물 준비에 좀 더 자유로운 시도를 해 볼 필요가 있다.
 - 연수 참석 인원이 작년보다 더 적었다. 현지의 포루투갈어 연수라는 특수한 상황이 있었지만 이런 상황을 막기 위해서는 앞으로는 좀 더 현지와 긴밀한 연락이 필요하다.

이런 의견들을 종합해보면 1. 실험 준비물에 따르는 세미나 주제의 제한에서 좀 더 자유로움을 시도 해 볼 필요가 있고 2. Pre-semina뿐만 아니라 상황에 따라서는 즉석에서 현지 선생님을 최대한 활용하는 것이 수업의 효율성과 조화를 이룰 수 있는 방법이며 3. 좀 더 활성화된 세미나를 위해서는 현지와 긴밀한 연락이 필요하다는 3가지 결론을 얻을 수 있었다. 그리고 올해는 작년보다 우리 활동이 약간 자립 한 것 같다는 자체 평가도 내렸다.

우연히 날아든 씨가 발아해 이제 겨우 두발을 떼었으니 미흡하더라도 넘어지거나 멈추지 말고 길을 만들어 갔으면 좋겠다. 길은 또 다른 길을 만드는 속성을 가졌으므로.

IV. 2009년 한국-동티모르 과학교사 세미나

1. 일정

Day Time	Wednesday, August 5				Thursday, August 6				Friday, August 7			
	Encounter day				Sharing day				Serving day			
09:00-10:30	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	I	III	V	VII	VII	I	III	V	VI	VIII	II	IV
10:30-11:00	coffee break											
11:00-12:30	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	III	V	VII	I	II	IV	VI	VIII	VIII	II	IV	VI
12:30-13:30	Lunch											
13:30-15:00	1	2	3	4	1	2	3	4	Fare well party			
	V	VII	I	III	IV	VI	VIII	II				
15:00-16:00	coffee break											
17:00-18:00	Science on the Roads Make a Top(case) with moving center of gravity				Science on the Roads Air loket							

2. 세미나 주제

Number	Experiment Title
I	A Tumbling Doll
II	A String Instrument
III	A Measure of Photosynthetic Rate In Spinach Leaf Disks
IV	A Waterdrop Microscope
V	Chemical Reactions in Syringe
VI	How to explain Molecules
VII	Rotation of the Earth
VIII	Sundials

3. 참여교사

1. Sangdae Park: Incheon Soongduk Girl's High School
2. Hyunwoo Park: Incheon National Maritime High School
3. Iksup Lim: Incheon Soongduk Girl's Middle School
4. Kaesoung Joung: Incheon Young-Hwa Girl's Information High School
5. Pilhun An: Incheon Soongduk Girl's High School
6. Changki Kim: Incheon Yeonsung Middle School
7. Hyunjin Han: Incheon Kyesan Girl's High School
8. Heesung Kim: Incheon Nam High School

V. 2010년 한국-동티모르 과학교사 세미나

1. 일정

Day Time	Thursday, August 5				Friday, August 6				Saturday, August 7			
	Encounter day				Sharing day				Serving day			
09:00-10:30	1 I	2 III	3 IV	4 VII	1 II	2 IV	3 VI	4 VIII	1 VI	2 VIII	3 II	4 V
10:30-11:00	coffee break											
11:00-12:30	1 VIII	2 II	3 V	4 VI	1 VII	2 I	3 III	4 IV	1 III	2 V	3 VII	4 I
12:30-13:30	Lunch											
13:30-15:00	1 IV	2 VII	3 I	4 III	1 V	2 VI	3 VIII	4 II	Fare well party			
15:00-16:00	coffee break											

17:00-18:00	Science Camp For Students	Science Camp For Students	
-------------	---------------------------	---------------------------	--

2. 세미나 주제 및 참여교사

Number	Workshop Experiment Title	Facilitator
I	Making a stationary wave	LIM IK SUP
II	Making Arch Bridge	LEE HWA CHOON
III	Polarization	KIM MI KYUNG
IV	Atmospheric Experience	KIM SEOK JOUNG
V	Make a Sound	KIM SEOK JOUNG
VI	A Human Body Model	SONG MI JEONG
VII	Ion is	JOUNG KAE SOUNG
VIII	Let's make Molecular Model with ping-pong ball!	PARK SANG DAE
Number	Science Camp For Students Experiment Title	JEON SEOK CHEON
I	Straw Pipe	KIM HONG SEOK
II	Animal Farm (sound and vibration)	KIM EUI SUNG
III	Straw Helicopter	CHOI YU HA
IV	Ring plane	CHO SOO HYEUN
		LEE HYE MIN

3. 평가

- ▷ 송미정 : 언어에 어려움이 있었다. 때뚱어로 아는 것만이라도 정리해서 오면 효율적인 진행이 될 것 같다.
- ▷ 최유화 : 교과서 이론을 바탕으로 실험을 했으면 좋겠다.
- ▷ 김미경 : 설명에 어려움이 많았다. 언어에 따른 불편함에 더 많은 준비가 필요한 것 같다.
- ▷ 이화춘 : 너무 많은 대접을 받은 게 송구하다. 부족한 점을 깨닫고 보완하도록 노력해야 할 것 같다.
- ▷ 조수현 : 현지 아이들과 사이좋게 지내서 즐거운 시간이었다. 캠프가 좀 더 길었으면 좋겠다.
- ▷ 김의성: 10년 계획 중 4번째를 마치고나니 더욱 현지인들이 필요로 하는 실험을 파악하여 실제적인 도움을 주었으면 좋겠다는 생각이 든다, 연수 참여교사들이 임시방편으로 조달되는 느낌이어서 아쉽다. 학생캠프계획은 수정이 필요한 것 같다. 아예 하루를 학생캠프로 배정하였으면 좋겠다. 자체교사모임 활성화 방안을 추진하여 지원하였으면 좋겠다.
- ▷ 정계승 : 실험설명을 그림을 많이 집어넣어 되도록 말이 필요 없는 그림설명

이 절대적으로 필요한 거 같다. 내년에 오게 되면 그림설명집으로 실험을 준비해야겠다.

- ▷ 김석중 : 준비물 확인 점검을 철저히 하여 티모르 환경에서 현지교사들이 각 학교에서도 실험을 할 수 있도록 협력해야 할 것 같다. 현지교사들과 소통하기 위한 시간이 필요하다.
- ▷ 김홍석 : 전체진행을 담당하는 교사 한, 두 명은 꾸준히 참석하여 매년 발생하는 노하우를 모아서 전달하도록 하자. 그래야 매년 발생하는 시행착오를 줄일 수 있을 것 같다. 티모르에서 티모르 교사 약간만을 미리 모아서 사전연수를 시행한다면 현지교사가 연수 시 다시 참석교사에게 설명을 할 수 있어서 수업방법 개선안으로 좋을 것 같다. 전공별로 조별 배치하여 수업을 진행하면 실험내용전달이 훨씬 효율적으로 될 것 같다. 현지학교 실험도 확인할 수 있는 기회가 있었으면 좋겠다.
- ▷ 전석천 : 정보 없이 참석하여 아쉽다. 신과람이 도움을 줄 수 있는 방법을 모색하여 최대한 제공하겠다. 전과협에서의 도움도 고려 해보겠다. 혼자 힘의 힘이 아닌 단체의 도움을 지원받아야 할 것 같다.
- ▷ 임익섭 : 전체적으로 준비하고 진행하는데 선생님들의 도움으로 어려움이 없었다. 작년까지는 티모르의 사정 때문에 참여하는 교사의 수가 일정하지 않았으나 티모르가 안정되면서 참여교사는 걱정 안 해도 될 것 같다. 학생캠프에 대한 계획을 팔로모 신부님과 구체적으로 협의를 했으면 좋겠다.
- ▷ 박상대 : 우리가 동티모르에 온다는 사실이 현지교사들에게 격려와 도움이 되도록 노력과 시간을 경제적으로 투자하여 남은 6년을 좀 더 계획있게 추진해야 할 것 같다.
- ▷ 그 외에도 전공별로 섞어서 조를 편성했으면 좋겠다, 교재는 활동지 형식으로 편집하면 좋겠다, 실험재료 분실을 미리 막을 수 있도록 연수 전에 미리 공지했으면 좋겠다, 그동안 선생님들에게 나누어준 실험도구를 활용할 수 있는 방안을 검토하여 현지에서 실험을 할 수 있는 여건을 마련하도록 해야 하겠다, 등 많은 이야기들을 나누었다.
- ▷ 내년에는 언어에 대한 이해를 높일 수 있도록 그림과 글씨 병행하여 설명할 수 있도록 하고, 초등학생 수준으로 쉬운 실험들을 준비해서 실험캠프가 이루어 질 수 있도록 실험 선정에 관한 생각을 좀 더 해야 할 것 같다.

VI. 2011년 한국-동티모르 과학교사 세미나 계획

1. 일정

Day Time	Thursday, August 4				Friday, August 5				Saturday, August 6			
	Encounter day				Sharing day				Serving day			
09:00-10:30	1 I	2 III	3 IV	4 VII	1 II	2 IV	3 VI	4 VIII	1 VI	2 VIII	3 II	4 V
10:30-11:00	coffee break											
11:00-12:30	1 VIII	2 II	3 V	4 VI	1 VII	2 I	3 III	4 IV	1 III	2 V	3 VII	4 I
12:30-13:30	Lunch											
13:30-15:00	1 IV	2 VII	3 I	4 III	1 V	2 VI	3 VIII	4 II	Fare well party			
15:00-16:00	coffee break											
17:00-18:00	Science Camp For Students				Science Camp For Students							

2. 주제 및 참여교사 역할 분담

○ 수업 주제 : 생활 주변의 재료를 실험재료나 도구로 이용할 수 있는 것으로...(동티모르는 기구나 시약이 전무한 상태인 것을 고려하여...)

I. Korean ver.

- | | | |
|---|-------------------------|-----|
| 1 | 카라멜 사탕 만들기 | 임웅묵 |
| 2 | 비눗 방울 | 서인호 |
| 3 | 종이강도 측정하기 | 이진승 |
| 4 | 페트병 잠수함 만들기 | 김의성 |
| 5 | 종이 크로마토그래피 | 최길순 |
| 6 | 무게 중심을 이용한 놀이기구 | 유종근 |
| 7 | 사람의 유전 -유전자에 대한 모의 실험 - | 홍준의 |
| 8 | 무지개 물탑쌓기 | 이정림 |

II. Tetum ver.

- | | | |
|---|--|---------------|
| 1 | Atu halo rebusado | Woongmook Lim |
| 2 | Busa Sabun | Inho Seo |
| 3 | Prova atu hare buat ida bele lees ka lae | Jinseung Lee |

4	Atu halo Submarino/ Kapal selam	<i>Euisung Kim</i>
5	Paper Chromatography	<i>Gilsoon Choi</i>
6	Activities for learning the center of gravity	<i>Jonggeun Yoo</i>
7	Dropping_Genes -simulation of Mendelian genetics-	<i>Juneuy Hong</i>
8	Atu enche tore ida husi be ho cores arco iris nian	<i>Jeongrim Lee</i>

III. English ver.

1	Making a sweet sugar snack	<i>Woongmook Lim</i>
2	Soap Bubble	<i>Inho Seo</i>
3	Tear-Resistance Test	<i>Jinseung Lee</i>
4	Making PET submarine	<i>Euisung Kim</i>
5	Paper Chromatography	<i>Gilsoon Choi</i>
6	Activities for learning the center of gravity	<i>Jonggeun Yoo</i>
7	Dropping_Genes -simulation of Mendelian genetics-	<i>Juneuy Hong</i>
8	Filing up the water tower of rainbow	<i>Jeongrim Lee</i>

- 김홍석 : 세미나 총괄
- 임익섭 : 동영상 촬영 및 편집
- 김옥자 : 실험준비물 및 선물
- 노현임 : 사진 촬영 및 기록
- 류하리 : 학생 과학 캠프

3. 평가

- ▷ 최길순 : 시간표 및 활동(수업)에 대한 포스터를 만들어와서 설명하는 방식, 시계가 없어 불편함
- ▷ 유종근 : 연수 내용이 동티모르 교사에게 쓸모있는 내용인지, 학생들을 가르치는데 실질적인 도움이 되는지 궁금(연수에서 아쉬운 점)
 - 연수 말미에 설문지를 받아보고 개선점을 찾아 진행하는 것이 좋을 듯,
- ▷ 이정림 : 나이 든 선생님이 매우 진지하게 연수에 참여하는 모습, 열정적인 모습에 감동
 - 연수 조의 구성원은 10명에서 12명이 가장 좋음
- ▷ 서인호 : 이후의 연수에는 올해 연수를 받은 동티모르 교사들이 연수 강사로 우리와 함께 참여하는 방안 연구
 - 다른 교사 모임이 세미나에 참여할 경우 정식으로 정규 프로그램에 참여
 - 바우카우 과학리소스센터가 과학교육의 씨앗이 되었으면 좋겠음
- ▷ 임익섭 : 실험 연수는 어느 정도 정착된 것으로 판단
 - 기본적인 연수 인원은 40명 내외로 예상함

- ▷ 노현임 : 개인적으로 많은 것을 생각할 수 있는 계기가 되어 매우 좋은 경험
- ▷ 홍준의 : 내년에는 출발 전에 사전 모임을 갖는 것이 좋겠음
- 무엇인가를 베푸는 의식을 가지지 말고 연수 진행, 상호 교류의 형태로 전환하는 것이 좋을 듯
- 동티모르 교사들은 우리의 실험 대상이 아니라 어려움에 처한 동료 교사를 도와준다는 생각이 중요
- ▷ 김홍석 : 연수 인원 등 현지 상황은 정확히 알 수 없고 현지에 도착해서야 정확한 판단을 할 수 있음
- 과학리소스센터에 대한 프로그램, 전시물 등을 어떻게 채울 것인가를 고민해야 함
- ▷ 김의성 : 선생님들의 수업에서 활기 있게 토론하는 모습이 가장 큰 변화
- ▷ 김옥자 : 수업에 간단한 화이트보드 활용
- 오후에 학생들을 위한 프로그램을 운영하는 것이 좋겠음
- ▷ 임용묵 : 한국 교사가 동티모르에 와서 하는 연수는 능동적, 적극적인 활동
- 동티모르 과학교사 연수 -> 전체 과학교사들에게 전수할 필요 있음
- ▷ 이진승 : 콘텐츠 면에서 현장에서 구할 수 있는 재료 활용 장려
- 과학리소스센터에 기여하는 방식
- > 실험도구, 우리나라 교과서 전시 등 지속적으로 연계를 맺어 활동할 수 있는 방안 연구

VII. 2011년 11월 바우카우 과학리소스 센터 개소식

1. 일시 : 2011년 11월 10일(목) AM 10:00 ~ PM 1:00
2. 장소 : 바우카우 과학리소스 센터
3. 참석 : 동티모르 주교, 바우카우 도지사, 호주 회사 대표, 전과협 대표, 기타 관계자들
4. 과학리소스 센터
 - 지하 : 작업실 및 창고
 - 1층 : 수학, 물리, 화학, 생물 자료 전시
 - 2층 : 도서관 및 숙소
 - 2층 베란다 : 천체 관측 장소
5. 현지의 반응 : 수도 딜리에서도 과학리소스 센터의 개소식을 알고 있으며 동티모르의 유일한 과학센터라는 것에 대단함과 부러움을 느끼고 있음.
 - 교육, 종교, 정치권 등 다방면에서 관심을 갖게 노력하고 있음

워크숍

시간	내용			
장소	A강의실	B강의실	C강의실	D강의실
09:00-10:00	접수 및 등록			
10:00-10:40	사랑의 과학나눔터	경기도과학교육연구회	대전과학교사모임	어메니티
	1. 약기 만들기 발표자: 박소영	2. 산염기와 지시약을 이용한 미술작품 재현 발표자: 하승현	3. Biomimetics와 Dye sensitized solar cell 발표자: 이충섭	4. 과학마술-마법의 주스 만들기 발표자: 김옥자
10:40-11:20	사랑의 과학나눔터	신나는 과학을 만드는 사람	울산과학연구회	어메니티
	5. 온도에 따라 변하는 간이 온도계 만들기 발표자: 장성구	6. 점토로 만드는 전기회로 아트 발표자: 류화수	7. 환상적인 빛의 형광 아이패드 발표자: 윤대혁	8. Amazing 빛 상자로 빛의 성질 확인하기 발표자: 이성현
11:20-12:00	강원과학교육연구회	화학을사랑하는사람들의모임	울산과학연구회	전남중등생물교육연구회
	9. 진동하는 수면이 만들어내는 Caustic 패턴 발표자: 이재관	10. 수소기체 발생량으로 금속의 질량 구하기 발표자: 위유진	11. 옴스큐라를 이용한 풍경화 그리기 발표자: 이윤정	12. 귀 모형 만들기 발표자: 김의
16:00-16:40	인천과학사랑교사모임	전북과학교사연합회	참과학	부천과학교사실험연구회
	13. 효소로 그리는 그림 발표자: 최현주	14. 더블더치(Double Dutch)에 도전하라! 발표자: 오현춘	15. 패러데이 모터 발표자: 이동준	16. 도플러 효과 장치 만들기 발표자: 김성규
16:40-17:20	인천과학사랑교사모임	전북과학교사연합회	참과학	부천과학교사실험연구회
	17. 탁구공 분자 모형 발표자: 정계승	18. 정상파 만들기 발표자: 신배완	19. 실제를 통해 설계하는 지구과학 실험 발표자: 성종규	20. 비즈로 만드는 나노튜브 반지, 플러렌 발표자: 박형균

1. 소리의 발생과 96음판으로 만드는 현악기

박소영

사랑의 과학 나눔터

(서울 오륜중학교, psy1jy@yahoo.co.kr)

1. 개요: 간단한 방법으로 현의 길이와 소리의 높낮이의 관계를 알 수 있다.

2. 이론적 배경

▶ 소리의 발생 - 물체의 진동에 의해 소리가 발생한다.

▶ 소리의 3요소

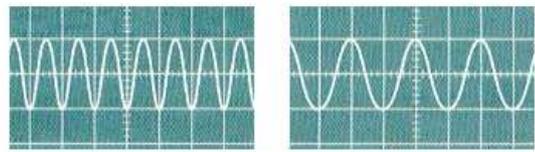
① 소리의 (세기) : (진폭)이 클수록 소리가 세다.

② 소리의 (높이): 소리의 (진동수)가 클수록 높다.

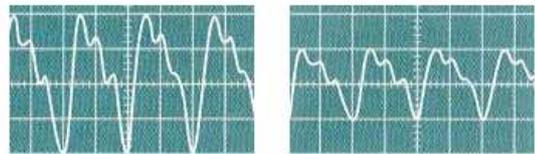
③ 소리의 (맵시) : 같은 음이라도 악기마다 서로 다르게 들리는 것은 (파형)이 다르기 때문임

④ 긴 물체는 파장이 길어지므로 작은 진동수를 가져 (낮은 소리)가 나고, 짧은 물체는 파장이 짧아지므로 큰 진동수를 가져 (높은 소리)가 난다.

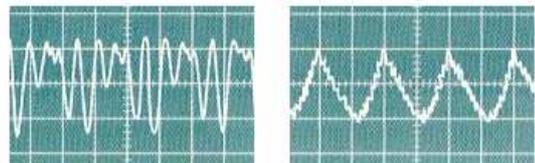
▶ 수학과 음악의 만남



높이가 다른 두 소리



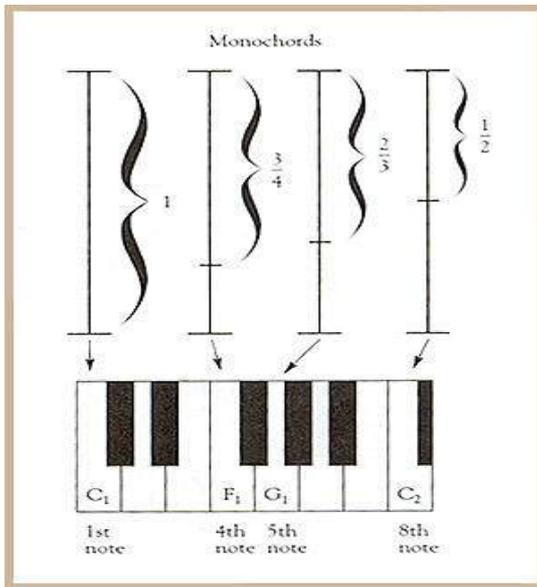
세기가 다른 두 소리



맵시가 다른 두 소리



그리스의 수학자이자 철학자로 잘 알려진 피타고라스는 처음으로 두 음의 음정관계를 수학적인 비율로 계산하였다. 전해지는 이야기에 의하면 음정에 대한 수학적 원리를 대장간을 지나가면서 발견했다고 한다. 어느 날 대장간 옆을 지나가던 피타고라스는 들려오는 망치의 소리가 각기 다른 음을 내면서도 조화롭게 울린다는 것을 발견하고 네 가지 어우러지는 음(낮은도, 높은도, 파(네번째음), 솔(다섯번째 음))과 정수비를 발견했다고 하니 정말 놀라운 일이 아닐 수 없다. 즉 현의 길이로 높은 도와 낮은 도를 표현할 때, 현의 길이의 비가 1:2 가 되고, 파는 3:4, 솔은 2:3의 비율이라는 것을 알아내었다.



이 발견에 등장하는 네 개의 정수 1,2,3,4를 테트라튀스(tetractys)라고 하고 피타고라스학파는 이 네 개의 수를 신성한 수로 생각했고 이 네 수의 합인 10을 가장 신성한 수로 생각했다. 즉 조화롭고 아름다운 음정은 수학으로 나타낼 수 있다고 믿었다. 피타고라스가 조화로운 음이라고 여겼던 도, 파, 솔, 도를 완전음정이라고 이야기 하고, 이 음에 부족함을 느꼈던 후대의 사람들이 음을 보완해 지금의 음계를 정한 것을 순정율이라고 하고 순정율의 진동수의 비는 다음의 표와 같이 나타낼 수 있다.

도 1 : 1	파 4 : 3	시 15 : 8
레 9 : 8	솔 3 : 2	도(한옥타브 위) 2 : 1
미 5 : 4	라 5 : 3	(읽는 법, 파 4:3 ⇒ 파:도=4:3)

[표 1] 순정율의 진동수 비

▶ 빨대 피리나 손바닥 악기 만들기



빨대 펜플룻



손바닥 악기

다음은 각 악기의 길이 값이다.

[표 2] 빨대 펜플룻 만들기 길이

계이름	도	레	미	파	솔	라	시	도
길이(cm)	10	8.9	8	7.5	6.6	6	5.4	5

[표 3] 손바닥 악기 만들기 길이

계이름	도	레	미	파	솔	라	시	도
길이(cm)	32.4	28.8	25.6	24.1	21.5	19.1	16.9	16.0

[표1]의 순정율의 진동수 비를 이용해 파이프의 길이를 계산해 보면 다음과 같다. 파장은 진동수와 반비례하므로 [표1]을 이용해 파이프의 길이비로 바꿔보면 도의 길이를 1이라 했을 때,

$$\text{도 } 1 : 1 \rightarrow \frac{1}{1} = 1$$

$$\text{솔 } 3 : 2 \rightarrow \frac{2}{3} = 0.67$$

$$\text{레 } 9 : 8 \rightarrow \frac{8}{9} = 0.89$$

$$\text{라 } 5 : 3 \rightarrow \frac{3}{5} = 0.6$$

$$\text{미 } 5 : 4 \rightarrow \frac{4}{5} = 0.8$$

$$\text{시 } 15 : 8 \rightarrow \frac{8}{15} = 0.53$$

$$\text{파 } 4 : 3 \rightarrow \frac{3}{4} = 0.75$$

$$\text{도(한 옥타브 위) } 2 : 1 \rightarrow \frac{1}{2} = 0.5$$

위에 제시된 [표2]와 [표3]의 길이를 도를 1로 환산해서 비교하면 이 값들과 일치하는 것을 알 수 있다.

▶ 현의 장력과 두께에 따른 소리의 높낮이

현의 양끝을 고정하고 팽팽하게 만든 현을 통기면 소리가 발생한다. 이러한 현을 이용해 현악기를 만들려면 소리의 높낮이와 현의 관계에 대해 알아야 하는데 현의 진동에 의해 생기는 소리의 높이는 현의 길이와 질량 및 현의 장력에 의해 결정된다. 소리의 높이는 현의 길이에 반비례하고 장력의 제곱근에 비례하며 현의 단위 길이 당 질량에 반비례한다. 따라서 현악기를 살펴보면 높은 음을 나타내는 현일수록 가는 줄을 쓰고 장력을 세게 하는 것은 바로 이러한 이유 때문인 것이다.

3. 준비자료 및 재료: 30cm 자 5개, 96홈판, 빨대, 노란 고무줄



4. 활동대상: 초·중

5-1. 활동방법 - 물체의 진동으로 소리 만들기

- 1) 두 사람이 짝이 되어 두꺼운 책 밑에 자를 일정한 길이로 그림과 같이 배열한다.
- 2) 자의 길이를 조절하면서 간단한 음계를 만들어 보자.

3) 이러한 활동은 무엇을 알아보기 위한 활동인가?

4) 소리에 높낮이에 따른 자의 진동이 어떻게 다른지 학생들에게 토의하도록 한다.



5-2. 활동방법 - 현악기 만들기

<p>1. 빨대를 약.2.5cm간격으로 잘라서 칼로 홈을 만든다.</p>	<p>2. 빨대를(A,8), (B,7),(C,6),(E,5),(F,3),(H,2)에 꽂는다.</p>
<p>3. 고무줄을 홈에 걸고 음을 맞춘다.</p>	<p>4. 다음의 악보를 보고 연주해 본다.</p>

6. 실험 시 유의점

- 1) 고무줄의 종류에 따라 소리가 달라질 수 있다.
- 2) 고무줄의 두께에 따라 소리가 달라질 수 있다.
- 3) 고무줄의 길이에 따라 소리가 달라질 수 있다.

7. 기대효과 : 학생들이 어렵게 생각하는 소리를 간단한 악기를 만들어 봄으로써

이해를 돕고 과학과 수학, 음악이 어우러진 STEAM교육을 할 수 있다.

8. 악보

Handwritten musical score for a song, consisting of four staves. Each staff has a treble clef and a C-clef. The lyrics are written below the notes. The first staff has lyrics "솔 미 미 파 레 레 도 레 미 파 손 손 손". The second staff has lyrics "솔 리 미 미 파 레 레 도 미 손 손 비 미 미". The third staff has lyrics "레 레 레 레 레 미 파 리 미 미 미 미 파 손". The fourth staff has lyrics "솔 리 미 파 레 레 도 미 손 미 레 미 도". There are also some numbers (2, 3) written below some notes, possibly indicating fingerings or groupings.

2. 산 · 염기와 지시약을 이용한 미술작품 재현

경안고등학교 하 승 현
경기도중등과학과교육연구회

한 순간 스쳐지나가는 아름다움을 시각적으로 표현한 것이 그림이다. 화학수업에서 그림 감상과 이해는 정서적으로 안정하게 함과 동시에 빛과 파장, 물질의 색, 빛의 반사와 굴절, 색과 관련된 다양한 조건, 미술사와 과학의 역할 등 다양한 물리·화학적 접근이 가능하다는 장점이 있다. 미술작품을 따라 그리는 과정은 산과 염기, pH, 산과 염기의 혼합, 지시약의 원리, 색의 혼합 등을 다룰 수 있다.

1. 미술과 화학

가. 작품 감상 - 그림을 보고 느낌을 적어보자

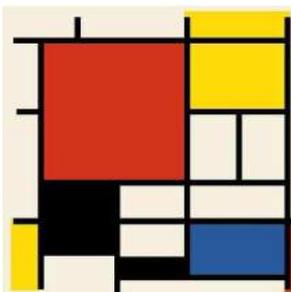
1) 마티스 - 달팽이



2) 클레 - 정원 속의 인물



3) 몬드리안 - 빨강, 파랑, 노랑의 구성



나. 위 작품의 공통점과 차이점은 무엇인가?

2. 지시약과 pH를 이용한 색의 표현

가. 재료

OHP 필름 1장, 수정액 1개, 1회용 스포이트 13개, 0.1M NH₄Cl, 0.1M NaHCO₃, 0.1M HCl, 0.1M NaOH, 메틸오렌지, BTB, 페놀프탈레인, 간단한 미술작품 또는 캐릭터 바탕그림, 24홈판, CBC bottle 6개

나. 색의 표현

- 1) 24홈판에 CBC bottle를 끼우고, 지시약과 산, 염기를 이용하여 빨주노초파보의 6색을 만든다. 이 때 표에 수용액의 산성 염기성의 종류, 지시약 종류, 지시약의 색을 기록한다.



지시약	변색범위	pH										
		산성			중성				알칼리성			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
메틸오렌지	3.1~4.4				붉은색	등황색						
메틸레드	4.4~6.2				붉은색	노란색						
브롬티몰블루	6.0~7.6				노란색	푸른색						
페놀레드	6.7~8.3						노란색	붉은색				
페놀프탈레인	8.3~10.0							무색	붉은색			
색상	빨강	주황	노랑	초록	파랑	보라						
지시약												
액성												
용액종류												

지시약 변색표와 산·염기수용액으로 만든 색상표

2) 갈색은 어떻게 만들 수 있을까? 갈색수용액의 액성은 산성일까 염기성일까?

다. 그림그리기

- 1) 바탕그림 위에 고운 사포로 문지른 OHP 필름을 올려놓는다.
- 2) 수정액을 이용하여 바탕그림을 따라 그린다.(끊어지는 부분이 없도록 주의하며, 넓고 높게 그려야 한다)



- 3) 스포이트를 이용하여 CBC bottle에 만들어놓은 6색을 혼합, 희석하여 24홈판에 원하는 색상을 만든다.
- 4) 색상을 만들기 위한 조건을 고려하여 색상표에 기록한다.
- 5) 스포이트를 이용하여 수정액으로 그린 바탕그림의 경계선을 넘어가지 않게 수용액을 떨어뜨린다. (바닥에 그림원판이 아닌 백색종이를 깔아놓는다.)



- 6) 백색 부분은 물을 떨어뜨린다.
- 7) 그림이 완성되면 윤곽만 있는 그림에 코드를 입력한다.
- 8) 사진을 찍어 남긴다.

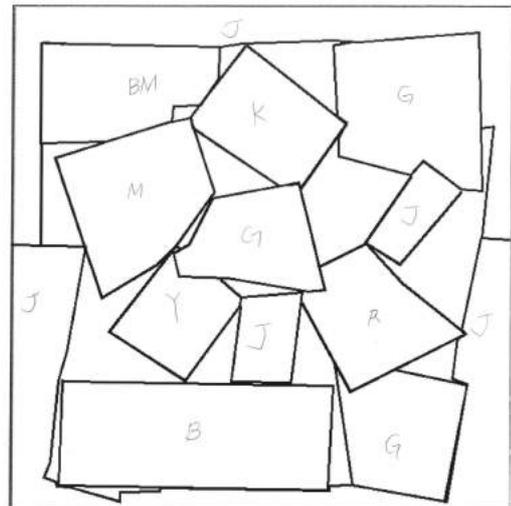


■ 색상코드표를 이용한 그림의 색상 표현

■ 색의 감산혼합

다음은 색으로 표현된 그림의 색상을 나타내는 색코드표를 이용하여 색을 표현하는 방법이다.

색상	지시약	혼합용액
M	Magenta	15PP
R	Red	15NO
C	시안	15PP+15BTB
B	파란색	15PP+15BTB
P	보라색	15PP+15BTB
Y	노란색	15BTB+15PP
BM	흰색	15PP+30NO
G	녹색	15BTB+30NO
J	주황	15BTB+15PP+15NO
K	검은	15NO+15PP+15BTB



1. 동일한 그림을 표현한 몇 작품을 비교하고 서로 색이 다름을 알게 한다.
2. 서로 다른 그림의 색상코드표를 교환하여 지시사항에 따라 표현해본다.
3. 코드를 부여하는 것은 과학에 사용되는 기호와 단위들이 객관적 정보를 전달하기 위한 수단임을 알 수 있게 한다.

3. 활동주의사항 및 방향

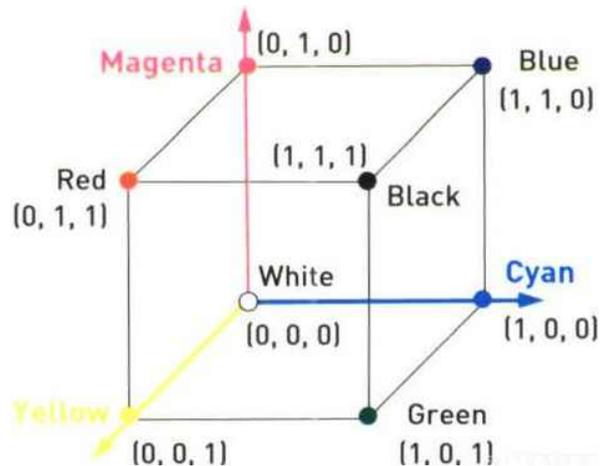
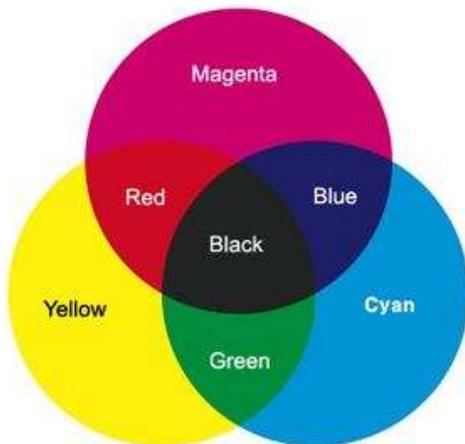
가. 활동주의사항

- 1) 메틸오렌지는 용매가 알코올이므로 표면장력이 작아 수정액 경계선을 쉽게 넘어 간다. (물과 비교하면서 표면장력을 설명할 수 있다.)
- 2) 수용액이 경계를 넘어가면 휴지 끝을 접촉시켜 제거한다.(모세관 현상을 설명할 수 있다.)
- 3) 활동 중인 책상을 건드리면 다른 사람의 작품에 영향을 줄 수 있음을 강조해야 한다.
- 4) 한 번 시작한 활동은 도중에 멈출 수 없기 때문에 충분한 시간을 가지고 실시해야 한다.(90분 이상)
- 5) 완성된 작품은 사진을 찍어서 남기며, 빛이 들어오는 방향을 고려하여 측면에서 찍으면 더 아름답다.

나. 활동방향

- 1) 클래식 소품을 감상하게하면, 전체적으로 안정되는 경향이 있다.
- 2) 산·염기의 세기, 농도, 중화적정, 표면장력, 모세관현상, 색과 빛의 합성, 빛의 굴절, 반사 등 다양한 탐구활동의 도입활동으로 사용할 수 있다.
- 3) 도입부 또는 마무리에서 다양한 미술작품을 감상하게하고 그림해설을 통해 예술적 소양을 키울 수도 있다.
- 4) 학생 수준에 따라 단순 놀이에서 대학수준까지 이론적 배경을 도입할 수 있다.
 초등학교 - 미술작품 감상하고 그림 따라 그리기로 동일한 사물을 다양하게 표현할 수 있음을 지도할 수 있다.
 중 학 생 - 산·염기와 지시약, 중화적정, 색의 감산혼합, 표면장력 등을 추가할 수 있다.
 고등학교 - 용액의 농도, 산·염기세기, 이온화상수, 스펙트럼과 전자배치 등을 추가할 수 있다.

■ 색의 감산혼합



■ 지시약의 원리

지시약은 상당히 좁은 영역에 걸쳐 그 색이 현저하게 변하는 가용성 염료이다. 전형적인 지시약은 그 짙음기와 다른 색을 가지는 유기 약산이다.

리트머스는 산성형에서 짙음기로 바뀔 때 따라 적색에서 청색으로 변한다. 좋은 지시약은 강한 색을 띠어서 시험 용액에 묻은 지시약 용액 몇 방울만 넣으면 된다.

이처럼 낮은 농도의 지시약 분자들은 용액의 pH에 거의 영향을 주지 않는다. 어떤 지시약의 산성형을 HIn, 그 짙음기의 형을 In⁻이라 할 때 그것의 산-염기 평형은 다음과 같다.



$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} = K_a$$

여기서 K_a 는 지시약의 산 이온화 상수이다. 이것을 다시 정리하면 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a} = \frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]}$ 로 된다. 만약 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 K_a 보다 상대적으로 크면, 이 비율은 크게 되며, 따라서 [HIn]이 [In⁻]에 비해 클 것이다. 이 때의 용액은 대부분의 지시약 분자가 산성형이기 때문에 지시약의 산성형 색을 띤다. 예를 들면, 리트머스의 K_a 는 10^{-7} 부근의 값을 갖는다.

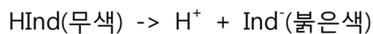
만약 pH가 5라면 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a} = \frac{10^{-5}}{10^{-7}} = 100$ 으로서 염기형보다 산성형인 지시약 분자가 100배나 많게 되고 따라서 용액은 붉은색이다.

히드로늄 이온의 농도가 감소함에 따라서 산성형의 지시약 분자는 더 많이 이온화하여 염기성형이 된다. $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 K_a 에 접근하면 지시약의 두 형태가 거의 같은 양으로 존재하여 색상은 두 지시약 색의 혼합색(리트머스의 경우 보라색)이 된다. $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 K_a 보다 훨씬 적을 정도까지 감소하면 염기성형이 더 많아져서 염기성형의 색이 관찰된다.

여러 가지 다른 지시약들은 K_a 의 값이 다르며 다른 pH값에서 색상의 변화를 보인다. 지시약이 약한 산일수록 색상의 변화가 일어나는 pH가 높다. 이러한 색상의 변화는 pH가 1~2 변하는 범위 내에서 일어난다. 예를 들면 메틸레드는 pH가 4.8 이하일 때는 빨간색, 6.0 이상일 때는 노란색이다. 그 중간 pH값에서는 주황색이 나타나는 것이 관찰된다. 이것은 지시약을 사용하여 pH를 측정할 때의 정확도에 제한을 준다. 그러나 지시약을 사용하면,

이러한 제한이 적정을 통하여 산이나 염기의 농도를 측정하는 데는 큰 영향을 미치지 않는다.

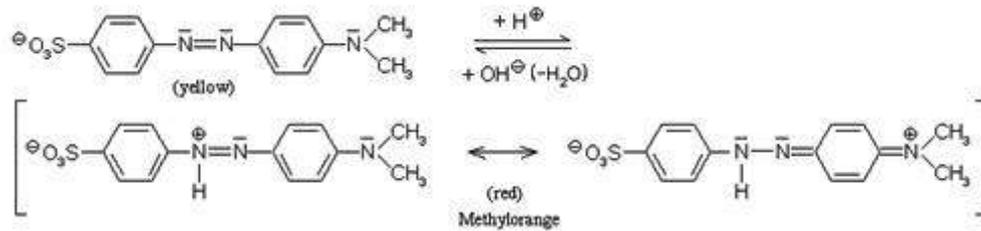
과일, 채소 및 꽃 등에서 발견되는 많은 천연 염료들이 산성의 세기 변화에 따라 색이 변하여 pH 지시약으로 사용된다. 특이한 것은 시아니딘(cyanidin)인데, 양귀비는 적색으로, 수레국화는 청색으로 보이게 한다. 양귀비의 수액은 강한 산성이므로 시아니딘을 붉게 변화시키고, 수레국화의 수액은 염기성이므로 청색으로 변화시킨다.



페놀프탈레인 은 약 산성으로, 중성용액에서 아주 소량의 H⁺와 Ind⁻가 존재한다. 그러나 염기성 수용액에서 지시약의 H⁺는 염기의 OH⁻와 반응하여 소모되면, 화학적 평형을 이루기 위해 HInd의 분해가 촉진되고, 수용액 중에 Ind⁻의 양이 증가하고, 붉은색이 나타난다.

■ 메틸오렌지의 색 변화

메틸오렌지는 아조기(-N=N-)를 가지고 있는 아조염료의 하나로서, 그림에서와 같이 염기성용액 속에서는 아조기를 유지하고 있다가 산성용액 속에서 수소이온(H⁺)이 달라붙으면서 구조가 바뀐다. 아조기는 노란색을 띠고, 바뀐 구조의 물질은 붉은색을 띠기 때문에 염기성용액에서는 노란색을 띠고, 용액의 산성도가 강해질수록 붉은색을 띤다. 더 정확하게는 pH 3.1~4.4를 변색범위로 가지고 있으며 pH 3.1 아래에서 붉은색을 띠고 pH 4.4보다 높은 pH에서는 노란색을 띤다. 분자량은 327.34이며 오렌지색을 띤 결정구조를 갖는다. 용액 속에서 이온 상태로 존재하기 때문에 뜨거운 물·에탄올에는 녹고, 에테르에는 잘 녹지 않는다.



산성, 염기성 용액에서 메틸오렌지의 구조변화

■ 페놀프탈레인 변색과 분자구조 변화

종	In ⁺	H ₂ In	In ²⁻	In(OH) ³⁻
구조				
삼차원구조				
pH	<0	0-8.2	8.2-12.0	>12.0
상태	strongly acidic	acidic or near-neutral	basic	strongly basic
색	orange	colorless	pink to fuchsia	colorless
색이미지				

3. Biomimetics와

Dye Sensitized Solar Cell

이충섭
대전과학교사모임

I. 생체 모방 공학 (Biomimetics)이란?

바이오미메틱스(Biomimetics)라고도 부르는 생체모방공학은 21세기의 새로운 화두로 떠오르고 있다. 그리스 신화의 '이카루스의 날개'는 미지의 세계에 대한 인간의 동경을 상징한 최초의 생체모방공학디자인으로 알려져 있는데 지구가 생긴 이래 모든 생명체와 자연물이 대자연의 발명품이라 할 수 있다. 그 놀라운 발명품을 모방하여 우리생활에 적용 가능한 형태로 만들어 내는 것이 바로 생체모방공학의 목표이다.

※ 인간이 자연에게 배운 생체모방공학디자인 베스트10

10) Mercedes-Benz' s Boxfish Inspiration



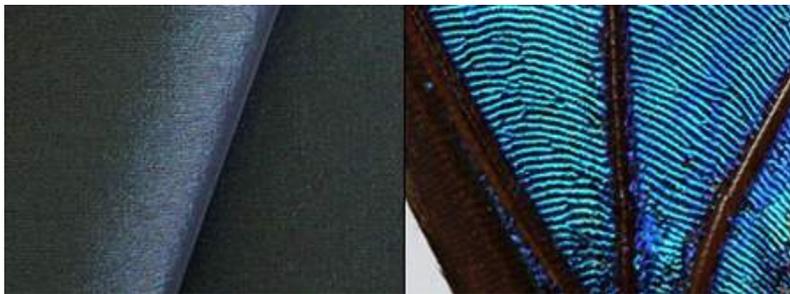
코거북복의 공기역학과 형태의 효율성을 적용한 2005 메르세데스 벤츠. 매우 귀여운 형태의 유선형 자동차로 일반 동급차량보다 20% 이상 경제적인 23.3km/X의 연비를 내며 최고시속 190km까지 낼 수 있고 0→시속100km 가속 8.2초로 뛰어난 성능을 자랑함.

9) Philips Webcam by Flynn Product Design



약간은 소름끼치는 모습의 이제품은 거미 혹은 낙지 (어쩌면 외계인일지도.._ _;)에서 영감을 얻은 필립스 무선 웹캠. Flynn Product Design에서 디자인 하였으며 외관은 ABS수지로 만들어졌고 블루투스를 이용한 영상전송이 가능한 웹캠 (컨셉디자인)임.

8) Morphotex Structural Colored Fibers Inspired by Morpho Butterflies



Morphotex는 아마존 강 유역에 서식하는 모르포나비의 “vibrant blue” 에 아이디어를 얻어 만들어진 섬유. Morphotex는 유기물의 광발색 섬유이기 때문에 염료나 안료가 불필요하며 염색공정이 생략되어 친환경적인 소재임.

7) Lotusan Paint Inspired by Sacred Lotus



Lotusan페인트는 연꽃의 자체정화 메커니즘을 이용한 페인트. 이 페인트를 건물이나 주택, 자동차에 칠하게 되면 비가오거나 혹은 눈이 내려 녹기만 해도 스스로 먼지를 제거하여 항상 새 건물, 새 주택, 새 차처럼 청결함을 유지시켜주는 최첨단 신개념 페인트임.

6) Air_ray by Festo



가오리처럼 생긴 차세대 비행선 Air_ray. 독일의 유명 공기압 기기회사인 Festo가 개발하였으며 바다 속에서 양옆으로 크게 퍼지는 가오리의 가슴날개의 움직임에서 동력 원리를 착안하였다고 함. 내부는 헬륨가스로 채워져 있으며 원격 리모컨으로 조종이 가능함.

5) Bionic Penguins



이 바이오닉 펭귄은 실제 펭귄처럼 유선형 몸매를 가지고 자유자재로 잠수와 수영이 가능. 그리고 음파 탐지기를 가지고 있어 바위나 다른물체와의 충돌위험이 없음. 특이한 점은 실제 펭귄과 달리 뒤로도 수영을 할 수 있음.

4) Bullet Train Inspired by The Kingfisher



마치 새의 부리처럼 날렵한 모습의 이 기차는 일본의 Bullet Train. 고속열차가 터널에서 나올때 나는 매우 시끄러운 소리를 해결하기 위해 물총새가 부리를 내리고 급하강하여 물속의 먹이를 원활하게 잡는 모습에 착안하여 디자인함.

3) Lily Inspired Water Mixer by Pax Technologies



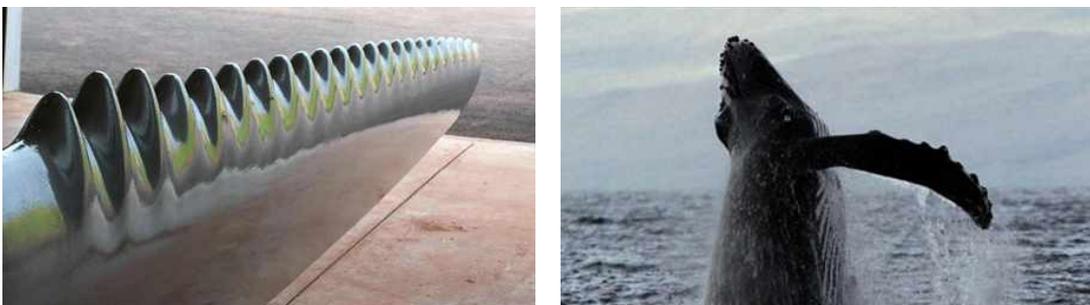
Pax Technologies에서 개발한 워터믹서기는 물의 이상적인 흐름과 혼합을 돕고 에너지의 소비를 최소화 하기위해 칼라꽃의 나선형 구조를 모방한 디자인입니다.

2) Lunocet Monofin



Lunocet에서 개발한 Monofin. 7년간의 연구끝에 만들어진 이 Monofin은 돌고래 꼬리의 움직임에 아이디어를 얻어 디자인 됨. 카본 및 알루미늄, 티타늄 등 첨단 소재로 만들어진 이 Monofin을 착용하면 물속에서 시속8마일까지 낼 수 있음.

1) Humpback Whales Inspired Water Turbines



이 수중터빈은 혹등고래의 지느러미에 아이디어를 얻어 디자인되어졌습니다. 혹등고래의 지느러미에 있는 돌기는 물속에서 혹은 하늘에서 양력이 늘어나 안정

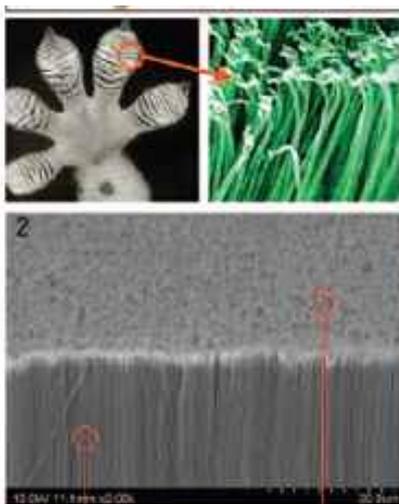
적인 향해 및 이착륙을 할 수 있으며 항력이 줄어들므로써 연료의 소비를 줄이고 안정성을 크게 높일 수 있다고 합니다. 이 돌기가 적용된 디자인은 프로펠러 및 선박 키 등에 큰 도움을 줄 수 있다고 합니다.

※ 기타.

게코도마뱀이 벽에 수직으로 달라붙는 원리를 이용한 탄소나노튜브 테이프가 개발됐다. 미국 데이턴대학 화학·재료공학과 리밍 다이 교수팀은 게코도마뱀 발바닥 미세구조를 모방한 탄소나노튜브를 만들어 접착력을 측정한 결과 이 도마뱀보다 10배가 더 강했다고 '사이언스' 10월 10일자에 발표했다.

연구자들은 게코도마뱀이 벽에 매달려 있을 때는 미끄러지지 않지만 걸음을 옮길 때는 쉽게 떨어지는 비밀을 찾았다. 발바닥 표면에 촘촘히 박혀 있는 미세 털의 끝부분이 구부러져 있기 때문이다.

즉 벽면과 닿는 부분은 털의 맨 끝이 아니라 구부러진 부분이다. 따라서 벽면과 수평으로 작용하는 힘(중력)에는 저항력이 있지만 수직 방향 힘에는 잘 떨어진다.



<도마뱀의 발바닥>

연구자들은 탄소나노튜브를 도마뱀 발바닥의 미세 털처럼 끝이 구부러지게 만들어 촘촘히 배열했다. 이 탄소나노튜브 테이프는 cm²당 100N의 접착력을 보였는데, 이는 10N인 게코도마뱀보다 10배나 큰 수치다.

수직으로 떼어낼 때 필요한 힘은 10N에 불과했다. 한 변의 길이가 4mm인 테이프는 무게가 1480g인 책을 매단 채 유리벽에 수직으로 붙어 있을 수 있다.

다이 교수는 “이전에도 접착력이 강한 탄소나노튜브를 만들 수 있었지만 떼어내는 데도 그만큼 힘이 필요했다”며 “이번에 개발한 도마뱀 발바닥처럼 접착력이 강하면서도 잘 떨어지는 테이프를 여러 곳에 응용할 수 있을 것”이라고 말했다.

II. Dye-sensitized Solar Cell

1. 서론

지금까지 흔하고 편리하게 사용된 화석연료, 그 중 가장 많이 사용되고 있는 석유는 향후 40년 이내에 고갈될 것이라는 보고가 많고 또한 화석 연료로부터의 심각한 환경문제에 문제점이 야기된 지금, 인류는 새로운 에너지를 개발하는 것이 큰 과제이다. 많은 연료전지와 리튬이온 배터리 등은 화석연료를 대체할 수 있지만 근본적인 환경문제를 해결하지는 못한다. 또한 효율은 10%에 미치지 못하며 가장 상용화된 실리콘 태양전지의 경우 수명이 20년 내외라는 점은 해결해야 할 숙제이다.

태양전지는 크게 무기태양전지와 유기태양전지로 나눌 수 있다. 실리콘 계열의 물질을 사용하여 제작한 것이 무기태양전지이고 유기물을 사용한 태양전지, 유기분자 접합형 태양전지와 염료감응형 태양전지가 있다. 염료감응 태양전지란 간단히 말해 유기 염료를 사용하여 태양빛을 전기 에너지로 변환시키는 장치이다. 염료가 빛을 받아 전자를 생산하고 전자들이 이동하면서 전기를 일으키게 된다. 염료감응형 태양전지의 역사는 아래와 같다.

- o 1839 : Finding of Photovoltaic effect with liquid (Edmond becquerel)
- o 1876 : Photovoltaic effect in a solid (Heinrich Hertz)
- o 1883 : Se solar cell (C. Fritts)
- o 1930 : Research of Cu_2O/Cu solar cell
- o 1941 : Patent of Si solar cell (R. Ohl)
- o 1954 : Crystalline Si solar cell (Bell Lab.) ; 4 % efficiency
- o 1958 : Using as assistant power in the spaceship (Vanguard I) ; 5 mW
- o 1973 : oil crisis
- o 1980 : solar cell using CdTe, $CuInSe_2$, TiO_2 etc.
- o 1991 : Dye Sensitized Solar Cell (M. Gratzel et al, NATURE)

그럼, 지금부터 염료감응 태양전지에 대해 자세히 알아보자.

그렇다면 왜 DSCs인가?

염료감응 태양전지는 1991년 스위스 로잔공대(EPFL) 화학과의 미카엘 그라첼(Michael Gratzel) 교수가 처음 개발에 성공, 미국 네이처지에 소개되면서 알려졌다. 현재 실리콘이나 유기물질로 만들어진 태양전지가 상용화되어 있지만 이들의 제조과정은 매우 복잡하여 쉽게 제조할 수 없다. 제조과정 상 어려운 점을 해결할 수 있는 것이 바로 ‘염료감응형 태양전지’이다. 그리고 다양한 Dye(염

료)에 대한 연구는 효율의 개선과 ‘미(美)’ 적인 면을 개선할 수 있다. 또한 전극물질의 개발을 통해 꾸준히 연구하고 있는 분야이기도 하다.

	반도체 태양전지	DSSC
발전 단가	높음	낮음
발전 효율	높음	보통
환경친화성 (소재 & 공정)	보통	우수함
색상	한정	다양함
투명성	불투명	투명
기후의 영향	많음	거의 받지 않음

가. 특징 및 장점

염료감응 태양전지는 간단한 구조로 인해 기존 실리콘계 태양전지보다 제조공정이 간단하다. 보통 결정질 실리콘 태양전지의 가격은 와트당 2.5달러 선인데, 염료감응 태양전지는 와트당 1달러 이하로 제작할 수 있다고 산업계 전문가들은 말한다. 다만 태양광에너지를 전기로 얼마나 많이 바꿔주느냐는 효율면에선 상업용 결정질실리콘 태양전지가 약 14~17% 수준인 반면, 상업용 염료감응 태양전지는 아직 약 4~7% 수준에 그치고 있다.

그러나 실리콘 태양전지가 맑은 날에만 주로 발전이 가능한 반면, 염료감응 태양전지는 흐린 날이나 실내 등에서도 발전이 가능하다는 장점을 지니고 있다. 특히 가시광선을 통과시키는 투명한 성질과 염료에 따른 다양한 색깔을 표현할 수 있다는 점에서 건물이나 자동차, 생활용품 등의 유리 대용으로 사용할 수 있는 등 응용분야가 다양하다는 특징을 갖고 있다. 게다가 구부릴 수 있는 유연한 제품으로도 상용화가 가능해 의류, 가구 등 다양한 제품에 부착해 전기를 만들어낼 수 있다는(ETRI) 장점도 지니고 있다.

1) 낮은 발전단가

- ▶ 소재 및 제조공정이 저렴함
- ▶ 제조단가는 기존 반도체 태양전지의 1/3~1/5 수준임

2) 환경친화성

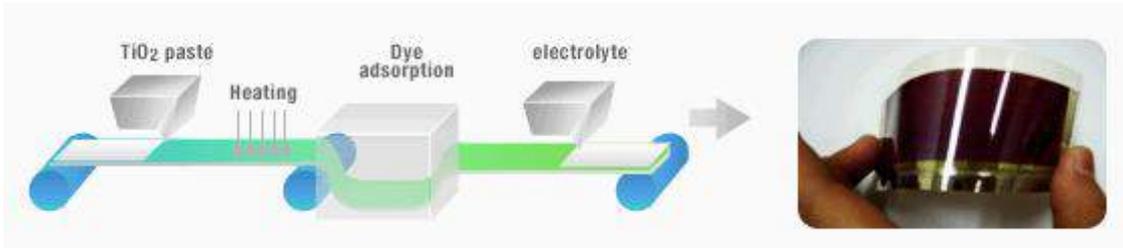
- ▶ 소재 및 공정이 환경친화적임

3) 투명한 태양전지

- ▶ 소재의 투명성 (가시광 투과율 10 ~ 20%)
- ▶ Power Window or smart window

4) 다양한 색상 구현가능

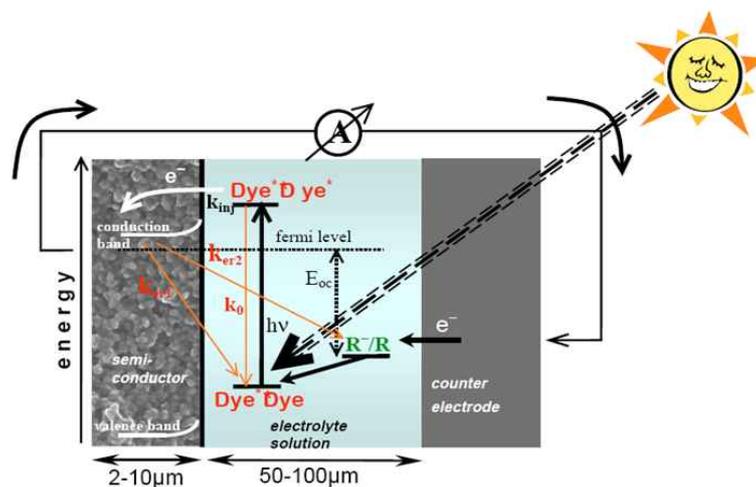
- ▶ 염료의 종류에 따라 색상변화
 - ▶ Rainbow cell 구현
- 5) 유연성
- ▶ Flexible 기판사용 가능
 - ▶ Roll - to - roll 공정 적용



나. DSCs 의 작동 원리

염료 감응형 태양전지의 원리는 외부 태양을 받아 염료가 들뜨는 과정에서부터 시작한다. 자세한 원리는 아래와 같다.

- ① 빛을 받은 염료에서 전자가 여기되어 HOMO 레벨에서 LUMO 레벨로 이동하고
 - ② LUMO 레벨로 이동된 전자는 에너지 차이에 의해 반도체 나노 입자로 들어가서
 - ③ 투명전극을 지나
 - ④ 반대편 백금막으로 도달하고
 - ⑤ 전해질은 산화·환원 반응을 통해 도달한 전자를 받아 다시 염료로 내보낸다.
- 이러한 전자흐름이 반복적으로 일어나면서 전기가 흐르게 된다.

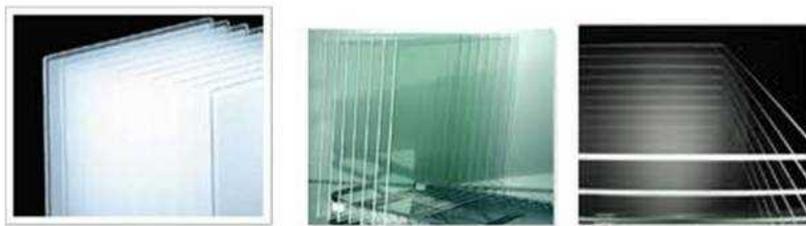


다. DSSC 구성 요소

1) Conductive glass

가) 역할 : 투명한 유리판으로 빛이 들어오는 창역의 역할을 하며 한쪽 면은 표면처리를 통해 생성된 전자가 이동할 수 있게 한다. 따라서 빛이 잘 통과할 수 있도록 투과도가 높은 유리가 좋으며 또한 생성되어 넘어온 전자가 잘 이동할 수 있게 면저항 값이 낮을수록 좋다.

나) 종류 : ITO glass, FTO glass



다양한 conductive glass

2) TiO₂ (working electrode)

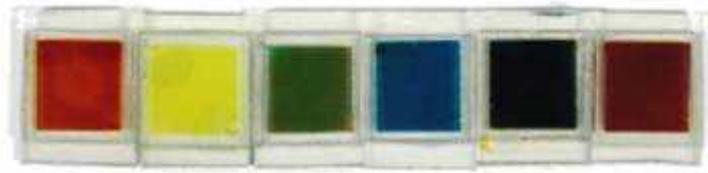
가) 역할 : 염료를 흡착할 수 있는 반도체로서 나노 크기의 수많은 입자들이 모여있는 형태이며 전자가 염료로부터 나와 이동하게 되는 통로

나) 종류 : transparent TiO₂, opaque TiO₂, scattering TiO₂

3) Dye (염료)

가) 역할 : 염료는 색을 물들이는 물질로 (일례로 염색약도 염료의 한 종류이다) 빛을 흡수하여 전자를 만들어낸다. 색을 띠는 것은 자신이 가진 색에 해당하는 빛만 반사하고 나머지 빛을 모두 흡수한다는 것이다. 따라서 모든 가시광선 영역을 흡수하는 black 염료가 뛰어난 성능을 보인다. 염료로는 일반 포도즙 등 과즙을 사용해도 되고, 다양한 유기물질이 사용되고 있습니다만, 전자를 더욱 많이 배출하도록 특정 금속화합물을 사용하기도 합니다. 나노입자로는 주로 이산화티타늄(TiO₂)이 사용됩니다. 전해질은 전자를 배출한 염료에 다시 전자를 생성시켜주는 역할 담당.

나) 종류 : N3, N719, N 749, D719, Z907 ..etc



다양한 색상의 염료를 이용하여 제작된 DSSC 단위셀

4) Electrolyte (전해질)

가) 역할 : 빛을 받은 염료에서 전자가 빠져나가면 염료는 전자가 비어있는 상태가 된다. 전자가 계속해서 이동하고 흘러야 전기가 발생되는데 더 이상 내보낼 전자가 없으면 전기가 발생될 수 없다. 따라서 전해질은 염료가 계속해서 전자를 내보낼 수 있도록 산화·환원을 통해 비어있는 전자칸에 다시 전자를 채워주는 역할을 한다.

나) 종류 : 액체전해질, 고체전해질, gel 전해질



2. DSCs의 제작 과정

가. 실험 재료 및 기구

- 1) 재료 : 전기 전도성 유리판(ITO), TiO₂ powder, 에탄올
- 2) 기구 : 유리판, 막자사발, 막자, 핫플레이트, spatula, 디지털 멀티미터, 비커, 악어집게전선, 페트리접시, 양초, 성냥, 스탠드, 안토시아닌 색소

나. 제작 과정

1) TiO₂ suspension 준비

- ① TiO₂ powder 12g을 막자사발에 넣는다.
- ② 아세트산(뚝은 질산) 용액을 넣어 녹인다. 이때 산 용액을 조금씩 넣어 너무 묽게 하지 않는다.
- ③ 계면활성제 (acetone, 일반 액체 세제) 1mL를 넣는다.

④ 약 20분 동안 방치 후 실험에 사용한다.

2) 전기 전도성 유리판 확인

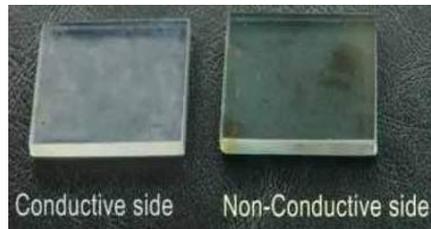
먼저 전기전도성 물질이 코팅된 면을 찾기 전에 에탄올을 이용하여 유리판을 닦는다. 그 후, 유리판 표면에 디지털 멀티미터를 이용하여 코팅된 면을 찾는다. 코팅된 면에서 저항을 측정하면 수십Ω이 나오지만, 코팅되지 않은 면에는 저항이 측정되지 않는다.



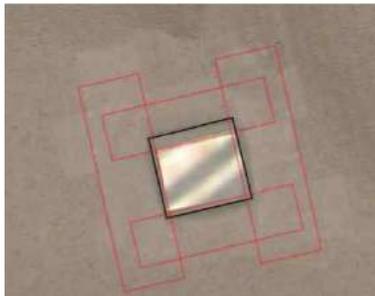
코팅된 면



코팅되지 않은 면



전기전도성이 있는 면을 위로하여 바닥에 휴지를 깔고 스카치테이프를 이용하여 고정한다.



3) 유리판에 TiO₂ 바르기

위 과정1) 에서 만든 TiO₂ suspension을 유리판에 바른다.

① TiO₂ suspension을 전기전도성 유리판에 한~두 방울 떨어뜨린다.



② 유리판이나 유리막대를 이용하여 TiO_2 용액을 넓게 편다.



③ 유리판을 고정시켰던 스카치 테이프를 조심스럽게 제거한다.

4) 코팅된 유리판 annealing

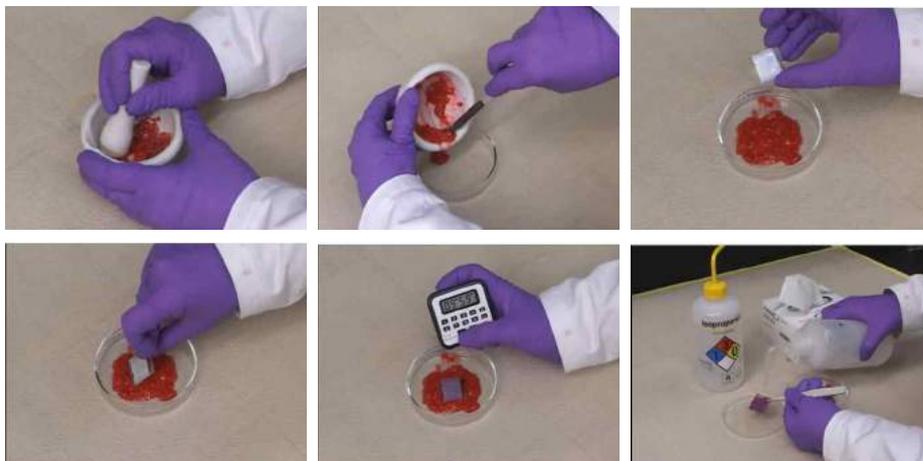
아래 그림과 같이 위에서 제작한 TiO_2 가 발라진 유리판을 핫플레이트 위에서 약 30분간 굽는다.

굽는 동안 잘 관찰해 보면, 처음 10분 정도는 TiO_2 가 흑갈색을 띠다가, 시간이 더 흐르면 하얀색으로 다시 돌아오는 것을 볼 수 있다. 이때가 annealing이 다 된 것으로 판단할 수 있다.



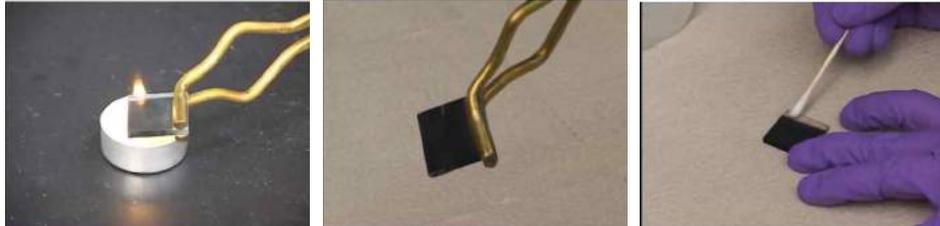
5) Anthocyanin 염료를 이용하여 TiO_2 유리판 염색

- ① 깨끗한 막자사발에 안토시아닌 색소를 함유하고 있는 과일을 넣고 곱게 뺑는다.
- ② 과일 염료를 페트리접시에 넣고, 앞서 만든 TiO_2 유리판을 TiO_2 가 아래로 향하게 하여 넣는다.
- ③ 약 10분간 방치시켜 충분히 염색(staining)되도록 한다.
- ④ 이후, 핀셋으로 꺼내어 주변에 묻은 염료를 물과 에탄올(isopropanol)을 이용하여 닦아 낸다.



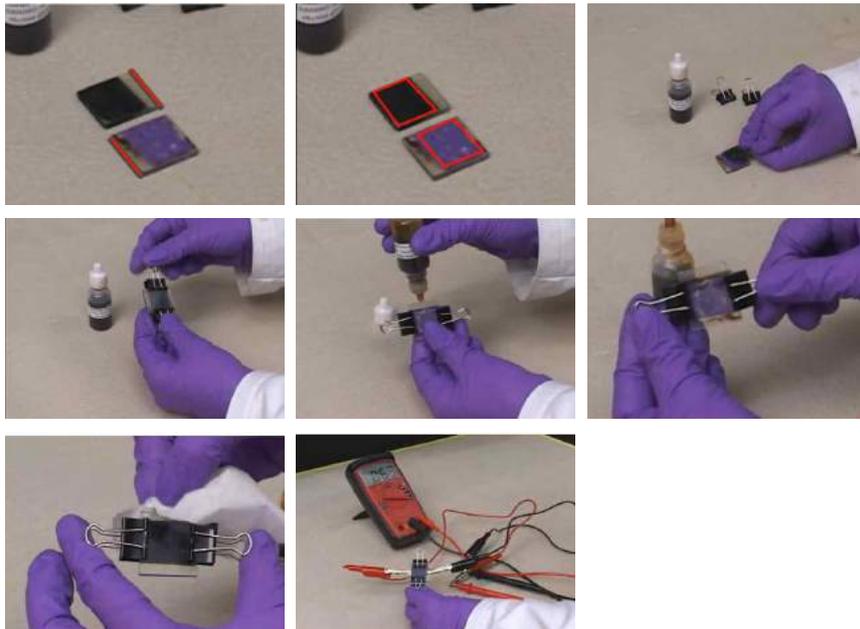
6) 탄소가 코팅된 counter electrode 제작

- ① 양초에 불을 붙인다.
- ② 전기전도도가 있는 면을 양초위에 갖다 댄다.
- ③ 수분 동안 양초의 그을음이 전기전도도면 전체에 코팅이 되도록 왔다 갔다 하면서 예쁘게 만든다.
- ④ 면봉이나 휴지를 이용하여 가장자리 약 5mm는 깨끗하게 닦는다.



7) DSCs 결합

- ① 염료가 염색된 전극과 탄소가 코팅된 전극판을 서로 마주 보도록 하여 붙인다. 이때 양쪽 끝에는 집게 전선을 연결할 수 있도록 여유를 두어야 한다.
- ② 두 개의 전극을 마주 보도록 한 뒤, 더블클립으로 고정시킨다.
- ③ I^-/I_3^- 의 전해질 용액 한 방울을 두 전극 사이에 넣고, 양쪽 클립을 번갈아가며 풀어주면 용액이 안으로 스며든다.
- ④ 유리판 주변을 깨끗이 닦고 회로에 연결하여 전압을 측정해본다.



3. 참고자료

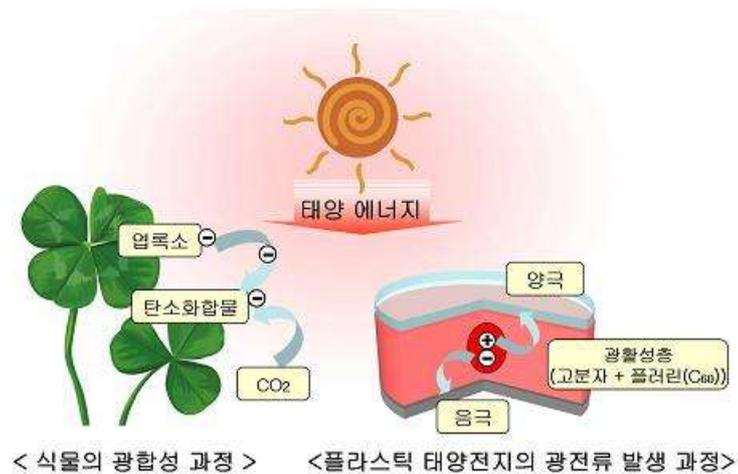
가. DSCs에서 나타나는 화학반응

염료감응형 태양전지에서는 아래와 같은 화학반응에 의해 전자의 전달이 일어난다.

- ▶ $dye(S) + light \rightarrow dye^*(S^*)$
- ▶ $dye^* + TiO_2 \rightarrow e^-(TiO_2) + oxidized\ dye$
- ▶ $oxidized\ dye + \frac{3}{2}I^- \rightarrow dye + \frac{1}{2}I_3^-$
- ▶ $\frac{1}{2}I_3^- + e^-(counterelectrode) \rightarrow \frac{3}{2}I^-$

나. DSCs와 광합성

DSCs는 최초 Grachel 교수가 식물의 광합성을 보고 영감을 얻었다고 한다.



☑ Bio-mimetics - Bio (생체) & mimetics (모방공학)의 합성어



lotus effect



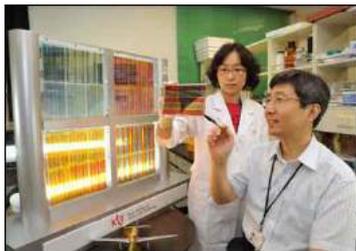
인공거미줄



도꼬마리

다. DSCs에서 염료의 영향

DSCs는 사용하는 전극이나 전해질에 의해 전위차가 달라지기도 하지만 염료에 영향도 받는다. 또한 염료를 다양하게 하여 여러 색을 띄는 DSCs를 만들 수도 있다.



4. 마법의 주스 만들기

김옥자

어메니티과학연구회

(부산 사직고등학교, amescien@hanmail.net)

1. 개요 :

산과 염기의 성질, 물의 강한 표면장력 그리고 주변 공기의 힘을 빌려 만든 마술 같은 현상이다. 물, 공기, 화학반응 단원의 여는 실험으로 활용하면 효과적이다.

2. 준비자료 및 재료:

소품: 페트병(900 mL) 3개, 계량컵(2000 mL) 2개, 이중 컵(500 mL), 투명 컵(500mL), 종이컵 2, 종이봉투, 매직 컵(덮게 포함).

재료: 염산(15 mL), 수산화나트륨(포화용액 10방울), 지시약(PP, MO, BTB), 고 흡수성수지, 그리고 1.5L 생수 1병과 사탕 10개.

3. 활동대상: 초·중·고

4. 활동방법:

현상 : 마술사가 같은 물로 포도주, 과워에이드, 오렌지주스를 제조한다. 이 셋을 합쳐서 체리 주스를 만든다. 이 체리주스를 컵에 부어 얼어도 쏟아지지 않는다. 이 체리주스 한 잔으로 두 잔을 만든다. 한 잔의 체리주스 반잔을 종이봉투에 따른다. 종이봉투를 쏟으니 사탕이 쏟아진다.

소품 준비(13/13):

- ① 페트병 3개에 각각 PP, MO, BTB 10방울씩 넣어둔다.(1~3/13)
- ② 계량컵 1개 염산 15 mL와 물 10 mL를, 다른 1개에는 수산화나트륨 10방울과 물 15 mL를 넣어둔다.(4~5/13)
- ③ 종이컵에 고 흡수성수지를 2T 정도 넣고, 그 위에 빈 종이컵 하나를 포개둔다.(6~7/13)
- ④ 이중 컵과 투명 컵 세트를 준비해 둔다.그림 76 마법의 주스 만들기 쇼 소품 13가지 (8~9/13)
- ⑤ 매직 컵과 덮게 세트를 준비해 둔다.(10~11/13)
- ⑥ 생수 1병과 사탕을 넣어 둔 종이봉투를 준비해 둔다.(12~13/13)



쇼하기:

- ① 생수병을 따서 종이컵으로 생수 한잔을 마신다. 관객에게 빈 잔을 보여준다.
- ② 생수를 2개의 계량컵에 600 mL 정도씩 따라 둔다.
- ③ 수산화나트륨이 든 계량컵의 물을 PP가 든 페트병에 따른다. 포도주스처럼 붉게 된 용액을 관객에게 보여주고 테이블 위에 둔다.
- ④ 같은 방법으로 MO, BTB로 오렌지 주스와 파워 에이드를 만든다.
- ⑤ 고 흡수성 수지가 든 종이컵으로 포도주스(PP) 한잔을 부어서 마시는 척 한다. 빈 잔을 관객에게 보여준다.
- ⑥ 염산이 담긴 계량컵의 물에 포도주스를 따른다.(2~3번 나눠 부으며 색깔 변화를 본다.)
- ⑦ 여기에 파워에이드(BTB)를 부으며 색깔 변화를 보여준다.
- ⑧ 마지막으로 오렌지 주스(MO)를 넣으며 색깔 변화를 본다.
- ⑨ 체리주스(혼합액)를 매직 컵에 따른다. 컵의 덮개를 덮어서 뒤집고 조용히 덮개를 잡은 손을 떼다. 이어서 조심해서 덮개를 수평으로 당겨서 떼어낸다. 체리주스가 쏟아지지 않음을 보인다.
- ⑩ 매직 컵의 체리주스를 이중 컵에 조심해서 따른다.
- ⑪ 이중 컵의 구멍을 막고 이중 컵의 체리주스를 투명 컵에 따라서 2컵이 되었음을 보인다.
- ⑫ 이중 컵의 구멍을 떼면서 체리주스를 종이봉투에 따른다.
- ⑬ 종이봉투를 뒤집어 쏟아지는 사탕을 관객에게 보인다.



그림 77 한컵이 2컵으로

5. 기대효과 : 과학적 탐구능력 신장과 경험의 폭을 확대한다.

6. 관련이론 :

연계교과 : 중학교 과학→고등학교 과학→고등학교 화학 I

습득지식 : 산과 염기의 성질, 물의 특성, 공기의 힘.

5. 온도에 따라 변하는 간이온도계 만들기

서울송신초등학교 장성구
사랑의 과학나눔터

우리는 감기가 걸렸을 때 열이 나는지 안 나는지 손을 사용하여 알아봅니다. 손을 사용할 경우에는 체온이 높은 사람의 이마를 손으로 느낀 후 자신의 이마를 손으로 대어 두 이마의 온도 차이를 비교하여 확인합니다. 이때 손이 체온계(온도계)의 역할을 훌륭히 하고 있지요. 도자기를 구울 때나 대장간에서 쇳물을 이용하여 채래식 농기구나 칼등을 제조할 때 쇳물의 온도를 눈으로 가늠하던 시절이 있었습니다. 아직도 도자기를 굽거나 할 때 눈이 온도센서의 역할을 하는 경우가 있지요.

오늘은 주변에서 쉽게 만들 수 있는 간이 온도계를 만들어봅니다.

1. 온도에 따라 변하는 간이 온도계 만들기

가. 1단계 : 네임펜으로 컵에 간단한 그림 그리기



나. 2단계 : 그림 위에 스티커 붙이기(시온스티커-투명)



다. 3단계 : 고온 스티커를 이용하여 꾸며주기



라. 4단계 : 실온에서의 컵의 무늬, 뜨거운 물을 부어 컵의 변화 살펴보기



2. 참고자료

가. 온도계를 처음 발명한 사람은 누구인가요?

온도계를 처음 발명한 사람은 갈릴레오 갈릴레이입니다. 그는 온도가 변하면 기체의 부피가 변하는 원리를 통해 온도를 측정하고자 했습니다. 하지만 실험실의 온도 변화가 크지 않았기 때문에 눈금 차이를 알아보기 힘들었습니다. 또한 구체적인 온도 단계가 없었으므로 오늘날처럼 몇 도라고 측정할 수 없었습니다. 1714년 독일의 물리학자 파렌하이트(Fahrenheit)는 수은을 이용한 온도계를 만들었습니다. 이 온도계는 물의 어는점 (32°F)과 끓는점(212°F) 사이를 180등분한 화씨온도계입니다. 온도의 척도에는 화씨온도와 섭씨온도가 있는데, 화씨온도는 주로 미국에서 사

용하며 다른 나라나 과학 분야에 서는 섭씨온도를 사용합니다. 섭씨온도계는 1742년 스웨덴의 천문학자 셀시우스(Celsius)가 물의 어는점(0℃)과 끓는점 (100℃) 사이를 100등분해 제작했습니다.

나. 우리가 사용하는 온도계는 어떤 종류가 있나요?

우리가 흔히 사용하는 온도계는 알코올 온도계와 수은 온도계입니다. 알코올 온도계는 온도에 따라 알코올의 부피가 변하는 것으로 온도를 측정할 수 있습니다. 수은은 온도에 따라 부피가 늘어나고 줄어드는 정도가 일정해서 온도계로 사용하기에 알맞습니다. 게다가 높은 온도에서도 액체 상태로 존재하므로 다른 온도계에 비해 높은 온도까지 측정할 수 있습니다. 하지만 수은이 인체에 해롭기 때문에 일반적으로 알코올 온도계를 더 많이 사용합니다.

다. 시온스티커

본 활동은 열과 시온스티커 사이에 일어나는 변화를 살펴보는 실험이다. 시온스티커 속의 마이크로 캡슐 안의 색소분자고리는 온도가 낮을 때는 결합해서 색깔을 띄다가, 온도가 높아지면 색소분자고리가 끊어지면서 색을 잃고, 다시 온도가 낮아지면 다시 결합해서 색을 찾게 된다.

여기에서 사용되는 시온스티커는 총 2가지가 사용된다.

첫 번째 시온스티커(투명-33℃)는 컵의 온도가 33℃ 이상이 될 경우 투명하게 바뀌어 뒤에 있던 그림이나 글자가 나타나게 된다.

두 번째 시온스티커(고온)는 40℃ 이하에서 파랑색, 40℃~60℃에서 오렌지색, 60℃ 이상에서 노랑색으로 바뀌게 된다.

대부분 요술컵을 만들 경우 컵에 투명으로 변하는 시온스티커를 붙이는 정도로만 실험을 하게 된다. 하지만 이것보다는 좀 더 상상력을 더해 요술컵을 만든다면 정말 창의적인 작품이 될 것이며 아이들은 자신이 만든 작품을 보면서 자신감을 가지게 될 것이다. 정말 멋진 아이디어 작품이 될 것이다.

6. 점토로 만드는 전기회로 아트

류 화 수
신과람

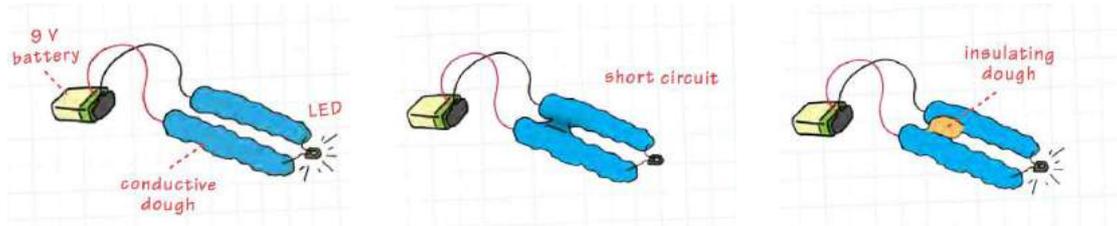
(서울 보인고등학교, rhyu009@hanmail.net)

- 1. 개요:** 점토를 이용해 다양한 전기회로를 만들어 LED에 불이 켜지는지 켜지지 않는지를 실험해 보세요. 또, 점토를 이용하여 창의적으로 캐릭터를 만들어 보세요. 그리고 이 캐릭터에 LED와 건전지를 연결하여 불이 켜지도록 만들어 보세요.
- 2. 준비자료 및 재료:** 칼라 점토, 클레이, 고무 찰흙, LED(빨강, 노랑, 초록, 변색), 건전지(9V), 스냅(9V), 니퍼

3. 활동대상: 초·중·고

4. 활동방법:

실험1



- 어떻게 칼라 점토로 만든 전기회로의 LED에서 불이 켜질 수 있는 것일까요?
- LED가 켜져 있는 칼라 점토로 만든 전기회로에 칼라 점토를 연결하면 왜 불이 켜지지 않나요? 또, 고무 찰흙을 연결하면 왜 계속 켜져 있나요?

실험2



- 칼라 점토를 길게 반죽하여 놓고 칼라 점토 위에서 LED의 위치를 변화시켜가면서 접촉하여 보자. 어떻게 되나요? 그 이유는 무엇일까요?

 만들어 볼까요.

※ 아래의 방법을 참고하여 자신만의 창의적인 아이디어를 생각해 만들어 보세요~^^

- ① 클레이를 이용하여 얼굴(몸통)을 만들어 그 위를 고무찰흙으로 덮고, 칼라 점토로 두 개의 귀를 만들어 고무찰흙으로 감싼 후 얼굴(몸통) 위의 양 옆에 두 개의 귀를 붙인다.
- ② 다른 색깔의 클레이를 사용하여 앞면에는 눈, 코 입을 만들어 붙이고 뒷면에는 꼬리를 만들어 붙인다.
- ③ LED 두 개를 니퍼로 꼬아(긴 부분과 짧은 부분) 연결한 후 꼬인 부분을 고무찰흙으로 감싸 뭉친다.
- ④ ③에서 만든 것을 얼굴(몸통) 위에 붙인 후 LED의 다리를 두 개의 귀의 칼라 점토에 앞면에 각각 꽂는다.
- ⑤ 건전지에 스냅을 끼우고 두 개의 귀의 칼라 점토 뒷면에 각각 꽂는다.(건전지의 +극의 도선은 LED의 긴 쪽 다리가 꽂힌 부분에 건전지의 -극의 도선은 LED의 짧은 쪽 다리가 꽂힌 부분에 꽂는다.)



①



②



③



④



⑤

5. 기대효과: 과학적 탐구능력 신장과 창의적인 능력을 확대한다.

6. 관련이론: 연계교과 : 중학교 과학-->고등학교 과학-->고등학교 물리 I
습득지식 : 직류 전기회로의 원리를 이해할 수 있다.

7. 환상적인 빛의 형광아이패드

윤대혁
울산과학연구회

◆ 탐구 내용



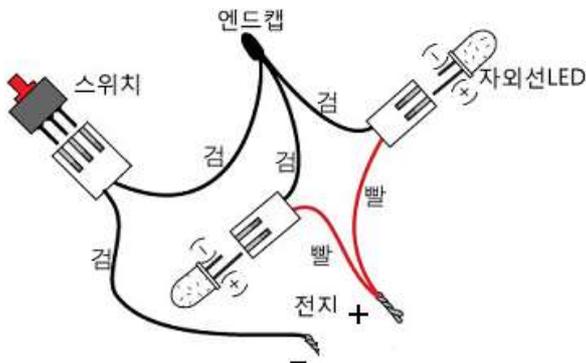
형광펜에는 형광 색소가 쓰이는데 일반 색소와 형광 색소의 차이점을 통해 분자가 에너지를 받아서 빛의 형태로 방출하는 현상을 형광이라고 하고 색소 분자들이 하나하나 마치 작은 전구의 역할을 하는 것처럼 빛을 반사하는 것과 형광물질이 자외선 영역의 빛을 받으면 쉽게 들떠서 글자를 더 선명하게 볼 수 있다는 사실을 이 실험을 통해서 알게 되고 이런 현상들로 인해 화폐나 수표, 상품권의 위조 방지로도 널리 쓰인다는 사실을 알 수 있다.

◆ 준비물

칼라보드, 블랙보드, 자외선LED, 전지, 스위치, LED용 커넥터, 스위치용 커넥터, 커넥터용전선엔드캡, 양면테이프, 은박테이프, 아크릴판

◆ 어떻게 할까요?

- ① 아래 그림과 같이 회로에 연결한다.
- ② 전지를 연결하여 스위치를 닫아 보아 LED에 불이 잘 들어오는지 확인한다.
- ③ 불이 잘 들어온다면 전선의 연결부위에 엔드캡을 씌워 서로 닿지 않게 한다.
- ④ 자외선LED와 커넥터 2개를 연결한다.
- ⑤ 자외선 LED를 칼라보드 윗 판에 붙인다.
- ⑥ 칼라보드와 블랙보드를 붙이고 홈 속으로 지지분한 전선을 정리하여 밀어 넣어 유리테이프로 고정시킨다.



주의사항

- ※ + 극과 -극의 전선이 서로 닿지 않도록 전선엔드캡을 꼭 씌운다.
- ※ 전지에서 열이 난다면 전기 회로를 다시 살펴 확인한다.
- ※ 형광메모판에 다른 글을 적고 싶으면 물티슈로 닦아내고 다시 사용할 수 있다.

◆ 왜 그럴까요?

일반 색소(싸인펜)나 형광 색소(형광펜)는 모두 빛을 받으면 원하는 파장의 빛을 흡수하고 나머지는 반사한다. 그런데 일반 색소는 빛을 흡수해서 받은 에너지를 모두 색소 분자가 진동하는데 써버리거나 주위의 다른 분자들과 충돌하면서 빼앗겨 버리고 만다. 그래서 일반 색소에 강한 빛을 쬐어주면 색소의 온도가 올라간다. 그런데 형광 색소는 빛에서 흡수한 에너지를 다시 파장이 더 긴 빛의 형태로 방출한다는 점에서 일반 색소와 다르다. 분자가 에너지를 받아서 빛의 형태로 방출하는 현상을 형광이라고 하며, 일반적으로 짧은 파장의 빛을 받으면 긴 파장의 빛이 방출되게 된다. 특히 형광 색소의 경우에는 색소에 쬐여준 빛에는 없는 색깔의 빛이 나오기도 하고, 모든 색소 분자들이 마치 작은 전구의 역할을 하기 때문에 단순히 쬐여준 빛을 반사하는 일반 색소와는 다른 느낌을 주게 된다.

◆ 어디에 이용될까요?

- 1) 오만원권에 채택되는 위조 방지 장치

The diagram illustrates the security features of the 50,000 Korean Won banknote. On the left, a standard banknote is shown with numbered callouts (1-10) pointing to various security features. On the right, a specimen banknote is shown with the same callouts. The specimen note is labeled 'SPECIMEN' and '50000'.

5만원권에 쓰인 주요 위조방지장치

- ① 띠 홀로그램 보는 각도에 따라 태극, 우리나라 지도, 4괘 등의 색상이 변함
- ② 입체형 부분노출 은선 은선 내 태극무늬가 지폐를 상하로 움직이면 좌우로, 좌우로 움직이면 상하로 움직임
- ③ 가로확대형 기번호 일련번호가 오른쪽으로 갈수록 커짐
- ④ 색변환인크 50000 숫자 색상이 기술기에 따라 자홍색에서 녹색으로 변함
- ⑤ 숨은 그림 빛에 비추면 신사임당 초상이 보임
- ⑥ 들출은화 빛에 비추면 오각형 무늬와 숫자 '5'가 보임
- ⑦ 요판잠상 비스듬히 놓이면 숫자 '5'가 보임
- ⑧ 숨은 은선 빛에 비추면 문자와 액면 숫자가 보임
- ⑨ 앞뒷면맞춤 빛에 비추면 앞·뒷면 무늬가 합쳐져 태극무늬로 보임
- ⑩ 연속 무늬 상·하단을 맞대면 무늬가 연속됨

불록인쇄 민지보면 오울도돌린 느낌(앞면: 신사임당 초상, 액면숫자 및 문자, 한국은행, 한국은행 총재, 요판잠상, 종저작인, 뒷면: 월매도, 50000 won, Bank of Korea)

전문취급자 위조방지장치
 형광인크, 비가시 형광은사
 (지위선이나 X선을 비추면 나타남)



2) LED네온보드판

LED 네온보드는 전기를 쬐아 밝게 빛나는 보드판, 네온보드판에 형광마카 또는 네온보드마카를 이용하여 고객공지사항이나 광고문안을 적어 알려 준다.

8. 바늘구멍 사진기에 거꾸로 된 상이 맺히는 이유는?

이 성 현
어메니티과학연구회
(삼락중학교, lshyun21@hanmail.net)

1. 개요: 바늘구멍 사진기에 거꾸로 된 상이 맺히는 이유를 <부산 과학 아카데미 (물리) - 이성현, 김상현, 김춘수, 황해영, 김민화> 팀에서 자체 개발한 [Amazing 빛 상자]를 이용하여 빛의 직진성에 대해 알아본다.
또한 빛의 반사, 굴절, 합성에 대해서도 알아본다.

2. 준비자료 및 재료:

바늘구멍 사진기, Amazing 빛 상자, 볼록 렌즈, 오목 렌즈, 아크릴 하프 미러

3. 활동대상: 중·고

4. 활동방법

㉠ PVC관 바늘구멍 사진기

가. PVC관 바늘구멍 사진기 제작하기

검은 색 마분지 2장과 미봉지를 이용하여 많이들 제작하지만 종이가 힘이 없어 여러 번 사용하다보면 망가지기 일쑤이다. 좀 더 단단한 재질로 잘 만들어 둔 바늘구멍 사진기는 여러 해 동안 사용해도 재활용 가능하므로 제작 방법을 알아보자.



1. 굵기가 약간 차이가 나는 두 종류의 PVC 관을 준비하여 약 25~30cm 정도 길이로 잘라둔다.

2. 둘 중 더 굵은 관의 한쪽 입구는 검은 도화지로 덮어서 테이프로 단단히 감아두고, 작은 바늘 구멍을 뚫어둔다.



3. 나머지 관의 한쪽 입구는 미봉지로 덮어서 테이프로 단단히 감아둔다.

4. 두 관을 서로 끼운 다음 바깥 굵은 관을 천천히 잡아당기거나 밀어 넣으면서 멀리 있는 물체나 풍경을 바라보자. (가급적 창가에서 멀리 있는 산이나 건물을 바라보자.)



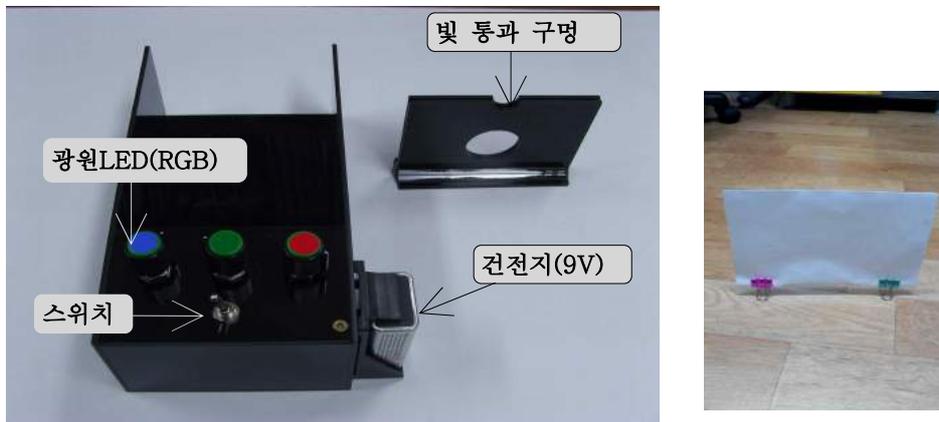
5. 비교적 정확한 상이 맺히는 지점을 찾아 안쪽 관에 표시한 후, 색테이프를 이용하여 그 지점에 테이프를 여러 번 감아둔다. (정확한 초점이 맺히는 지점을 찾아두었기에 다음번에 사용할 때도 쉽게 상을 관찰할 수 있다.)

나. PVC관 바늘구멍 사진기로 관찰하기

바늘구멍 사진기를 처음 사용하는 학생들은 실제 사진처럼 매우 선명한 상을 기대할 수 있기에 다소 작고 희미하게 보이는 먼 배경의 상을 잘 알아보지 못할 수 있다. 따라서 구체적으로 관찰되는 상을 알아보는 방법에 대해 안내를 해주어야 한다.

구름이 많이 낀 날에도 관찰가능하나 가급적 날씨가 맑은 날 교실 창가에서 멀리 있는 산이나 큰 건물들을 위주로 관찰을 하는 것이 좋다. 좀 더 성능이 좋은 바늘구멍 사진기를 만들기 위해서는 구멍 앞에 볼록 렌즈를 붙여서 빛을 효과적으로 모아주는 방법이 있으나, 이 부분 수업의 목적이 빛의 직진하는 성질을 알아보는 것이므로 렌즈에 의한 효과는 배제하는 것이 좋다고 판단되어 렌즈를 사용하지 않았다.

② Amazing 빛 상자 사용법

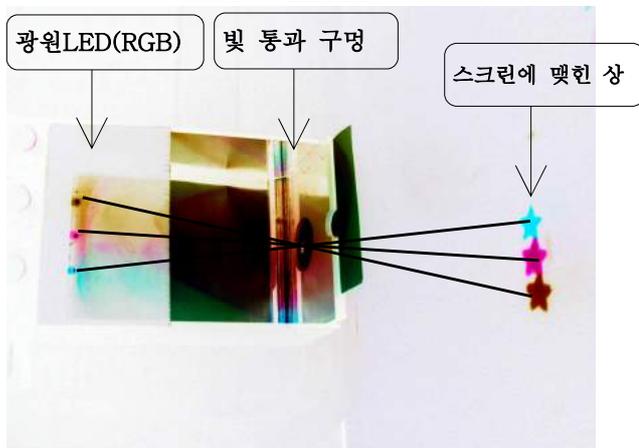


- 가. [Amazing 빛 상자]는 빨강색(R), 초록색(G), 파랑색(B) LED를 광원으로 사용하며 빛 통과 구멍 장치를 상자 앞쪽에 붙여서 구멍을 통과한 빛이 스크린에 맺히는 원리를 학생들이 직접 눈으로 보고 확인할 수 있도록 고안된 장치이다.
- 나. 건전지는 9V를 사용하며 상자의 오른쪽에 부착하여 쉽게 교체가 가능하다.
- 다. 빛 통과 구멍 장치는 다양한 모양과 크기의 구멍을 종이로 제작하여 틈새에 끼워서 사용가능하다.
- 라. 광원에서부터 구멍을 통과한 빛이 맺히는 스크린은 흰색 교실 벽면, 빔 프로젝트 스크린, 흰색 종이 등 주변 환경을 쉽게 이용하면 된다. 단 과학실 테이블 위에서 차분하게 실험이 이루어지도록 하려면 흰색 마분지나 도화지를 두 개의 집게로 집어서 세워 스크린으로 응용하여 사용해도 좋다.
- 마. 실험할 때에는 가급적 조명을 어둡게 하고 암막을 치는 것이 좋다.
- 바. 학생들이 빛의 경로를 눈으로 직접 확인하도록 하기 위해 빛 상자 덮개는 따로 없다. 그래서 매끈한 아크릴 재질로 제작된 빛 상자의 바닥과 옆부분에서 빛의 반사작용이 일어나 스크린에 맺히는 상의 개수가 여러 개로 관찰되기 쉽다. 이 장치를 이용하여 빛의 직진성에 대해서만 수업하고 싶다면 빛

상자 위쪽에 종이 한 장 또는 아크릴 하프 미러(half mirror:반사와 투과가 동시에 일어남)를 살짝 덮어서 반사되는 상을 제거하고 사용하면 된다.



조명을 모두 끄고 Amazing 빛 상자의 LED를 모두 켜 보면, 광선이 구멍을 통과하면서 스크린에 도달하는 위치가 반대로 바뀔 수 있다.



위의 사진이 어두우므로 그림 반전을 시켜 빛의 경로를 직접 광선으로 작도해보면 정확하게 스크린에 도달하는 광선의 위치를 확인할 수 있다.

③ Amazing 빛 상자 응용 실험1

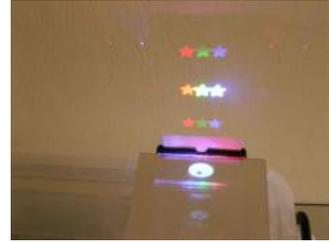
(아크릴 하프 미러(half mirror)를 이용한 반사 현상 관찰)

* 아크릴 하프 미러 : 얇은 아크릴 판으로 거울처럼 반사를 하면서도 가까이 눈을 대어보면 뒤 배경이 비쳐 보이는 투과성을 함께 가진 거울.

(1) 아크릴 하프 미러를 빛 상자 위쪽에만 덮었을 때	(2) 아크릴 하프 미러를 빛 상자 바닥에 깔고, 위쪽을 덮었을 때	(3) 아크릴 하프 미러를 빛 상자 바닥과 양쪽 옆면에 부착한 후, 위쪽을 덮었을 때

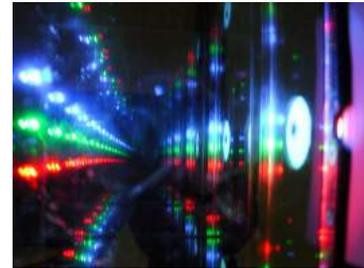
(1) 아크릴 하프 미러를 빛 상자 **위쪽**에만 덮었을 때

- LED 광원에서 나온 상이 1개(RGB)만 보인다. 광원에서 사방으로 산란되는 빛 중 곧장 구멍을 통과한 빛 이외에도 위쪽의 아크릴 하프 미러에 반사된 빛이 있을 수 있으나 반사 각도에 의해 빛 상자의 구멍을 통과하지 못하였기에 상이 1개만 나타난다.



(2) 아크릴 하프 미러를 빛 상자 **바닥**에 깔고, **위쪽**을 덮었을 때

- LED 광원에서 나온 선명한 상과 흐릿한 상이 중심부에 3개(RGB)이상 보이며, 좌우 주변에 흐릿한 상이 여러 개 보인다. 광원에서 사방으로 산란되는 빛 중 곧장 구멍을 통과한 빛 이외에도 위쪽의 아크릴 하프 미러에 반사된 빛이 다시 바닥의 아크릴 하프 미러에 반사되어 빛 상자의 구멍을 통과하였기에 원래 상보다 약간 위쪽에 선명한 상이 하나 더 생기며, 바닥의 아크릴 하프 미러에 반사된 후 다시 위쪽 아크릴 하프 미러에 반사되어 구멍을 통과한 상도 아래쪽에 나타나게 되는 것이다. 또한 광원에서 산란된 빛이 다양한 지점에서 반사되었기에 흐릿한 많은 개수의 상이 좌우로 나타난다.



<빛 상자의 바닥과 위쪽에 거울 장치했을 때, 위쪽으로 투과되어 보이는 모습>

(3) 아크릴 하프 미러를 빛 상자 **바닥과 양쪽 옆면**에 부착한 후, **위쪽**을 덮었을 때

- LED 광원에서 나온 선명한 상이 중심부와 좌우 주변에 여러 개 보이며, 흐릿한 상은 더 많이 보인다. 스크린의 가운데에 맺힌 가장 선명한 상을 중심으로 방사형으로 여러 개의 상들이 화려하게 펼쳐진다. LED 광원에서 사방으로 산란되는 빛 중 곧장 구멍을 통과한 빛 이외에도 위쪽의 아크릴 하프 미러에 반사된 빛이 다시 바닥의 아크릴 하프 미러에 반사되어 빛 상자의 구멍을 통과



하였기에 원래 상보다 약간 위쪽에 선명한 상이 하나 더 생긴다. 또한 빛 상자 양 옆면의 아크릴 하프 미러에서도 반사되어 빛 상자의 구멍을 통과하기에 좌우로도 선명한 상이 나타나며 다시 그 주변으로 흐릿한 상이 반복되어 나타난다.

④ Amazing 빛 상자 응용 실험2

(볼록 렌즈(지름 3cm)와 오목 렌즈(지름 3cm)에 의한 굴절 현상 관찰)

* Amazing 빛 상자의 빛 통과 구멍 앞쪽에 볼록 렌즈와 오목 렌즈를 각각 부착하여 스크린에 맺히는 상의 변화를 관찰함. 지름 약 3cm 렌즈를 테이프로 살짝 붙여서 사용하기도 하고, 학교에서 주로 사용하는 손잡이 달린 일반 렌즈를 이용해도 좋음.

(1) 오목 렌즈 장착
⇒ 상이 확대됨



(2) 기본(렌즈 없음)



(3) 볼록 렌즈 장착
⇒ 상이 축소됨



수 Amazing 빛 상자 응용 실험3

(빛의 합성 현상 관찰)

빛 상자를 스크린 가까이로 가져갈수록 빨강, 초록, 파랑색 상은 점점 서로 가까워지게 되는데, 겹쳐지면서 빛의 합성을 쉽게 관찰할 수 있게 된다.

빨강 + 초록 = 마젠타

초록 + 파랑 = 시안

빨강 + 파랑 = 노랑

빨강 + 파랑 + 초록 = 백색



9. 진동하는 수면이 만들어내는 불꽃모양의 Caustic 패턴 구현

이재관
강릉문성고등학교
강원과학교육연구회

1. 들어가기

Caustics란 곡선모양의 표면이나 물체에 의하여 굴절되거나 반사된 광선들의 포락선, 즉 한 무리의 곡선을 말한다. 예를 들면 출렁이는 수면에 의하여 반사되는 빛의 무리가 배의 한 면에 나타나거나, 출렁이는 수면에 의하여 빛의 반사나 혹은 굴절에 의하여 풀장의 바닥 면에 움직이는 사각 셀 모양의 무늬가 생기는 것도 일종의 Caustics이다.



그림1 Caustics 의 예

수면이 출렁이기 때문에 Caustics의 세부적인 구조는 다소 흐릿해진다. 그러나 관찰되는 패턴을 보면 각각 전형적인 특징을 가지고 있다. 특히 출렁이는 수면의 경우 세 개의 선이 한 점에서 만나는 교차점을 가지고 있는데 이는 Berry와 Nye에 의하여 1977년에 유리에 세 개의 흠을 내어서 모의실험을 함으로써, 세 개의 수면과 가지의 교차점에 의하여 만들어지는 Caustics를 실험적으로 분석함으로써 미세구조를 찾아냈다. 또한 브리스톨 대학의 Upstill는 1978년에 단순한 미세 구조를 가지는 Caustics의 삼중 교차점이 임의의 각도에서 중첩된 단지 두개의 평면파로 구성된 수면으로부터 만들어진다는 것을 알아냈다.

이러한 곡면 형태의 경계면에서 반사와 굴절에 의하여 생기는 무늬 패턴 중 불꽃모양의 caustics 패턴을 원형 진동 막 위에서 진동하는 수면을 통제함으로써 구현하고자 한다.

2. 원형 판의 진동

줄의 진동이나 판의 진동 등 특정한 기하학적 구조 내에서 공기의 진동 등 간혀 있는 파동의 공명 상태는 그 경계조건을 부과한 파동 방정식의 해를 구하여 알아낼 수 있다. 줄의 경우에는 단순한 정현파 또는 이들의 합성과로서 표시할 수 있으나 판의 진동의 경우 경계조건에 따라 진동 형태를 예측하기 어려울 정도로 복잡해진다. 그러나 기하학적 구조가 비교적 간단한 원형같은 경우에는 특수함수를 통하여 풀 수가 있다. 2차원 원형의 경우 극좌표로 변수 분리하여 베셀 함수 형태로 풀 수 있다

가. 원형판 진동 모드

원형판 테두리로 고정시키면 막의 진동이 원형 내부에 갇히게 된다. 막에서의 파동은 2차원 파동이므로 폐곡선의 경계내부에서는 그 경계의 기하학적인 모양에 따른 정상파가 만들어질 것인데 이때 파동이 억제되어 있는 마디는 곡선의 모양을 할 것이다. 원형막의 경우에는 테두리를 따라서 원형의 마디선이 만들어지고 그 내부에서도 원을 분할하는 곡선이나 직선의 마디선이 만들어져서 일차원의 경우보다 훨씬 다양하고 복잡한 공명의 여러 상태가 있을 수 있다. 일반적인 막의 공명은 해석적으로 풀이가 거의 불가능하지만 원형이나 직사각형, 타원 등의 경우에는 특수함수의 도움으로 풀이가 가능하다. 원형의 경우에는 베셀함수를 이용해서 진동 모드를 계산할 수 있다.

모드 수(n, m)에서 n은 마디선의 수이고 m은 마디원의 수를 나타낸 것이다. 기본모드의 진동수는 종파속도 c_L , 판의 두께 h, 반경 a 에 의하여 주어지는 데 그 크기는 가장자리가 고정되어 있는 경우 $f_{01} = 0.4694c_L h/a^2$ 로 주어지고 나머지 모드는 기본 진동수의 배로 주어진다

		n = nodal diameter				
		0	1	2	3	4
m = nodal circle	1	f_{01}	$f_{11}=2.08f_{01}$	$f_{21}=3.41f_{01}$	$f_{31}=5f_{01}$	$f_{41}=6.82f_{01}$
	2	$f_{02}=3.89f_{01}$	$f_{12}=5.95f_{01}$	$f_{22}=8.28f_{01}$	$f_{32}=10.87f_{01}$	$f_{42}=13.71f_{01}$
	3	$f_{03}=8.72f_{01}$	$f_{13}=11.75f_{01}$	$f_{23}=15.06f_{01}$	$f_{33}=18.63f_{01}$	$f_{43}=22.47f_{01}$

표 36 고정된 가장자리의 원형판의 진동

아래 그림은 이의 진동 모드를 단순한 형태로 나타내었다. 그림에서 한 부분이 위로 올라갈 때 다른 부분은 아래로 내려가고 다음 순간에는 아래 위가 바뀌게 된다. 한편 각각의 영역의 경계는 진동이 없는 마디를 이루게 되는데 이 마디의 기하학적인 모양은 막의 크기나 진동하는 막의 성질에 관계없이 거의 일정하다.

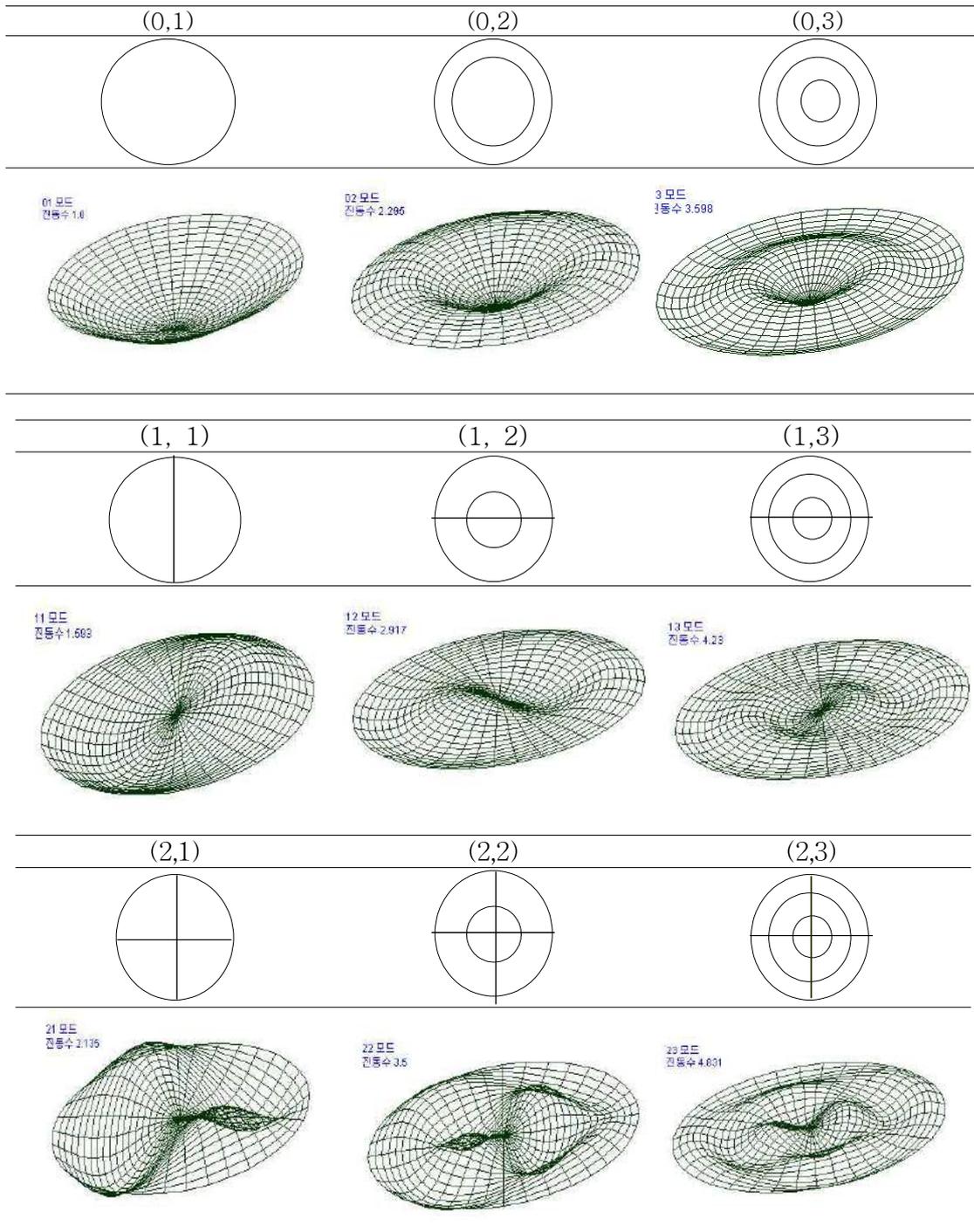


표 2. 가장자리가 구속된 원형 판의 진동모드

나. 원형판 위 물의 진동

원형판의 진동이 물을 진동시키게 되고 진동이 가장자리에서 부딪히게 되면 다시 되돌아오게 되고 나오는 파와 들어가는 파가 서로 마주치게 되는 곳에서 모양이 형성되게 될 것이다. 이는 간섭현상으로 모양이 나타나는 지점을 파의 중첩이 일어나는 지점으로 볼 수 있다. 물의 진동이 일어나지 않는 부분은 마디가 형성된 부분이라 할 수 있다.

3. 측정 장치 제작 및 측정 방법

가. 측정 장치 제작

1) 진동원과 진동체 제작

물을 일정한 진동수로 진동시키기 위해선 먼저 진동원이 필요하다. 원형판과 그 위에 물을 진동시켜야 하기 때문에 큰 출력의 진동원이 요구되어, 저음의 우퍼 스피커(진동원1 : wave-12i -12" 700w, 진동원2 : MG-1505 15" 1Kw)를 사용하였다.

진동체는 처음에는 아크릴로 원형 고리를 만들고 고무를 팽팽하게 당겨 막을 만들어 사용하였으나 우퍼스피커에 고정시키기가 어려웠고 물을 담았을 때 아래로 처지는 문제가 발생하였다. 그래서 스피커와 같은 크기로 1.5T의 아크릴을 원형으로 자른 다음 물을 담기 위하여 10T의 아크릴로 테두리를 만들어 스피커에 고정시켜 사용하였다. 이렇게 만든 진동체는 단지 물의 진동형태를 구분하는 데에는 문제가 없었다. 그러나 Caustic 현상을 확인하기 위해서는 레이저를 조사하고 그 반사된 광을 확인하여야 하기 때문에 단지 투명아크릴을 사용하였을 때에는 스크린에 나타나는 광이 매우 희미하였다. 이를 해결하기 위하여 진동체 밑판을 2T의 아크릴 거울(지름 : 400mm, 두께 : 2mm)로 하고 물을 담기 위하여 아크릴로 원형테두리를 만들어 부착시켰다.



그림 2 진동원 및 진동체

2) 파형발생기와 앰프

파형발생은 규칙적인 진동수를 발생시키기 위하여 사이언스큐브사에서 무료로 제공하고 있는 사운드웨이브 프로그램(20 - 200,000Hz)을 사용하였다. 이는 진폭과 진동수를 동시에 조절할 수 있기 때문에 유용하다. 둘째로 수면을 불규칙적으로 진동시키기 위하여 쿨링 팬을 사용하였다. 팬 두개를 겹쳐 출력을 높였고 속도조절기를 통하여 수면의 진동 정도를 조절하였다

컴퓨터를 통하여 나오는 출력이 우퍼스피커를 진동시키기에는 출력이 작아, 큰 출력을 얻기 위하여 앰프(inkel 1Kw)를 사용하였다.



그림 3 파형 발생 프로그램



그림4 쿨링팬장치



그림5 앰프

3) 광원

광원으로는 선명한 패턴을 보기 위하여 레이저 포인터, slit laser Pointer 와 Triple slit Laser pointer를 사용하였다. 처음에는 슬라이드 영사기를 사용하였으나 스크린에 반사되는 빛의 세기가 약하여 형태를 구분하기가 매우 어려워 사용하지 않았다.



그림 6 레이저포인터



그림7 Single slit laser pointer



그림8 Triple slit laser Pointer

4) 촬영장치

물의 진동이 20Hz에서부터 280Hz까지 빠르게 진동하기 때문에 이를 분석하기 위해선 초고속카메라(초당 1,000프레임 이상)가 필요하다. 그러나 현실적으로 구입의 어려움이 있어 초당 120프레임을 촬영할 수 있는 HD캠코더를 구입하여 촬영하였다.



그림19 HDR-XR520

나. 측정 방법

우퍼스피커 위 원통형 아크릴에 5mm의 물을 채우고, 컴퓨터로부터 발생된 소리를 앰프를 통하여 고출력으로 우퍼 스피커를 진동시킨다. 진동수를 증가시키면서 물의 진동을 관찰하며, 이때 스피커의 진동수와 진폭은 사운드 웨이브프로그램으로 조절한다. 일정 형태의 진동형태가 발생하면 레이저를 조사하고 스크린에 나타난 패턴을 영상장치(초당 120프레임)로 촬영한다.

4. 불꽃 모양의 Caustic Pattern 구현하기

가. 이론적 수면 진동 모드

원형판 진동 모드에 따라 진동형태가 달라지고 물의 진동 모드도 달라지게 된다. 따라서 먼저 원형 판의 진동모드를 이론적으로 계산하고 이 진동수 근처에서 Caustic 패턴이 어떻게 변하는지를 측정할 필요가 있다

원형판 진동에 대한 운동방정식의 수학적 해는 베셀 함수의 일반해와 쌍곡선해의 합으로 계산된다. 기본 모드 진동수는 종파속도 C_L 과 판의 두께 h , 반경 a 로 표시되며 그 결과는

$$\text{가장자리가 고정되어 있는 경우 } f_{01} = 0.4694C_L h/a^2$$

로 계산된다. 이때 유한한 원형 판의 종파속도 $C_L^2 = E /(\rho(1-\nu^2))$ 이다. 여기서 E 는 Young's modulus , ρ 는 밀도, ν 는 Poisson 's ratio 이다.

	E	ρ	ν	C_L	h	a	f_{01}
측정값	3.2×10^9 N/m ²	1.2×10^3 Kg/m ³	0.3	1.63×10^3 m/s	0.002 m	0.2 m	38.3 Hz

표 3 본 탐구에 사용된 진동원의 기본 진동 모드 값

나머지 진동 모드는 기본진동모드의 배로 계산되며 그 결과는 다음과 같다

	마디 원의 수 (n)				
	0	1	2	3	4
마디선 1	38.30	79.66	130.60	191.50	261.21

의 수	2	148.99	227.89	317.12	416.32	525.09
(m)	3	333.98	450.03	576.80	713.53	860.60

표 4 각 모드에 따른 이론적 진동수 (단위 : Hz)

나. 실제 측정된 원형 판의 진동모드

진동수를 서서히 증가시키면서 수면의 진동모양을 관찰하였다. 그리고 진동 모양이 변하는 부분의 진동모드를 찾아냈다

		마디 원의 수 (n)				
		0	1	2	3	4
마디선 의 수 (m)	1	-	81	130	183	265
	2	148	230	314	-	-
	3	340	-	-	-	-

표 5 각 모드에 따른 측정된 진동수 (단위 : Hz)

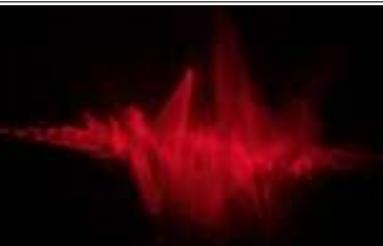
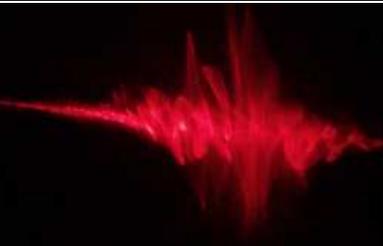
대체로 이론값 근처에서 진동모드가 나타나고 있음을 알 수 있었다

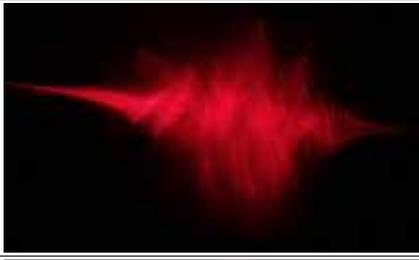
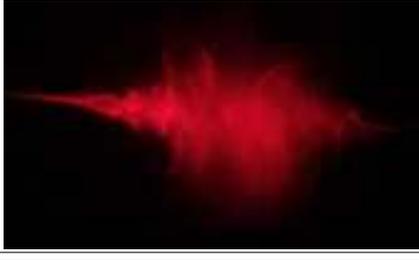
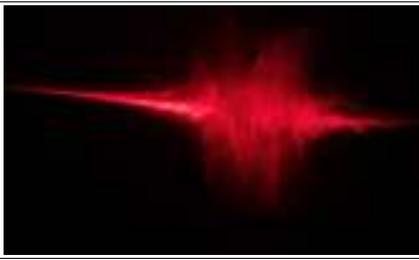
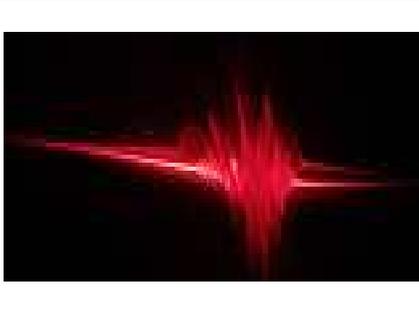
다. 진동수 변화에 따른 Caustic pattern 구현

15Hz에서부터 진동수를 서서히 증가시키면서 Caustic pattern이 바뀌는 진동수에서 수면의 진동 형태와 Caustic pattern을 구현하였다.

광원은 Single Slit Laser Pointer를 사용하였으며 수면진동 형태에서 희게 보이는 부분이 수면이 크게 진동하는 부분이다.

진동수	수면 진동 형태	Caustic Pattern	특징
15Hz			원형판 중심으로부터 진동이 퍼져나가는 형태로 무늬 부분이 끊겨서 나타나고 있다

20Hz			전체적 진동하는 모습이 점점 한쪽으로 쏠리는 모습을 보이며 무늬패턴도 비슷하게 나타나고 있다
25Hz			다른 부분의 진동이 사라지고 진동하는 부분이 가운데를 횡단하는 형태를 나타내고 있다
35Hz			진동하는 부분의 진폭이 커지고 진동하는 부분도 넓어지기 시작하였다
40Hz			작은 수면 진동모양이 수면 전체적으로 퍼져 있다
53Hz			전체적으로 미세하게 진동하면서 다시 위쪽으로 진동의 쏠리는 현상이 발생하였다.
65Hz			가운데 부분의 진동은 변함이 없으나, 가장자리 근처의 진동은 점점 약해졌다

76Hz			점점 가장자리 근처의 진동은 약해지면서 무늬에 진폭이 감소하는 부분이 명확하게 나타나고 있다
81Hz			가운데 부분만 진동하며 진폭이 증가하였다 진동선을 확인할 수 없을 정도로 무늬가 매우 겹쳐있다
95Hz			진동 주기가 빨라지면서 진동하는 수면 모양과 진폭이 매우 작아졌다.
107Hz			진동주기가 더 빨라지면서 무늬의 형태를 구분하기가 어렵게 되었다
112Hz			중심 이외 가장자리 근처에 미세한 진동이 나타나기 시작하였다
117Hz			특이하게 가운데 진동하는 부분이 작아지면서 무늬가 명확하게 나타났다 진동하는 무늬가 매우 선명하면서도 날카로운 선형태로 나타났다

130Hz			가운데를 횡단하는 진동선이 나타났다. 무늬 모양도 가운데 부분의 진동이 가장 크게 나타났지만 전체적으로 진동하고 있는 모양을 나타내고 있다.
138Hz			점차 가운데를 횡단하였던 진동이 감소하는 형태라는 것을 무늬를 통하여 알 수 있다
143Hz			가운데를 횡단하는 진동이 거의 없어지고 가장자리 근처 부분만 진동하는 것을 볼 수 있다. 위쪽 부분은 수면 상태로만 보이면 진동이 나타나지 않고 있지만 무늬를 보면 미세하게 진동하는 것을 알 수 있다
148Hz			왼쪽 가장자리 근처는 크게 진동하고 가운데는 진동하지 않지만 오른쪽 부분은 미세하게 진동하고 있다
159Hz			서서히 진동이 가운데 부분으로 다시 이동하면서 가운데 부분만 선명하게 진동하고 있음을 알 수 있다

165Hz			<p>점차 가장자리 근처의 진동이 나타나기 시작하였다. 무늬 패턴은 찌그러진 무늬 형태가 아니라 직선모양을 하는 것이 특이하며, 이로부터 수면진동이 불규칙하지 않음을 알 수 있다</p>
173Hz			<p>두개의 동심원 형태의 진동 모양을 나타내고 있다. 또한 무늬를 통하여 두 번째 진동 가운데 진동보다 진폭이 큰 진동을 하고 있음을 알 수 있다. 또한 두 번째 진동도 위치에 따라 진폭이 다른 것을 알 수 있다.</p>
183Hz			<p>가운데 진동하는 부분이 사라졌다</p>
199Hz			<p>두 번째 원 형태의 진동도 점차적으로 약해지면서 부분적으로 사라졌다</p>
230Hz			<p>위와 아래쪽 일부분만이 진동하는 모습을 나타내고 있다. 특히 무늬에서 보이는 것처럼 아래쪽 진동은 미세하였다</p>

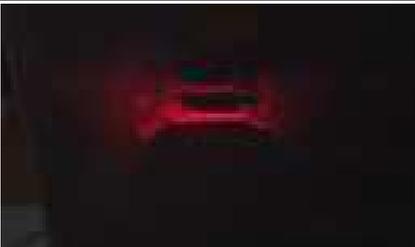
240Hz			위와 아래 부분의 진동하는 부분의 사이 간격이 좀더 좁혀지고 진폭은 증가하였다
249Hz			전체적으로 진폭이 작아져 수면진동현상이 육안으로 관찰이 되지 않으나 무늬상태로 진동하고 있음을 알 수 있다.
265Hz			수면진동상태를 자세히 보면 마름모꼴 진동모양을 확인할 수 있다. 이는 무늬를 통해서도 확인이 된다
275Hz			미세하지만 가운데 부분의 진동이 나타나기 시작하였다
290Hz			가운데 부분의 진동이 좀더 커지면서 무늬상으로는 확실히 가운데 부분이 진동하고 있음을 알 수 있었다
314Hz			육안으로도 수면의 진동상태가 보이기 시작하였지만, 명확하지는 않았다



표 6. 진동수 변화에 따른 수면진동모양과 Caustic Pattern

진동하는 원형판이 만드는 Caustics의 기본 패턴은 모두 같은 불꽃형이었다. 그러나 진동원의 진동수 변화에 따라 Caustics의 무늬는 약간씩 다르게 나타났다. 이때 특이한 점은 이러한 불꽃형 무늬를 만들어내는 경우 모든 수면에는 마치 파리 같은 형태가 형성되어있었다

5. 마무리하기

원형판 위에 물을 채우고, 우퍼스피커를 통하여 일정한 진동수로 진동시킨 다음, 진동하는 수면에 레이저를 조사시켜서 다양한 형태의 Caustic패턴을 만들어 냈다.

가. 진동원의 진동수 변화에 따라 수면의 진동 형태가 다르게 나타났으며, 이에 따라 Caustic Pattern도 다르게 나타났다. 이때 원형판 위 수면의 진동에 의하여 만들어지는 Caustics의 무늬는 일정한 Pattern을 가지고 있었으며, 진동수 조절로 통제가 가능하다는 것을 알게 되었다..

나. 수면 진동의 진폭이 점점 증가할 수 록 Caustics은 형태를 구분하기 어려울 정도로 퍼짐현상이 크게 발생하였다. 따라서 일정한 형태의 Caustics을 찾아내기 위해서는 진동수별 정확한 진폭을 설정하여야한다. 진동하는 수면이 만들어 내는 Caustics은 수면의 모양에 따라 다르게 나타나기 때문에 수면의 진폭 변화는 Caustic Pattern의 중요한 변수요인이다.

참고 문헌

1. Thomas D. Rossing, Science of Percussion Instruments, World Scientific, 2000, p5-7, p79-80
2. By C. Upstill, Light Caustics from rippling water, Proc. R. Soc. Lond. A 365, 95-104, 1979, p72-80
3. Alexander Lauterwasser, Water Sound Images, Macromedia, 2006

10. 수소기체의 부피로 마그네슘 질량 알기

화학을 사랑하는 사람들의 모임
덕인고등학교 위 유 진

묽은 염산에 어떤 금속을 넣으면 수소기체가 발생한다. 발생하는 수소 기체의 양은 염산의 농도와 넣어주는 그 금속의 양에 비례한다.

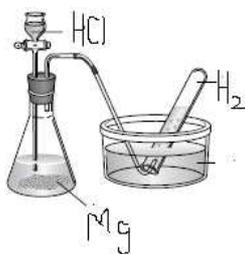
이 실험은 마그네슘에 묽은 염산을 넣으면 수소기체가 발생하는 과정으로 화학반응식은 $Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2\uparrow$ 이다. 소량의 마그네슘 리본 조각의 질량을 측정하기 어려울 때 수소기체의 부피나 질량에 측정하여 반응물의 질량을 계산하는 방법을 제시한다.

[주의사항]

- 1) 염산 용액이 옷이나 피부에 닿지 않도록 주의한다. 묻으면 흐르는 물에 씻도록 한다.
- 2) 정해진 양의 마그네슘리본을 넣는다.(많은 양의 기체가 발생)
- 3) 염산에 의해 생긴 기체는 폭발의 위험이 있으므로 주의한다.

[실험 과정]

- 1) 락주사기에 마그네슘리본 3cm를 넣고, 다른 락주사기에 3M 염산 10mL을 넣고 3way콕에 연결한다. 염산을 마그네슘리본 쪽으로 보내고 생성된 수소기체를 다른 락주사기로 모은다.
- 2) 마그네슘과 염산이 반응하여 생성된 기체를 락주사기에 모은 후 생성된 기체의 부피를 측정하자. 부피는 어떻게 되는가?
- 3) 마그네슘의 길이를 달리하여 충분한 양의 염산과 반응시켜 발생하는 수소기체의 부피를 측정하여 보자. 마그네슘 길이와 발생하는 수소기체의 부피 관계를 그래프로 작성하자.



[실험 결과]

- 1) 염산을 넣은 주사기에서 만들어진 기체는 무엇인가? 화학반응식을 써보자.
- 2) 마그네슘에 의해 생성된 수소기체의 부피는 얼마인가?
- 3) 마그네슘 길이와 발생하는 수소 부피 사이에 관련성이 있는가? 있다면 그 이유가 무엇인가?
- 4) 발생한 수소기체의 부피에서 마그네슘 리본 조각의 질량을 계산하여 보자.
(마그네슘 리본 24.3g과 충분한 묽은 염산이 반응하면 발생하는 기체가 0℃, 1기압에서 질량은 2g, 부피는 22.4L가 생성된다.)
- 5) 실험에 사용하는 마그네슘 리본은 3cm이다. 마그네슘 리본이 24.3g이 되려면 길이는 얼마이겠는가?
- 6) 실제 마그네슘 질량과 오차가 생긴다면 실험과정 중 오차가 생기는 원인을 무엇인가?

11. 옵스큐라를 이용한 풍경화 그리기

이윤정
울산과학연구원

◆ 탐구 내용



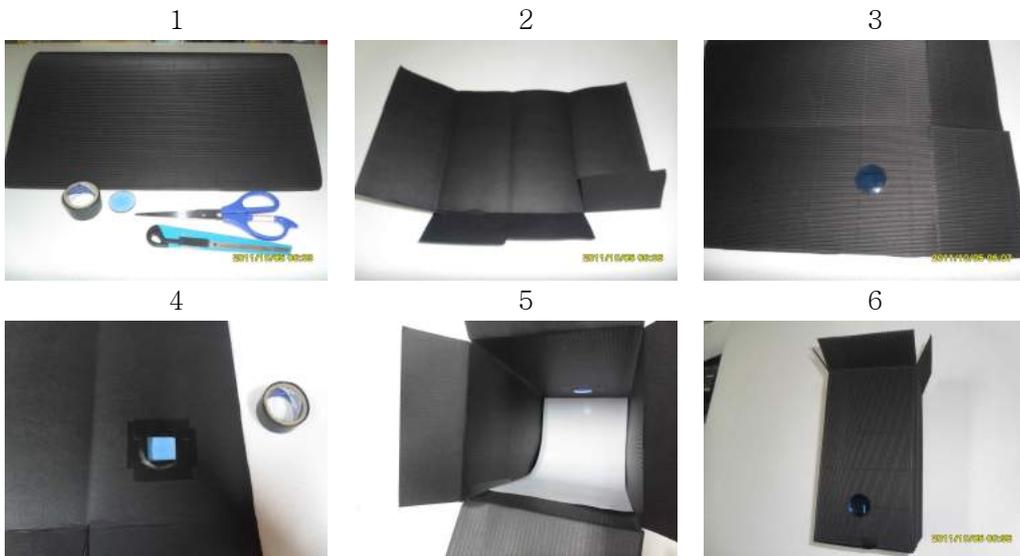
옵스큐라는 라틴어로 ‘어두운 방’이라는 뜻으로 옛날사진기로, 옵스큐라는 사진기의 원리와 마찬가지로 볼록렌즈에 빛이 들어와 굴절이 되고 이것이 인화지에 거꾸로 상이 맺히게 되어 우리 눈에 반사되어 보이는 현상을 이용하여 바깥 풍경을 그대로 그림으로 표현하여 보자

◆ 준비물

전개도가 그려진 골판지, 볼록렌즈, 절연테이프, 가위, 감광지등

◆ 어떻게 할까요?

- ① 골판지를 전체적으로 4등분이 되도록 하여 접는다.
- ② 접은 골판지를 다시 펴서 상자의 바닥이 되는 부분을 표시하여 자른다.
- ③ 렌즈가 들어가는 부분을 표시하여 오려낸다.
- ④ 렌즈가 잘 붙도록 절연테이프를 이용하여 붙인다.
- ⑤ 골판지를 이용하여 상자를 접는다.
- ⑥ 상자 안에 감광지를 넣어서 상이 잘 맺히는지를 확인한다.



주의사항

- ※ 상자 안에 빛이 들어오지 않도록 접히는 부분을 잘 절연테이프로 봉한다.
- ※ 상자 안에 감광지를 넣을 때 상이 반사되어 우리 눈에 잘 들어오도록 비스듬하게 붙이도록 한다.

◆ 알아봅시다?

- ① 어떻게 해서 상이 사진에 멏히게 될까요?
- ② 멏힌 상이 바로 보인까요? 거꾸로 보일까요?

◆ 프로그램의 개요와 카메라의 역사



처음, 암상자 형태의 카메라 옵스큐라는 1657년 카르파르 쇼트에 의해 만들어졌을 때는 큰 방에 만들어졌고 이후 점점 작아지게 되면서 유용하게 사용하게 되었다. 원리적인 측면에서의 카메라의 발명은 약 기원전 3세기경으로 거슬러 올라간다. 그것은 BC 350년 고대 Greece의 아리스토텔레스가 어두운 곳에서 작은 구멍을 통해 바깥의 풍경을 관찰한바 "어두운 방에 뚫린 작은 구멍으로 들어온 빛이 반대편 벽에 밖의 사물을 비친다"는 현상에 대한 것이다. 그 후 서기 1000년에 아라비아의 알하젠은 "구멍의 크기에 따라서 영상의 선명도가 달라진다"는 조리개의 기능을 발견하였으며 바늘구멍 원리가 그 시초였다고 알려져 있으며 1600년 초에 다게르에 의해 최초의 카메라가 발명되었는데 그의 이름을 따서 '다게레오타입 카메라'라고 지어 보급되었다. 1839년에 영국의 아마 카메라 옵스큐라(Obscura)라는 미술도구가 소개되어 화가들에 의해서 사용되었는데 이러한 것들은 요즘의 일안 반사식(single-lens Reflex)카메라 구조의 근본이 되었으나 당시는 영상을 만들어 낼 수는 없었고 다만 당시 화가들의 밑그림 도구로 이용되는데 그쳤으며 본격적인 근대카메라의 탄생은 18세기 France의 니세프로포스 니엠프스가 감광재료를 발명한 이후부터였다. 우리는 최초의 카메라 옵스큐라 제작해봄으로써 카메라의 기본 원리를 이해한다.

12. 개선된 귀 모형 만들기

전남중등생물교육연구회(동부분과)
광양여자고등학교 생물교사 김의 kimyee@hanmail.net¹⁾

- A. 관련 단원 : 중학교 2학년 6. 자극과 반응
고등학교 IV. 생명 6. 자극과 반응
(1) 감각기관 - 귀

B. 탐구목표 :

1. 귀의 모형을 반 투명하게 제작하여 귀의 구조를 이해할 수 있다.
2. 청각이 성립되는 과정과 평형감각을 이해하고 설명할 수 있다.

C. 탐구의 주안점

1. 모형을 가위로 오리고 붙이는 과정을 통하여, 귀의 구조와 각부의 이름, 기능 등을 학습 한다.
2. 귀에서 느끼는 청각과 평형감각에 대한 적합 자극과 반응, 대뇌와 소뇌의 인지 관계를 이해하도록 지도한다.
3. 주변에서 일어나는 감각 반응 현상을 청각과 연결시켜 이해하도록 지도한다.

1. 도입

- 1) 차에 탔을 때 차가 굽은 길 돌면 눈을 감고도 알 수 있다. 그 이유는?
(몸이 한쪽으로 쏠리는 관성을 느낄 뿐 아니라 컵속에서도 회전을 감각한다.)
- 2) 우주선 내부와 같이 무중력 상태에서는 기능을 발휘하지 못하는 귀의 부분은?
(평형기관 중 전정기관과 반고리관 - 따라서 무중력 혼란으로 우주 멀미를 한다.)
- 3) 고막이 파열되면 소리를 전혀 들을 수 없을까?
(우리 귀는 16~20000Hz 범위의 소리를 들을 수 있다. 고막은 0.1mm 두께의 질긴 막이어서 잘 파열되지 않는다. 그러나 큰 소리나 뺨 맞을 때, 컵속을 찢릴 때 파열된다. 그렇지만 고막이 파열되어도 60Hz 이하의 낮은 소리만 잘 안 들릴 뿐, 크고 높은 소리를 들을 수 있다. 우리가 흔히 말하는 귀머거리는 청신경의 전달 이상이다.)

2. 준비물(귀 모형 2개 제작)

컵바퀴 모형지(A4색지, 귀2개), 반투명플라스틱 재분표지(A4, 두께2mm, 빗금무늬), 받침 우드락(12cm×3cm×3mm, 2개) 스펀지볼 3색(=뽕뽕이,Φ15mm노랑볼, Φ10mm녹색볼, Φ5mm주황볼), 색모루(=털실철사, 길이 5cm 파랑선, 8cm갈색선), 투명 합성수지컵(종이컵), 큰 커터(칼), 네임펜, 가위, 글루건과 수지심, 콘센트전원선 5m

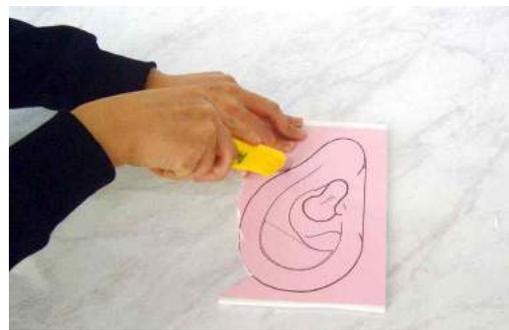
1) 귀모형만들기 자료는 전남중등생물교육연구회의 김의 선생님(kimyee@hanmail.net) 창작품입니다. 허가 필!

3. 탐구활동 → 사진은 예전 것임

- 1) 두사람씩 짝지어서 귀모형 준비물 2인분을 확인하고, 귀 모형에 이름을 쓴다. 콘센트에 글루건을 미리 꽂아 적당히 가열하여 수지 접착제를 준비한다.



- 2) 컵바퀴 모형을 바닥에 놓고 그 위에 반투명플라스틱 재분표지를 올려놓고 네임펜으로 귀모형을 예쁘게 그린다. 큰 가위로 반투명 표지의 귀를 오려내고, 커터칼로 컷구멍을 오려서 컵바퀴 모형을 만든다.



- 3) 길이 5cm 파랑색 모루로 망치뼈 모형을 만든다. 색모루 한끝을 일본어 7자처럼 꺾고, 다른 끝에 $\Phi 10\text{mm}$ 노랑색 스펀지볼을 글루건으로 접착한다. 이를 투명한 합성수지컵(종이컵)에 글루건으로 붙여서 컷구멍-고막 모형을 만든다.
- 4) 종이컵의 넓은 테두리에 글루 접착제를 칠하여 컵바퀴 모형의 뒷면에 붙인다.



- 5) 컵바퀴-종이컵의 아래쪽에 글루 접착제를 칠하여 받침우드락을 붙인다.



- 6) 길이 8cm 갈색 모루로 모루뼈와 등자뼈를 표현한다. 갈색모루의 한끝을 ㄱ자로 구부리고 그 끝에 $\Phi 15\text{mm}$ 녹색 스펀지볼을 글루건으로 접착한다. 색모루의 다른 끝을 D(σ)자 모양으로 묶은 뒤, 접합부에 $\Phi 5\text{mm}$ 주황색 스펀지볼을 글루건으로 접착한다. 이를 다시 L자형으로 꺾는다.」(앞 그림 참조)
- 7) 만들어진 모루-등자뼈 모형을 받침우드락의 투명컵에서 대략 5~8cm 거리에 글루건으로 접착한다. 망치뼈의 스펀지볼과 모루뼈의 스펀지볼 간격을 달을 듯 하게 조정한다.



- 8) 완성된 귀 모형에 대고 소리쳤을 때 청소골에 소리가 전달되는지를 확인한다.
 ※(이 모형은 귓바퀴→귓구멍→고막→청소골로 소리가 전달되는 모형일뿐 달팽이관 내의 소리 전달은 재현하지 못하였습니다. 달팽이관은 스펀지막대를 말아서 표현해보는 방법이 있습니다.)



4. 탐구 결과 및 토의사항

(1) 외이와 중이의 역할과 달팽이관, 전정기관에서 어떻게 감각하는가?

- ① 외이와 중이 : 소리(음파;공기의 진동)을 전달한다. 귓바퀴에 모아져서 들어온 소리(기체 진동)는 고막(고체 진동)에서 떨림으로 바뀌어 전달된다. 망치뼈, 모루뼈, 등자뼈의 청소골을 지나면서 음파는 증폭, 감쇄, 잡음 제거되어 달팽이관의 난원창에 도달한다.
- ② 달팽이관 : 소리를 감각한다. 달팽이관은 전정계, 고실계 달팽이세관으로 구분되고 림프로 차 있다. 달팽이세관에 있는 덮개막이 진동하면 감각모세포가 받아들여 청신경으로 전달되고 대뇌에서 청각이 성립되도록 하는 기관이다.
- ③ 전정기관 : 중력 자극에 의한 위치와 기울기 등 평형 감각을 담당한다. 통낭과 소낭이라는 모래주머니들라서, 움직이면 이석(청사)이 쏠리므로 감각모세포가 반응한다. 지각 중추는 소뇌이다.

(2) 반고리관에서의 회전 감각은 어떻게 느끼는가?

반고리관은 둥근 고리관 모양이며 속에는 액체인 림프로 차 있다. 살 속에 묻힌 부분에는 붓 모양의 감각모세포들이 모여있다.

- ① 정지 : 감각모가 움직이지 않는다.(정지 관성)
- ② 회전 시작 : 림프의 관성으로 감각모가 몸의 움직임과 반대쪽으로 기울어 회전 감각이 일어난다.
- ③ 회전 계속 : 림프가 몸의 회전과 함께 움직이므로 감각모가 기울지 않아 회전 감각은 약해진다.
- ④ 회전 중지 : 림프는 관성으로 계속 움직이므로 감각모는 왼쪽으로 기울고 회전이 계속되는 것처럼 느낀다



(3) 다음은 사람의 청각이 성립되는 경로를 설명한 것이다. () 안에 알맞은 말을 쓰시오. (A) 기저막 (B) 덮개막

음파가 고막을 진동시키면 이 진동은 청소골, 난원창을 거쳐 달팽이관 속의 림프에 전해지고, 림프가 진동함에 따라 (A)이 진동하면서 그 위에 있는 청세포의 섬모가 (B)에 닿아 그 자극으로 흥분이 생긴다.

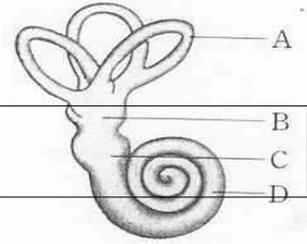
(4~6) 그림은 사람 귀의 속 구조를 나타낸 것이다.

(4) 무중력 상태에서 작용하지 못하는 것의 기호와 명칭을 쓰시오.

(B 와 C - 전정기관의 통낭과 소낭)

(5) 아래 글과 관계있는 평형 감각기의 기호와 명칭을 쓰시오. (A - 반고리관)

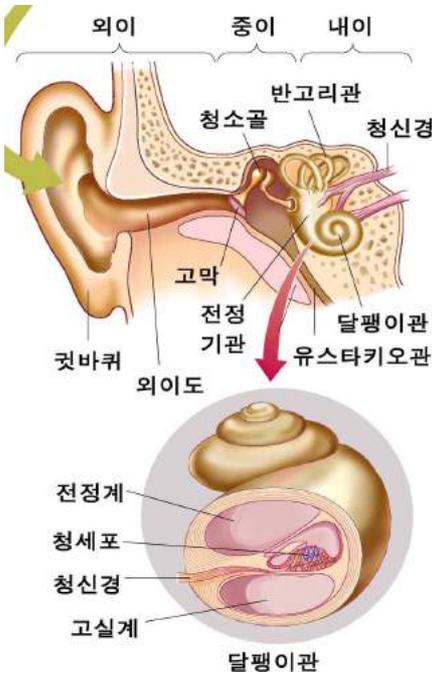
갑자기 멈추었더니, 주변의 물체들이 계속 돌고 있는 것처럼 느껴져서 몸의 중심을 잡을 수가 없었다.



(6) 액체의 압력 변화로 자극이 전달되며 청세포가 들어 있는 곳의 기호와 명칭을 쓰시오. (D - 달팽이관)

5. 이론적 배경

(1) 귀의 구조



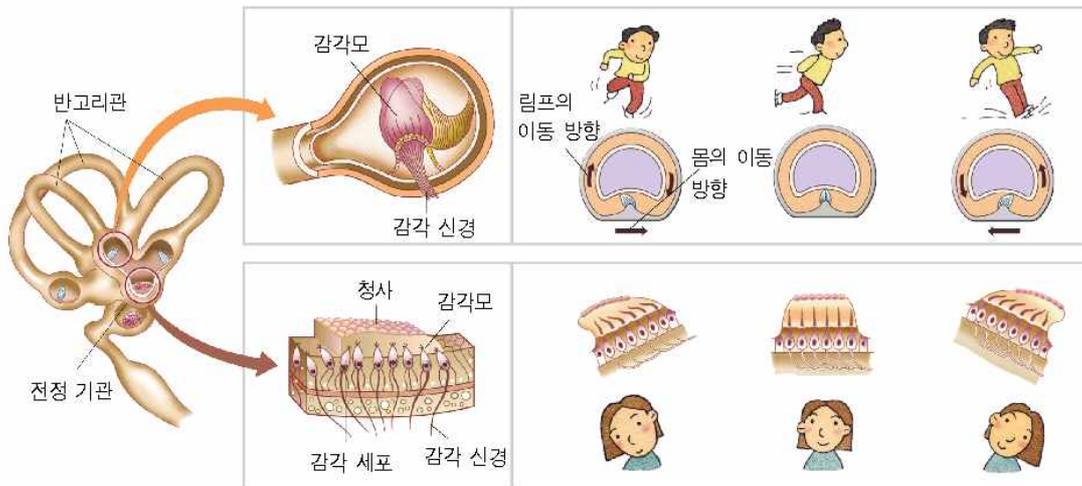
구분	명칭	기능
외이	귓바퀴	소리(음파)를 모아들인다.
	귓구멍(외이도)	음파가 들어가 전달되는 통로
중이	고막 (귀청)	외이와 중이의 경계에 있는 얇은 막으로 음파의 통로이다.
	청소골	망치뼈, 모루뼈, 등자뼈의 순서로 연결되어 있으며 고막의 진동을 증폭시키거나 감쇄시키고, 잡음을 제거시켜 내이에 전달함
	유스타키오관 (중이관)	중이와 목구멍을 연결하는 관으로 중이와 외부압력을 같게 조절함
내이	달팽이관	전정계, 고실계, 달팽이세관로 되어 있고, 달팽이세관에는 청세포와 청신경이 분포하는 코르티기관이 있어서 음파를 수용한다.
	반고리관	중력 자극에 대하여 몸의 기울어짐을 감각한다.
	전정기관	림프의 관성에 의해 몸의 회전을 감각한다.

(2) 청각의 수용 과정

귓바퀴 → 귓구멍(외이도) → 고막(귀청) → 청소골 → 달팽이관 (난원창 → 전정계 → → →)
 ↓ ← ← ← ← ← ← ← 달팽이세관 ↓ (정원창 ← 고실계 ← ← ←)
 [(코르티기관) ↓ 기저막, 덮개막 → 청세포(감각모) 흥분] → 청신경 → → → 대뇌

(3) 평형감각

- 반고리관 : 림프의 관성에 의해 회전을 감각함.
회전이동 놀이기구-회전그네, 회전목마, 회전 컵, 다람쥐통, 팽팡디스크, 롤러코스터, 청룡열차, 비룡열차, 꼬마기차,
- 전정기관 : 청사가 중력에 의해 감각 세포의 털을 자극하여 위치를 감각함.
상하이동 놀이기구-드롭타워, 대관람차, 바이킹, 모노레일, 나무배타기, 미끄럼



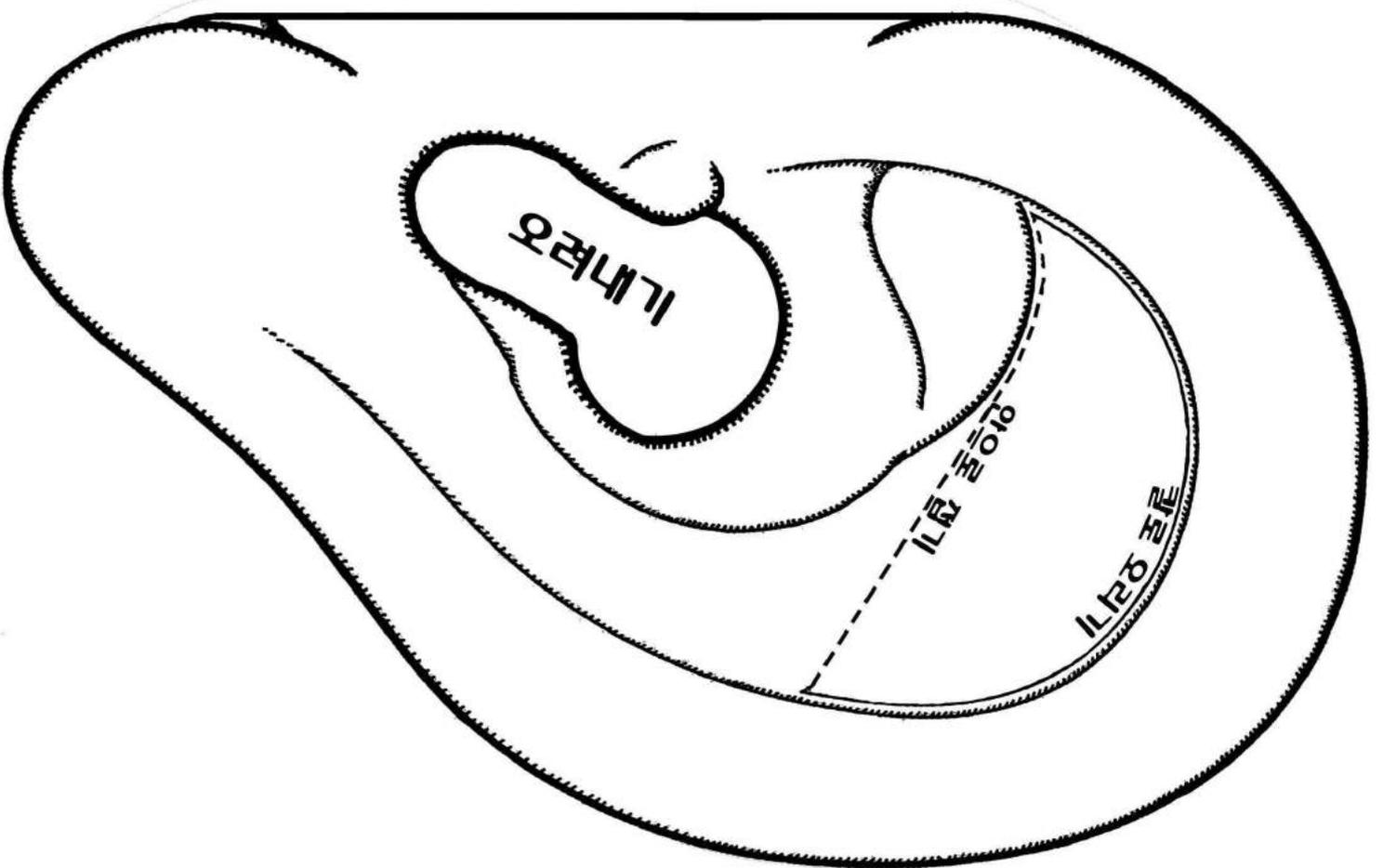
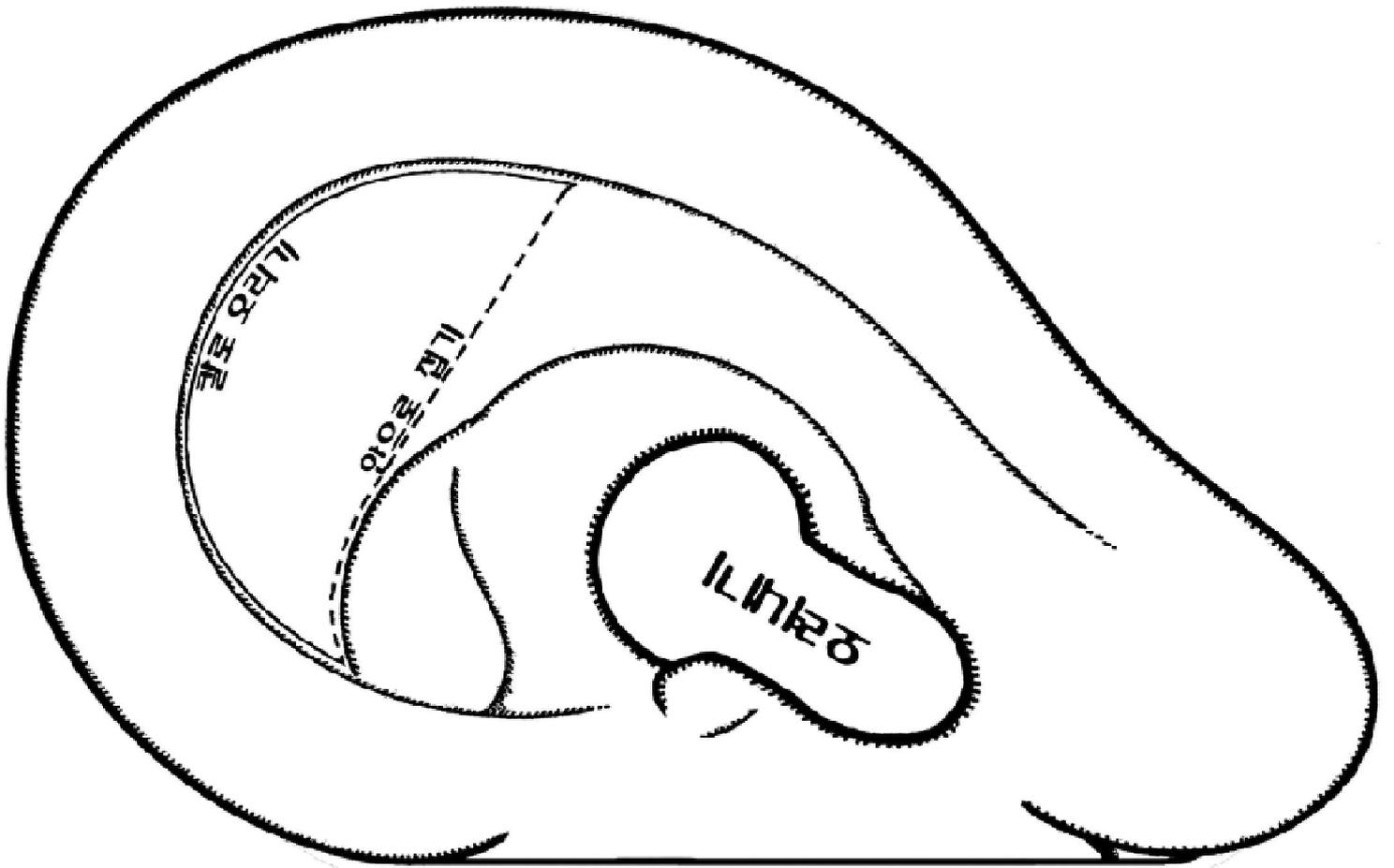
틀, 마법의 양탄자, 눈썰매장.



6. 지도상의 유의점

1. 학생용 활동지를 색깔 있는 A4용지를 준비하여 각각 다른 색의 종이에 복사하여 주면 학습의 효율을 증진시킬 수 있다.
2. 이론과 병행하여 수업을 할 경우 2인 1조의 실험을 하여 시간을 단축할 수 있다.
3. 귀는 청각 뿐 아니라 평형감각을 담당하는 부위임을 인식하고 청신경은 대뇌와 연결되어 있고, 평형감각에 관한 감각신경은 소뇌로 연결됨을 이해시킨다.

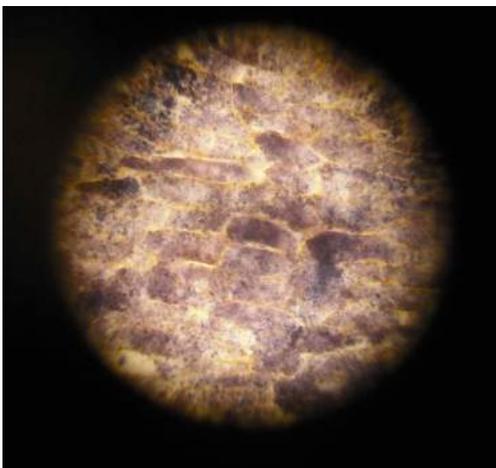
탐구학습보고서		2.귀의 모형 만들기	
일시	20년 월 일	교시	학년 반 번, 성명: ()
목표	1. 귀의 모형을 제작하여 귀의 구조를 이해할 수 있다.		
준비물	컷바퀴 모형지(A4색지,귀2개), 반투명 링표지(A4크기,두께2mm), 받침 우드락(12cm×3cm×3mm, 2개) 뽕뽕이 3색(Φ15mm노랑볼, Φ10mm녹색볼, Φ5mm주황볼), 색모루(=털실철사, 길이 5cm 빨강선, 8cm노랑선), 투명수지컵), 큰 커터(칼), 가위, 네임펜, 글루건과 수지심, 콘센트 전원선		
탐구방법	<ol style="list-style-type: none"> 1) 귀모형 준비물을 확인하고, 귀 모형에 이름을 쓴다. 콘센트에 글루건을 미리 꽃아 적당히 가열하여 수지 접착제를 준비한다. 2) 컷바퀴 모형지 위에 반투명플라스틱 재분표지를 올려놓고 네임펜으로 귀모형을 예쁘게 그린다. 큰 가위로 그린 귀, 컷구멍을 오려 만든다. 3) 길이 5cm 파랑색 모루로 망치뼈 모형을 만든다. 색모루 한끝을 7자처럼 꺾고, 다른 끝에 Φ10mm 노랑뽕뽕이를 글루건으로 접착한다. 이를 투명한 합성수지컵에 글루건으로 붙여서 컷구멍-고막 모형을 만든다. 4) 종이컵의 넓은 테두리에 글루 접착제를 칠하여 컷바퀴 모형의 뒷면에 붙인다. 5) 컷바퀴-종이컵의 아래에 글루 접착제를 칠하여 받침우드락을 붙인다. 6) 길이 8cm 모루로 모루뼈와 등자뼈를 표현한다. 모루의 한끝을 7자로 구부리고 그 끝에 Φ15mm 녹색 뽕뽕이를 글루건으로 접착한다. 모루의 다른 끝을 D(σ)자 모양으로 묶은 뒤, 접합부에 Φ5mm 주황 뽕뽕이를 글루건으로 접착한다. 이를 다시 L자형으로 꺾는다. 7) 만들어진 모루-등자뼈 모형을 받침우드락의 투명컵에서 대략 5~8cm 거리에 글루건으로 접착한다. 망치뼈의 스펀지볼과 모루뼈의 스펀지볼 간격을 달을 듯하게 조정한다. 8) 완성된 귀 모형에 대고 소리쳤을 때 청소골에 소리가 전달되는지를 확인한다. 		
탐구결과 및 토의	<p>(1) 외이와 중이의 역할과 달팽이관, 전정기관에서 어떻게 감각하는가?</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 외이와 중이 : ② 달팽이관 : ③ 전정기관 : <p>(2) 반고리관에서의 회전 감각은 어떻게 느끼는가?</p>		



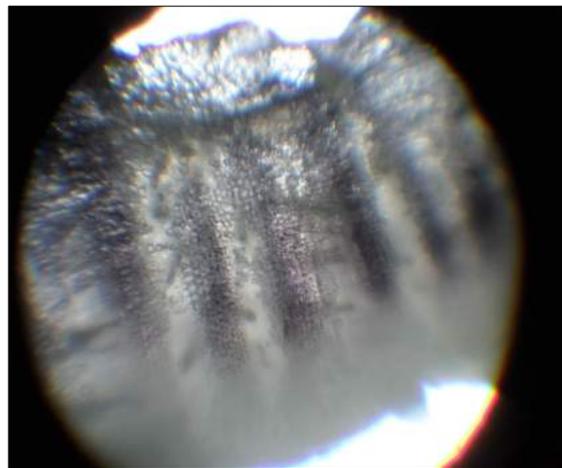
13. 효소로 그리는 그림

인천과학사랑모임
일산동고등학교 남궁용, 일산대진고등학교 최현주

소개 1. 세포 속 녹말



쌀 세포 속 녹말 입자



무 세포 속 녹말 입자

소개 2. 녹말 - 아이오딘 반응

[탐구 과정 1] 녹말의 종류에 따른 아이오딘 반응 관찰

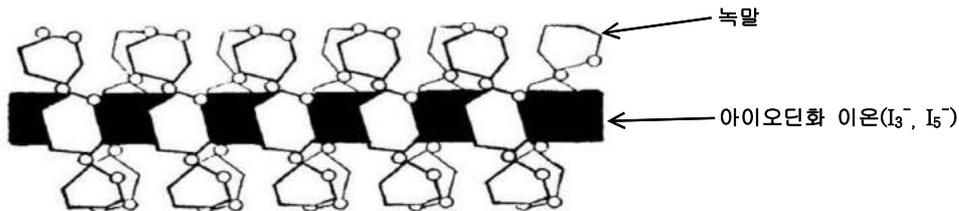
- 1) 멥쌀과 찹쌀 각각 3~4알을 막자사발로 갈아 시험관에 넣고, 증류수 5mL를 넣는다.
- 2) 1)을 가열하여 녹말풀을 만들고 식힌 후, 각각 아이오딘-아이오딘화칼륨 용액을 한 두 방울 떨어뜨려 색 변화를 관찰한다.
 - 멥쌀과 찹쌀의 색 변화는 각각 어떻게 다른가?
- 3) 멥쌀과 찹쌀의 녹말-아이오딘 반응 색 변화가 다른 이유는 무엇인지 토의해 보자.

[탐구 과정 2] 온도에 따른 아이오딘 반응 관찰

- 1) 멍쌀 3~4알을 막자사발로 갈아 시험관에 넣고, 증류수 5mL를 넣는다.
- 2) 1)에 아이오딘-아이오딘화칼륨 용액을 한두 방울 떨어뜨려 색 변화를 관찰한다.
- 3) 2)를 알코올 램프로 가열하면서 색 변화를 관찰한다.
 - 색이 변하는 이유는 무엇일까?
- 4) 3)의 시험관에 아이오딘-아이오딘화칼륨 용액을 다시 떨어뜨려 보자. 색이 변하는가? 아니라면, 그 이유는 무엇일까?
- 5) 시험관을 식힌 후, 다시 아이오딘-아이오딘화칼륨 용액을 떨어뜨려 보자. 색 변화가 나타나는가?
- 6) 온도에 따라 녹말- 아이오딘 반응의 색 변화가 다른 이유에 대해 생각해 보자.

*** 녹말-아이오딘 반응**

아이오딘-아이오딘화칼륨 용액을 녹말에 떨어뜨리면 나선형 구조를 이루고 있는 녹말 분자의 나선 속으로 아이오딘 원자단이 끼어들게 되고, 갈색을 띠고 있던 아이오딘-아이오딘화칼륨 용액의 색깔이 보라색으로 변한다. 이러한 색깔 변화를 이용해 아이오딘-아이오딘화칼륨 용액은 녹말을 검출하는 데에 자주 사용된다.



*** 가열하면 사라지는 요오드 반응**

녹말의 착색이 가열로 지워지는 것은 열로 인한 녹말분자의 운동이 활발해져서 나선 구조 자체가 무너져 요오드 분자가 튀어 나가기 때문이다. 그러나 냉각되면 다시 안정한 요오드 복합체를 만들므로 색상이 나타나게 된다.

*** 멍쌀과 찹쌀의 아이오딘 반응 결과**

색깔의 차이는 찹쌀과 멍쌀의 전분구조의 차이에 의한 다. 멍쌀에는 아밀로스(amylose)가 들어있지만, 찹쌀에는 아밀로스가 거의 없고 아밀로펙틴(amylopectin)이 대부분이다. 아밀로펙틴의 아이오딘 반응은 적자색, 아밀로스의 아이오딘 반응은 청색을 나타낸다.

쌀알에 따라서는 위의 두 가지 색상의 중간색을 띠는 경우가 있는데, 이것은 전분의 구조가 찹쌀과 멍쌀의 중간에 해당하기 때문이다.



< 찹쌀(좌), 멍쌀(우) >

소개 3. 녹말의 소화

[탐구 과정 1] 교과서 실험 제대로 하기

1) 24 홈판에 다음과 같이 넣는다.

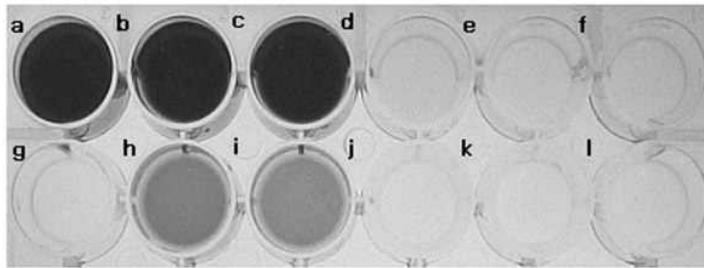
실험구 : 침 10배 희석액 0.5mL + 0.1% 녹말용액 0.5mL + 각 pH별 완충용액(pH 2~13) 0.5mL

대조구 : 침 10배 희석액 0.5mL + 각 pH별 완충용액(pH 2~13) 0.5mL

2) 10분 후, 각 홈에 아이오딘-아이오딘화칼륨 용액 1/2 희석액 1방울을 넣는다.

3) 반응 후 색깔 변화를 관찰한다. pH별 색깔 변화는 각각 어떻게 다른가?

4) 예상 결과와 일치하는가? 아니라면 그 이유는 무엇인지 토의해 보자.



pH 2~13 완충용액(a~l)에 따른 아이오딘 반응 결과(출처: 지재화 등, 2009)

* 과학 교과서에 제시된 pH에 따른 아밀레이스 작용 실험에서 생각해 볼 점!

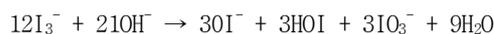
1. pH가 침의 아밀레이스 활성에 미치는 영향 → 침의 pH 완충 작용을 고려해야 한다.

교과서에는 염산과 수산화나트륨 용액으로 pH가 설정된 시험관에 침 용액을 넣어서 아밀레이스의 활성에 미치는 영향을 알아보는 실험이 일반적으로 제시되어 있다. 그런데, 문헌에 따르면 염산과 수산화나트륨 용액의 농도가 묽은 경우 염산과 수산화나트륨 용액으로 pH가 설정된 침 용액의 pH가 중성 부근으로 측정되었다. 그 이유는 침의 완충 작용으로 인해 의도한 pH 조건에서 실험이 실시되지 않았기 때문이다. 따라서, pH에 따른 아밀레이스의 활성을 알아보기 위해서는 각 pH에 해당하는 완충 용액을 이용하였을 때가 염산과 수산화나트륨 용액을 이용했을 때에 비해 pH 변화가 적어서, 의도한 pH 조건으로 실험을 진행할 수 있다.

2. 염기성 조건에서 아이오딘-녹말 반응

→ 염기성 조건에서 아이오딘 이온의 상태를 고려해야 한다.

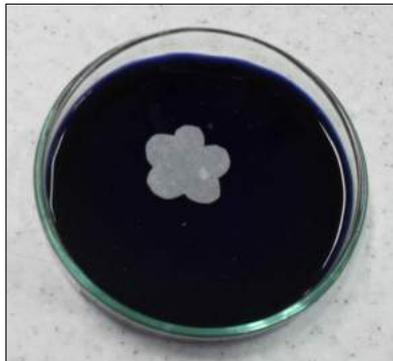
pH 10 이상의 염기성 조건일 때 침 희석액과 녹말을 반응시킨 후 아이오딘-아이오딘화칼륨 용액을 떨어뜨렸을 때 옅은 파란색이나 무색이 나타난 원인은 침 속의 효소와 관계가 있는 것이 아니라, 아이오딘 이온의 농도가 감소하기 때문이다. 이는 pH 8 이상의 염기성 조건에서 아이오딘화 이온들(I_3^- , I_5^-)의 농도는 pH가 증가함에 따라 감소하며, pH 10 이상에서는 아이오딘화 이온들(I_3^- , I_5^-)의 농도가 급격하게 감소한다는 것을 의미한다. 강염기성 용액에서 트리아이오딘화 이온(I_3^-)은 아이오딘화 이온(I^-)과 하이포아이오딘산(HOI)과 아이오딘산 이온(IO_3^-)으로 반응을 일으키며, 반응식은 다음과 같다.



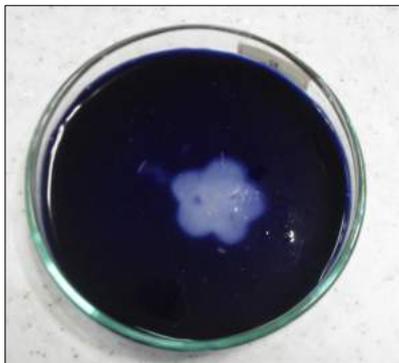
그러므로 pH 10에서부터 녹말-아이오딘 화합물의 형성이 감소하여, pH 11 이상부터 녹말-아이오딘 화합물이 거의 형성되지 않은 것은 센 염기성 용액일수록 트라이아이오딘화 이온(I_3^-)과 펜타아이오딘화 이온(I_5^-)이 수산화이온(OH^-)과 반응하여 농도가 감소했기 때문이라고 할 수 있다. 그 결과 녹말의 아밀로스 나선에 내포되는 폴리아이오딘화 이온이 형성되지 못했고, 녹말-아이오딘 화합물이 형성되지 못해 색을 띄지 않은 것이다. 따라서 효소 활성에 미치는 요인으로 pH의 영향을 소개하는 실험에서 녹말 반응에 의한 색 변화를 이용하는 실험이라면 염기성 조건을 설정할 때 pH 10을 넘지 않도록 실험 조건을 설정할 필요가 있다.

[탐구 과정 2] 효소로 그리는 그림

- 1) 증류수 100mL에 한천 1g, 녹말 0.5g을 넣고 투명해질 때까지 가열한다.
- 2) 1)의 용액을 40~50℃로 식힌 후 아이오딘-아이오딘화칼륨 용액 1mL를 넣는다.
- 3) 2)의 용액을 페트리 접시에 0.5cm 정도 두께로 붓는다.
- 4) 다양한 모양으로 자른 거름종이를 무늬에 담가 둔다.
- 5) 용액이 굳으면 4)의 거름종이를 그 위에 올려놓는다.



- 6) 가꿈씩 거름종이 위에 무늬를 몇 방울 떨어뜨려 거름종이가 마르지 않도록 한다.
- 7) 20분 후에 거름종이를 제거하고 그 변화를 관찰한다.
 - 차이점이 있는가?
 - 한천에 그림이 생긴 이유는 무엇인지 토의해보자.



14. 더블 더치(Double Dutch)에 도전하라!

진안중학교 오현춘
전북과학교사교육연합회
rosydad@hanmail.net

요즘 줄넘기로 건강을 챙기려는 사람들이 꽤나 있다. 학교에서도 체육시간 전, 후에 몸을 푸는 활동으로 줄넘기를 한다. 학생들의 성장판을 자극하여 키를 크게 하는데 좋고 기초체력을 증진할 수 있는 좋은 운동으로 널리 받아들여지고 있다. 그리고 학교체육 활성화 차원에서 방과 후 활동 등을 이용하여 음악 줄넘기를 하는 경우도 많이 있고, 줄넘기대회도 제법 성황리에 펼쳐지고 있다. 사회에서도 여성을 중심으로 다이어트 목적으로 흔히들 줄넘기를 선택하기도 한다.

개인 줄넘기든 단체 줄넘기든 줄넘기 놀이는 예로부터 재미있는 오락게임으로 여겨져 왔다. 그래서 명절 때면 가족들이 함께 마당에 모여 단체 줄넘기를 하면서 즐거운 시간을 보내기도 한다.



여기서는 줄넘기 중에서도 두 줄을 가지고 넘는 **두 줄 넘기(Double Dutch)**에 대해 알아보고, 쉽진 않겠지만 의욕을 가지고 도전해보기로 하자. 그리고, 줄과 관련된 사회·문화적 담론을 만들어 함께 이야기하는 수업 활동도 소개한다.

1. 더블 더치(Double Dutch)란?

더블 더치는 두 사람이 두 개의 긴 줄을 교대로 돌려주면 줄 가운데 있는 다른 사람이 뛰는 줄넘기 놀이를 말한다. 뉴욕이 아직 뉴암스테르담으로 명명되었을 무렵, 17세기에 미국으로 이주한 네덜란드인이 처음 시작한 것이 유래가 되었다고 한다. 처음에는 아이들이 주로 즐기는 놀이였지만 지금은 곡예와 난이도 높은 액션 등을 가미하면서 미국 내의 대회뿐만 아니라 세계인이 모두 도전하는 세계대회(Double Dutch Holiday Classic)까지 꾸준히 열리고 있다.

* 다양한 더블 더치 장면은 유튜브에 많은 동영상 자료가 올라와 있으니 참고 바람.

2. 줄 돌리기

가. 줄 돌리기 방법

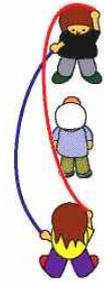
- 1) 줄 돌리기 방법에는 안 돌리기와 바깥 돌리기 두 가지가 있다. 보통 안 돌리기가 쉽기 때문에 많이 사용하는데, 안 돌리기는 각각 줄 하나씩을 잡은 두 손을 안쪽을 향하여 동시에 돌리는 방법이다.
- 2) 서로 반회전의 차이를 두고 오른손은 몸 가운데 중심선의 오른쪽에서, 왼손은

- 왼쪽에서 각기 작은 원을 만들면서 돌려준다.
- 3) 처음 줄을 돌릴 때는 한 사람은 중심줄, 다른 한 사람은 보조 줄로 나누어 보조 줄을 잡은 사람은 그대로 있고 중심 줄을 잡은 사람이 조금씩 안쪽으로 원을 그리며 앞으로 나가 줄이 바닥에 닿을 정도의 거리를 두고 돌린다.
 - 4) 줄을 잘 돌려주어야 안에서 뛰는 사람이 걸리지 않고 쉽게 잘 넘을 수 있다.
 - 5) 두 줄넘기에서 성공 여부는 호흡을 맞춰 줄을 얼마나 잘 돌려주는가가 매우 중요한 관건이다.

나. 줄 돌리기 연습

긴 줄 두 개를 각각 반 바퀴의 차이를 두고 돌리는 것은 처음에는 쉽지가 않다.

- 1) 먼저 줄이 없는 상태에서 양손 주먹을 반회전의 차이를 주면서 계속 원을 그리는 동작을 연습해본다.
- 2) 왼손은 시계방향으로, 오른손은 반시계 방향으로 손목을 이용하여 돌린다. 이 때 손목에 힘을 빼고 돌려야 쉽게 오래 돌릴 수 있다.



3. 뛰어들고 나가기 요령

- 1) 뛰어드는 사람은 좀 더 먼 쪽에 있는 배웅 줄의 리듬과 타이밍을 잘 파악하고 줄에 맞추어 뛰어 들어간다.
- 2) 들어가는 시점은 먼 쪽의 배웅 줄이 바닥을 치는 순간인데 가까운 마중 줄이 머리 위에 있기 때문에 걸리지 않고 줄을 넘을 수 있다.
- 3) 줄 안에 들어갈 때 왼발을 앞에 놓고 오른발로 뛰어 들어간다.
- 4) 나갈 때는 오른발→왼발→오른발 순서로 세 번 뛰고 발을 길게 뻗어서 왼쪽 방향으로 뛰어나간다.
- 5) 숙달이 되면 좌우 어느 방향으로도 나갈 수 있는데, 왼쪽 방향은 왼발을, 오른쪽 방향은 오른발을 길게 뻗어 나가면 된다.
- 6) 줄을 돌리는 사람은 줄이 휘청거리지 않고 둥글고 크게 잘 돌아가도록 조절을 한다.
- 7) 뛰는 사람이 줄 안에서 뿔 때는 줄의 가운데 부분에서 뛰어야 편안하게 뿔 수 있다.
- 8) 줄 안으로 들어갈 때와 나갈 때는 줄 돌리는 사람의 옆에서 반대쪽으로 대각선 방향으로 가로질러 뛰는 것이 좋다.

수업활동1 : 두 줄 넘기(Double Dutch) 도전하기

- 1) 유튜브(youtube)에 접속하여 'Double Dutch'로 검색하여 관련 동영상을 몇 편 시청한다.
- 2) 두 줄 넘기에서 가장 어려운 점은 무엇이라고 생각하는가?

-
- 3) 긴 줄넘기 2개를 준비한다.
 - 4) 동료와 서로 마주보고 서서 양 손에 하나씩 줄넘기를 들고 번갈아 가며 돌리는 연습을 한다. 어떤 점이 어려운가?

-
- 5) 줄넘기에 노련한 친구가 먼저 도전하도록 하고, 요령을 터득하여 알려주는 상호 협력의 방법을 사용한다. 줄넘기에서 주로 어떤 점에 유의해야 할까?

-
- 6) 두 줄 넘기에 성공했는가? 성공했다면, 두 줄 넘기를 성공할 수 있는 순간을 어떻게 포착하였는가?

수업활동2 : 줄과 관련된 사회·문화적 담론하기

1. 줄의 다양한 의미

가. '줄'이라는 단어의 다양한 의미를 인터넷 사전에서 검색하여 정리해보자.

나. '연줄'이라는 단어를 검색하여 뜻을 살펴보자.

2. 네트워크

가. 네트워크에는 어떤 것들이 있는지 찾아 나열해보자.

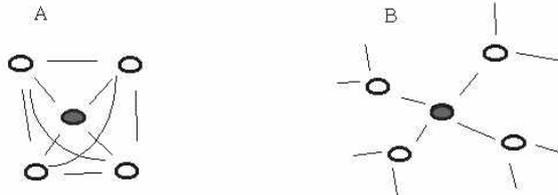
나. 신 네트워크

오늘날의 네트워크는 과거와 비교하여 비교할 수 없을 정도로 그 의미와 영역이 확대되었다. 문명의 발달로 인한 기술적인 진보뿐만 아니라 인간관계의 다변화에 따른 관계망도 한 몫 하고 있다. 여기서는 인간관계를 중심으로 네트워크의 관계와 의미를 살펴보자.

1) 우리나라에서의 연고주의의 장·단점을 찾아 써보자.

2) 인간관계에 있어서 동양에서는 특히 한 개인이 다른 사람과의 관계에 의해서 그 의미가 규정되는 관계망 속의 존재로 인식하는 경우가 일반적이다. 상하관계와 수평적 관계의 예를 들어보자.

3) 인간관계망을 보통 다음의 A, B 두 가지 형태로 나눌 수 있다고 한다.



A형 : 서로 친한 네 명의 친구들 사이에 상호 밀접한 관계를 유지하는 관계로, 주로 농촌지역과 계층적으로 중하층에 해당하는 사람들의 관계망 형태이다.

B형 : 서로 네트워크로 연결되어 있지 않고 컴퓨터의 허브와 같은 역할을 하는 형태로, 주로 도시적인 생활을 하는 전문가 집단이나 사업가들, 상대적으로 중상위 계층의 관계망 형태이다.

A 관계망 → B 관계망으로 이동하는 상황을 고려해볼 때, 부정적으로 작용할 개연성이 큰 문제는 어떤 것들이 있을까?

다. 한국인과 미국인의 사회적 관계망의 비교

우리나라 사람과 미국 사람의 사회적 관계망을 비교해보자.

1) 한국인 :

2) 미국인 :

3. 내가 정치가라면?

우리나라에서 지역 연고주의 및 온정주의가 정치에 있어서 부정적으로 작용한다고 할 때, 이를 청산하기 위해 어떤 정책을 펼치겠는가?

4. 읽기 자료 1, 2 활동하기

가. 읽기 자료 1 : 세상은 좁고 연결로 얽혀 있다

나. 읽기 자료 2 : 트위터 줄 세우기 서비스 : 거짓 전도사들

다. 읽기 자료 3 : 서열(序列)

◆ 읽기자료1. 세상은 좁고 연결로 얽혀 있다

서양에서는 지구상의 모든 사람이 다섯 다리만 건너면 어느 누구와도 안면을 틀 수 있다는 속담이 있다. 다시 말해서 서로 모르는 두 사람, 가령 에스키모 남자와 프랑스의 미녀도 기껏해야 여섯 단계 밖에 떨어져 있지 않다는 것이다. 우리나라에서 대통령 선거 때마다 고질적인 지역감정이 기승을 부리는 까닭은 아마도 유권자들이 자기 고향 출신을 뽑아놓으면 몇 다리만 건너도 청와대에 줄을 달 수 있다고 막연히 기대하기 때문인지 모른다.



이른바 ‘여섯 단계의 분리(Six Degrees of Separation)’라는 개념이다. 이 개념은 간단한 계산법으로 설명될 수 있다. 우리들은 수백 명의 사람과 알고 지낸다. 만일 우리 모두가 각자 100명의 친구를 갖고 있다고 가정하면 1단계에서는 자신의 친구 100명밖에 모르지만 2단계에서는 친구 100명의 친구들인 1만 명, 3단계에서는 100만 명과 연결된다. 자신으로부터 두 다리만 건너도 100만 명과 연결이 닿을 수 있다는 뜻이다. 4단계에서는 1억 명, 5단계에서는 100억 명이 되므로 세계 인구 60억 명의 어느 누구와도 아는 사이가 된다. 요컨대 우리는 네 다리만 건너면 조지 부시 미국 대통령, 샤론 스톤 또는 김정일 북한 국방위원장과 악수를 나눌 수 있다는 것이다.

이러한 여섯 단계의 분리 개념은 인류 모두가 긴밀하게 연결될 정도로 지구가 좁다는 의미에서 ‘작은 세계(Small World) 현상’으로 알려져 있다. 속담 속에 담긴 작은 세계 현상의 본질을 학문적으로 연구한 최초의 인물은 하버드 대학의 심리학자인 스탠리 밀그램이다. 1967년 밀그램은 미국 중서부의 사람들에게 편지 봉투를 보내고 그들에게 이 편지들이 보스턴에 사는 낯선 사람들에게 도착될 수

있도록 협조해 달라고 요청했다. 이 실험에 참여한 사람들은 미지의 보스턴 사람들을 알고 있을 법한 친지들에게 편지를 발송했음은 물론이다. 밀그램은 편지의 절반가량이 다섯 명의 중간사람, 즉 여섯 단계를 거쳐 보스턴 사람들에게 전달되었음을 확인했다.

1996년 미국 코넬대의 두 물리학자, 즉 대학원생인 던켄 왓츠와 그의 지도교수인 스티브 스트로개츠는 작은 세계 현상을 수학적으로 설명하는 연구에 착수했다. 속담으로 전해지는 여섯 단계의 분리 개념을 뒷받침하는 사례를 현실세계에서 찾아내서 작은 세계 이론을 체계화하려고 한 것이다. 그들은 자연에서 세 가지의 작은 세계 현상을 확인했다. 미국 영화산업, 미국 서부의 발전소 연결체계, 선충(線蟲)의 신경계에 있는 세포 사이의 연결망이다.

미국 영화산업을 작은 세계로 본 것은 케빈 베이컨(Kevin Bacon) 게임을 분석하여 얻은 결론이다. 1994년 선보인 케빈 베이컨 게임은 영화광들의 인기를 독차지한 것 못지않게 작은 세계 현상을 절묘하게 보여주었다. 베이컨은 영화배우이다. 이 게임의 목적은 가급적이면 적은 수의 영화를 통해 베이컨을 다른 배우와 연결시키는 것이다. 예컨대 베이컨은 단지 3단계를 거쳐 명배우인 찰리 채플린과 선이 닿는다. 베이컨은 로렌스 피시번과 같은 영화에 출연했고, 피시번은 마론 브란도와 작품을 함께 했으며, 브란도는 채플린과 공연한 적이 있기 때문이다. 이러한 방식으로 베이컨과 연결된 배우는 무려 22만 명이 넘는다. 할리우드에서 제작된 영화에 출연했던 배우의 90%에 해당되는 숫자이다.

왓츠와 스트로개츠는 케빈 베이컨 게임에서 평균적으로 한 배우가 다른 모든 배우에게 3.65 단계 만에 연결될 수 있음을 확인했다. 거대한 미국의 영화산업이 사실상 작은 세계인 것으로 판명된 셈이다.

1998년 6월 왓츠와 스트로개츠는 작은 세계 이론에 관한 논문을 과학 전문지인 ‘네이처’에 발표하여 학계의 주목을 받았다. 경제학에서 유행병학과 곤충학에 이르기까지 십여 개의 다양한 학문에서 작은 세계 이론의 응용 가능성에 관심을 표명했다. 왜냐하면 작은 세계 효과가 현실세계의 여러 현상에서 발생할 수 있기 때문이다.

예컨대 작은 세계 효과는 에이즈와 같은 질병이 전염되는 방식과 깊은 관계가 있을 수 있다. 또한 헛소문이 삽시간에 퍼져나가는 이유를 설명할 수 있다. 그 밖에도 작은 세계 효과는 한 발전소의 사고로 전체 발전 체계가 작동을 멈추는 원인, 뇌 안의 신경세포가 연결되어 있는 구조, 여자들이 함께 사는 기간이 길어질수록 월경주기가 일치되는 현상을 설명할 수 있을 것으로 기대된다.

작은 세계 이론은 여러 분야에서 활용이 시도되고 있다. 수학, 물리학, 생화학, 신경생리학, 유행병학은 물론이고 경제학과 사회학에서도 관심을 갖고 있다. 특히 유행병학에서는 질병을 예방하는 연구에 작은 세계 이론을 응용한다.

컴퓨터 분야에서도 작은 세계 이론에 주목하고 있다. 1999년 9월에 ‘네이처’에 인터넷을 작은 세계로 간주한 논문이 실렸다. 웹 위에서 평균적으로 19번만 클릭

하면 한 문서에서 다른 모든 문서로 이동할 수 있다고 주장한 논문이다. 또한 작은 세계 이론은 컴퓨터 기술자들의 소프트웨어 설계에 도움이 되는 것으로 알려졌다.

작은 세계 이론은 우리 모두가 낯남이 아니라 이웃사촌이라는 평범한 진리를 다시금 일깨워 준다. 이 세상은 얼마나 좁고 연줄로 끈끈하게 얽혀 있는가!

◆ 읽기자료 2. 트위터 줄 세우기 서비스 : 거짓 전도사들

트위터는 실시간 정서 교감과 뉴스 필터링의 기능을 훌륭하게 수행하지만, '그 시간'이 지나버리면 정말 존재하지 않았던 것처럼 의미의 블랙홀 속으로 빠져버립니다. 누군가 쓴 것처럼 "잃어버릴 기억을 위하여" 하는 게 이런 단문 블로그인 트위터라는 생각도 듭니다. 이런 허무적인 속성들은 어떤 기억, 어떤 기록에도 마찬가지겠죠... 그럼에도 그 허무적인 몸짓들, 목소리들이나마 문득 문득 기억하고 싶을 때가 있을지도 모를 일입니다. 좀 감상에 젖어 이야기가 탄 곳으로 빠진 것 같은데, 제가 하고 싶은 이야기는 트위터 부가 서비스, 특히 순위서비스의 속성에 관한 것입니다.

1. 트위터의 본질 : 정서적 커뮤니케이션 + 정보 필터링 = 정보성 메신저

저 개인적으로 트위터의 속성은 다음 두 가지라고 생각합니다.

ㄱ. 우선 실시간 정서 교감이죠. 일상의 단편적 인상들, 실존적 기억들을 남기는 것입니다. 여기에는 그저 문득 인사하고 싶은 그런 소박한 것들 역시 대단히 중요하다고 봅니다. “좋은 아침입니다.”, “안녕하세요?”, “이제 퇴근입니다!” 등. 이를 통해 아, 우리는 함께 살고 있구나..라는 정서적 유대를 확인하죠.

ㄴ. 미디어로서의 속성과 지적 정보 성격이 강조되는 콘텐츠(블로그와 저널리즘 뉴스) 필터링과 확산 기능이겠죠. 이를 간단히 표현하면 "개체 중심의 다양한 네트워크 내부/상호간 에피소드 교감 + 정보 필터링(+ 확산) 기능"이라고 할 수 있을 것 같습니다.

2. 트위터 줄 세우기 서비스 : 수동성을 심화시킬 위험성

기본적으로 이용자의 숫자를 주된 표준으로 트위터들을 줄 세우기 하는 순위 서비스들이 속속 생겨나고 있습니다. 표피적이고, 물리적인 부피만으로 그 '영향력'을 산정한다는 점에서는 트위터를 통한 '정보 확산'의 산업적 기능(주로 상업적 목적의 PR기능)과 실질적 커뮤니케이션 네트워크의 속성을 강화하기 보다는, 특정 유명인을 추종하고, 흠쳐보도록 도와주는 스톡어 안내 서비스로 트위터를 변질시킬 위험성이 훨씬 더 크다고 생각합니다. 그래서 사용자들의 수동성과 피동성을 강화해 개체 중심의 다이나믹한 소통도구인 트위터의 능동성을 퇴보시킬 위험이 있다고 우려합니다. <자료 출처 : <http://www.minoci.net/1003>>

위 글은 민노씨라는 사람의 블로그에서 퍼온 글입니다. 위에서 언급하는 '트위터' 외에 줄 세우기를 통하여 우리사회의 발전을 저해하는 사례를 한 가지 들어

비판하는 글을 써보세요.

◆ 읽기자료 3. 서열(序列)

(상략)~ 한국의 학벌체제는 현대판 신분제다 대학졸업장이 있는가 없는가는 물론이고 서열화 된 대학에 입학한 뒤 4년 동안 등록금을 잘 냈다는 증표로 받는 대학졸업장은 죽는 순간까지 효력을 발휘한다. 출생 시점이 아닌 만 18세에 서열이 매겨진다는 점에서 과거의 신분제와 다르지만 여기에 의미심장한 함정이 있다. 겉보기엔 경쟁시험에 의해 서열이 매겨지기 때문에 모든 사회구성원들에게 신분상승의 기회가 열려 있는 듯한 착각을 준다.

그러나 개천에서 용 나던 시절은 지났다. 지난 시절에는 일제가 망하고 분단과 전쟁을 겪으면서 사회상층에 빈자리가 생긴 데다 경제 규모가 커져 그런 자리가 많이 늘었다. 서민 출신이 들어갈 틈새가 컸던 것이다. 그러나 지금은 그 자리들이 이미 채워졌다. 또한 ‘고용 없는 성장’ 시대가 말해주듯 사회상층의 자리뿐만 아니라 ‘팬찮은’ 자리도 줄고 있다. 이처럼 병목 현상이 심해지는 상황에서 엄청난 사교육비를 쳐들이는 부유층을 서민 출신이 따라잡아 용이 될 가능성은 로또 복권에 당첨될 확률밖에 안 된다.~(하략)

<자료 출처 : 홍세화 에세이 「생각의 좌표」>

위 글을 읽고 글쓴이가 안타까워하는 문제의 핵심은 무엇이며, 이 문제를 어떻게 해결해나가야 할지를 고민하면서 나름의 해결책을 제시해 보세요.

<참고 자료> “어떤 운동이 좋을까?”

H중권에 다니는 이선희씨(34)는 봄을 맞아 새로운 결심을 했다. 헬스 골프 마라톤 등산 등 친구들이 ‘30대 건강’을 챙기기 위해 하나씩 즐기는 운동이 있다는 사실을 알고 자극받았다. 문제는 어떤 운동을 시작해야 할 지 선뜻 결정하기 쉽지 않다는 것. 개개인에게 적합한 운동의 종류와 방법을 자문해주는 국민체력센터 운동처방실 최대혁 박사는 “따라하기 쉽고 경제적이며 뼈 심장 다리를 튼튼하게 해 골다공증을 예방할 수 있어 좋다”며 줄넘기를 추천했다.

▽줄넘기 고르기—줄넘기를 고르는데 있어 가장 유의해야 할 것은 줄의 길이. 신장에 따라 길이를 결정한다. 줄넘기 줄의 중앙에 서서 줄넘기를 들었을 때 손잡이가 겨드랑이에 닿을 정도가 좋으며 점프할 때 줄이 발밑의 바닥을 스치며 지나가야 한다. 줄이 바닥을 닿지 않으면 줄이 짧은 것이고 줄이 발 앞쪽의 바닥에 닿으면 줄이 너무 긴 것.

▽어떻게?—팔꿈치를 가볍게 구부린 상태로 손잡이를 잡는다. 초보자나 체중이 많이 나가는 사람은 두발 모아 뛰기보다 양발 번갈아 뛰기가 좋다. 무릎에 부담이 없고 더 오래 할 수 있기 때문. 줄넘기 운동은 몸무게를 줄이는데 탁월하지만 1회 운동 시 적어도 2~3분 이상 계속 해야 지방이 소모된다. 줄넘기 횟수는 1분당 120~140회 정도가 적당.

▽운동량은?—사람이 운동할 때 피로가 시작되는 시점은 젖산의 수치가 2~4mmol이 될 때. 이 기준치를 넘어서는 운동 능력을 키워야 지치지 않고 오래 운동할 수 있다. 두발모아 뛰기의 젖산 수치는 5.76mmol로 번갈아 뛰기의 3.07mmol보다 높다. 분당 80회는 리듬을 맞추기 어렵고 140회 이상은 너무 빨라 운동효과가 떨어진다. 피로도가 적고 두발 뛰기와 비슷한 운동효과를 가져오는 ‘번갈아 뛰기 120~140회’가 좋다.

키(cm)	길이(cm)
145이하	210
146~159	240
160~179	270
180이상	300

줄넘기 종류 및 횟수	에너지 소모량			
	분당 심장박동수	분당 최대 산소섭취량(ml/kg)	젖산량(ml)	
두발모아뛰기	80회	138	30.1	3.92
	120회	143	30.3	5.76
	140회	139	26.6	3.31
번갈아뛰기	80회	128	26.8	2.57
	120회	140	29.8	3.07
	140회	130	25.7	2.75

<자료 출처 : 동아사이언스>

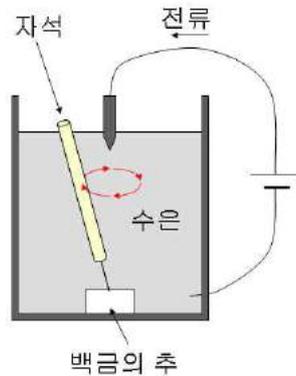
15. 패러데이 모터

이 동 준
참 과 학

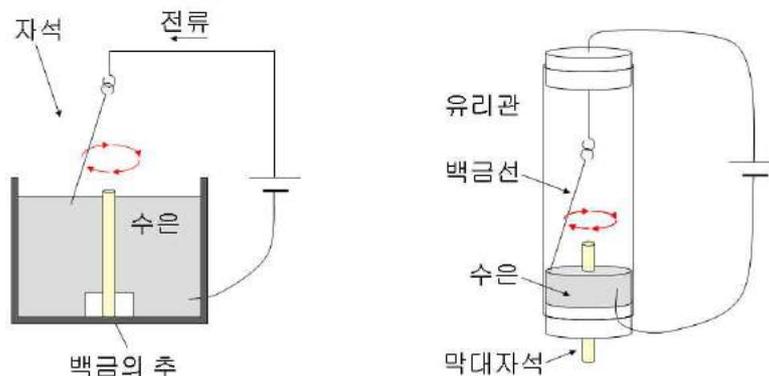
- 교육대상 : 중학교 이상
- 실험내용 : 패러데이가 실제로 하였던 실험 내용을 인용, 전자기력을 이용한 연속적인 회전운동을 만들어 본다.
- 도움말

전류의 주위에 놓은 자석(자침)이 흔들린다는 것은 외르스테드(Oersted)에 의해서 발견되었다. 전류는 그것이 존재하는 전선뿐만 아니라 주위의 공간에도 영향을 미친다. 그래서 다음의 과제는 이를 이용하여 자석의 흔들림 대신에 연속적인 회전을 만드는 것이다.

과제는 패러데이가 해결하였다. 1821년에 보고된 장치는 다음의 그림과 같은 것이다. 수은 안의 자석에 백금의 추를 단 것을 가라앉혀서 전류를 흘리며 자석을 회전시킬 수 있었다. 이것이 인류 최초의 모터이다.



좀 더 간편한 방법으로 생각해보면, 자석을 돌리는 것이 아니라, 자석 주위로 구리선을 돌리는 것이 좋다고 생각된다. 전지는 보통의 전지로 충분하다. 그렇지만 전류가 커서 소모도 빠르다. 아래 장치들도 패러데이가 만들었다.



이 경우는 처음과 반대로 전류가 자기장으로부터 직각으로 힘을 받아서 움직인

다. 수은은 액체이므로 저항이 적어, 움직이는 경우의 실험에 적절하고, 옛날 사람들이 소중히 다룬 것을 알 수 있다. 그래도 수은에는 독성이 있으며, 취급에 충분히 주의하지 않으면 안 된다.

패러데이는 제철공(蹄鐵工)의 아들로 태어나, 13세부터 일한 제본소에서 책을 읽고 공부하였다고 한다. 그가 화학자 데이비(Humphr Davy)에게 보낸 편지에 ‘장사는 나에게 욕심을 가득 차게 했지만, 과학은 그 길에 종사하는 사람의 마음을 온순하게 하며, 또 자유롭게 한다는 생각을 가지고 있었다.’ 라고 되어 있다.

오늘날 모터는 우리들의 생활에 없어서는 안 되는 것이 되었다.

인용문헌) 도쿄물리서클(2008) 뉴턴도 놀란 영재들의 과학노트, 도서출판 이치

■ 실험재료 : 1. 1.5V 건전지(AAM)

2. 건전지 홀더

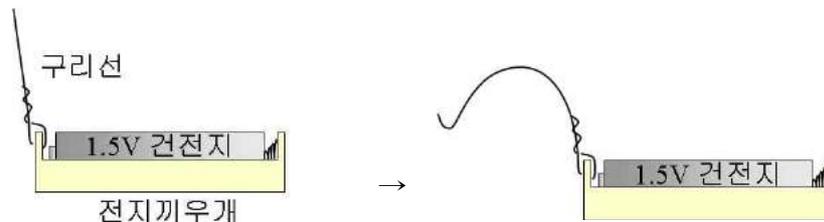
3. 구리선 또는 주석도금선 (두께는 약 0.6mm 정도) - 철사의 경우 자석에 붙어버려서 움직이지 않으므로, 구리선 또는 주석 도금된 구리선을 이용한다. 구리선이 주석도금선 보다 오염에 강하므로 잘 작동한다.

4. 네오디뮴 자석

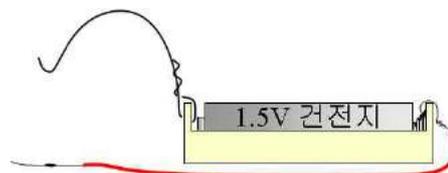
5. 전선(약 10cm 정도 길이)

■ 실험방법 :

(1) 구리선을 건전지 케이스에 연결한다음, 아래 그림처럼 구부린다.



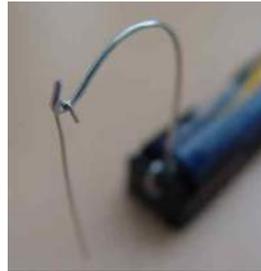
(2) 전지 케이스의 (-)극에 전선을 연결한다. 보통 전지 케이스의 (-)극은 스프링의 형태로 되어 있으므로, 스프링 사이에 전선을 걸쳐 놓은 다음 전지를 끼우면 잘 밀착되어 전류가 흐를 수 있게 된다.



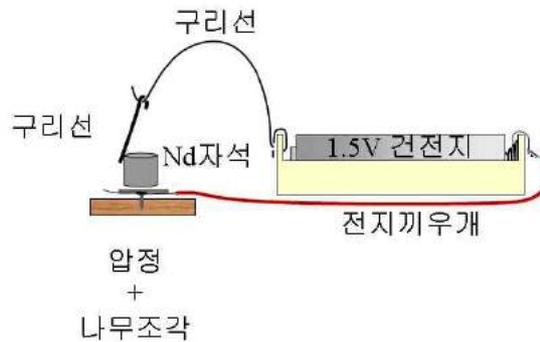
(3) 자석 한쪽에 압정을 붙이고 전선을 감아 놓는다.

(4) 3cm 정도의 짧은 구리선을 아래 그림처럼 구부려서 대롱대롱 매단다. 이 구리선은 회전하는 회전자(구리선)의 역할을 한다.

구리선
3cm
정도

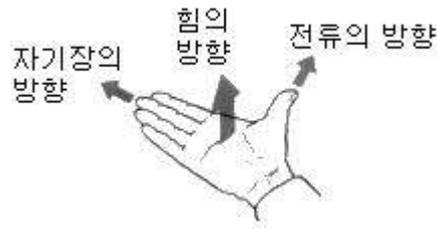


(5) 압정을 받침대에 박은 다음, 아래 그림처럼 회전자(구리선)가 자석의 주변을 맴돌수 있도록 구리선들을 조정한다. 구리선이 회전하는가?



(6) 잘 회전하지 않는다면 이유를 탐구해본다.

(7) 중학교3학년 이상의 학생이라면, 구리선이 회전하는 원리를 설명해본다. (패러데이의 왼손법칙 또는 전자기력의 오른손 법칙 이용)



■ 주의할 점 :

- (1) 회전자로 사용하는 도선은 구리와 같이 자석에 붙지 않는 금속선을 이용한다.
- (2) 움직이던 회전자가 중간에 멈춘 경우, 전체저항이 거의 '0' 에 해당하여 과전류가 흐르므로 손으로 건드려서 계속 회전시키거나, 건전지를 빼 놓아야 한다.

■ 참고문헌 :

도쿄물리서클(2008) 뉴턴도 놀란 영재들의 과학노트, 도서출판 이치

16. 도플러효과 장치 만들기

정명고 김성규
부천과학고사실험연구회
tjdrb333@nate.com

이 실험은

도플러 효과를 손쉽게 데모해볼 수 있는 장치를 만드는 것입니다. 도플러효과(Doppler's Effect)란 소리나 빛을 내는 파원이 관찰자를 향해 다가오거나, 관찰자로부터 멀어질 때 파원의 진동수가 관찰자에게 다르게 느껴진다는 것을 말합니다. 일상생활에서 보면 자동차가 경적소리를 울리며 지나갈 때, 소리의 높낮이가 변하는 것을 볼 수 있습니다. 소리를 내는 자동차가 관찰자에게 다가올 때에는 소리가 전달되는 속력에 자동차의 속력이 더해져서 높은 음으로 들리게 되며, 소리를 내는 자동차가 관찰자로부터 멀어질 때에는 소리가 전달되는 속력에서 자동차의 속력이 빠지기 때문에 낮은 음으로 들리게 되는 것입니다. 이러한 현상을 발견한 사람의 이름을 따서 '도플러 효과'라고 부르게 된 것입니다.

[관찰자가 파원을 향해 다가가는 경우]

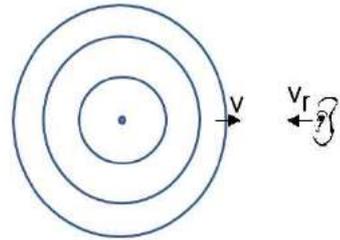
파원과 관찰자가 모두 정지되어 있다면 관찰자는 t 초 동안 $\frac{vt}{\lambda}$ 개 만큼의 파동을 받게 됩니다. 하지만 관찰자가

파원을 향해 v_r 의 속력으로 다가가면 $\frac{v_r t}{\lambda}$ 개 만큼의 파동

을 더 받게 됩니다. 따라서 관찰자가 단위시간 동안 듣게 되는 소리의 진동수는

$$f' = \frac{v + v_r}{\lambda} = \frac{v + v_r}{\frac{v}{f}} = \left(1 + \frac{v_r}{v}\right)f$$

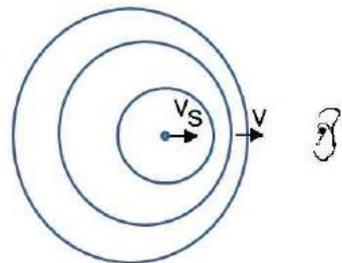
가 되어 진동수가 증가하게 됩니다. 만약 관찰자가 파원으로부터 멀어지게 되면 v_r 의 부호는 (-)가 되면서, 관찰되는 진동수는 감소하게 됩니다.



[파원이 관찰자를 향해 다가가는 경우]

파원이 정지해있는 관찰자를 향해 다가가면 파장이 짧아지는 효과가 생긴다. 그 이유는 파원이 관찰자에게 가까워지는 파면을 뒤쫓고 있어서 파면들이 밀집되어지기 때문입니다. 파원의 진동수가 f , 파원의 속도가 v_s 라

면, 한번 진동하는 동안 파원은 $\frac{v_s}{f}$ 만큼 진행하게 되고



각각의 파장이 그만큼 짧아지는 것입니다. 따라서 관측자에 도달하는 소리의 파장은 $\lambda = \frac{v}{f}$ 가 아니라 $\lambda' = \frac{v}{f} - \frac{v_s}{f} = \frac{v}{f'}$ 가 되는 것입니다. 따라서 관찰자가 듣게 되는 소리의 진동수는

$$f' = \frac{v}{v - v_s} f$$

가 되어 마찬가지로 진동수가 증가하게 됩니다. 만약 파원이 관찰자로부터 멀어지게 되면 v_s 의 부호는 (-)가 되면서, 관찰되는 진동수는 감소하게 됩니다.

도플러 효과는 소리 뿐만 아니라 빛에서도 적용됩니다. 관찰자를 향해 다가오는 천체가 방출한 빛은 파장이 짧아져서 파란색 쪽으로 스펙트럼이 이동하는 청색편이가 나타나고, 관찰자로부터 멀어지는 천체가 방출한 빛은 파장이 길어져서 빨간색 쪽으로 스펙트럼이 이동하는 적색편이가 나타납니다. 멀리 있는 은하의 스펙트럼이 적색편이를 나타내기 때문에 그 은하가 우리 은하로부터 멀어지고 이 사실을 기반으로 해서 우주가 팽창하고 있다는 이론을 펼치기도 합니다.

[참고문헌] Fundamentals of Physics, Halliday&Resnick

잠깐만!

- * 언제나 안전을 염두에 두고 지도 교사의 지시에 따라 실험합니다.
- * 실험 중에는 항상 정숙하며, 실험에 집중합니다.
- * 가위를 사용 시 안전에 주의한다.

준비물: 스위치형 건전지홀더, 건전지, 몰렉스 케이블(검정1, 빨강1 각 30cm), 몰렉스 4구 홀더, 부저, 수축튜브, 와이어스트리퍼.

***별도준비물:** 와이어스트리퍼.

과정 및 방법

- 1) 전선의 피복을 모두 약 2cm정도 씩 벗겨내고 건전지 홀더에 있는 전선의 피복도 벗겨준다.



2) 벗겨낸 전선을 서로서로 색에 맞추어 엮어준다.



3) 엮어준 부분을 절연테이프로 감싼다. (수축튜브를 사용해도 된다.)



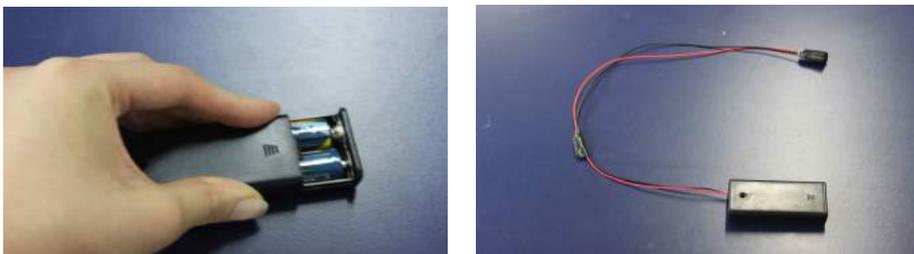
4) 몰렉스 홀더에 몰렉스 케이블을 맨 가의 홈에 각각 한 개씩 꽂아주고, 부저를 극에 맞게 홀더에 꽂아준다. +극 빨강색, -극 검정색, 부저의 극성은 편의 길이가 긴 쪽이 +극 이다.



5) 부저와 몰렉스 홀더를 테이프로 감아 회전시킬 때 분리되지 않도록 한다.



6) 스위치를 켜고 건전지 케이스를 잡고 스피커가 연결된 전선을 회전시키며 소리의 높낮이가 변화되는 것을 확인한다.





이 장치를 이용해서 정량적 실험을 할 수 있는 방법은.....

1. 사용하는 소프트웨어는 2가지입니다.

1) Wavepad

포털사이트(Daum, Naver 등)에서 wavepad를 검색하시면 최신버전을 받으실 수 있습니다. 이 프로그램은 컴퓨터에서 발생하는 소리를 모두 녹음할 수 있는 기능을 가지고 있고, 원하는대로 음원을 손쉽게 편집할 수 있습니다.

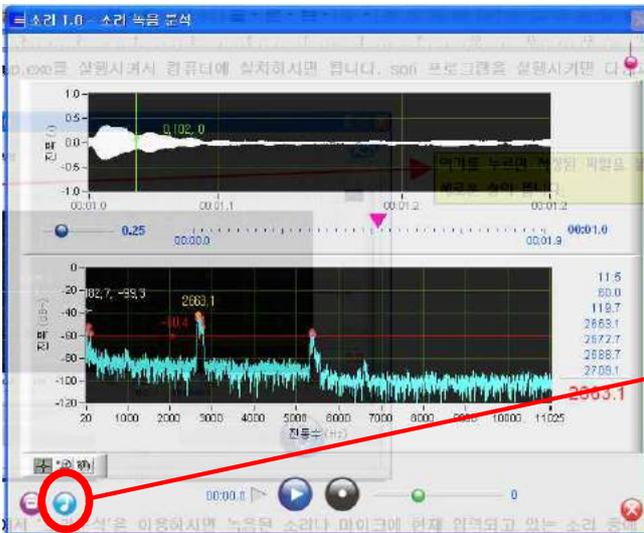
컴퓨터에 마이크를 연결하고, 활성화시킨 후 이 프로그램을 이용해서 도플러효과 실험장치를 돌리면서 발생하는 소리를 녹음할 수 있습니다. 녹음을 해보면 일정한 주기로 소리의 파형이 나타나는데, 소리가 너무 작으면 분석을 원하는 영역을 Drag 한 다음, 메뉴의 [effects]-[Amplify]를 하여 400%로 소리의 크기를 증폭할 수 있습니다. 이 기능을 2~4회 반복하면 소리 크기를 충분히 증폭시킬 수 있습니다. 이렇게 증폭된 소리를 [복사하기]기능을 사용하여 복사한 후, 메뉴의 [files]-[New files]를 눌러 새로운 창을 열어 [붙여넣기]를 하고, 확장자 .wav로 저장하면 Sori 1.0 프로그램에서 불러올 수 있기 때문에 분석하기가 쉽게 됩니다.

2) Sori 1.0

<http://www.sciencecube.co.kr> 의 [고객지원]-[다운로드]에 가셔서 sori 1.0 프로그램을 다운로드 받아 압축을 푸신 후, setup.exe를 실행시켜서 컴퓨터에 설치하시면 됩니다. sori 프로그램을 실행시키면 다음과 같은 창이 나타납니다.



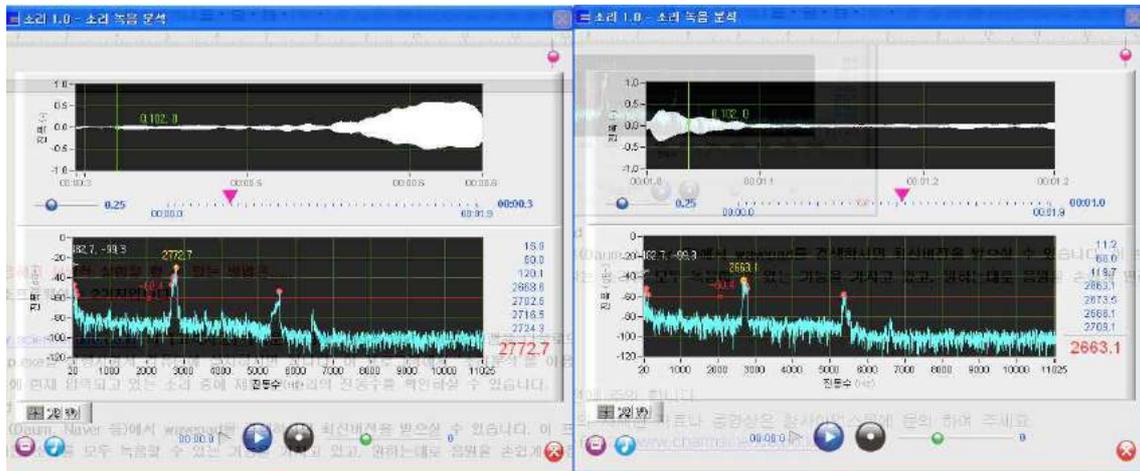
여기를 누르면 저장된 파일을 불러와서 분석하는 새로운 창이 뜹니다.



이곳을 누르면 **.wav파일을 불러올 수 있습니다.

이 프로그램에서 소리파형의 위치에 따라 제일 크게 발생하는 소리의 진동수를 확인할 수 있습니다.

아래는 녹음된 소리를 분석한 결과입니다. 스피커가 다가오는 시점에서 진동수가 증가하고, 스피커가 멀어지는 시점에서 진동수가 작아짐을 확인할 수 있습니다.



<진동수가 증가하는 위치>

<진동수가 감소하는 위치>

스피커가 회전하며 발생하는 소리가 커졌다 작아진 후 다시 커지는 시점을 확인하면 1회전에 걸리는 시간을 구할수 있습니다. 또한 회전반지름을 측정하면

$$v_s = \frac{2\pi r}{T} \quad (v : \text{회전선속도}, r : \text{회전반지름}, T : \text{회전주기})$$

를 이용해서 회전선속도를 구할 수 있습니다. 이 속도를 위에서 언급한 도플러효과의 공식에 대입하면 실험값과 거의 일치하는 진동수변화를 확인할 수 있습니다. 단, 실험환경에서의 음파 속도는

$$v = 331 + 0.6t \quad (t : \text{섭씨온도})$$

에 대입해서 구합니다.

17. 탁구공 분자모형!

인천과학사랑교사모임

정계송(영화여자정보고), 박현우(인천해사고등학교)

이 실험은

모든 물질을 이루고 있는 원자나 분자들의 실제 크기는 얼마나 될까? 보이지 않는 아주 작은 입자들의 세계인 원자나 분자를 1억 배로 확대시켜보면 탁구공만 해서 알기 쉬운 크기가 된다. 우리 주변에는 분자를 설명하는 모형이 많이 있다. 이 시간에는 우리에게 친숙하고 톡톡 튀는 탁구공과 자석을 이용해 분자를 표현해보자.



필요한 것들

(2인1조실험 기준) 탁구공(황색 4개*2, 백색 8개*2), 압정 1박스, 자석($\phi 5 \times 3T$) 7개*2, 순간접착제, 연필, 고무자석, 점찍는 틀

이렇게 하세요

◀ 활동1 ▶ 선형 분자모형 만들기

- ① 상표위에 순간접착제를 쌀알크기정도로 떨어트린다.
- ② 순간접착제가 어느 정도 마르면 접착제 바로 위에 압정을 찔러 넣는다.
- ③ 탁구공과 압정이 잘 붙도록 지그시 눌러준다.(흰색 탁구공 4개, 황색 탁구공 2개)



- ④ 흰색 탁구공 4개, 황색 탁구공 2개를 각각 만든다.
- ⑤ 아래 그림처럼 황색탁구공 2개를 자석으로 연결하면 산소분자가 만들어지고, 흰색탁구공 2개를 자석으로 연결하면 수소분자가 만들어진다.



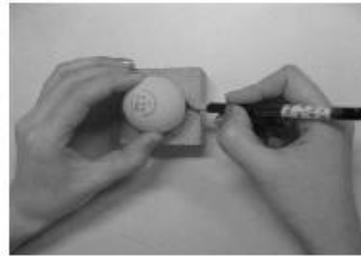
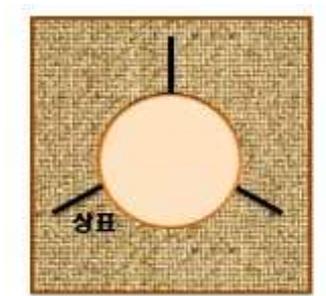
산소 분자 1개



수소분자 2개

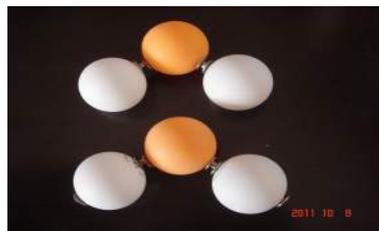
◀▶ **활동2** ▶ 정사면체 분자모형 세트 만들기

- ① 분자모형 틀 위에 주황색 탁구공을 올려놓고 상표를 제외한 두 곳에 두 개의 점을 찍는다.



- ② 두 개의 점에 순간접착제를 떨어트리고 어느 정도 마르면 압정을 찢어 넣는다.
(주황색 탁구공 2개)

- ③ 2개의 주황색 탁구공에 압정이 붙은 흰 색 탁구공 두 개를 붙이면 물 분자가 완성된다.



물 분자 2개

- ④ ▶ **활동1** ▶ 과 ▶ **활동2** ▶ 의 결과물을 가지면 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ 를 분자모형으로 설명할 수 있다.



생각해 봅시다.

① 분자모형 세트로 표현할 수 있는 분자들

가) 수소, 산소, 염소 등 할원소 물질(H_2 , O_2 , Cl_2)



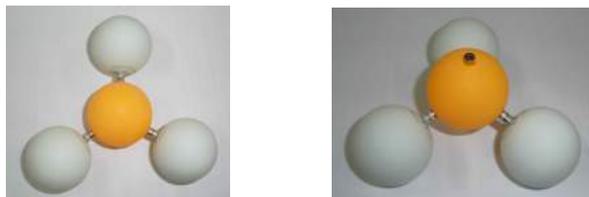
나) 이원자 분자(HCl)



다) 3원자 분자(직선형 굽은형)



라) 4원자 분자(삼각형, 삼각뿔)



마) 정사면체 및 탄화수소



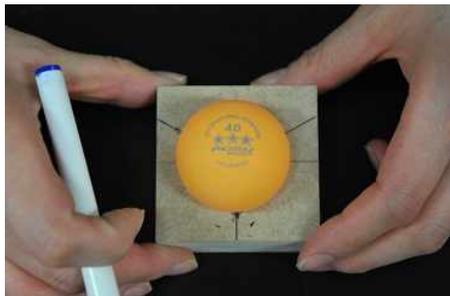
② 이 모형의 장단점은 무엇인가?

③ 어디에 활용하면 좋을까?

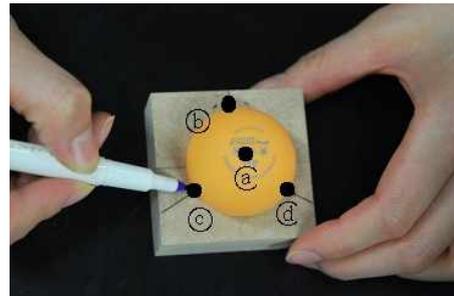
▶▶ 활동3 ▶▶ 다이아몬드 결정 모형 만들기

이렇게하세요

① [그림 1]와 같이 탁구공의 상표가 있는 부분을 위로 하게 하여 나무틀 위에 올려놓는다. (109.5° 간격으로 위치가 표시되어 있는 나무틀을 사용한다.)



[그림 1]



[그림 2]

② [그림 2]과 같이 상표 위치의 한가운데인 ① 부분에 한 점을 찍고, 나무틀의 109.5°를 나타내는 3개의 선과 탁구공이 만나는 ②, ③, ④ 점에 각각 점을 찍는다. (①~④점은 탁구공에 내접하는 정사면체의 4개의 꼭지점에 해당된다.)

③ [그림 3]과 같이 탁구공 표면의 4개의 점에 순간접착제를 떨어뜨리고 그 위에 압정을 각각 1개씩 찔러 넣는다.(탁구공 10개)



④ 위에서 만든 탁구공 6개를 자석을 이용하여 육각형으로 조립한다.



[그림 4]

+3개



⑤ [그림 4]에서 옆을 향한 탁구공 압정에 3개의 탁구공을 각각 부치면 [그림5]가 완성된다.



[그림 5]

+



[그림 6]

⑥ [그림5]에서 위로 향한 탁구공 3개위 ● 에 탁구공 4개를 연결시킨 [그림 6]을 연결하면 [그림7] 이 된다.



[그림 7]

+



- ⑦ [그림 7] 맨위의 탁구공에 마지막 탁구공 1개를 연결하면 총 14개의 탁구공으로 만들어진 다이아몬드 결정모형이 완성된다.



위에서 본 모습



옆에서 본 모습

- ⑧ 같은 방법으로 연결해가면 더 큰 구조를 얻을 수 있다.

18. 보어의 정상파 - 정상파 만들기

전북과학교사교육연합회
신배완(함열여자고등학교)

1. 실험개요

우리 주변에는 입사파와 반사의 간섭이 만드는 정상파에 의한 현상을 많이 볼 수 있다. 방과제에 부딪쳐 반사된 파가 방과제를 향해 밀려드는 파도와 정상파를 만들어 큰 파도를 만들기도 한다. 또 현악기나 관악기는 정상파의 공명을 이용하여 아름다운 소리를 만들어낸다. 이 중에서 기타(Guitar)나 바이올린(Violin)과 같은 현악기는 줄의 정상파를 이용한 것이다. 여기에서는 모터를 이용하여 진동을 만들고, 진동에 의한 줄의 정상파를 만들어 본다.

2. 실험재료



실, 페트병 뚜껑, 투명 구형통, 고무찰흙



전동기, 전지홀더, 저항, 스위치, AAA건전지

전동기, AAA 건전지, AAA 전지홀더, 버튼 스위치, 저항, 투명 구형통(뿔기통), 고무찰흙 페트병뚜껑, 실, 양면테이프, 글루건, 줄자, 가위, 송곳, 매직, 인두, 뿔납, 전선, 전자저울

3. 실험방법

1) 실험1 - 간단한 정상파 실험키트 만들기
가. 버튼스위치를 끼운다.

나. 양면테이프로 전동기와 전지홀더를 붙인다.
<전동기를 전지홀더 1cm 앞쪽에 붙인다.>

다. 전동기-스위치-전지홀더를 연결한다. <전동기와 전지의 +, - 주의하여 연결한다.>

라. 그림과 같이 구형 플라스틱 통의 작은 구멍에 전동기를 끼운다.



- 마. 전동기축에 페트병 뚜껑을 연결한다. <페트병 뚜껑 안에 고무찰흙으로 질량을 증가시켜 줄에 걸리는 장력 조절>
- 바. 전동기 축에 페트병 뚜껑연결 후 완성된 모습



- 2) 실험 2 - 정상과 실험 장치로 정상과 만들기
 - 가. 스위치를 눌러 페트병 뚜껑을 진동시킨 후 왼손으로 잡은 마디의 위치를 위로 이동시키며 정상파가 만들어 지는 곳을 찾는다.
 - 나. 손의 위치를 다시 위로 같은 길이만큼 이동시키면 파장은 같지만 완전한 한 파장의 정상파를 관찰할 수 있다.



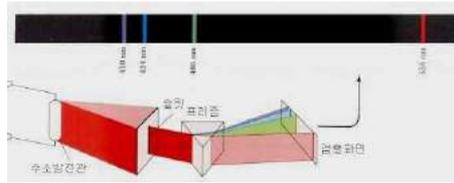
4. 사용 시 유의사항

- ① 전동기를 양면테이프를 이용해 전지홀더에 붙일 때, 전지홀더 끝으로부터 2cm정도 앞쪽으로 튀어 나오게 붙인다. 그렇지 않으면 전동기의 회전축을 플라스틱 통에 끼워서 고정시킬 때 전지홀더가 플라스틱 통에 닿아서 전동기의 회전축을 충분히 끼워 넣기 힘들다.
- ② 전선 피복 벗기기 - 와이어스트리퍼를 이용하거나 가위를 이용할 경우 아주 살짝 눌러주고 가위로 당겨서 피복을 뽑아낸다.
- ③ 직류전동기이므로 전지의 (+), (-)에 맞추어서 연결해야 한다. - 전동기의 연결부위 해선 필요하다.
- ④ 전동기의 회전수가 항상 일정하지 않으므로 파동의 속도와 파장, 진동수의 관계를 정량적으로 알아보는 실험으로는 적절치 않다. 이 실험은 정상파의 기본적인 특징이나 파도의 속력과 파장, 진동수와의 전체적인 관계를 확인하는 수준으로 이용하는 것이 적합하다. (1.5V~3V 전동기의 회전수는 약 4,000~8,000 rpm이다.)

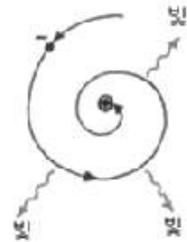
1. 전자 궤도의 행성 모형

Rutherford가 실험하는 시기에 화학자들은 분광기를 이용하여 화학성분을 분석했고, 물리학자들은 복잡한 스펙트럼선에서 어떠한 질서를 찾으려고 노력하였다. 가벼운 원소인 수소는 다른 원소에 비해 매우 질서 정연한 스펙트럼을 나타내는데, 아래 그림처럼 적색 영역에 선이 한 개, 파란색 영역에 선이 한 개, 보라색 영역에 몇 개의 선이 있고 자외선 영역에는 많은 선들이 있다. 스위스의 교사였던 Balmer는 이 스펙트럼선의 위치를 간단한 수학적 공식으로 나타내었고, 비록 자신의 공식이 왜 잘 맞는가를 이해하지 못했지만, 이 공식을 이용하면 아직 발견하지 못한 선가

지 예측할 수 있었다.



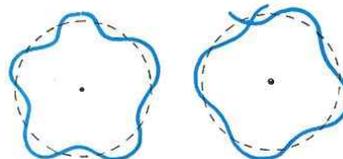
1931년 Bohr는 Rutherford의 원자핵을 사용해서 원자의 행성 모형을 만들었는데, 전자 에너지의 상태가 전자 궤도의 반지름에 따른다고 생각하였으며, Bohr는 수소 원자의 에너지 상태를 계산할 수 있었고, 또한 그것이 원-궤도에 해당하는 것도 보였다. 그러나 Bohr의 고전물리학 개념에서 보면, 한 궤도에서 가속된 전자는 빛을 방출하여야하고, 이 때 잃어버린 에너지 때문에 궤도 속력이 줄어서 전자가 핵에 나선형으로 충돌하게 되어 있다. 그런데 이러한 현상은 일어나지 않는다.



2. Bohr의 정상 상태

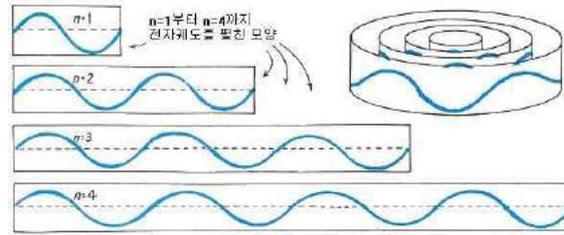
이전 시간에 소개하였던 드브로이(de Broglie)는 1924년에 물질파의 개념을 도입하여 모든 입자는 자신의 운동량에 반비례하는 파장을 가진 파동이라는 가설을 제창하였다. 일반적으로 물질파는 다른 종류의 파동과 똑같이 행동하는데, 반사되고, 굴절되고 또한 회절 및 간섭 현상들을 나타낸다. 그리고 Bohr의 원자 모형에서 원자 내의 전자는 특정한 조건을 만족하는 안정된 궤도에서만 회전하며, 그 궤도를 따라 운동하는 전자는 전자기파를 방출하지 않는다는 가설을 Bohr가 제시하였는데, 물질파의 간섭으로부터 드브로이는 Bohr의 궤도가 전자파동의 정상파로부터 자연스럽게 도출된다는 것을 보였다. Bohr의 전자 궤도는 전자파동의 파장이 원-궤도 둘레

의 정수배(정상파)와 같을 때 존재하고, 이러한 방법으로 계속적으로 보강간섭을 일으킨다. 따라서 정상파가 되면 에너지가 이동하지 않고 갇히게 되므로, 전자는 에너지를 방출하지 않고 안정한 상태를 유지할 수 있는데, 이와 같이 전자가 에너지를 방출하지 않는 상태를 **정상 상태**라고 한다.



궤도전자가 정상파를 만들 때는 원둘레의 길이가 전자파동 파장의 정수배인 경우이고(위 그림의 왼쪽), 파동이 정수배의 파장으로 원둘레를 완전히 둘러싸지 못하면 소멸간섭을 일으키게 된다(위 그림의 오른쪽). 한편, 원자의 전자궤도는 띄엄띄엄한 반지름을 가지고 있으며, 그 이유는 궤도 원둘레가 전자파동의 파장의 정수배로 주어지기 때문이며, 원소에 따라 전자파동의 파장이 다르고 궤도도 다르다. 아래 그림

은 이를 단순화하여 표현한 것이다.



3. 파동의 기본적인 특성

1) 중첩의 원리

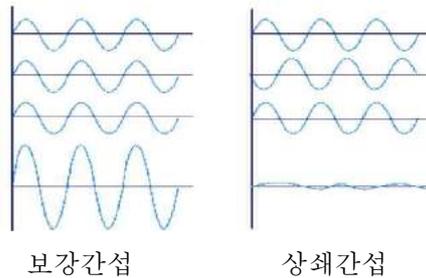
입자와 달리 두 개의 독립된 파동이 만나면 중첩된다. 그러나 각각 분리된 줄에서 같은 방향으로 진행하는 두 파를 중첩시키는 것은 어려운 일이다. 하지만 물결파, 소리(음파), 또는 빛(광파)에서는 같은 방향으로 진행하는 두 개 또는 그 이상의 파동이 중첩되는 경우가 자주 일어난다.

2) 보강간섭

모양이 같은 파(위상이 같은 파)가 서로 만나면 파의 진폭이 커진다.

3) 상쇄간섭

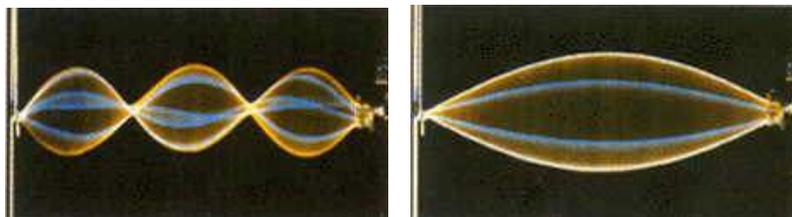
모양이 뒤집어진 파(위상이 반대인 파)가 서로 만나면 파의 진폭이 줄어든다.



4. 정상파란 무엇인가?

1) 정상파

파장, 주기, 진폭이 같은 (파동속도도 같다) 두 파동이 반대방향에서 진행하여 계속 겹쳐지게 되면 그 합성파는 줄 전체에서 중첩되어 파동의 모양이 어느 쪽으로도 진행하지 않고 매질의 각 부분만이 일정한 진폭을 가지고 주기적으로 진동하면서 파동이 서 있는 것처럼 보인다. 이러한 파동을 **정상파**라 한다.

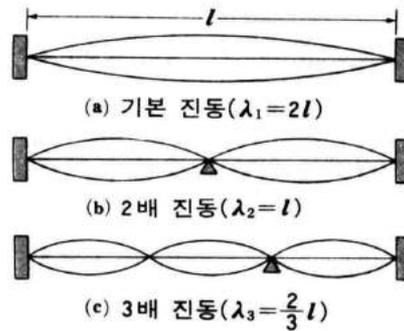


- ① 배 : 정상파에서 변위가 최대가 되는 곳 (진동부분 중 진폭이 최대인 곳)
- ② 마디 : 정상파에서 변위가 0이 되어 진동하지 않는 곳

2) 현의 진동

기타, 피아노와 같이 현이 있는 악기들은 현의 양쪽 끝이 고정되어 있고, 굵기가 다른 여러 개의 줄들로 만들어져 있다. 그리고 이 줄들의 장력을 조절하기 위한 너트가 있다. 줄의 한 부분이 통겨져 하나의 파동을 만들면 이 파동은 양쪽으로 진행, 고정점에서 앞뒤로 반사되어 정상파를 만든다.

현이 내는 음의 주파수는 현의 진동수와 같고, 이 주파수가 음의 높낮이와 관계있다. 통겨진 현의 정상파는 양쪽 끝 고정점들이 마디가 된다. 줄의 양 끝이 고정되어 있으므로 이 점들은 진동할 수 없다. 아래 그림처럼 양 끝에 마디가 있고, 현의 중간에 하나의 배가 있는 것이다. 현이 통겨지면 보통 이런 파가 생기는데, 마디 사이의 거리는 간섭에 의해 정상파를 만든 원래 파장의 반이어서 이 간섭파의 파장은 현의 길이의 두 배가 된다. 아래 그림의 첫 번째와 같은 가장 간단한 정상파를 기본파, 또는 1차 조화파라 부른다. 즉 간섭파의 파장은 현의 길이에 의해서 결정된다. 또 파동의 주파수는 그 현에서의 파동의 속도, 즉 주파수와 파장 사이의 관계에 의해서 결정된다. 현이 2구간, 3구간으로 나누어 진동시킬 때, 이를 배진동이라 한다.



이러한 경우를 일반적인 줄의 경우로 일반화시키면 n 번째 배가 있는 마디의 파장은 다음과 같이 주어진다.

$$\text{줄에서 횡파의 속도 : } v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}, \quad (\text{장력 } T = mg, \text{ 선밀도 } \rho)$$

$$\text{줄의 파장 : } \Delta\lambda_n = \frac{2L}{n} \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$

$$\text{줄의 고유진동수 : } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

참고문헌

1. 한국현장과학교육학회 www.kosss.org
2. 물리학의 이해 조영석 (주) 북스힐
3. 하이탑 물리1, 물리II
4. 전북대학교 과학영재교육원 2010심화중등물리
5. 사이언스파크 www.sciencepark.kr

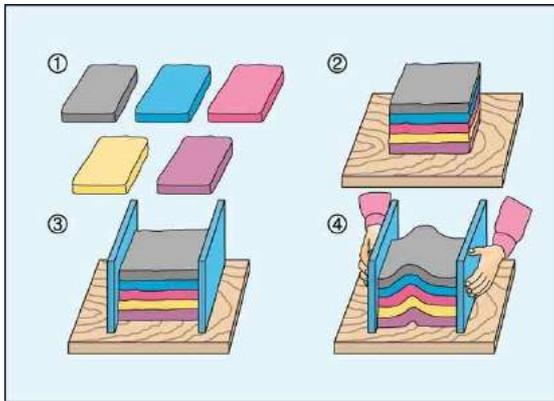
19. 실제로 모델링한 몇 가지 지구과학 실험

성종규

참과학

(부산 장전중학교, ignimbrite@hanmail.net)

1. 지층만들기



색깔이 있는 지점토, 유토를 이용하던 것이 최근 식빵, 햄 등을 이용하여 샌드위치를 만들어먹으며 지층을 학습하는 방법이 확산되고 있다. 샌드위치를 만들어먹으며 하는 수업 방법은 아이들에게 흥미를 일으키는 데에는 좋은 방법이지만 전자의 것에 비하여 오히려 더 오개념을 갖게 하기 쉽다.

역전되는 특별한 경우를 생각하지 않는다면 지층은 아래에 놓인 것이 더 오래된 것이라는 개념이 지층의 학습에서 필요하다. 샌드위치를 만들 때 햄과 같은 것을 식빵의 사이에 끼워서 만들기 때문에 지층의 생성 순서에 대한 잘못된 인식을 낳을 수 있다. 또한 샌드위치를 활용한 수업에서는 다양한 형태의 지층을 만들지 못한다. 이런 점에서 색깔이 다양한 유토를 이용하여 지층만들기를 하는 것에 비하면 오히려 퇴보한 듯하다.

지층만들기를 실제 퇴적물을 이용하여 해 보았다. 작은 페트병의 윗 부분만 잘라 내어 버리고, 거기에 물을 채워 놓은 다음 물 속에 퇴적물을 빠트려서 지층을 만들었다. 다양한 입도와 색깔의 퇴적물을 준비하는 데 다소 어려움은 따르지만 지층이라는 학습에서 여러 가지 면에서 유리한 점이 있다.

- ① 퇴적지층은 물속에서 생성된다.
- ② 물이 빠져나가고 퇴적암이 형성된다.
- ③ 오랜 시간이 걸린다.
- ④ 아래에 놓인 층이 오래된 것이다.
- ⑤ 퇴적지층 속에서 화석이 발견될 수 있다.
- ⑥ 층의 두께는 공급된 퇴적물의 양과 관계 깊다.



2. 지진:



몸으로 지진파의 전달을 체험하는 방법으로 실험을 설계할 수 있다. 실내에서 지진에 관하여 알고 있는 것을 이야기하도록 한 다음 지진파의 체험은 복도와 같이 넓고 한 줄로 설 수 있는 공간으로 이동하여 한다. 아이들은 P파, S파를 기계적으로 암기하는 경우가 많다. 그렇기 때문에 P파, S파의 특성을 서로 뒤바꾸어 알고 있는 경우도 흔히 볼 수 있다. 체험으로 직접 느낀 경우에는 그 때의 상황을 생각할 수 있기 때문에 인식이 더욱 견고해진다.

<수업과정안>

지진파의 종류 (중학교 1학년, 2학년 수준)

수업 전 준비 : 초시계, 기록장, 진동실험 용수철

도입

교사 : 지진에 대해서 아는 대로 말해 보세요.

학생 : 1) 건물을 무너뜨린다. 2) 쓰나미가 생긴다. 3) 지구 내부에서 만들어져서 지표까지 도달한다. 4) P파와 S파가 있다. 5) S파는 액체를 통과하지 못한다. (등등 다양한 생각들을 이야기한다.)

교사 : (학생들의 지진에 관한 초기 생각들을 칠판에 기록한다. 학생들의 발표는 될 수 있는대로 모두 적도록 한다.)

전개

교사 : 자! 그럼 지진파에 관한 약간의 실험을 하도록 하겠습니다. (초시계로 시간을 잴 사람, 기록을 담당할 사람을 정한다. 상태가 별로 좋지 못한 학생 한두 명은 참관으로 정할 수도 있다.) 다들 일어나서 바깥으로 나갑시다. (다른 반 학생들의 수업에 방해가 되지 않을 장소로 이동한다.)

(학생들을 좌측에 큰 학생부터 키 순서로 한 줄로 세우고는 양쪽 팔짱을 꼭 끼게 한다. 마지막 학생은 어떤 힘이 자기에게 작용했을 때 “STOP”을 외치게 하고, 초시계 담당 학생은 “STOP”했을 때 초시계로 시간을 재고, 그 값을 기록학생이 기록장에 기록한다. 참관 학생은 실험이 이루어지는 과정을 살펴보기만 한다.)

실험A : (키가 제일 큰 학생 곁으로 가서 그 학생을 우측으로 어깨를 밀어버린다. 앞의 사진처럼. 살짝 밀어도 된다. 사전에 초시계로 시간을 잴 학생에게는 밀 때부터 측정하게끔 이야기해 둔다.)

(버티는 학생도 있으나, 대체로 에너지는 마지막 학생에게까지 전달이 된다. 실험A를 3회 실시한다.)

실험B : (어깨를 우로 미는 실험A를 끝내고, 제일 왼쪽의 학생의 머리 부분에서 등 부분까지를 앞쪽으로 민다. 다음 사진처럼)



(역시 실험A와 같은 횡수만큼 실험을 한다.)

실험A와 실험B의 결과: 파의 전달은 실험A에 비해 실험B가 두 배 느리다.

실험C : (실험A와 같은 방법이지만, 중간에 팔짱을 끊어버려서 학생들을 두 부분으로 나눈다. 팔짱이 끊어지더라도 두 학생의 어깨는 맞닿아 있도록 한다.)

실험D : (중간에 팔짱을 끊은 상태에서 실험B를 행한다. 아래의 사진은 실험D의 사진이다.)



실험C와 실험D의 결과 : 실험C는 마지막 학생에게까지 파가 전달이 되지만, 실험D는 중간부터 더 이상 전달이 되지 않는다.

결과 정리

(교실로 돌아와서 확인)

교사 : 밖에서 한 실험을 정리를 해 봅시다. 어떻게 전해진 것이 더 빨랐나요? (참관을 한

학생의 말을 빌릴 수도 있고, 기록을 칠판에 다시 적어서 평균 계산을 하여 확인을 할 수도 있다.)

학생 : 옆으로 민 것이 빨랐습니다. (실제 기록을 계산한 것을 보면 놀랍게도 딱 두 배의 차이가 난다.)

교사 : 앞의 두 개의 실험은 모든 학생이 팔짱을 끼었고, 뒤에 두 개의 실험은 중간에 팔짱이 끊겼습니다. 뒤에 두 개의 실험 중에서 어떤 경우에만 마지막 학생에게 파의 전달이 되었나요?

학생 : 옆으로 민 경우에만 전달이 되었고, 앞으로 굴린 경우에는 팔짱을 끊은 학생 뒤로는 전달이 되지 않았습니다.

정리

지진파실험 용수철로 P파와 S파의 전달 모습을 보여준다. 그리고 어떤 실험이 P파를 실험한 것인지, 어떤 실험이 S파를 실험한 것인지 이야기하게 하면, 학생들은 바로 알아맞힌다.

→	
---	--

고체 매질만, P파, 속력이 빠르다.

↓	
---	--

고체 매질만, S파, P파에 비해 2배 느리다.

↓ 여기서부터 팔짱을 끊는다.

→		
---	--	--

고체, 액체 매질, P파, 고체, 액체 모두 전달된다.
마지막까지 전달됨.

↓		
---	--	--

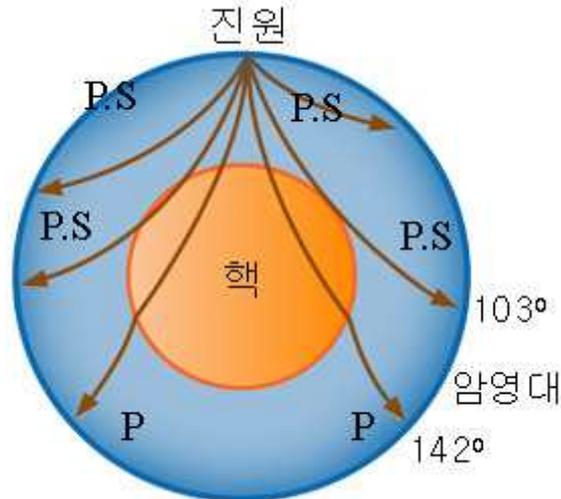
고체, 액체 매질, S파, 고체만 전달된다.

↑ 여기서부터 전달이 되지 않음

(TIP : 고체 매질과 액체 매질의 차이점을 강조하기 위해, 중간에 끊어진 이후의 학생들은 팔짱을 모두 풀고 어깨만 닿게 하여도 된다. 결과는 같음)

발전

- 지구를 그리고, 반대편으로 전달되는 지진파 중 S파가 오지 않는 곳 중간에는 어딘가에 액체로 된 곳이 있을 것임을 이야기한다.
- 이와 같은 현상이 실제 지구에서는 어떠한지, 이런 원리에 의해 지구 내부에 외핵 부분이 액체임을 알게 되었다는 것을 알게 한다.



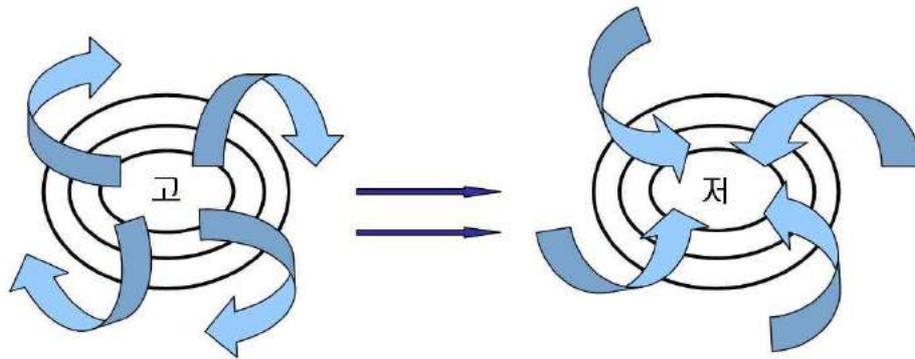
이렇게 한 다음 교실로 돌아온다. 그리고 앞서 실험했던 것을 정리한다. 옆으로 민 경우 P파와 같은 진동을 한 것으로, 앞으로 굴린 경우 S파와 같은 진동을 한 것으로 이야기하면 아이들은 직접 몸으로 부대끼며 실험했던 것을 상기하면서 잘 이해하게 된다. 지진파 학습용 용수철을 가지고 직접 교사 시범 실험으로 P파의 모습으로, S파의 모습으로 흔들어주면서 시각 효과를 노리기도 한다.

아이들은 P파가 고체, 액체를 모두 통과시키며 S파는 고체만 통과시킴을 안다. 그리고 P파가 S파에 비해 두 배 더 빠름도 안다. 초시계 도우미와 기록 도우미로부터 기록을 넘겨받아 칠판에 바로 써 보면 P파가 두 배 빠름이 바로 나타난다. 그 다음에는 발전 학습이다. 위 그림과 같이 예쁘지 않아도 좋다. ‘진원으로부터 지진파가 전달되는데, 왜 밑 부분에는 P파만 도달할까?’하면 아이들은 중간에 액체가 있다는 사실을 이야기한다. 아이들이 이야기한 액체가 있는 영역을 그려본다. 그리고 그 영역에서부터 액체인 부분이 있다는 것을 발견하게 되었다는 것을 이야기한다. 외핵부분부터 액체영역임을 아이들이 알게 된다.

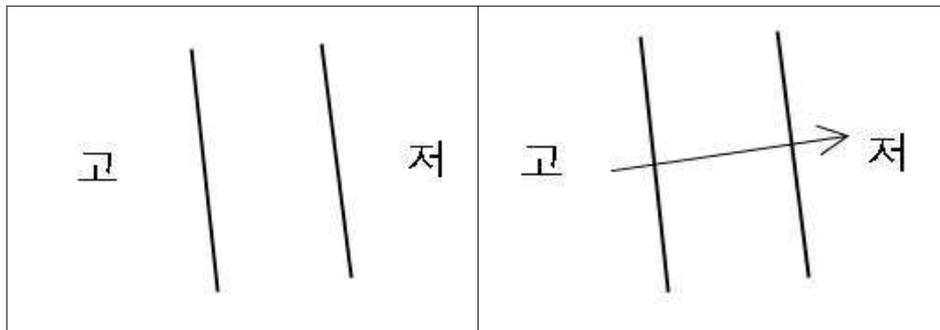
3. 고기압과 저기압에서의 바람

‘북반구에서는 고기압지역에서는 시계방향으로 바람이 불어나가고, 저기압지역에서는 시계반대방향으로 불어나온다.’ 이 개념을 이해시키려면 어떻게 하는가? 아이들도 암기뿐만 학습하여야 하는 것으로 인식하고 있다. 이렇게 두 가지가 서로 다

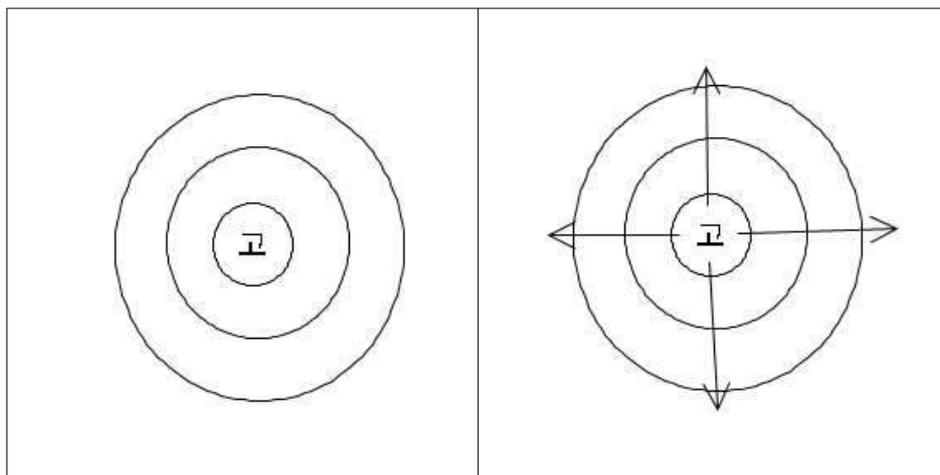
른 특성을 가지고 있는 것을 암기하는 것은 쉬운 일이 아니다. 왜냐하면 언제나 그런 경우는 헛갈리기 때문이다.



원리적인 측면에서 접근해보자. 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 바람이 분다는 것을 안다면 아래의 그림과 같이 바람의 방향을 나타낼 수 있다.

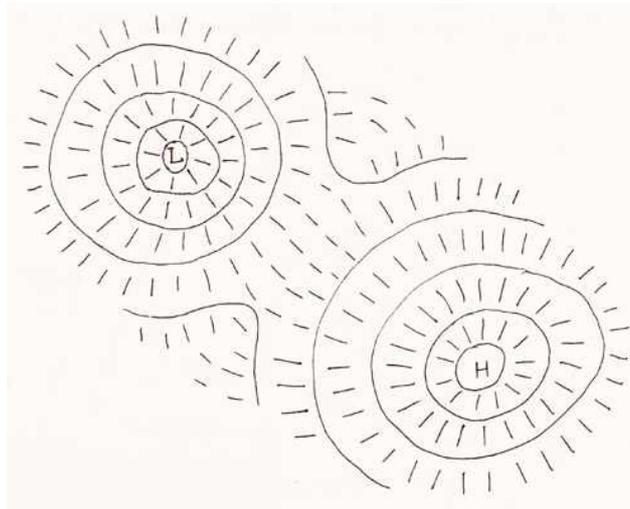
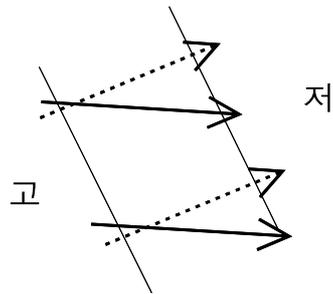


좀 더 사고를 확산시켜서 원형의 등압선이 나타나는 곳에서는? 아이들은 아래의 그림과 같이 바람의 방향을 그릴 것이다.



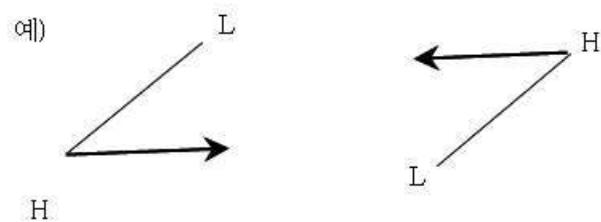
그런데 위의 그림이 실제 고기압 지역의 바람과 같은 모양인가? 차이가 어떻게 해서 나타나는지를 설명할 수가 없기 때문에 아이들에게 암기를 강요할 수밖에 없다. 과연 그럴까? 중요한 개념 하나를 더 학습하고 체험학습지를 같이 해보자. 아이들에게 이야기하지 않은 중요한 개념은 바로 지구가 자전을 하기 때문에 북반구에

서는 오른쪽으로 바람의 방향이 바뀐다는 것이다. 이 개념을 적용하여 바람의 방향을 나타내어 보자. 그리고 아래의 체험학습지를 같이 해보자.



아래를 잘 읽어보고 바람이 부는 방향을 화살표로 나타내어 봅시다.

- ★ L; 저기압의 중심, H; 고기압의 중심
- ★ H → L 쪽으로
- ★ 북반구에서는 바람은 오른쪽으로 휘어집니다. 따라서 위의 선으로 나타난 바람 방향은 잘못된 것입니다. 바르게 고치기 위해서는 다음과 같이 합니다.



해결할 점) 고기압 지역에서 바람이 불어나가는 모양은?

()

해결할 점) 저기압 지역에서 바람이 불어들어오는 모양은?

()

그림 실제 사례를 살펴보자.

20402 김길순

⑤ 바람이 부는 방향을 화살표로 나타내어 보시오.

⑥ L; 저기압의 중심 H; 고기압의 중심

⑦ H → L 쪽으로

⑧ 북반구에서 바람은 오른쪽으로 휘어집니다. 따라서 위의 바람방향은 잘못된 것입니다. 반대로 그려 주십시오. 다음과 같이 합니다

예)

⑨ 고기압 지역에서 바람이 불어오가는 방향은? (시계방향)

⑩ 저기압 지역에서 바람이 불어들어오는 방향은? (반시계방향)

④

4. 암석 만들기

암석을 학습한 적이 있는 아이들의 암석에 관한 인식 조사를 하고 결과를 나타내어 보았다.

문제 1) 암석의 이름을 아는대로 적어 보아라.

결과; 1학년 8.3개, 3학년 3.2개

문제 2) 다음 괄호 안에 알맞은 말을 보기에서 찾아서 적어라.

1. 퇴적암은 퇴적된 ()들이 고화되어 만들어진 암석이다.
2. 화성암에는 마그마로부터 식어서 만들어진 ()들이 모여 있다.
3. 변성암은 본래의 암석이 () 혹은 ()의 변화에 따라 변성되어 생긴 암석이다.

보기 : 광물, 온도, 입자, 압력

결과; 1학년 2.9/4점, 3학년 2.7/4점

문제 3) 다음 암석들을 변성암, 퇴적암, 화성암으로 분류하여 보아라.

화강암, 슬레이트, 사암, 편암, 섬록암, 대리암, 유문암, 셰일, 편마암, 역암, 현무암, 안산암, 반려암, 석회암

결과; 1학년 8.4개, 3학년 5.5개

문제 4)

- 셰일은 무엇이 주로 모인 암석인가? ()
- 사암은 무엇이 주로 모인 암석인가? ()
- 역암은 무엇이 주로 모인 암석인가? ()
- 석회암은 무엇이 주로 모인 암석인가? ()

결과; 1학년 2.5/4점, 3학년 1.8/4점

문제 5) 다음 왼쪽의 <암석>과 오른쪽 <암석의 특징>을 올바르게 연결시켜라.

<암석>	<암석의 특징>
섬록암 .	. - 암석의 색이 밝다 - 광물 결정으로 이루어졌다. - 석영, 정장석, 사장석, 흑운모, 각섬석으로 구성
반려암 .	. - 암석의 색이 어둡다. - 광물 결정으로 이루어졌다. - 사장석, 휘석, 각섬석, 흑운모, 감람석으로 구성
화강암 .	. - 암석의 색이 중간이다. - 광물 결정으로 이루어졌다. - 사장석, 각섬석, 흑운모로 구성

결과; 1학년 2.3/3점, 3학년 1.8/3점

결과를 보면 최근에 암석을 학습한 1학년이 3학년에 비하여 더 잘 인식하고 있다. 중학교 3학년을 대상으로 세 개의 학습군을 나눈 다음, 첫 번째 군은 암석에 관한 주입식 교육 1시간, 두 번째 군은 표본 관찰 실험 수업 1시간, 세 번째 군은 ‘암석만들기’ 체험학습 1시간을 실시하였다. 그 후 1달이 지난 후 위의 평가지로 다시

인식을 조사한 결과 세 번째 군에서만 유의미한 변화가 나타났다.

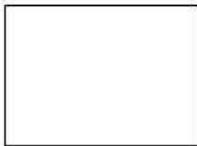
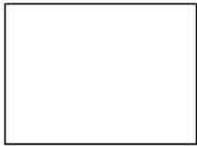
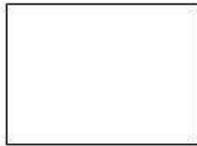
2010대한민국과학축전

이름 ()

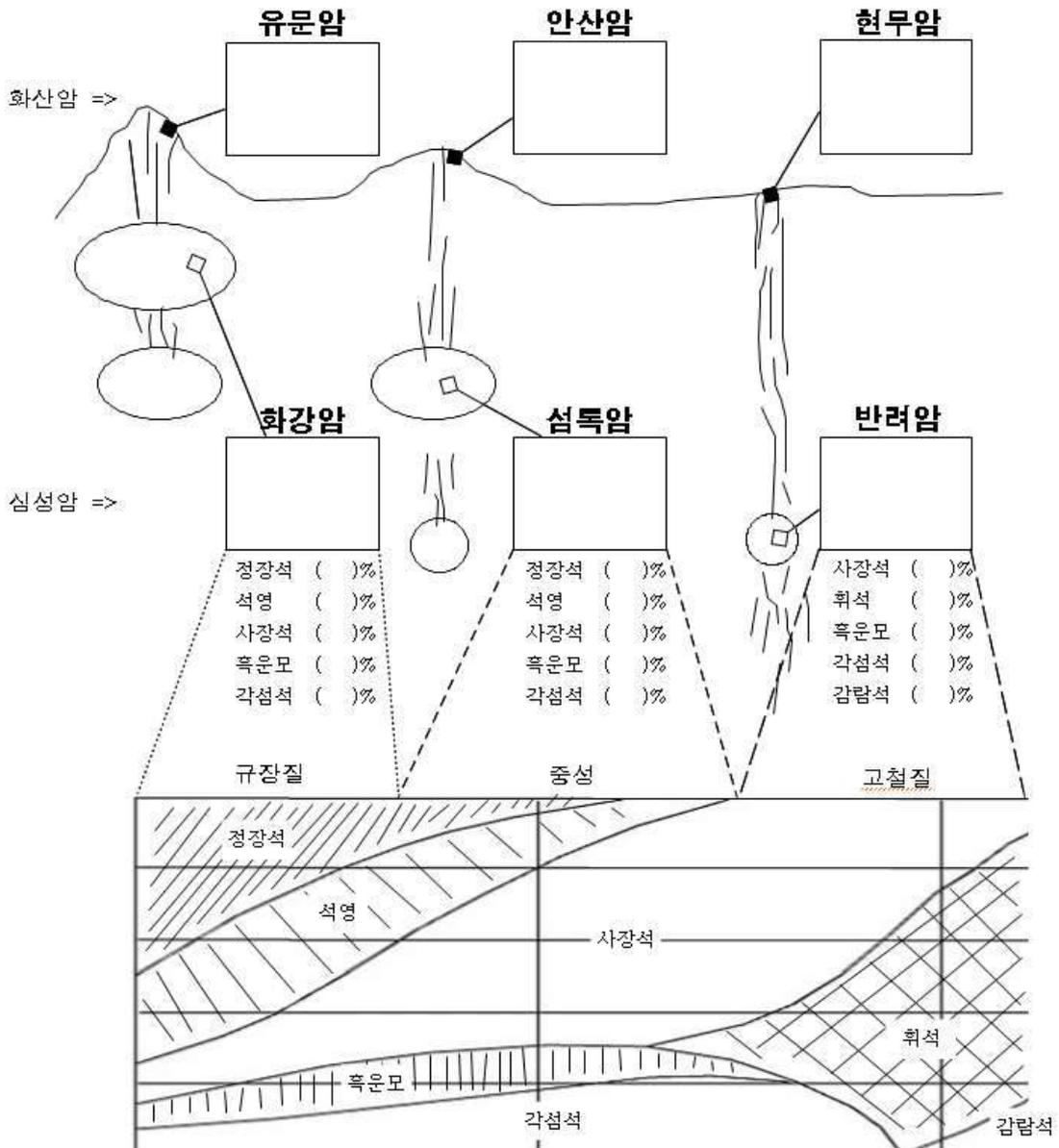
암석을 만들어 보자! /

학교 / 체험학습지 2

- 퇴적암은 어떻게 만들어졌나? (물 속에 가라앉은 퇴적입자들이 고화되어 만들어졌다.)
- 퇴적암을 이루는 퇴적입자들을 알아보자.

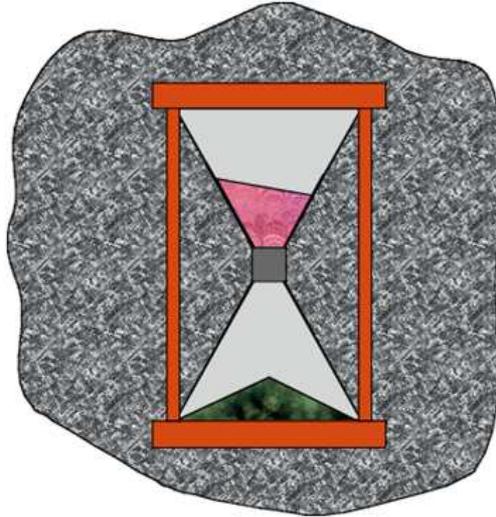
<p>점토</p> <p>크기나 느낌은?</p>		<p>세일 (이암)</p> <p>주로 무엇으로 구성되었나? ()</p>
<p>모래</p> <p>크기나 느낌은?</p>		<p>사암</p> <p>주로 무엇으로 구성되었나? ()</p>
<p>자갈</p> <p>크기나 느낌은?</p>		<p>역암</p> <p>주로 무엇으로 구성되었나? ()</p>
<p>석회질 물질</p> <p>크기나 느낌은?</p>		<p>석회암</p> <p>주로 무엇으로 구성되었나? ()</p>

- 화산암은 어떻게 만들어졌나? ()
- 심성암을 이루는 광물을 알아보자.

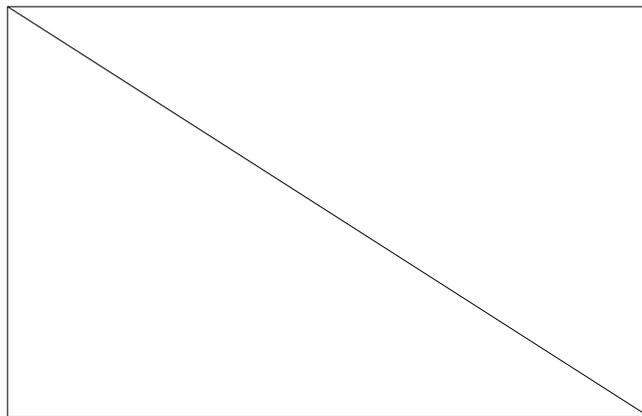


5. 반감기와 절대연령 측정

방사성원소의 반감기를 설명하면서 모래시계를 이용하여 설명하는 경우를 자주 접했다.



그렇다면 위 그림과 같이 위의 모원소가 아래로 내려와서 딸원소가 형성되는 경우를 직접 그래프로 그려보자. 일정한 비율로 위의 모래가 아래로 내려오게 되므로 아래의 그림과 같이 일직선을 이루는 빗금이 그어질 것이다. 우리가 알고 있는 방사성원소의 반감기를 설명하는 도표와 일치하는가?



모래시계로 설명하면 윗부분 모원소 중 아래에 놓인 모래가 먼저 아래의 딸 원소로 바뀔 것이다. 하지만 암석 속의 방사성원소는 모원소가 딸원소로 바뀌는 데 순서가 정해져 있지 않다. 그리고 어떤 것이 변할 지 누구도 예측할 수 없다. 모원소가 딸원소로 변하는 것은 순전히 확률의 문제이다. 따라서 반감기에 관한 실험을 확률과 연관시켜 실험을 설계할 수 있다.

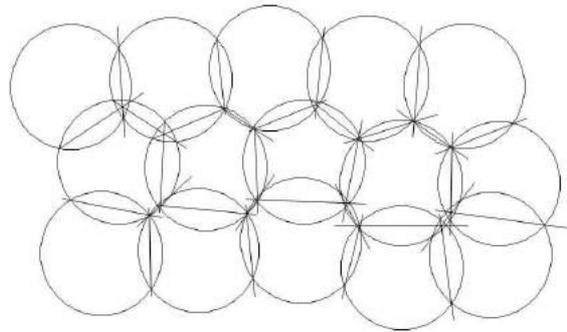
6. 주상절리

야외에서 주상절리를 만나는 학생들은 왜 주상절리의 모양이 그렇게 생겼느냐는 질문을 한다. 선생님들은 주상절리의 모양이 항상 육각형이라고 생각을 하고, 별집

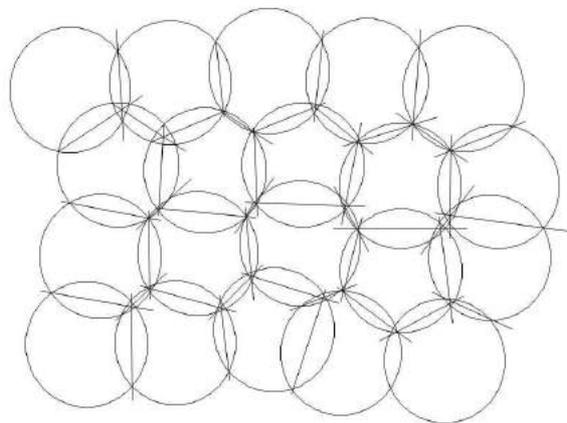
같은 구조가 에너지를 자장 최소화한다느니 등의 나름의 생각을 이야기한다. 하지만 과연 주상절리의 구조가 육각형일까? 아래의 사진을 자세히 살펴보자. 육각형이 지 않은 곳을 찾아보자.



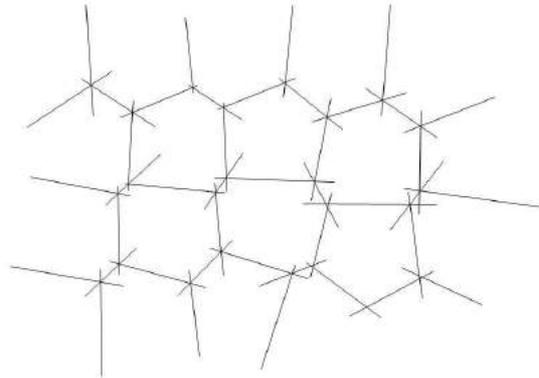
이를 체험학습지로 해결해보자. 빈 종이에 각각의 간격이 5cm 정도 되게끔 점을 찍는다. 그리고 컴퍼스와 자를 이용하여 각 점과 점의 수직이등분선을 그린다. 아래의 그림은 이와 같이 하여 그린 것이다.



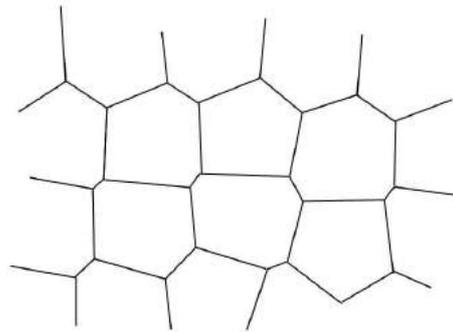
좀 더 확장해보자. 더 많은 점이 있는 그림과 수직이등분선을 그은 그림이 다음의 그림이다.



이제는 원을 지우고 선만 남기자.



그리고 선을 정리하고 가는 선을 굵게 그려보자.



20. 비즈로 만드는 나노튜브 반지, 플러렌

부천과학교사실험연구회 박형군
harmonipia@hanmail.net

이 실험은

비즈 1개가 탄소원자 1개에 해당한다고 생각하고 나노튜브 구조와 플러렌 구조를 낚시줄을 이용하여 서로 연결하여 입체구조를 만드는 것입니다.

“21세기는 나노기술이 세상을 지배할 것이다” 10억분의 1미터의 초미시세계를 다루는 나노기술에 의해 인류 문명은 산업혁명과 정보혁명에 버금가는 새로운 전환을 맞을 것이라고 한다. 세계 각국은 나노기술에 대한 비상한 관심을 가지고 집중적인 투자를 하고 우리나라도 2001년 ‘나노기술종합발전계획’을 수립 확정하고 법국가적으로 나노기술개발을 추진하고 있습니다.

이에 플러렌과 나노튜브 분자구조를 제작해 보며 나노 세계에 대한 관심과 흥미를 유발하고 나노과학에 대해 학생들과 일반인들이 쉽게 접근하고 체험할 수 있는 기회를 제공하여 나노과학과 기술에 대한 학생들과 일반인의 이해를 깊게 하고 자라나는 학생들에게 과학기술의 꿈을 키우는데 도움이 될 것입니다. 뿐만 아니라 공간지각능력과 수학의 입체도형 정다면체를 이해하는데도 도움이 될 것입니다.

준비물:

(1) 나노튜브 반지

5mm 주판알 비즈 같은 색 40개,
낚시줄 60cm



(2) 플러렌 만들기

5mm 주판알 비즈 같은 색 60개, 낚시줄 1m, 핸드폰 고리



잠깐만!

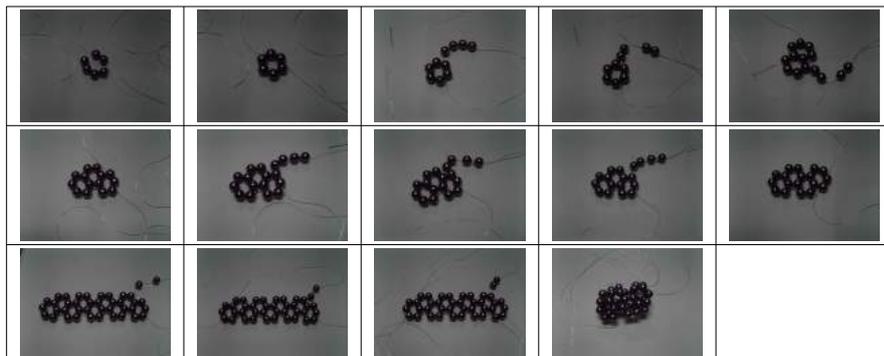
원하는 색을 선택하여 1가지 색의 비즈만을 이용하여 만든다.

연결하는 중간중간 낚시줄을 팽팽하게 당겨 단단히 연결되도록 한다.

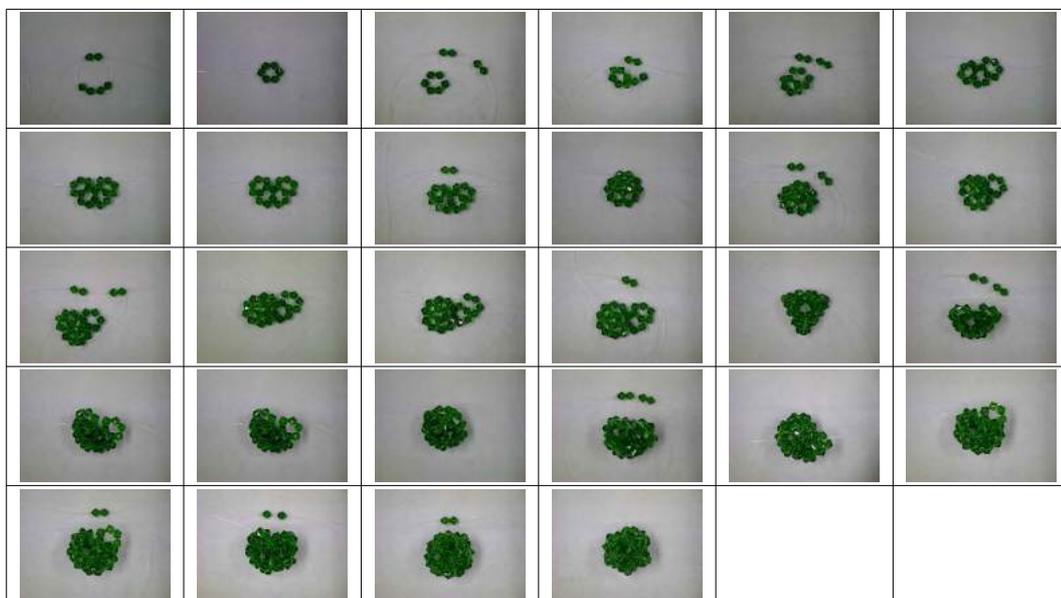
연결하면서 규칙적인 패턴을 발견하려고 노력한다.

과정 및 방법

- (1) 나노튜브 반지 : 육각형을 지그재그로 연결하여 9개의 육각형이 만들어지면 2개를 넣어 반대 방향과 연결, 고리를 만든다.



- (2) 플러렌 만들기 : 육각형을 같은 방향으로 모아 연결해 4개의 육각형이 되면 2개를 이용 5개의 육각형을 연결, 반복한다.



참고자료

1. 풀러렌이란?

탄소원자가 5각형과 6각형으로 이루어진 축구공 모양으로 연결된 분자를 통틀어 말한다.

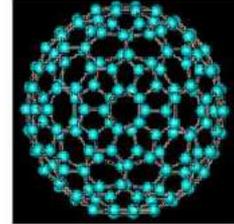
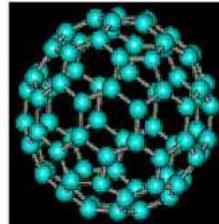
2. 풀러렌의 발견

=>크로토, 컬, 스몰리는 적색 거성 주위에서 전파 천문학자들이 분광학적으로 발견한 탄소뭉치에 대해 조사하고 있었는데, 이들은 레이저광선을 흑연에 쬐여, 기체상태의 탄소원자뭉치를 만들고, 이를 질량분석기로 분석한 결과 C₆₀의 질량스펙트럼이 측정되었다.

3. 풀러렌의 구조

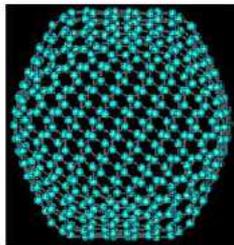
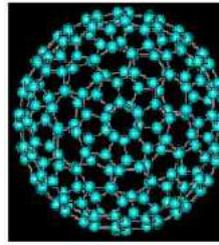
풀러렌은 축구공과 유사한 구조로 20개의 6각형과 12개의 5각형으로 구성된다.

풀러렌의 탄소는 모두 동등하고, 각 탄소는 두개의 육각형들과 한 개의 오각형을 연결해주는 다리 역할을 해준다.



4. 풀러렌류

풀러렌은 C₆₀만을 지칭하는 말이 아니다. C₆₀를 합성할 때 풀러렌류라 불리는 닫힌 바구 모양의 탄소화합물 유사체들이 동시에 생성된다. 모든 풀러렌류는 짝수개의 원자를 갖고, 탄소의 수도 좀 더 거대해진다.

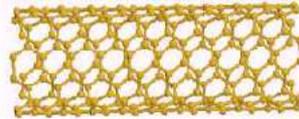


5. 풀러렌의 특징

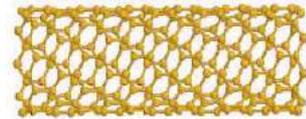
가. 쉽게 환원된다.

나. 신물질 합성에 용의하다.

=> 풀러렌을 합성시, 탄소수를 계속 늘려가면서 결합시키면, 한쪽으로 길게 늘어나 양쪽이 구모양인 튜브를 만들 수 있는데, 이를 버키튜브, 또는 나노튜브라 한다.



전기적 도체(Armchair 구조)



반도체(Zigzag 구조)

-> 혼성을 갖는 수천개의 탄소 원자들이 육면체를 형성하면서 이음매가 없는 원통의 겹질 모양을 형성한다.

=> 튜브의 양 끝은 유면체 그물구조에 오면체를 주입함으로써 뚜껑을 덮을 수 있다.

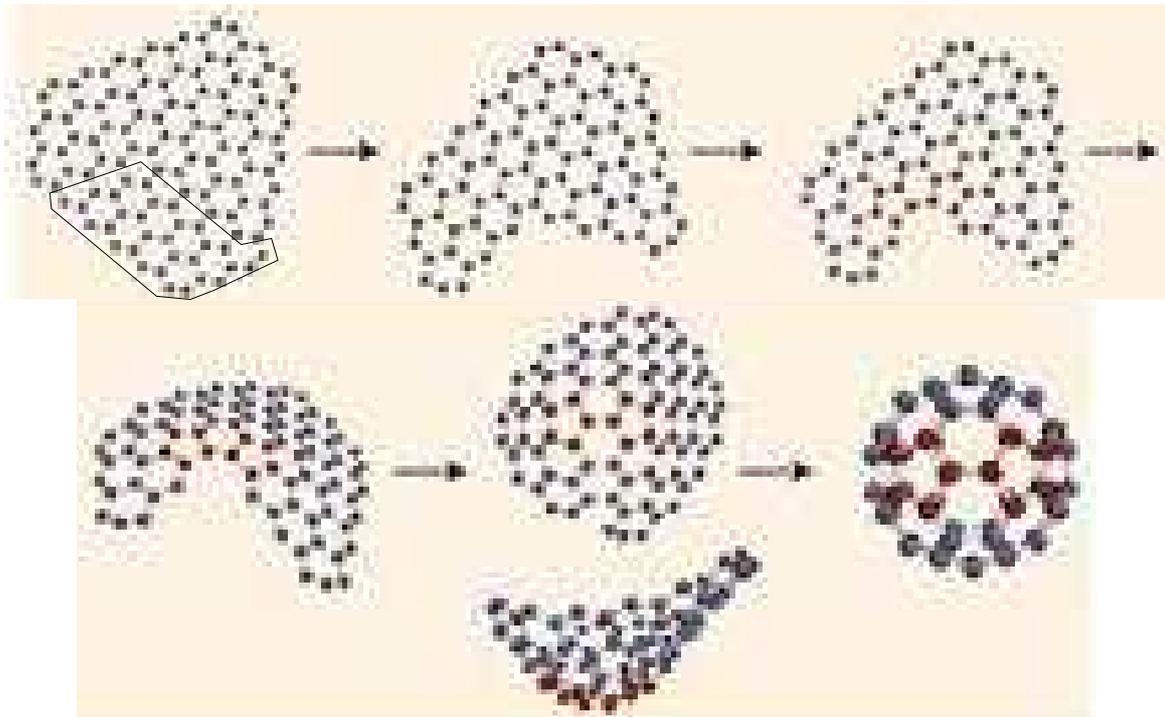
- ① 이 튜브는 지름이 1 나노미터수준(1nm)으로 매우 작다.
- ② 길이는 계속 탄소와 결합시켜 처음 길이의 1만배 이상으로 길게 만들 수 있다.
- ③ 모양을 바꾸면 반도체 또는 도체의 성질을 반복하여 띄게 되어, 곧 한계에 다다를 반도체의 집적 정도를 1000~10000배 정도 향상시킬 수 있다.(연구 결과)
=> 이들 구조는 원통 내부, 표면에 모두 비편재화된 π전자계를 가지고 있기 때문이다.
=> 나노튜브 제작시 어느 각도로 말 것인가, 튜브의 직경이 얼마나 되게 말 것인가가 문제가 된다. 이에 따라 탄소 나노튜브는 금속과 같은 전기적 도체가 되기도 하고 또 전기가 잘 안통하는 반도체가 되기도 한다.
=> 이론적으로는 집적도가 테라(10¹² 즉 1조) DRAM인 집적회로를 제작할 수 있다고 한다.
- ④ 탄성과 강도가 매우 좋다.
=> 강한 탄소 공유결합으로 화학적으로 안정---> 외부 충격이나 마찰에 강하다.

=>강철보다 1백 배 강하지만 무게는 6분의 1밖에 안 되는 구조물을 만들어내는 등 재료과학의 혁명을 약속하고 있다.

다. 수소 저장 수단으로 가능성이 높다.

라. 플러렌의 빈 공간에 다른 금속을 가둘 수 있다.

6. 플러렌 형성 과정



[그림] 그래핀 판이 둥글게 말려서 둥근 그릇과 같은 구조를 형성하고, 마지막으로 공모양으로 닫히게 된다.

영국의 노팅햄대학교에 있는 Andrei Khlobystov가 이끈 연구진이 연구진의 일원인 Andrey Chuvilin이 개발한 저전압 투과형 전자현미경(low-voltage transmission electron microscopy, TEM) 방법을 사용하여 플러렌(fullerene)의 둥근, 우리 모양의 구조가 많은 수의 탄소 원자들을 포함하는 평편한 종이와 같은 구조(sheet)로부터 직접적으로 형성될 수 있음을 보여주었다.

그것은 모든 탄소 원자들이 세 개의 결합들을 가지기를 '원한다'는 사실에 의해 주도되었다. 그래서 하나의 원자가 그 판의 모서리에서 제거되어 두 개의 인접한 탄소들이 바람직한 세 개의 결합들보다 적은 결합을 갖게 되었을 때, 그것들은 즉각적으로 함께 연결되어 오각형을 형성하고 그 판은 둥글게 말리기 시작한다. 전자 광선을 통해서 더 많은 원자들이 깎여 나가게 됨에 따라 둥근 그릇과 같은 구조가 형성되고, 그것은 마침내 열린 곳이 막혀서 공을 형성하게 된다.

그래핀의 조각의 크기가 결정적인데, '스위트 스팟(sweet spot, 야구에서 배트로 공을 치기에 가장 효율적인 곳, 여기서는 공을 만들기에 가장 효율적인 탄소 원자 수)'은 탄소 원자 60개에서 100개 사이이다. 그 조각이 너무 크면, 초기의 곡면이 전체적으로 그 조각에 거의 차이가 만들어지지 않는 반면, 그것이 너무 작으면 결

합들이 공간적인 부담을 갖게 될 것이다.

TEM에서 조건들이 매우 유별나다는 것을 알고 있지만, 그 시료를 통과시키는 전자 광선이 고온의 역할을 하여 모서리에 있는 몇몇 탄소 원자들을 제거하는 것을 도와준다고 생각하며, [플러렌 제작]에서 그 높은 온도가 같은 일을 할 것이라고 Khlobystov는 말했다.

출처: http://mirian.kisti.re.kr/gtb_trend/pop_gtb_v.jsp?record_no=212138&site_code=SS1024

7. 풀러렌의 활용

- 풀러렌의 사용은 풀러렌의 단단함과 그에 비해 텅 빈 안에서 나온다. 우리들은 풀러렌으로 전도체와 초전도체를 만들 수 있게 됐고 또한 의학에서도 풀러렌 안에 의약을 넣어서 체내 투입을 하기도한다. 이와 같이 풀러렌은 많은 분야에 영향을 끼쳤다.

-참고 <http://blog.naver.com/shiningoboy/100110831028>

[출처] 풀러렌의 발견과 그 발견이 현실에 미친 영향 작성자 shinningboy

- 최근 알칼리금속을 도입한 금속풀러렌이 종래의 유기물 초전도체보다 높은 온도에서 초전도성을 나타내서 주목을 받고 있다.
- 기름에 녹는 성질을 이용하여 풀러렌을 수지에 첨가해서 내구성이나 내열성을 높이거나 정전기의 제거, 잡음 필터로의 응용이 시도되고 있다. 이것을 이용해서 단단하고 날카로운 절삭 도구나 아주 단단한 플라스틱을 만드는 연구도 진행 중이다.
- 풀러렌에 20GPa의 압력과 2200K의 온도를 가하면 응집 다이아몬드 나노막대를 만들 수 있다. 이 물질의 강도는 다이아몬드의 1.17-1.52배이다.

- 참고 <http://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%92%80%EB%9F%AC%EB%A0%8C> 위키백과

전국과학교사협회 참가단체 소개

- 강원과학교육연구회
- 경기도과학과교육연구회
- 경북과학교사모임
- 대전과학교사모임
- 부산 어메니티 과학교육연구회
- 사랑의 과학나눔터
- 신나는 과학을 만드는 사람
- 울산과학연구회
- 인천과학사랑교사모임
- 전남중등물리교육연구회
- 전남중등생물교육연구회
- 전남지구과학연구회
- 전북과학교사연합회
- 제주청소년과학탐구연구회
- 참과학
- 화학을 사랑하는 사람들의 모임
- 부천과학교사실험연구회

강원과학교육연구회

- 1993년 과학 연구회 구성 발의
 - 강원도 초·중등과학교사로 구성함.

- 1994년 강원과학교육연구회 결성
 - 초대 회장 : 최승일 선생님

- 1994 - 2008년 강원과학교육 발전을 위해 활동함
 - 1대-7대 회장 : 최승일 선생님

- 2008년 9대 강원과학교육연구회 회장 선출
 - 회장 : 김경호 선생님
 - 회원수 : 420여명

- 2010년 10대 회장 취임과 더불어 연구회 정비를 시작함
 - 회장 : 김경호 선생님
 - 부회장 : 장철교 선생님
 - 총무 : 김도엽 선생님
 - 정회원수 : 200여명
 - 정비 사유 :
 - * 방만한 조직 정비
 - * 연구회별 조직 체계 수립을 위함.

- 2011년 강원과학교육연구회
 - 회장 : 김경호 선생님
 - 부회장 : 장철교 선생님
 - 총무 : 김도엽 선생님
 - 정회원수 : 110여명

○ 2010 - 2011 강원과학교육연구회 활동 자료

▷ 2010 - 2011년 사업 현황

- 에디슨가(발명) 연구회 : 회장(상지여자중학교 : 장철교 선생님)
- MBL 연구회 : 회장(원주여자고등학교 : 김도엽 선생님)
- 강원YSC분원 : 분원장(문성고등학교 : 이재관 선생님)

▷ 2010 - 2011년 활동 내역

▶ 에디슨가

- * 강원지식재산권 센터와 협력하여 ‘발명과 과학’ 사업 시행
- * 에디슨 발명교실(발명 꿈나무 교실) 운영
- * 강원지식재산권 서포터즈 활동
- * 다문화 가정 과학 활동 지원

▶ MBL 연구회

- * 강원도 교육청 동아리 활동 및 강사 지원
- * MBL 교과별 연구 활동
- * MBL 강의 지원 활동(교원 및 학생 연수)
- * 사이언스큐브, 버니어사와 협력 연구활동

▶ 강원YSC(한국창의재단)

- * 강원 분원 활동
- * 강원 청소년 과학캠프 운영
- * 청소년과학탐구활동대회 운영
- * 청소년과학탐구반 발전 사업 연구

▶ 2011 제9회 전국과학교사큰모임 개최

- * 일시 : 2011.11.26 ~ 11.27
- * 장소 : 강원도 원주 KT리더쉽아카데미

경기도중등과학과교육연구회

자생적인 교과교육연구회 활동의 지원을 통해서 교수·학습에 대한 정보 공유, 과학수업개선을 위한 창의적 방법과 아이디어의 공모를 통해 누구나 쉽게 따라 할 수 있는 과학수업 아이디어 자료 개발, 연수를 통해 과학교사로서의 전문성을 높이려는 목표를 가지고 1995년에 교과연구회로 발족한 연구회는 전국 과학교과연구회 활동에서 2006년 최우수, 2007년 우수연구회로 선정되었고, 2009년도 전국 교과교육연구회 우수로 선정되었다.



매년 정기적으로 하계세미나, 동계세미나, 지질·생태탐사, 경기과학탐구축제, 과학수업 아이디어 공모 등의 행사와 교수·학습자료 및 장학자료의 개발 보급 등의 활동으로 경기도 우수연구회로 발전하였고, 과학수업개선을 위한 창의적 방법과 아이디어 공모를 통해 쉽게 따라할 수 있는 수준별 과학수업 아이디어 자료를 개발 보급하는 등 교수·학습에 대한 정보를 공유하고 연수를 통해서 과학교사로서의 전문성을 높이며, 현장에 필요한 교수·학습 자료를 개발하려는 목적을 가진 자생적인 교과 연구회로 발전하여 왔다.



특히, 사단법인 한국과학교육단체총연합회가 주최하고 교육인적자원부가 후원하는 전국 과학교과연구회 활동 발표대회에서 2006년 최우수, 2007년 우수연구회로 선정되어 2년 연속 부총리겸 교육인적자원부장관상을, 2009년 전국교과교육연구회 연구활동 공모전에서 우수상을 수상하였으며, 한국과학문화재단의 후원을 받아 경기도내 학생들을 대상으로 실시하는 경기과학탐구축제(Science Festival)는 학생들이 ‘작은 과학자’로 참여해 과학 현상에 대한 의미있는 경험을 체득할 수 있는 기회를 제공하고 있다.



하계·동계세미나에서는 특강과 분과별 지회별 연구 주제 발표 및 토론, 비전공자를 위한 과학수업 아이디어 발표 및 토론, 과학수업아이디어 본선 발표대회 등의 활동을 통해 과학교사로서의 전문성 향상을 위한 활동을 진행하고 있으며, 각 지회별 활동으로는 과학수업아이디어 발표, 탐구실험 연수, 교수-학습 자료를 개발하여 교수-학습 활동에 활용하는 노력과 과학창의 부스운영 등 과학대중화 활동을 꾸준히 전개하는 등 지회별로 월 1~4회 정기적인 모임을 가지고 열심히 활동하고 있다.

1995년 20여명의 회원으로 출발한 본 연구회는 지속적인 활동을 통한 회원 수의 증가로 2011년에는 700여명에 이르는 큰 연구회로 발전하였다. 경력이 많은 베테랑 교사와 경력이 짧은데도 열정적인 젊은 교사들의 조화가 잘 이루어진 연구회, 열린 마인드와 경기과학 교육의 발전을 위한 지속적인 노력을 기울이는 연구회, 과학교육에 대한 새로운 수업방법을 접하고 배우며 토론하여 보다 나은 수업 개선을 위한 창의적 방법과 아이디어를 창출하여 과학교사의 전문성을 향상하기 위해 끊임없이 노력하는 연구회로 성장하였다.

경북과학교사모임은



경북과학교사모임
양호근(경북 영양 입암중학교)

신나는 과학, 함께 하는 과학, 즐거움을 나누는 과학,
청소년들과 함께 과학교육의 미래를 열어 갑니다

경북과학교사모임은 지역 과학발전을 위해 모인 교사들의 자율 조직으로 신나는 과학, 함께 하는 과학, 즐거움을 나누는 과학을 목적으로 과학교사들의 교류를 통하여 보다 알찬 수업을 준비할 뿐 아니라 재미나는 실험을 연구·개발하고 있다. 2008년부터는 경북과학교사모임회원들과 일반인들과 함께 <과학을좋아하는사람들>이라는 NGO단체(비영리민간단체)를 만들어 함께 활동하고 있다.

경북과학교사모임과 <과학을좋아하는사람들>은 청소년들에게 과학에 대한 꿈을 심어주고자 다양한 과학 활동을 펼치고 있으며 지금까지 활동사항은 다음과 같다.

1. 교사전문연수
2. 경북과학축전 열린과학체험마당 주관 운영(2003 - 2007) 및 프로그램운영(2010)
3. 경북 청소년 과학마당 주관 운영



4. 안동 길거리과학마당 주관 운영

2006년부터 지금까지 안동시 지원을 받아 청소년들을 위한 길거리 과학 마당을 실시하고 있다.



행사장 전경

프로그램 운영 사진

프로그램 운영 사진

5. 전국 학생 천문 동아리 발표회(2004)를 개최하였다.



6. 매년 어린이날 행사에 과학 프로그램을 운영하고 있다.



7. 전통한옥으로 떠나는 별자리 여행

(사단법인) 경북미래문화재단과 함께 <전통한옥으로 떠나는 별자리 여행>을 2010년에 3회 실시하였고, 매년 여러 가지 프로그램들을 보완 수정하여 진행할 예정이다.



8. 고등학생들을 위한 대학 탐방 프로그램 운영

안동시와 함께 안동시소재 고등학교에 재학 중인 학생들을 위해 2009년부터 대학 탐방 프로그램을 기획 운영하고 있다.

9. 그 외 전국의 각종 과학행사 프로그램 운영

- ◆ 2002년 대한민국과학축전 프로그램 운영
- ◆ 2004 울릉도 청소년 과학마당 주관 운영
- ◆ 2006 대한민국 과학 축전 프로그램 운영
- ◆ 2006 청소년을 위한 과학 제전(일명 동경과학축전) 프로그램 운영
- ◆ 2007 전남과학축전 프로그램 운영
- ◆ 2007 청소년을 위한 과학 제전(일명 동경과학축전) 프로그램 운영
- ◆ 2007 대한민국과학축전 프로그램 운영

- ◆ 2008 전남과학축전 프로그램 운영
- ◆ 2008 대한민국과학축전 프로그램 운영
- ◆ 2009 전남과학축전 프로그램 운영
- ◆ 2009 대한민국과학축전 프로그램 운영
- ◆ 2009 열린과학체험마당 주관 운영(제1회대통령배 전국아마추어e스포츠대회)
- ◆ 2010 전남과학축전 프로그램 운영
- ◆ 2010 대한민국과학축전 프로그램 운영
- ◆ 2010 경북과학축전프로그램운영
- ◆ 2010 어린이날 행사 프로그램 운영
- ◆ 2010 전통한옥으로 떠나는 별자리 여행

10. 그 외 경북과학교사모임에서 하는 일

- ◆ 과학과 교육과정 학습
- ◆ 새로운 교과서 만들기
- ◆ 교실 수업 개선을 위한 과학과 학습 모형 및 자료 개발

11. 경북과학교사모임 발간 자료집

발간일	내 용
2002년 01월	제1회 교사천문연수 자료집
2003년 01월	제2회 교사천문연수 자료집
2003년 10월	제4회 경북과학축전기념 열린과학체험마당 자료집
2004년 01월	제3회 교사천문연수 자료집
2004년 08월	전국천문동아리 발표회 자료집
2004년 10월	제5회 경북과학축전기념 열린과학체험마당 자료집
2005년 10월	제6회 경북과학축전기념 열린과학체험마당 자료집
2006년 09월	제7회 경북과학축전기념 열린과학체험마당 자료집
2009년 05월	2009 안동길거리과학마당 자료집
2009년 10월	2009 열린과학체험마당 자료집 (제1회 대통령배 전국아마추어 e 스포츠 대회)
2010년 06월	2010 안동길거리과학마당 자료집

홈페이지 : <http://www.gbsta.com>

연 락 : 경북과학교사모임 회장 양 호 근

(경북 영양 입암중학교) root61@hanmir.com

과학을 좋아하는 사람들 대표 정 성 현

(경북 안동 북주여자중학교) shchung@chol.com



대전과학교사모임(나들목)소개

1. 2011년 주제

과학 교과목간 융합적 사고력을 신장시킬 수 있는 자료 개발

2. 문제제기/필요성

최근 과학기술 분야 뿐 아니라 인문 사회 과학, 예술, 음식, 등 사회 문화 전반에 걸쳐 융합에 관한 관심이 매우 높다. 각 전문 분야 간의 융합기술 연구가 과학기술 분야에서도 주요한 전략개념이 되어버린 배경에는 이제는 우리도 선진기술을 단순히 따라가서 그 연구 영역에서 후발주자로서 여러 가지로 불리한 제한된 경쟁을 하는 방식을 지양하고, 다양한 융합기술 개발을 통하여 우리 나름대로의 새로운 학문과 연구영역을 개척하여 원천기술을 도출한다는 국가적 전략 개념이 있다고 생각한다.

특히 과학교육에서 이러한 능동적이고 창의적인 인간을 육성하기 위해서 학생들이 과학 지식을 전체적으로 이해하고 유용하게 사용할 수 있도록 해 주어야 한다. 또한 과학과 관련된 사회 문제에 책임 있게 대처할 수 있는 지식과 태도 및 탐구능력을 길러주어야 할 필요가 있다. 이러한 사회적 요구에 맞게 과학과 교육과정은 과학지식, 태도, 과학 탐구 및 창의적 사고를 주요 목적으로 지도하도록 구성되어 왔다.

과학 교수- 학습의 주요 목적은 학생들에게 지식의 획득과정에 능동적으로 참가하게 하여 자연을 탐색하는데 필요한 탐구능력을 획득하여 통합적인 사고를 가능하게 하는 것이다.

3. 목적 :

최근 서구에서 발표된 미래 융합과학기술 예측 보고서의 내용을 분석하여 보면 서구의 과학기술은 크게 보아 두 단계를 거쳐서 제3단계에 진입하고 있다고 할 수 있다. 1980년대 이전까지 진행된 과학기술 단계는 인간에게 유용한 물질과 기계의 연구개발을 강조하던 [물질/기계] 중심 시대라고 볼 수 있다. 1980년대부터 시작된 제 2단계는 이에 더하여 인간의 수명 연장과 건강을 강조하는 [물질/기계 + 생명] 중심 과학기술 단계로 볼 수 있다. 그리고 21세기로 시작되는 미래 융합과학기술의 전개는 이에 더하여 [기계 + 생명 + 인지] 중심의 과학기술의 추구의 시작 단계라고 볼 수 있다.

과거의 과학기술 발전의 1단계를 통하여 인류가 '편하게' 살고, 2단계를 통하여 '병 없이 오래' 사는 것도 중요하지만, '그렇게 편하게 오래 살아서 뭘 할 것인데, 무

엇하며 살 것인데?' 라는 물음에 대한 답변을, 문제 해결의 수단을 제공하자는 것이 바로 3단계인 21세기 미래 융합과학기술의 목표의 핵심이다. 미래에는 우리가 과거에 지녀온 물질 중심의 과학기술관을 넘어서야, 아니 확장해야 한다는 것이 새 틀이 제시하는 시사인 것이다.

그러나 현재까지도 우리나라는 고교생 자녀의 진로를 좌우하는 학부모나 교사 등의 일반시민이나, 과학기술자나, 국가 과학기술 정책을 결정하는 사람들, 이들에게 자문을 하는 과학기술 전문가의 대부분은 아직도 한 세대 뒤진 물질중심의 과학기술관에 매여서 미래 융합과학기술의 틀이 제시하는 미래 변화에 대한 핵심적 시사를 충분히 이해하지 못하고 있는 것 같다. 이들이 '과학기술' 하면 오로지 물질 중심의 과학기술만을 생각하는 틀을 깨고 미래지향적, 참 융합과학 기술적 사고를 할 수 있을 때에야 우리나라의 과학기술은 비로소 선진 과학기술 대열에 들어갈 수 있는 것이다.

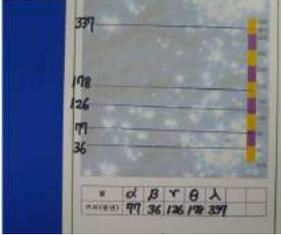
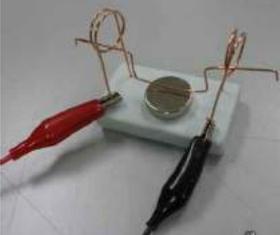
융합 과학기술 연구는 과학기술의 관점에서는 융합을 통한 새로운 원천 기술의 개발과 새로운 학문 영역의 탐구를 추구하며, 국가적으로는 신성장 동력 산업의 도출을 목표로 한다. 따라서 학교 교육현장에서도 기존의 물리, 화학, 생물, 지구과학이라는 각 교과 간 분리된 개념이 아니라 하나의 주제를 각 과학 교과가 통합된 개념으로 지도하여 미래지향적이고 진취적인 과학적 소양을 늘려가야 한다.

4. 연구(수업)활동 추진계획

- 가. 연구회 정기 모임: 매월 2·4주 월요일 17:30 ~ 19:30
- 나. 장소: 대전탄방중학교 과학실
- 다. 정기 모임 내용: 새로운 소재를 활용한 창의적 과학실험활동 자료 개발
- 라. 자료 개발 계획: 회원 각자 개발한 자료 또는 기존 자료를 변형한 자료를 정기 모임의 발표를 통하여 수정·보완하여 학생용 활동 자료와 교사용 참고 자료로 구분하여 함께 개발하고자 한다.

월	일정	연구활동명 및 내용
4	4.12-26	활동계획서 작성
5	5.1-24	기획회의
6	6.1-28	교육과정 분석(토론회)
7	7.1-12	자료개발 및 자료 소개(토론회)
9	8.30-9.27	실제 수업 적용 후 발표
10	10.1-25	자료 수정·보완
11	11.1-26	세미나(전국과학교사협의회 참석)
12	12.1-27	자료정리 및 보고서 제출

5. 활동사진 소개

			
지문확인하기	비누막 크게 만들기	입체별자리 만들기	간이전동기

6. 기대되는 효과

- 가. 첫째, 탐구주제들을 제시하고, 각 탐구주제별로 목표와 내용을 밝혀 학생들을 지도하는데 참고하고, 교사용과 학생용을 함께 제작해 과학실험수업에 직접 활용해 볼 수 있다.
- 나. 둘째, 새로운 소재를 활용해서 과학실험활동에 적용해 봄으로써 어렵고 복잡하게 그리고 현실과 동떨어져 했던 생각이 실험에 대한 접근성을 높이고 흥미와 호기심을 유발할 수 있다.
- 다. 셋째, 과학탐구능력 뿐만 아니라 실험의 중요성에 대해 인지하고 학생들의 실험활동 목적을 주지시켜 봄으로 과학 교사의 전문성과 교과 수업의 질을 향상시킬 수 있다.

※ 대전광역시서부교육청의 과학내실화 사업의 하나인 과학교사모임으로 지정되어 활동하고 있음.

어메니티과학연구회

1. 어떤 모임인가?

- 1) 급변하는 현대사회에서 과학교사의 정체성을 찾고 자는 뜻을 가진 교사들의 자발적인 모임이다.
- 2) 종합적인 쾌적함을 뜻하는 어메니티 정신을 바탕으로 생태론적인 과학을 탐구하는 중등과학교사들의 모임이다.
- 3) 정회원 20명 정도이고, 산하에 다음과 같은 모임이 또 있다.
 - ◎ 다살림과학교실 : 어메니티과학실험을 전파하는 주부들의 모임이다.
 - ◎ 어메니티환경학교 : 중등학생들의 연합 동아리로 매년 40~50명 정도가 수료한다.
 - ◎ 그루터기 : 환경학교 졸업생들의 모임으로 현 회원 200명 정도이다.
- 4) 전국과학교사협회 단체 회원이다.

2. 언제 어떻게 모였는가?

부산과학교사모임을 조직하고, 환경을 생각하는 부산교사 모임을 이끌었던 현 김옥자 회장이 환경과 과학을 다리 놓는 일이 과학교사가 할 일이 아닐까? 하는 생각에서 뜻을 같이하는 사람들을 모아 1999년 6월 19일에 창립하였다. 지난 해 10주년 기념행사를 하였고, 올해는 어느 독지가의 도움으로 곧 너른 공간으로 모임장소(현, 어메니티과학 사랑방)를 옮겨 갈 것이고, 현재 옮겨 간 곳에서 치를 뜻 깊은 11주년 행사를 들뜬 마음으로 기획하고 있다.



새로 마련한 실험방에서 자유탐구활동 하는 아이들

3. 어떤 일을 하는가?

- 1) 끊임없는 자체연수
- 2) 어메니티과학실험 개발
- 3) 다양한 과학문화행사에 참가, 어메니티과학실험 소개
- 4) 어메니티환경학교 운영, 환경지킴이 양성
- 5) 과학적 소양교육, 대중과학운동에 기여

4. 올해는 어떤 일을 하였는가?

- 1) 연구 활동
 - ◎ 2009 과학문화지원사업 ‘꽃보다 과학’ 연속 연구 학습장애 학생의 과학교육 자료집
‘꿈을 여는 과학상자’ 제작.
 - ◎ 유치원 방과후 프로그램, 간지혜(세대 간 지혜 나눔) 과학 프로그램 개발
 - ◎ 자유탐구활동 지원
- 2) 과학문화 행사 참가
 - ◎ 대한민국과학축전 7부스 참가
 - ◎ 부산과학축전, 제주과학축전 등 지역과학축전 참가
- 3) 제 10기 어메니티환경학교 운영 및 연구회 11주년 행사
- 4) 열려라! 화학세상 주관
- 5) 어메니티과학실험방 장소 이전

5. 어떻게 나아갈 것인가?

- 1) 꾸준한 어메니티과학실험 개발
- 2) 어메니티과학실험의 활용영역 확대
시민들에게 소개하여 과학적 소양교육에 기여하는 정도를 벗어나, 사회 소외 계층, 유아들의 자연학습, 장애인의 학습 및 치유, 노인-아동 상호작용 프로그램의 개발 및 보급 등으로 확대해 나갈 것임.
- 3) 초등교사 영역 개설 및 타 지역 모임으로 확대
초등교사 분과를 두고, 타 지역에서 희망하는 곳이 있으면 그동안 쌓아 온 노하우를 전수할 것임.
- 4) 점차 어메니티 교사 도서관으로 발전해 나갈 것임.

부천과학교사실험연구회 소개



부천과학교사실험연구회장
전 종 희

chonghee88@hanmail.net

<http://cafe.daum.net/bcstarq>

1. 목적

- 학교현장수업에 적용이 가능하고 쉽고 편리하게, 제작하고 효과적으로 과학현상을 체험할 수 있는 실험들을 개발 연구한다.
- 과학책속의 실험들을 더 단순하고 효과적으로 탐구할 수 있도록 변형하여 좀 더 창의적인 과학수업이 될 수 있도록 한다.
- 과학교사들의 수업아이템을 교환하는 세미나를 통하여 수업개선에 힘쓴다.
- 전국과학교사연구모임과의 교류를 통해 대한민국 과학교육의 발전에 힘쓴다.

2. 방침

- 정기연구모임을 통하여 기존 실험 아이템을 정비 및 실험 개발 공유
- 정기 세미나를 통해 부천과학교사들의 참여를 유도 - 연 5 회
- 홈페이지를 활성화 하여 최대한 많은 과학교사들과 공유하여 수업의 질 향상
- 전국과학교사협의회와 밀접한 관계를 유지하며 전국적인 세미나 모나올 개최
- 각종 과학관련 축제에 참여하여 실험아이템 검증 및 교류
- 1교사 1개 과학 동아리 육성 권장 및 유도.

3. 2011년도 추진 실적

◆ 정기 연구모임 매주 수요일 실시

가. 일시 : 매주 수요일 오후 7시 - 10시

나. 장소 : 부천북중학교 1과학실

다. 내용 : 교과에 관련된 실험아이템을 적극적으로 개발하여
학교현장에 적용할 수 있는 수업모형으로서의 가능성을 토론했.
약 15개의 실험아이템 개발 후 발표

◆ 과학교사세미나 - 연 5회 실시

가. 과학교사 세미나 목적

- 연구모임에 적극적으로 활동하지 못하는 많은 부천과학교사들을 위해 강의를 개설하여 수업방법 개선 및 과학동아리 운영에 도움을 준다.

- 매주 수요일 실시되는 정기연구모임에서 개발된 실험아이템 중에 우수한 아이템을 선정하여 과학교과실험세미나를 통해 보급한다.
- 새로운 교수학습 방법들을 소개하여 현장에 적용하여 가장 효과적이고 창의적인 과학수업이 되도록 도움을 준다.

나. 세미나 실시 현황 및 내용

차수	일시	인원	강사	주제
1차	5.20	30명	김인수(소명여고) 양유경(은행고)	과학프로젝트수업과 수업개선방법 마찰력을 이용한 재미있는 실험소개
2차	6.17	32명	성종규(장전중)	실제로 접근 가능한 실험 모델링 수업
3차	9.21	25명	차유화(장안여중) 전종희(부천북중)	효과적인 과학동아리 운영방법 기압에 대한 새로운 수업 방법
4차	10.19	32명	성종규(장전중)	과학에서의 큰 개념과 좋은 수업
5차	11.23	예정	임성숙(수석교사)	창의적 과학수업 모델 소개

다. 세미나 활동 사진



1차세미나



2차세미나



3차세미나



4차세미나

◆ 과학문화 보급 확산 캠페인활동 실시 - 각종 과학축전 참가

- 개발한 실험 아이템을 각 학교 과학동아리 아이들과 수정 보완하여 각종 과학축전에 적극 참여하여 발표



오사카과학축전



과학썩 큰 잔치



과학동아리교류회



대한민국창의과학축전



경기국제항공전



부천과학페스티벌

◆ 전국과학교사실험한마당 [모·나·울] 주최 - 12월 10일 예정

전국의 수많은 과학교사 단체들과 서로의 실험들을 공유하는 [모·나·울]을 공동 주최하고 주관하여, 전국에서 활동 중인 교사들의 아이템을 공유하고 개선하여 새롭게 적용할 수 있는 실험아이템 및 수업 모형 개발의 기반으로 활용한다.

가. 일 시 : 2011년 12월 10일(토) 09:00 - 24:00

나. 장 소 : 전북대학교 게스트하우스 (훈산하우스)

다. 공동주관 : 부천과학교과교육연구회, 참과학, 전북과학교육연합회

4. 문제점 및 개선방안

◆ 현재 과학교사들의 고민

많은 과학교사들이 새로운 수업(실험, 탐구토론, 동아리운영)에 뜻을 있으나

같이 할 사람이 주위에 없거나, 운영방법을 몰라 용기를 내어 시도도 하지 못하고 고민만 하다가 포기하는 경우가 너무 많다.

◆ 개선방안

- 수업방법개선분과, 동아리운영분과, 실험개발분과 등으로 나누어 운영한다.
- 홈페이지에 접속하지 않은 소극적인 교사들을 위해 적극적으로 메일이나 쪽지를 통해 연구모임의 결과들을 지속적으로 제공한다.
- 부천교육지원청 과학실과 적극적으로 연계하여 사업을 같이 진행한다.
- 각종 세미나 초청강연을 통해 연구모임의 문턱을 낮추고, 특별한 사람들이 모이는 곳이 아니고 과학교사들로서 고민을 함께 나누는 공간임을 인식시킨다.

5. 성과

- ◆ 부천과학교과교육연구회 정착
- ◆ 부천 과학교사들의 수업혁신 의지 확인
- ◆ 열심히 노력하는 과학교사들의 의지 확인
- ◆ 전국의 과학교사연구모임과의 지속적인 관계 유지



부천과학교과교육연구회 (http://cafe.daum.net/bcstarq)



<http://3skit.org>

이용구 (잠실여자고등학교)

1. 사랑터는 어떤 사람들의 모임일까?

‘사랑의 과학나눔터(사랑터)는 과학을 가르치는 사람들의 모임이다. 단순히 교과 학습을 위한 모임에서 벗어나 나눔과 공유의 문화를 만들기를 원하는 분들인 초·중·고 및 대학교에서 과학을 가르치는 분들의 모임으로, 물리·화학·생물·지학 등 전 영역에 걸친 다양한 교과 및 학년 선생님들이 활동하고 계신다.

2. 사랑터는 언제 생겼을까?

2003년 4월에 시간적·공간적 제약을 넘기 위한 작은 스케일의 실험을 위한 SSC(Small Scale Chemistry) 모임으로 첫 출발을 하였다. 처음에는 초·중·고 및 캠프용 키트를 개발하기 위하여 모여서, 모두 18개의 실험 키트를 제작하여 보급하였다. 이를 바탕으로 2003년 여름에는 전과협에서 주최한 교사연수인 ‘여름과학사냥’에서 SSC실험을 주제로 연수를 실시하여 성황리에 마쳤다. 그리고 가을에 있었던 대한화학공학회에서도 SSC실험으로 교사연수를 하였다.

2004년에는 화학뿐만 아니라 과학으로 영역을 넓혀 3S(Small Scale Science)로 이름을 바꾸고 활동하면서, 한국과학문화재단에 ‘Small Scale Science 키트 개발 및 보급’에 대한 제안서를 과학문화지원사업에 제출하여 연구를 하게 되었다.

2005년에 비로소 Simple, Smart, Strong(3S)한 과학교육을 생각하는 모임으로 과학실험의 대중화를 위해 노력하고 과학으로 사회와 소통하는 일을 하고자 하는 모임으로 거듭나게 된다.

3. 어떤 일을 하는가?

1) 국내외 교육 봉사

① 성동 외국인 근로자 센터의 지구촌 학교

사랑터가 2006년에 참여하여 과학 실험 봉사를 한 곳은 성동 외국인 근로자 센터의 지구촌학교이다. 지구촌학교는 한국에 거주하고 있는 외국인이주노동자 자녀들의 한국 생활 및 한국학교 적응을 돕기 위한 방과 후 학교이다. 이곳에 우리말을

비롯하여 미술, 과학, 컴퓨터 등 여러 가지 교육을 받을 수 있고 학교 숙제도 센터에서 도움을 받을 수 있는 곳이다. 사랑터는 2년 동안 방학과 학기 중에 학생들에게 과학 교육 봉사활동을 하였다.

② 마포 사랑의 과학나눔터

2008년에는 서울시 마포구 아현동에 위치한 소의초등학교에서 지역의 소외된 학생들과 함께 하였다. 6개월 동안 진행된 ‘마포 사랑의 과학나눔터’는 토요일 방과 후에 진행되었고, 여름 방학에는 여름 과학캠프를 진행하여 별자리 관측, 물로켓 제작, 비눗방울 놀이 등 재미있고 유익한 시간을 학생들과 함께 나누었다.



<마포 사랑의 과학나눔터 여름 과학캠프>

③ 마루아라 지역센터 (시립아동복지관)

2008년 겨울 캠프를 시작으로 지금까지 실시하고 있다. 2009년 1학기 프로그램은 빛을 주제로 수업하였고, 이번 학기부터는 정전기와 관련된 주제로 중학생들에게 수업하고 있다.

2010년 여름 방학에는 마루아라 학생들과 함께 여름 과학캠프를 진행하였다.

④ 동티모르과학교사 연수

2002년 인도네시아에서 독립한 신생국인 동티모르의 과학교사실험연수를 2007년과 2008년에 동티모르 바우카우(BAUCAU) 고등학교에서 실시하였다. 2009년과 2010년에는 인천과학사랑교사모임과 함께 실시하였고, 2011년에는 자체적으로 동티모르 과학교사실험연수를 실시할 예정이다.



<마루아라센터의 수업장면>



<동티모르과학교사 연수>

2) 자체 연수

① 격주 모임

실험발표의 시간은 다양한 전공과 다양한 학년의 교과를 담당하고 계시는 분들과 함께하는 실험이라 타교과에 대한 다양한 경험과 새로운 시각을 소중한 시간을 경험하고 있다.

② 열린 강좌

한 학기에 두 번은 국내외의 저명한 분들을 모셔서 배움의 시간을 갖는 ‘열린 강좌’(김형기 교수님의 ‘디지털 아트’, 조향숙 박사님의 ‘창의적교육과정’, 곽영순 박사님의 ‘다문화 과학교육과 과학담론’, 박정웅 선생님의 ‘우리나라 지질에 대한 이야기’와 김은주 선생님의 ‘수업시간의 다양한 논술수업’, 윤의준 교수님의 ‘반도체 조명 원리 및 응용’, 임종길 선생님의 ‘두꺼비 논 이야기’ 등)를 마련하기도 하였다.

3) 교사대상 직무 연수

2006년부터 여름 방학 기간을 이용하여 교사대상 실험연수를 실시하였다. 연수명은 ‘재미있는 과학실험’으로 매년 많은 초중등 선생님이 참여하여 사랑터가 개발한 실험들과 수업 자료들을 공유하는 시간을 가진다.

4. 그럼, 사랑터는 어디서 모이는가?

서울 압구정고등학교(과학실)에서 2주일에 한 번씩 만나서 실험·토의하고 공부하고 있다.



신나는 과학을 만드는 사람들 (Teachers for Exciting Science)

신나는 과학을 만드는 사람들(이하 신과람)은 과학교육의 대안을 모색하고, 과학교육 실험 프로그램을 개발하고 연구하는 활동을 하고 있으며, 개발한 프로그램들을 학교교육에 적용하고, 일반인과 학생들을 대상으로 하는 학교 밖 과학 활동과 같은 대중적인 행사를 개최하고 운영함으로써 과학교육을 통해 과학의 대중화를 실현시켜나가고 있다.

신과람은 서울 경기지역의 과학교사들에 의해 자발적으로 조직된 과학교사 모임으로서 창립 18주년을 맞는 올해에도 여전히 왕성한 활동으로 그 생명력을 과시하고 있다. “신나는 과학(Exciting Science), 정확한 과학(Exact Science), 모든 이를 위한 과학(Science for all)”을 목표로 정하고, 과학의 대중화와 과학교육의 발전에 기여함을 목적으로 활동하고 있다.

신과람은 매주 화요일 18시 30분부터 21시까지 한양대학교 서울캠퍼스 자연과학대학 110호 사무실을 두고 자연대 실험실에서 연구모임을 갖고 있으며, 과학실험을 좋아하며, 과학교육에 열의가 있는 선생님들의 모임이다. 물리, 화학, 생물, 지구과학, 초등 등 과학교육과 관련된 모든 분야의 선생님들이 활동하고 있으며. 신과람은 선생님들의 열정이 줄지 않는 화수분이 되고자 한다.

[연혁]

- 1991년 11월 10여명의 교사와 대학원생들이 모여 신나는 과학실험 교사모임을 결성하여 활동하다가 1993년 9월 8일 '신나는 과학실험 교사모임'의 교사 20여명과 '보람 과학 교사모임'의 교사 8명이 통합하여 '신나는 과학을 만드는 사람들'을 결성하였다.
- 1991년 서울대학교에서 활동을 시작하였으며, 94년부터 서강대학교의 후원으로 서강대에서 활동하다가 98년부터 한양대학교가 공식적으로 후원하는 단체로서 자연과학대학내에 사무실을 마련하고 현재 매주 화요일에 연구모임을 하고 있다.
- 1994년 2월, 과학대중화에 기여한 공로를 인정받아 한국과학기술 보급사업회에서 주는 '제1회 김용관상'을 수상하였다.
- 1998년부터 2002년까지 SBS '호기심천국'의 과학 관련 내용을 5년동안 기획, 자문, 출연하여 SBS 방송국으로부터 공로패를 받았다.

- 1999년 여성특별위원회의 의뢰로 '여학생 친화적 과학 프로그램의 개발'이라는 연구 용역을 수행하여 176종의 활동 자료를 개발하고, 2000년 시범학교 연구와 2001년 여학생 친화적 과학 프로그램 지도교사 연수를 실시하였다.
- 2003년 미국의 애질런트테크놀로지스사의 지원으로 10가지 주제 100종의 활동자료가 포함된 『애질런트-신과람 과학활동 프로그램』을 개발하였다. 이 프로그램은 애질런트테크놀로지스사의 여러 지역사회공헌 활동 중의 하나인 '초·중·고등학교 과학 교육 과정에서 학생 성취도 향상'을 위한 교육 프로그램으로 제작된 것이다.
- 2003년부터 LG상남도서관이 운영하는 LG사이언스랜드(www.lg-sl.net)에 신과람 실험실 코너를 만들고, 매주 연구발표 내용을 동영상으로 제작하여 제공하고 있다.
- 2004년부터 2008년까지 5년동안 국책연구기관인 한양대학교과학교육연구센터와 공동으로 'HASA 과학프로그램의 개발', '과학교사 전문성 신장을 위한 연수 프로그램의 개발과 실시', 'HASA 과학영재 프로그램의 개발과 실시'에 대한 연구 과제를 수행하였다.

연구회원들이 서울 가족과학축제, 서울학생과학축전, 대한민국과학축전 등 다양한 과학대중화 활동에 적극적으로 참여하고 있으며, 자체 기획행사도 운영하고 있다. 자체 기획행사로는 여름 방학중에 20~25개 학교의 연합과학캠프인 '**사이언스 잼버리**'를 매년 운영(2박 3일로 운영)하고 있으며, 겨울 방학 중에는 초등학생들을 위한 '**과학놀이마당**'을 실시하고 있다. 과학놀이마당은 1월중에 4일에 걸쳐 이뤄지는 프로그램으로 신청된 초등학생들이 최소의 비용으로 다양한 체험활동을 할 수 있도록 구성하여 운영하고 있다. 매년 700~800여명의 초등학생들에게 신나는 과학체험 기회를 제공하고 있다. 또한 기업의 사회환원 사업으로 한국RC협의회와 함께 서산 지역에서의 초등학생을 위한 과학체험활동 프로그램인 '**열려라 화학세상**'을 지속적으로 추진하고 있다.

신과람은 지금까지 다양한 과학대중화 활동으로 인정받고, 과학교육 프로그램 개발과 연구에 참여하여 큰 성과를 이루어 냈다. 수많은 과학교사들이 신과람을 거쳐 가면서 많은 아이디어를 공유하는 장이 되었으며, 지속적으로 활동하는 과정속에서 다수의 회원이 올해의 과학교사상을 수상하였으며, 현재에도 교수4~5명을 비롯하여 초, 중, 고 과학교사 160여명이 연구회원으로 활동하고 있다.

회장 노기종(011-9873-8827) 부회장 박영희(010-3329-9912)

울산과학교과연구회 소개



울산은 산업 수도의 메카라는 자부심 속에서 자동차와 중공업, 석유화학을 중심으로 산업에 대한 노하우와 발전상은 자랑거리지만 정작 이런 발전을 가져다 준 과학 기술에 대한 관심은 매우 저조한 형편이었고, 자라나는 학생들에게 과학에 대한 꿈을 키울 수 있는 과학관을 체험하기 위해서는 인근 지역으로 다녀와야 하는 등 과학문화의 불모지나 다름없는 현실이 2005년까지 지속되었다. 이런 안타까운 현실을 해결해보고자 과학 문화 확산에 대한 소신을 가진 10여명의 초·중·고등학교 과학 선생님들이 모여 2005년 울산생활교과연구회를 결성하였고, 본 교과연구회가 주축이 되어 2005년 8월 2일간의 일정으로 울산대공원에서 “울산과학문화축제”를 개최하면서 울산에서 본격적인 과학문화의 장을 열게 되었다.

2005년부터 울산과학박람회 등 지역의 과학 축전 행사를 주관하기 시작하였고, 지속적인 회원 영입과 과학문화확산활동을 통해 울산의 유일한 초·중·고 과학교사들의 통합교과연구회로 자리잡게 되었다.

2006년 교과연구회의 명칭을 “울산과학교과연구회”로 변경하면서 과학연구회로서의 체계를 잡아가기 시작하는데, 연구회의 활동 영역을 “과학축전 등의 대시민 과학문화행사, 과학교사들의 전문성 신장을 위한 연수, 외국과학자료집 번역 등의 교재 개발” 등 세 부분으로 구분하여 보다 전문적인 과학문화활동을 전개하기 시작하였다.

과학문화행사의 주요 활동으로 2006년도부터 지금까지 울산과학기술제전의 총괄 운영, 열려라! 즐거운 화학세상 주관, 청소년과학문화축제 주최, 울산 과학의 날 과학체험부스 운영, 울산과학박람회 등 울산지역의 전 과학문화 행사에 주도적인 역할을 하였다.

과학교사들의 전문성 신장을 위해서는 과학체험프로그램 개발을 위한 세미나, MBL 활용 연수, 탐구토론 사전연수 등 연 10회의 자율 연수 및 워크샵 활동을 개최하고 있다.



교재 및 자료집 개발에서는 각급 학교의 과학동산의 원활한 운영과 프로그램 제공을 위한 신나는 과학동산(Ⅰ, Ⅱ), 과학동아리 및 특별활동에 활용이 가능한 생활도구를 활용한 과학탐구프로그램(Ⅰ, Ⅱ), MBL과 함께하는 신나는 과학탐구, 읽으면서 배워요! 재미있는 과학이야기, 울산과학자원지도(RSM) 주관 및 동경과학축전 번역집 등 해마다 2-3권의 자료를 개발 또는 정리해 무료로 보급하고 있다.



울산 지역에서의 다양한 과학문화 확산 및 내실화에 대한 성과들이 서서히 나타나고 있는데, 2005년 10명에서 출발한 회원이 2010년에 50여명으로 확대되었고, 과학 관련 행사에 본 교과연구회와 함께 하고자 하는 기관이나 단체들의 문의가 눈에 띄게 늘어났다.

또한 연구회를 위해 헌신한 교사들에게도 개인적인 영광이 이어졌는데, 2006년 인재식 초대 회장, 2008년 정혁 2대 회장의 “올해의 과학교사상” 수상과 2007년 정혁 회장의 “이 달의 과학문화인상” 수상으로 이어졌고, 교과연구회 차원에서는 2008년 한국과학교육단체총연합회의 과학교과연구회 활동지원 발표대회에서 우수상으로 교육과학기술부장관상을 수상하는 등 가시적인 성과들이 나타나고 있다.

인천과학사랑교사모임(KOSTAIN)



1. 모임의 성격

경인지역 초중등과학교사 자율모임인 인천과학사랑교사모임에서 추구하는 가치는 세 가지이다.

- **잘 배우자!(Learn):** 잘 가르치기 위해서는 교사가 먼저 잘 배워야 한다. 이를 위해서 국내외로 다양한 연수나 교류회에 참여하고 재미있는 실험이면서 학교 현장에서 어느 누구나 재현해 볼 수 있고 동시에 교육과정에 활용할 수 있는 실험과 수업자료들을 개발하고 있다.

- **나누자!(Share):** 실험캠프를 통해 개발된 자료를 인근 지역 또는 다른 지역과학교사들과 서로 나누고자 한다.(교사실험연수)

- **봉사하자!(Service):** 2007년부터 10년 예정으로 '사랑의 과학나눔터'와 공동으로 동티모르 과학교사실험연수를 실시하고 있으며 2008년과 2011년에 마다가스카르 과학캠프와 교사실험연수를 실시하였다.(해외교육봉사)



인과사는 1992년도에 수업 자료의 개발과 공유에 뜻을 같이 하는 교사들에 의해 시작되었으며 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 분과에서 약 80여명 교사들이 활동하고 있다.

2. 주요 활동

① **과학교사실험연수**: 과학교사 전문성향상을 위해 매년 1월 마지막 주간(30시간)에 이루어지는 ‘과학교사실험연수’는 올해로 16번째 연수를 실시하였으며 전국적(인천68명 + 전국68명)으로 초중고 과학교사를 대상으로 통합 운영되는 연수이다.



② **학생과학실험캠프**: 2002년 이후에는 WISE인천지역사업단과 공동으로 ‘WISE 과학축제’와 더불어 ‘WISE 초등과학캠프’ 그리고 중학생 대상인 ‘영재과학캠프’를 진행하고 있다.

③ **대의 활동**: 개발된 실험들을 중심으로 하여 재미있는 실험들을 소개하기 위해 매년 국내 행사(대한민국창의과학축전, 전국과학썩잔치, 인천학생과학대제전)와 국제 교육봉사(동티모르과학교사실험연수, 마다가스카르 과학교사실험연수)를 기획, 참가하고 있다.



④ **연구 활동**: 격 주로 모이는 정기모임에는 50 여명 정도가 모여 개발한 실험과 수업 자료 등을 소개하고 직접 해 보는 시간을 통해 수업에 사용할 수 있는 자료들을 연구 개발하고 있다.

전남중등생물교육연구회(생교연)를 소개합니다!!

- 생교연은 전남중등생물교육연구회의 줄임말
- 전라남도에 재직 중인 생물전공 교사들의 모임.
- 1997년 11월 1일 창립.

1. 활동 방향

- 생물교육의 문제점을 고민하고 환경과 생명을 존중하는 인간 육성
- 현장 탐사 활동, 체험학습에 관한 정보와 프로그램 공유, 교수-학습 자료개발, 생물실험 자료 개발
- 회원들 간의 친목 도모, 생활 속의 과학 탐구, 지역단위 교류와 과학행사 참여 등등.....

2. 주요 활동 내용

가. 생태탐사 : 탐조 / 습지생태 조사 / 해안 생태 탐사 / 식생 조사 / 표본 제작

나. 탐사과정현장연수 : 전라남도교육청, 전남교육과학연구원 공동주관,
전남지역 과학교사 대상의 2박3일 직무연수 (하절기, 동절기)

다. 교수학습 자료 개발 및 보급

- 1) 중학교 3학년 수업자료 1999.
- 2) 제7학년 수준별 학습교재 2001.
- 3) 현장(숲, 갯벌, 하천, 철새)체험학습 자료 2003.
- 4) 생태·환경 분야 체험학습 자료, 과학실험실 모형 2007.
- 5) 방과후학교 현장체험학습 보조자료 2008.
- 6) 중고등학교 과학논술 교재연구 자료 2008.
- 7) 생태·환경 영역의 특별활동 교육자료 개발 2009
- 8) 고등학교 생물분야 논술형 및 서술형 평가도구 2009
- 9) 학교 숲 활동, 함께 만드는 동식물 도감 3년 계획 2009~2011
- 10) 동물의 각 기관계 해부수업 동영상 촬영 2010~2012

라. 온라인 카페 : <http://cafe.daum.net/biomaster>, 전남중등생물교육연구회

마. 자율 연수 및 특수분야 연수기관 지정 직무연수 주관

전자현미경 / 압화 / 해조류 / 유전학 관련실험 / 환경세미나 / DNA분석 / DMZ생태탐사 / 수업발표회/ 과학논술 / 해안생물 / 디지털카메라 활용 / 인

공습지 조사 /

바. 과학 관련 행사 참여

전남과학축전 / 교류연구회와 공동조사활동 / 전교조 참실발표대회 / 과학교사큰모임



전남과학축전 DNA팔찌



디지털카메라 활용연수



디지털카메라 야외실습



보성복내 습지답사



보성 복내습지 답사



제주 생태탐사 연수



정기발표회2010겨울

☺ 생교연은 열려있는 연구회, 함께하는 삶을 추구합니다.



전북과학교사교육연합회 소개

전북과학교사교육연합회장
진안중학교 오현춘
rosydad@hanmail.net

1. 전북과교연(JSTS, Jeonbuk Science Teachers' education Society)의 창립

- 1999년 2월 26일 창립
- 글로벌 시대를 맞아 과학 기술의 발전이 그 나라의 미래를 결정지으며, 세계적인 경제적 어려움 속에서 돌파구를 과학 교육에서 찾아야 한다는 공감대 형성.
- 미래의 한국을 이끌어갈 학생들에게 과학 기술에 대한 마인드를 키워주기 위해 현장감 있는 살아있는 과학교육이 필요함.
- '과학사랑 한마음'으로 뜻을 모은 전북지역 초·중·고 과학교사를 중심으로 구성하여 활동.
- 효율적인 과학 교수학습 연구, 교사들의 실험 지도능력 향상, 과학적 탐구력 향상 지도를 위한 창의적 교수방법, 창의·인성을 높이는 수업 개선을 도모.
- 실천적 방법을 통한 연구와 정보교환으로 깨어있는 준비된 과학교사상 추구.
- 2011년 현재 초·중·고 과학교사 약 200여 명이 물리·화학·생물·지구과학·초등·영재·전통과학 등 총 7개 교사교육 분과로 활동.

2. 전북과교연의 주요 활동

- 매년 정기세미나 개최
- 과학교사 연합 워크숍 활동
- 여름방학 중 '과학사랑 한마음 가족 과학캠프' 실시
- 학기 중 주5일제 휴무 이용한 유·초·중·고학생들의 교실 밖 자연활동
- 해외 과학축제 실시 및 대중과 함께하는 신나는 과학놀이마당
- 전북과학축전 및 지역 축제 과학부스 운영
- 과학의 대중화와 과학문화 확산을 위한 과학교실 운영
- 과학교사 교육을 위한 연수활동
- 전북과교연에 뿌리를 둔 다양한 자생 연구단체 활동 현재진행형...

3. 활동 요약

가. 정기 세미나 및 워크숍

매년 12월 정기 세미나 및 워크숍 개최 - 과학교육 영역에서 시의 적절한 주제를 선정하여 이에 대해 발표하고 토론하는 행사로 본 연구회의 발전에 밑거름이 되는 좋은 계기를 제공함.

나. 과학사랑 한마음 여름 과학캠프

올 8월 13일~14일 전북학생해양수련원에서 제12회 과학캠프 진행 - 280여 명의 학생, 교사, 학부모가 함께 소통하고 협력하는 축제의 장 펼침 - 20여 가지의 과학 활동으로 한여름을 뜨겁게 달군.

다. 학교 밖 과학교실

2006년부터 매년 학교 밖 과학교실 운영함 - 올해는 “과학문화를 만들어 가는 꿈, 나눔, 열정이 있는 과학교실”이라는 주제로 진행. 매년 실적발표회에서 최우수 및 우수상을 계속 수상. 교실 밖 과학교실은 전북과교연을 내·외적으로 더욱 키우고 발전시키는 성장의 동력임.

라. 신나는 과학놀이 한마당 축제

과학 대중화 사업의 일환으로 매년 진행되는 각종 과학축제 및 과학놀이 마당 주최 및 주관.

마. 과학교사 교육을 위한 연수활동

2011년 특수분야 연수기관으로 선정되어 중학교 과학교사 대상으로 “과학과 창의·인성을 높이는 수업”과정 연수(2학점 30시간) 진행.

4. 전북과교연의 미래

‘소통하고 협력하여 상생하는 과학’을 만들어가기 위해 늘 치열하게 고민하고, 역량을 최대로 발휘하여 과학 사랑을 실천하며, 지역사회를 과학문화의 메카로 만들고 가꾸어 갈 행복한 꿈을 꾸고 있음.

5. 활동장면 사진

가. 과학캠프



나. 과학과 창의·인성을 높이는 연수



참과학?

김인수(참과학 회장 / 경기도 부천시 소명여고)

[참과학]이란 이름을 처음 듣는 사람들은 전교조를 연상한다. 그러나 [참과학]은 전교조와 관련된 모임이 아니다. [참과학]의 [참]은, Charm(매력적인)과 참(빈틈없이 가득 참, 제대로 된 바람직한)을 지향한다는 뜻이다.

참과학은 대한민국의 과학교사 모임 대표단 모두를 초대하는 ‘모나울’(‘모’에서 ‘나’누고 어·울’림)을 2002년부터 해마다 주최해 왔으며, 일본의 과학축제들(청소년을 위한 과학의 제전 전국대회, 도야마대회, 오사카대회 등)에 2000년부터 해마다 초대받아 왔고, 매주 수요일 과학실험 연구개발 작업의 산출물들을 특허로 10건을 출원하여 특허등록된 것이 6건, 실용신안등록된 것이 1건, 출원 중인 것이 3건이다.

교직경력 20년이 바로 눈앞이던 1999년 1월, 나는 물리교사로서의 정체성에 대하여 깊이 고민하고 있었다. 수능 문제를 잘 풀 수 있는 훈련만 열심히 시켜온 나의 수업이 과연, 4년 동안 국가에서 장학금 받아 가면서 열심히 공부한 국립사대출신 과학교사의 바람직한 모습일까? 아니었다. 뭔가 변화가 필요했다. 하여, “실험을 위주로 하는 제대로 된 물리수업의 노하우”를 깨우치기 위하여 이 곳 저 곳으로 뛰었다.

처음 찾은 곳은 인과사(인천과학사랑교사모임)가 송덕여고 과학실에서 겨울방학을 이용하여 3일간 진행한 과학실험연수였다. 1999년 1월 나는 그 연수에서 “실험을 위주로 하는 제대로 된 물리수업의 노하우”에 대한 한줄기 빛을 보았다. 뭔가 가능성이 보였다, 그러나 일회성으로 끝이었다.

지속적으로 실험을 공부하려면 조직에 들어가야 했다. 매주 화요일마다 서울 한양대학교에서 모이는 신과람(신나는 과학을 만드는 사람들)에 문을 두드렸고, 매주 화요일 모임에 5년간 개근하였다. 이렇게 시작된 나의 과학실험 연구개발 활동에서 신과람과 인과사는 나의 고향인 셈이다.

그리고 2001년 3월에 [참과학]으로 독립하였다. 인천 중심의 인과사와 서울 경기 중심의 신과람을 넘어서 [참과학]은 전국을 그 활동영역으로 삼았다. 초창기의 [참과학] 모임에는 김인수 전석천 백성찬 김기열 4인이 주로 활동했고, 그 다음 해에는 이승룡 이경 황진수 김성훈 차유화 이동준 등 10인이 되었다. 2011년 2학기 현재 연회비를 낸 참과학의 연구위원은 49여명이며, 매주 수요일마다 가지는 부천 북중 3층 과학실에서의 정기모임에 참석하는 연구위원은 20여명쯤이다. [참과학]은 이렇게 아주 반듯하게 커가고 있는 열 한 살짜리 젊은 모임이다.

[참과학]의 화두, “실험을 위주로 하는 제대로 된 물리수업의 노하우 찾기”는 내가 일본의 과학축제, 청소년을 위한 과학의 제전 전국대회(「青少年のため

の科学の祭典」 全国大会)에 2000년부터 해마다 초대받는 행운을 거머쥐면서 그 전망이 밝아졌다.

2000년 <Shadow of Apollon>

2001년 <Shall we dance with light>

2002년 <짱아 부메랑 비행기>

2003년 <빛이든 자석이든>

2004년 <어둠 속의 빛>

2005년 <스포이드병 검전기>

2006년 <1N, 1J, 1W를 체험할 수 있는 마법의 병>

2009년 <빛으로 저항을 변화시켜 전압을 조정하자>

이 여덟 번의 초대는 일본의 과학실험 연구개발 전문가들의 전문용어처럼 ‘별 8개를 탄 것만큼’ 대단한 성취였다. 왜냐하면 일본에서 과학실험 연구개발 작업을 하는 수 만 명의 과학교사들도 해마다 신청자대 초대자가 5대 1 이상인 치열한 경쟁을 뚫어야만 이 대회에 초대받을 수 있기 때문이다.

한편, 나는 도야마 과학축제에

2006년 <떠오르는 타이타닉>

2007년 <스포이드병 검전기로 광전효과 실험을>

을 초대 받은 바 있고,

오사카 과학축제에

2008년 <빛으로 저항을 변화시켜 전압을 조정하자>

2009년 <떠오르는 타이타닉>

2010년 <떠오르는 타이타닉>

2011년 <이 세상의 모든 빛 All the light of this world>

을 초대 받았다.

이리하여 내가 일본의 과학축제에 초대받은 것은 꼭 열 네 번이 되므로 ‘별 14개를 탄’ 셈이다.

물론, [참과학]의 다른 연구위원들도 청소년을 위한 과학의 제전 전국대회 (「青少年のための科学の祭典」 全国大会)에 다음과 같이 29회나 초대 받았다.

2002년 백성찬 <Shall we dance with light 2>

2003년 백성찬 <Shall we dance with light 3>

2003년 이동준 <인터넷자바실험실>

2004년 백성찬 <Shall we dance with light 4>

2004년 이동준 <소형 태양광 멜로디언>

2004년 차유화 <The life to the moon>

2005년 백성찬 <Shall we dance with light 5>

2005년 이동준 <소형 태양광 멜로디언>

2005년 김선희 <Twinkling & spin doll>

2005년 차유화 <Light Plus Light>
 2005년 황진수 <춤추는 인형>
 2006년 백성찬 <Shall we dance with light 6>
 2006년 최경화 <미니루페를 만들자>
 2006년 정종덕 <편광마법카드>
 2006년 이동준 <적외선, 빨간 빛으로 바꾸자>
 2006년 고유곤 <색을 회전시켜 혼합하자>
 2006년 정성안 <자석은 알루미늄 호일 운동트레너>
 2006년 차유화 <Light minus Light>
 2006년 백승훈 <반짝반짝 빛나는 오뎅이를 만들자>
 2006년 양유경 <자석판 위의 춤추는 개구리>
 2007년 김선희 <Shall we dance with light 7>
 2007년 이동준 <투명 필름을 겹쳐서 칼라 사진을>
 2007년 김창연 <Shall we dance with a string>
 2007년 오교선 <투명 비닐에서 나는 소리>
 2007년 정성안 <자석은 알루미늄캔의 운동트레너>
 2007년 김종희 <PET병을 이용한 폐모형 만들기>
 2007년 이준구 <온도차로 발전해서 모터를 돌리자>
 2007년 박소영 <Volta + Lorentz>
 2010년 이동준 <태양광 멜로디언 만들기>
 (2008년 2011년은 「青少年のための科学の祭典」 全国大会 사무국에서 한국팀은 아무도 초대안함)
 (2009년, 2010년은 「青少年のための科学の祭典」 全国大会 사무국에서 한국은 한팀만 초대함)
 [참과학]의 다른 연구위원들이 도야마 과학축제에 초대 받은 것은
 2005년 김선희 <Twinkling & spin doll>
 오사카 과학축제에 초대 받은 것은
 2008년 이하영 <복합지레로자동차 와이퍼 만들기>
 2008년 차유화 <노랑의 근원 색은 무엇일까>
 2008년 이준구 <물의 온도차이 만으로 전기를 만들어 보자>
 2009년 차유화 <The magic where the butterfly is exchanged with the larva>
 2009년 이준구 <와! 사진이 입체적으로 보이네>
 2009년 김성규 <나도 그림을 잘 그릴 수 있다>
 2010년 이준구 <Make the first planetarium>
 2010년 차유화 <The magic where the butterfly is exchanged with the larva>
 2011년 이준구 <Create a simple straw flute resonance>
 2011년 차유화 <The water is drawn, pulled!!>

2011년 김성규 <Do you know Doppler's Effect?>

2011년 성종규 <Make the Rocks!!>

등이다.

이리하여 나와 [참과학]의 연구위원들이 일본의 과학축제에 초대받은 것은 모두 56회이므로, 참과학 연구위원 모두는 [참과학] 11년 만에 '별 56개를 딴' 셈이다.

그렇다면, [참과학] 연구위원들이 「青少年のための科学の祭典」 全国大会와 도야마대회, 오사카대회에 관심을 가지는 것은 왜일까? 이들 대회의 실행위원회는 과학교사들 중심이어서 충분한 시간동안 찬찬히 따져보며 심사하기 때문에 이를 통과하기 위해 끊임없이 전혀 새로운 과학실험을 연구개발해 가는 과정이나 프로포절을 보내고 초대를 결정한다는 메일을 기다리는 한 달 반쯤의 기다림이 아주 스릴 넘치고, 일단 초대된 실험아이템에 대해서는 문헌적 근거가 될 수 있는 실험해설집에 수록하고 Web에 올려 지적 소유권을 인정해 주기 때문이 아닐까 생각한다.

그런데, 한국의 많은 과학축제들 즉, 대한민국 과학축전, 과학 싹 큰 잔치, 가족 과학축전, 그리고 각 지역의 많은 과학축제들은 과학교사가 중심이 된 실행위원회가 있어서 교육적으로 행사를 진행하기 보다는(전남과학축전은 '과학을 사랑하는 사람들'이라는 초등학교 교사들의 모임에서 기획 준비 진행하므로 이 경우는 예외이다) 이윤추구가 목적인 행사 기획사에게 하청을 준다. 행사 기획사는 교육자가 아니다. 또 한국의 많은 과학축제들에서 실험 아이템의 지적소유권은 대개 무시된다. 그래서 적당히 각색한 후 업그레이드했다고 큰 소리 치는 양태를 자주 본다. 이것은 언제 어디에서 누가 처음으로 발표한 것인지 알지만 대응하여 싸운다는 것은 볼썽사납다. 하여, 내가 연구개발한 실험들은 특허청에 10건을 특허 출원 했으며, 특허등록된 것이 6건, 실용신안등록된 것이 1건, 출원 중인 것이 3건이다.

특허 제 10-0581382 <옴의 법칙 실험용 전기회로>

특허 제 10-0623059 <조도 및 자석을 이용한 전압분배법칙을 확인하는 장치 및 방법>

특허 제 10-0766103 <샤를의 법칙용 실험장치>

특허 제 10-0787897 <단위 힘, 단위 에너지 및 단위 일률을 확인할 수 있는 실험장치>

특허 제 10-0826947 <학습용검전기>

특허 제 10-0830191 <광전효과 실험용 기자재>

실용신안 제 20-0453486 <중력극복 실험구>

이 특허는 과학실험 시연활동 연구개발에 함께 참여한 중 고등학생들의 이름으로 등록되어 대학입시의 입학사정관 전형 등에 큰 도움이 될 수 있도록 배려하였다.

[참과학]이 함께 진행한 연구 프로젝트도 꽤 많았다. 2003년에 국책연구기관 한양대학교 과학교육연구센터와 함께 <과학 동아리 지도 모범 자료집>을 만들어 전국의 초 중 고등학교 과학 동아리 지도교사들에게 큰 도움을 주었다. 2004년에 과학기술부와 이화여대 WISE와 함께 <지역과학축전 모형 개발을 위한 정책 연구>를 수행하여 329쪽짜리 보고서를 제출하였으며, 이 정책보고서는 대한민국과학축전을 비롯한 한국의 과학축제를 기획 준비 진행하는데 모델이 되고 있다. 2004년에 한국물리학회와 <7차 교육과정의 물리교육과정 개선안을 만드는 연구프로젝트>에 참여하였다. 이 연구보고서는 현재 7.5차로 속칭되는 새로운 교육과정의 물리교육과정으로 공시되어 시행을 앞두고 있다. 2005년에 한국과학문화재단과 이화여대 WISE와 함께 <읍 면 동 생활과학교실 실험 매뉴얼 개발>로 초등학교용 52개 실험 아이템 매뉴얼을 만들었는데, 이화여대 WISE는 초등학교 저학년용 26개, [참과학]은 초등학교 고학년용 26개를 만들었다. 현재 이 매뉴얼은 전국에서 진행 중인 생활과학교실의 매뉴얼로 사용되고 있다. 한편, <읍 면 동 생활과학교실 실험 매뉴얼 개발>의 중학교 이상에 쓰이는 매뉴얼은 한양대학교와 서울대학교에서 연구 개발하였다. 2006년에 한국발명진흥회와 경기도교육청 과학산업교육과와 함께 한 [참과학]의 연구 프로젝트는 <주5일 수업제 연계 과학실험 체험활동 49개 연구개발>이었다. 학생용과 교사용으로 편집된 452쪽짜리 연구보고서는 현재 전국의 영재교육기관의 교재로 사용되고 있다. 2007년에 [참과학]은 한국과학문화재단과 과학문화진흥회, 서울과학고, 경기과학고, 신과람(신나는 과학을 만드는 사람들), 인과사(인천 과학사랑 교사모임)과 함께 <통합논술 100문항 연구개발> 작업을 수행하였다. 현재 이 통합논술 문항과 해답 등은 Web에서 스스로 공부하고 훈련할 수 있게 꾸며져서 한국과학문화재단 홈페이지에 탑재 되어 있으며, 독립된 책으로도 출판 발행될 예정이다.

1896년 스웨덴 Alfred Nobel의 유언대로 1901년부터 ‘인류 복지에 가장 구체적으로 공헌한 사람’에게 물리학, 화학, 생리학 및 의학, 문학, 경제학, 평화상의 6부문에서 주어지는 [노벨상]과, 1991년 하버드 대학의 과학유머 잡지인 Annals of Improbable Research(AIR)의 발행인인 Marc Abrahams에 의해 알프레드 노벨의 친척 Ignatius Nobel(소용돌이치는 물에 있는 기포 두 개가 절대로 똑같은 경로를 통해 표면으로 상승할 수 없다는 사실을 증명한 과학자)의 유산으로 창립된 [이그노벨상]은 전혀 무관한 것은 아니다. [이그노벨상]의 수상 기준은 엄격하며 1991년 처음 주어질 때는 “재연될 수도 없고, 재연되어서도 안 되는(that cannot, or should not, be reproduced)” 연구를 수상자로 발표했으나, 그 다음부터는 공인된 학술지에 게재되었거나 공신을 인정받은 업적 중에서 “처음에는 웃음을 자아내지만 다시 생각할 기회를 주는(first make people laugh, and then make them think)” 연구와 논문을 진짜 노벨상 수상자들이 심사하고 직접 시상하는데, 수상자 발표는 스웨덴의 노벨상위원회가 노벨상을

발표하기 직전에 있다. [이그노벨상]은 [노벨상]처럼 약 15억 원의 상금을 지급하지는 않는 대신 손으로 직접 만든 상패와 상장을 수여하고 수상자는 노벨상 수상자만큼의 영광을 안게 된다. 수상 분야는 물리학, 화학, 생리의학, 문학, 경제학, 평화, 언어학, 바이오, 영양학, 항공(Aviation)상의 10개이다. 널리 알려진 ‘머피의 법칙’ 창안자인 에드워드 머피는 사후(死後)인 2003년 공학상을 받았으며, 한국도 두 번의 이그노벨상을 받았는데, 1999년 권혁호씨가 ‘항기 나는 정장’을 개발한 공로로 환경보호상을, 2000년 문선명 통일교 교주가 1960년 36쌍에서 1997년 3600만 쌍까지 합동 결혼시킨 공로로 ‘경제학상’을 수상하였다. 과학을 희화화한다는 과학계의 비판에도 불구하고, 진짜 노벨상 수상자들이 기꺼이 논문 심사와 시상을 맡고 있는 걸로 보아 과학에 대한 일반인의 관심을 높일 수 있다는 긍정적인 측면도 크다고 할 것이다.

[참과학]은 해마다 노벨상이 발표되는 10월 이후 초겨울에, 바람직한 과학교육을 지향하는 초 중 고등학교 교사, 대학 교수, 일반인들이 ‘모’여, 새롭게 연구 개발한 실험을 ‘나’누고, 문화와 예술을 통하여 어‘울’림을 목적으로 추수감사제 <모나울(모여서 나누고 어울림)>을 기획 준비 진행해 오고 있다. 모나울은 2002년 여름 포항공대에서 2002년 대한민국과학축전에 초대 받은 일본의 갈릴레오 공방, 온센(오사카), 도야마 그리고 한국의 참과학, 진주 물리시연, 부산 어메니티, 전남 과사람(과학을 사랑하는 사람들)이 모여서 서로의 실험을 나누고 어울린 것이 그 시초였다. 그 이후 해마다 참과학이 이 행사를 주최해 왔으며, 광주학생교육문화회관(2002년 겨울), 한서대(2003년 겨울), 부천 복사골 문화센터(2004년 겨울), 전북대(2005년 겨울), 충주대(2006년, 2007년, 2008년), 전북대(2009년) 부천 복사골문화센터(2010년)에서 열렸으며, 2011년은 전북대 게스트하우스 훈산에서 2011년 12월 10일-11일에 열린다.

[참과학]은 <모나울>에서 모든 CAST, STAFF, 직접 실험을 듣고 보고 체험한 이들의 투표로 뽑힌 수상자에게 [모나울 이그노벨상]을 수여하며 수상 기준은 다음과 같다.

“first make people laugh, and then make them think”

“an experiment which are alive and planned in different ways”

“an attractive experiment which costs lower than others”

“처음에는 웃음을 자아내지만 다시 생각할 기회를 주는”

“전혀 새롭게 연구 개발된 살아있는 실험”

“다른 어떤 실험보다 저렴한 재료비가 특별히 매력적인 실험”

Alfred Nobel의 유언대로 1901년부터 수여되고 있는 노벨상의 상금은 한국 원화로 약 15억 원(1.5 X 10⁹ 원)이다. [모나울 이그노벨상]은 [노벨상]보다 단지 인지도에 있어서 아직은 10-4 배 쯤이라는 가정과 수상자가 부담스럽지 아니하게 해야 한다는 배려의 차원에서 [모나울 이그노벨상]의 상금은 15만 원(1.5 X 10⁵ 원)으로, 2007년 모나울에서 부터 상장과 함께 상금이 수여되고 있지

만, 대개는 그 수상금을 모나올 실행위원회 쪽으로 기부해 주는 아름다운 모습을 보게된다.

[2007년 모나올 이그노벨상(The 2007 Ig Nobel Prize in MONAUL : Gathering, sharing and harmonizing)] 시상식은 2007년 12월 8일 토요일 늦은 5시 충주대학교 인문사회관 소강당에서는 있었으며, Yoji TAKIKAWA 교수(일본 東京大, 물리), 박상대(인천 송덕여고, 화학), 이동준(강원 동해 북평여중, 물리) 3인이 공동 수상하였다. Yoji TAKIKAWA 교수의 실험은 풍선을 이용한 ‘안전하고 재미있고 간단한’압력 체험 실험이었으며, 박상대 선생님의 실험은 주사기를 이용한 유독한 염화수소나 암모니아 기체의 안전한 합성과 그 응용이었고, 이동준 선생님의 실험은 3가지 실험 시리즈(투명필름을 겹쳐 컬러사진 만들기, 적외선을 보자, 유리구슬 자벌레 모형 만들기)였다.

[2008년 모나올 이그노벨상(The 2008 Ig Nobel Prize in MONAUL : Gathering, sharing and harmonizing)]은 황진수(경기 부천 도당고, 물리)가 수상하였다. 황진수의 실험은 “풍선이 떠오르는 높이는 풍선의 무엇과 관계가 있을까?” 라는 제목으로, 헬륨 풍선을 이용하여 부력과 관련된 탐구활동을 직접 경험하게 하는 것이었다. ‘여러 가지 상황 속에서 물체가 안정될 수 있는 조건을 분석하다 보면, 다소 추상적이던 부력이 얼마나 단순한 원리인가를 자연스럽게 깨닫게 되고 물체의 안정한 평형 상태에 대한 이해도 깊어진다’고 하였다.

[2009년 모나올 이그노벨상(The 2009 Ig Nobel Prize in MONAUL : Gathering, sharing and harmonizing)]은 김성규(경기 부천 정명고, 물리)가 수상하였다. 김성규의 실험은 ‘간편한 천체운동 설명장치’와 ‘나도 그림을 잘 그릴 수 있다’는 2가지였다. ‘간편한 천체운동 설명장치’는 CD(DVD)와 탁구공, 네오디움 자석으로 구성된 천체모형, 천체운동설명판, 화상카메라, 개인용 천체운동학습판으로 지구와 행성을 형상화시킨 작품으로, 이를 통해 내행성과 외행성, 달의 궤도에 따른 관찰시간과, 지구에서 느끼게 되는 천체의 위상을 정확하게 파악할 수 있게 된다. 그리고, ‘나도 그림을 잘 그릴 수 있다’는 투명한 유리나 아크릴판을 이용하여 그림을 복사하듯 그리게 되고, 그 과정을 통해 거울에 의해 만들어지는 상의 특징을 체험할 수 있게 된다고 하였다.

[2010년 모나올 이그노벨상](The 2010 Ig Nobel Prize in MONAUL : Gathering, sharing and harmonizing)]은 정종덕(경남 진주 삼현여고, 물리)이 수상하였다. 정종덕의 실험은 필름통과 색깔스티커, 라벨용지, 종이테이프, 색종이, 가위, 칼, 풀, 자, 거울로 ‘지구와 달, 그리고 태양계 운동 모형’을 만들어 천체의 운동 원리를 분석하고 이를 설명하는데 아주 훌륭한 실험이라고 평가 받았다. [참과학]은 꿈꾼다, [참과학]만의 공간에서 언제든 누구든 원하는 대로 과학실험 시연활동을 연구개발 할 수 있는 그 날이 오기를!

화학을 사랑하는 사람들의 모임

-2010년 실적 및 2011년 계획-

화학을 사랑하는 사람들의 모임
회장 홍경환

1. 모임의 성격 : 「화학을 사랑하는 사람들의 모임」

2. 2010년 연구 활동 추진 결과 요약

월	활동명	연구(수업)활동 내용 및 실적	참석범위 및 인원
3	세미나 및 실험연구	과학 및 화학실험 연구(광양중학교 외 3교) 매주 2, 4주 화요일	연중
4	2010 전남과학축전	2010 전남과학축전(여수진남체육관, 6주제)	회원 20명
6	열려라! 즐거운 화학세상	여수 여도초등학교 과학캠프	회원 20명 학생 480명
7	과학캠프 실험자료 발표	과학캠프 실험자료발표(여천고등학교)	회원 12명
	첨단과학기기연수	첨단과학기기연수(전남대학교여수캠퍼스)	회원 17명
8	전남대학교 영재캠프	전남대학교영재캠프지원(실험 시연)	회원 3명
	화사모 과학캠프	과학캠프(여천고, 목포대, 광양제철고)	회원/고등생 360명
11	전남대과학캠프	전남대학교 과학캠프(대학생60명)	회원 10명
	우수수업발표	회원 우수수업발표(2명)(목포 옥암중학교)	회원/교사 70명
	전국과학교사큰모임참가	전국과학교사큰모임 발표 및 연수참가	
12	화사모 정기총회	화사모 정기총회 및 세미나 (장성, 전라남도 나노바이오연구센터)	회원/교사

3. 2010년도 과학교사 테마 직무연수 운영

교시 일자	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	장 소
07/10(토) 09:00~13:00	개강식 (홍경환)	생활에서 응용되는 화학 (강사 : 박현주)					조선대
07/24(토) 11:00~18:00	과천과학관 (기초과학관) (강사 : 전석천)	과천과학관 (곤충생태관) (강사 : 임혁)	과천과학관 (자연사관) (강사 : 구수정)				과천 과학관
07/25(일) 09:00~16:00	과천과학관 첨단기술관 (강사 : 박현우)	과천과학관 전통과학관 (강사 : 한문정)	과천과학관 (천체투영관) (강사 : 박금재)				과천 과학관
08/28(토) 10:00~13:00	수수께끼 화학(강사 : 박현주)			FUN, FUN 물리실험(강사 : 채희진)			조선대
11/27(토) 13:00~20:00	화학의 발전 (강사 : 이상좌)	특강 : 창의적 과학교육 (강사 : 최정훈)			UCC 제작 (강사:장병기)		광주 카이스트
11/28(일) 09:00~16:00	UCC 제작 (강사:장병기)	화학교과서 실험의 모순 (강사 : 강훈백)	과학관 활용과 탐구학습 (강사 : 손병옥)				광주 카이스트

4. 자료 목록 및 견본

일련 번호	자료개발 보급일자	자 료 명	내용(요약) 및 보급량	활용대상
1	6월 26일	2010 열려라! 즐거운 화학세상	한국 RC협의회 주체로 한 재미있는 화학실험과 체험 놀이 수록 600부	초등학생 및 교사
2	7월 17일	제3회 화사모 이동과학캠프	제3회 화사모 이동과학캠프에 고등학 생들이 입시를 준비할 수 있는 실험 자료 수록 300부	고등학생 교사
3	12월 중	2010년도 과학교사 테마실험연수자료집	중고등학교에서 과학교사가 이용할 수 있는 여러 가지 실험자료 수록 300부	교사
4	12월 중	세미나 자료집	화사모 정기 학술 세미나 자료집 200부	교사

5. 관련 활동 사진자료



전남대학교 영재캠프 지원



열려라! 즐거운 화학세상(여수 여도초등학교)



2010-3회 화사모 이동과학캠프(광양제철고등학교)



2010과천과학관 과학교사 테마직무연수

6. 2011년도 운영계획

가. 각종 행사 유지 및 협조

- 1) 제 4회 화사모 이동과학캠프: 8월 중(년 4회 예정)
- 2) 2011 열려라! 즐거운 화학세상(한국 RC협의회와 연계): 1학기 중
- 3) 2011 과학교사 테마직무연수 운영(32시간)
- 4) 정기 학술세미나 및 총회: 12월 중
- 5) 대한민국과학축전 실험개발 및 참석
- 6) 전라남도과학축전 실험개발 및 참석
- 7) 찾아가는 과학교실 및 지역 과학축전 지원

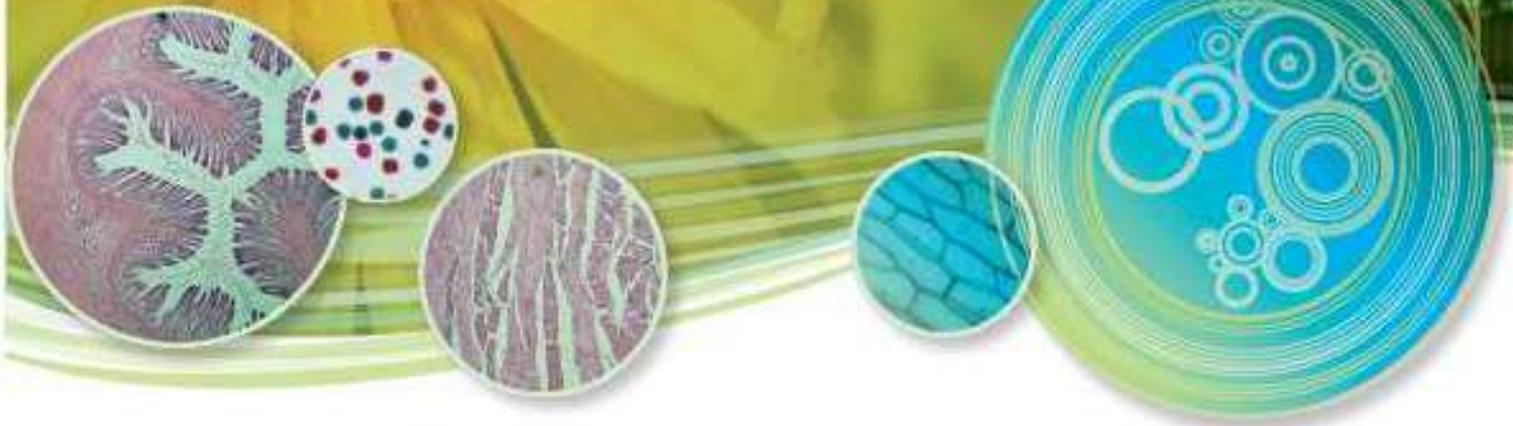
나. 홈페이지(<http://www.whasamo.com/>)의 확대 정비를 통한 우수 교수-학습자료 개발 및 탑재

The screenshot shows the homepage of the Whasamo website. At the top, there is a navigation bar with links for '동호회소개', '동호회활동', '자료실', '열린마당', and '추천사이트'. Below this is a 'MEMBER LOGIN' section with input fields for '아이디' and '비밀번호', and buttons for '로그인' and '회원가입'. To the right of the login section is a calendar for November 2010. Further right is a list of articles, each with a title, a date, and a 'More' link. The articles include topics like '건강을 유지합시다', '사이언스커뮤니케이션 강좌', '화사모 로고', '반체의 할로겐화 반응', '은행 및 색소분리', '탄소화합물 정리', '나노공학 영상자료', '화성의 운동', '최대미각', '문제은행-중1과학', '문제은행-중1과학', '문제은행-중2과학', '자료요청이요..', '미온화 에너지에 관해서 질문있어요!!!', '화학1 수소결합에 관한 문제...', '심층연접자료', '구술연접 기술 문제', '트랜스지방 왜 나쁠까', '2007년 4월 종로 월례교사(화학2)', '2010학년도 수능 해설지', '고3-3월-전국연합학력평가해설지(2006.3)', '자유탐구 단계별 지도 계획', '표준수소전극 제작 및 구리의 표준환원전', and '과학교사 실험연수 자료'.

다. 자율연수 및 연구 개발의 확대

- 1) 각 지부별 담당자를 선정하여 지역모임의 활성화를 꾀하고, 지부별로 새로운 실험을 개발하여 보급하도록 한다.
 - ① 서부지역: 지부장(오상기), 총무(김현돈)
 - ② 중부지역: 지부장(김기철), 총무(전영혜)
 - ③ 동부지역: 지부장(임대홍), 총무(배정주)
- 2) **국내외 과학축전 및 실험연수에 적극 참여:** 동경과학축전(일본), 사이언스데이, 대한민국과학축전, 전남과학축전, WISE교사실험연수, 전국과학교사큰모임, 대한화학회, 모나올 등에 적극적으로 참여하여 지식과 경험을 쌓도록 한다.(참여자 연수경비 지원)

Biozoa Life Science



생물나라는
과학교육의 창의성과 수월성을 추구합니다.

전문적인 생명과학 지식과 실험을 가장 창의적이고,
효과적으로 초·중등 과학교육에 전달하여
실험교육의 가치를 창조하는 기업입니다.



Biological Products Biozoa Co.,Ltd
Tel. 02.862.1372 / Fax. 02.866.0904

제9회 전국과학교사큰모임 집행위원회

■ 위원장

전석천 (승문고, jeonsch@unitel.co.kr)
(사)과학교사과학문화협회 및 전국과학교사협회 회장

■ 위원(가나다순)

고문석 (화사모 회장, 전남 동광양중, 이사) hunikkeo@hanmail.net
김경호 (강원회장, 원주고, 이사) kkh7843@chol.com
김 의 (전남생교연, 광양여고, 이사) kimyee@hanmail.net
김인수 (참과학, 소명여고, 이사) pppp7799@hanmail.net
김진양 (경과연, 정왕고, 이사) jking66@hanmail.net
김창건 (제주청소년과학탐구연구회, 중앙중, 이사) kimcg64@paran.com
라중태 (대전과학교사모임, 둔원중, 이사) naandnd@hanmail.net
민재식 (울산과학연구회, 울산 삼일여고, 이사, 사무국장) bio2001@chol.com
박현우 (인과사, 인천해사고, 이사) hwp55@hanmail.net
설장규 (전남지구과학연구회, 자은중, 이사) suljk2000@paran.com
심정애 (부산어메니티, 기장고, 이사) chemmania@hanmail.net
이용구 (사랑의 과학나눔터, 잠실여고, 이사) yonggulee@yahoo.co.kr
이재면 (전북과교연 회장, 한일고, 이사) ljm551@hanmail.net
임 혁 (서울신과람, 원목고, 이사, 총무) s2tes@dreamwiz.com
전중희 (부천과학교사실험연구회, 부천북중, 이사) chonghee88@hanmail.net
채희진 (전물연, 전남과학고, 이사) chjele@paran.com
허서구 (경북과학교사모임, 석보중, 이사) hsg7982@chol.com
박금재 (경과연, 성안고, 감사) pansori4u@paran.com
조미애 (전북과교연, 전북기계공고, 감사) jme08@hanmail.net
이선희 (사랑의 과학나눔터, 신관중, 편집부장) esunny21@hanmail.net
이동준 (참과학, 강릉 관동중, 홈페이지 관리부장) jorland@hanmail.net

제9회 전국과학교사큰모임

발행일 2011년 11월 26일
인쇄일 2011년 11월 26일
발행처 (사)과학교사과학문화협회
전국과학교사협회
(<http://www.k-sta.org>)