

## 제10회 전국과학교사큰모임

# 미래인재교육의 시작은 전국과학교사협회에서

- 일 시: 2012년 5월 19일(토)~20일(일)
- 장 소: 울산과학관

♣주 최: (사)과학교사과학문화협회, 전국과학교사협회

♣주 관: 울산과학연구원

♣후 원: 울산광역시교육청

♣협 찬: 생물나라, 4D프레임, 한도움마트

♣참가단체: 강원과학교육연구회, 경기도과학과교육연구회, 경북과학교사모임, 대전과학교사모임, 부산 어메니티 과학교육연구회, 부천과학교과교육연구회, 사랑의 과학나눔터, 신나는 과학을 만드는 사람들, 울산과학연구원, 인천과학사랑교사모임, 전남중등물리교육연구회, 전남중등생물교육연구회, 전남지구과학연구회, 전북과학교사연합회, 제주청소년과학탐구연구회, 참과학, 화학을 사랑하는 사람들의 모임 17개 단체

KSTA



# 차 례

[일정표] ..... 4

## [인사말/ 축사/ 특강]

1. 인사말 김옥자(전국과학교사협회 회장) ..... 6  
2. 축사 임용목(전남과학고등학교) ..... 8

## [워크숍]

1. (심정애)기체에 관한 법칙-어메니티과학연구회 ..... 9  
2. (함보람)생식주기 팔찌-부천과학고과교육연구회 ..... 10  
3. (이성현)멀티 어둠상자의 활용-울산과학연구회 ..... 12  
4. (윤미숙)화폐 속의 과학기술-신과람 ..... 20  
5. (신수경)유유상종? 물 분자 만 동동-어메니티과학연구회 ..... 34  
6. (박형군)기체분자운동을 느껴보자-부천과학고과교육연구회 ..... 37  
7. (박형식)체세포 분열 과정 촉광 시계 만들기-울산과학연구회 ..... 41  
8. (전석천)기체 발생장치 만들기와 수소실험-신과람 ..... 43  
9. (이윤정)창착 곤충 만들기-울산과학연구회 ..... 49  
10. (김인수)기가바이트(GB)와 나노미터(nm)랑 친구되기-참과학 ..... 51  
11. (장병기)CSI 과학수사대-화사모 ..... 58  
12. (박현우,김석중,한성문)8자 전동기-인천과학사랑교사모임 ..... 69  
13. (오현춘)에너지포포시스 재미있게 활용하기-전북과학교사교육연합회 ..... 71  
14. (김성규)간편한 전자기 유도 현상 실험-참과학 ..... 92  
15. (이순식)애니메이션의 이해와 제작-울산과학연구회 ..... 94  
16. (이선희)내가 쓰는 에너지 내 손으로 만들기-사랑의 과학나눔터 ..... 99  
17. (이재면)공기의 온도를 낮추면? -전북과학교사교육연합회 ..... 111  
18. (류신호)삶과 에너지의 이용-경기도과학과교육연구회 ..... 113  
19. (류신호)약점과 강점의 구조-경기도과학과교육연구회 ..... 118  
20. (류신호)신체 활동 강화 수업 도구-경기도과학과교육연구회 ..... 121

21. (김재기)금속태그로 나를 표현해보자-강원과학교육연구회	122
22. (신남수,정대홍)기체의 부피와 온도의 관계-사랑의 과학나눔터	125
23. (백종민)종이에 매달린 추-신과람	128
24. (이동준)네트워크 역할 놀이-참과학	134
25. (이진승,최길순)소외계층 학생들의 정서적 교감 능력 향상을 위한 STEAM 프로그램 개발 및 운영-사랑의 과학나눔터	141

### [모임소개]

1. 강원과학교육연구회	149
2. 경기도중등과학과교육연구회	151
3. 경북과학교사모임	153
4. 대전과학교사모임	155
5. 어메니티 과학연구회	158
6. 부천과학교과교육연구회	160
7. 사랑의 과학나눔터	164
8. 신나는 과학을 만드는 사람들	166
9. 울산과학교과연구회	168
10. 인천과학사랑교사모임	170
11. 전남중등생물교육연구회	172
12. 전북과학교사교육연합회	174
13. 참과학	178
14. 화학을 사랑하는 사람들의 모임	183

[후원사 소개]	186
----------	-----

[저녁식사 장소 및 숙소 위치 안내]	189
----------------------	-----

[제10회 전국과학교사큰모임 집행위원회]	190
------------------------	-----

## 제10회 전국과학교사큰모임 일정표

주제 : 미래인재교육의 시작은 전국과학교사협회에서

일시 : 2012.05.19.(토) ~ 05.20.(일)(1박2일), 장소 : 울산과학관

시간	장소	내용 (장소: 3층 실험실)			
		지구과학실	물리실	화학실	생물실
	09:30~10:20	접수 및 등록			
	10:20~11:10	어메니티 주제1: 기체에 관한 법칙 발표자: 심정애	부천과학교과교육연구회 주제2: 생식주기 팔찌 발표자: 함보람	울산과학연구회 주제3: 멀티 어둠상자의 활용 발표자: 이성현	신과람 주제4: 화폐 속의 과학 기술-과학자 지폐 발표자: 윤미숙
	11:10~12:00	어메니티 주제5: 물분자 만 동동 발표자: 신수경	부천과학교과교육연구회 주제6: 기체분자운동 실험장치 활용 발표자: 박형군	울산과학연구회 주제7: 체세포 분열 과정 촉광 시계 만들기 발표자: 박형식	신과람 주제8: 기체 발생장치 만들기와 수소실험 발표자: 전석천
	12:00~13:30	중식 및 휴식(차와 커피)			
첫 째 날 (19일)	13:30~14:20	울산과학연구회 주제9: 체세포 분열 과정 촉광 시계 만들기 발표자: 이윤정	참과학 주제10: 기가바이트(GB)와 나노미터(nm)랑 친구되기 발표자: 김인수	화학을 사랑하는 사람들의 모임 주제11: CSI 과학수사대 발표자: 장병기	인천과학사랑교사모임 주제12: 8자 전동기 발표자: 박현우, 김석중, 한성문
	14:20~15:10	전북과학교사교육연합회 주제13: 에너지포시스 재미있게 활용하기 발표자: 오현춘	참과학 주제14: 간편한 전자기 유도 현상 실험 발표자: 김성규	울산과학연구회 주제15: 애니메이션의 이해와 제작 발표자: 이순식	사랑의 과학나눔터 주제16: 내가 쓰는 에너지 내 손으로 만들기 발표자: 이선희
	15:10~15:30	휴식			
	15:30~16:10	전북과학교사교육연합회 주제17: 공기의 온도를 낮추면? 발표자: 이재면	경기도과학교과연구회 주제18: 삶과 에너지의 이용 주제19: 약점과 강점의 구조	강원과학교육연구회 주제21: 금속태그로 나를 표현해보자 발표자: 김재기	사랑의 과학나눔터 주제22: 증강현실-샤를 법칙 발표자: 신남수, 정대홍
	16:10~17:00	신과람 주제23: 종이와 추 발표자: 백종민	주제20: 신체 활동 강화 수업 도구 발표자: 류신호	참과학 주제24: 네트워크 역할 놀이 발표자: 이동준	사랑의 과학나눔터 주제25: 소외계층 학생을 위한 STEAM 발표자: 이진승, 최길순

	17:30~ 20:00	전국과학교사 교류회 및 정기 총회 (사)과학교사과학문화협회 및 전국과학교사협회 사업 계획 보고 및 각 지역모임 소개 저녁 식사
	20:00~ 20:30	숙소로 이동
	20:30~	친목 도모의 시간
둘 째 날 (20일)	07:30~ 08:20	아침식사
	08:20~ 09:00	울산과학관 이동
	09:00~ 12:00	울산과학축전 참관
	12:00~ 13:00	(사)과학교사과학문화협회 및 전국과학교사협회 점심식사
참가단체		강원과학교육연구회, 경기도과학과교육연구회, 경북과학교사모임, 대전과학교사모임, 부산 어메니티 과학교육연구회, 부천과학교과교육연구회, 사랑의 과학나눔터, 신나는 과학을 만드는 사람들, 울산과학교과연구회, 인천과학사랑교사모임, 전남중등물리교육연구회, 전 남중등생물교육연구회, 전남지구과학연구회, 전북과학교사교육연합회, 제주청소년과학탐 구연구회, 참과학, 화학을 사랑하는 사람들의 모임 17개 단체

# 인사말씀

김옥자 (부산 사직고등학교)  
전국과학교사협회 회장

반갑습니다.

가슴 벅차게!

하지만 두렵습니다.

저는 이런 말을 결코 하지 않으리라 생각했었는데

‘능력도 없는 제가 중임을 맡게 되어서 ....’ 등등의 말입니다.

능력이 없음 말지를 말아야 한다는 게 제 생각이었습니다.

지금도 그 신념에는 변함이 없는 데,

진실로 부족한 제가 중임을 맡아서 죄송하다는 말씀을 드리지 않을 수 없습니다.

“죄송합니다.” 크게 고개 숙여 사죄드립니다.

제가 이 죄스러움을 조금이라도 줄일 수 있는 길은

지난 10년 동안 앞선 회장님들과 여러분들께서 일궈 놓은 성과에 한 획이라도 더  
그어나가는 것이라 생각합니다. 그렇게 하도록 노력하겠습니다.

요즈음 우리 학교 과학교육 현장 어떻습니까?

밖에서는 창의·체험이다 STEAM이다 각종 페스티벌이다 등등의 다양한 목소리를  
듣지만

정작 학교 안에서는

과학을 배우겠다는 학생이 줄어들고,

배우겠다는 학생이 있어도 제대로 가르칠 시간이 없으며,

주어진 수업조차 문제풀이 식으로 일관되고 있는 게 사실입니다.

주 5일제 수업은 그나마 지탱해 오던 계발활동 시간과 과학의 날 행사까지 위협하  
고 있습니다.

학교 일과의 대부분이 국, 영, 수 중심의 도구과목 쏠리고 있는 이러한 구조적인 틀  
속에서는

정상적인 과학교육 활동을 한다는 것 자체가 경이로운 일입니다.

이제는 한 두 과학교사의 열정이나 우수한 교육 기자재, 혹은 탁월한 교육 프로그  
램 등으로는

과학교육의 정상화를 이뤄낼 수 있을 것 같지가 않습니다.

이에 우리 전과협이 뭔가의 돌출 구를 찾는데 앞장서야 할 것 같습니다.  
우리 모두의 지혜를 모아 현장 과학교육 개선을 위한 방안을 전과협 10주년 기념  
으로 마련해 봅시다.

오늘 이 자리에 소개되는 각종 Workshop 내용도 좋은 현장이 마련될 때 더욱 빛  
을 볼 수 있습니다.

역으로 이러한 아이디어가 현장 과학교육을 보다 좋은 환경으로 바꿔나가는 실마리  
를 제공할 것입니다.

각자의 아이디어를 덧붙여 과학교육 개선에 크게 활용해 봅시다.

현장은 우리들의 손에 의해서만 개선될 수 있습니다.

끝으로 전과협 10주년을 축하하며

큰 모임에 참석한 여러분들의 건강과 행복을 기원합니다.

감사합니다.

# 축 사

전남과학고등학교 임응묵

안녕하십니까?

전국과학교사협회 및 사단법인과학교사과학문화협회 10주년을 진심으로 축하드립니다. 전국과학교사협회는 1999년 과학교사지원센터로 출발하여 2003년부터 교육부에 등록되어 있는 전국단위 CoP(지식공동체)로써 유일한 단체입니다.

초중등과학교육 정보를 공유하고, 과학의 대중화에 앞장서기 위해 과학교사교류 선언을 통해 전과협의 발전을 모색하였습니다. 10주년 행사를 맞이하여 다시한번 되새겨보면 첫째, 우리(과학교사)는 새로운 학습 자료를 개발하여 학생들을 이롭게 한다.(**To be able to benefit students by developing new teaching materials & sharing them.**) 둘째, 과학교사(우리)는 각 지역교과연구회에서 제안한 프로젝트의 충들을 완화하고 공익을 우선한다.(**To prioritize public interest about proposed projects by each team.**) 셋째, 과학교사(우리)는 기초자연과학의 교수·학습 지도 방법과 평가의 전문성을 확보한다. (**To establish professional teaching methods & assessment tools.**) 넷째, 과학교사(우리)는 학생과 학부모와 더불어 과학과 교육과정의 질 향상에 노력한다. (**To upgrade the quality of science education curriculum together with students & parents.**) 다섯째, 과학교사(우리)는 학교 및 사회에서 올바른 과학교육 문화 확산에 최선을 다한다. (**To do our best to disseminate a culture of science education in our society.**)

자연은 서서히 변합니다. 자연을 설명하고 이용하기 전에 자연을 사랑하고 보호하는 것은 기초이고 기본입니다. 과학은 자연의 질서를 설명하는 지식체계입니다. 그러므로 자연과학은 자연을 사랑하는 동시에 체계적으로 이해함으로써 더불어 살아갈 수 있음을 의미합니다.

자율성, 신뢰, 자기발전성을 생명으로 연구회 활동하는 사람들은 현재와 미래 후손들이 과학을 편리(convenience)하게 사는 도구로써 작용할 뿐만 아니라 편안(comfortable)하고 의미 있는 삶을 살아가는 기회를 제공하는 역할을 해야 한다고 생각합니다.

존경하는 전국과학교사협회 선생님!

우리는 학생들에게 호기심을 일으키려고 용기를 가지고 의지와 열정, 상상력을 불태워 지금까지 씬없이 달려왔습니다. 앞으로도 한국의 모든 선생님들이 KSTA로부터 과학 자료를 공유하는 그날까지 매일 매일 건강하고 행복하시기 바랍니다.

전과협 파이팅!

# 1. 기체에 관한 법칙

심정애  
어메니티과학연구회

■ **준비물** : 주사기, 풍선, 탄산음료, 뜨거운 물

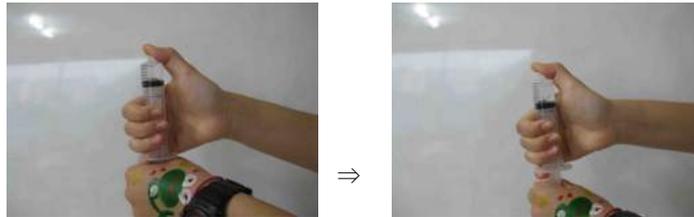
## ■ 보일의 법칙

1. 작은 풍선을 주사기 실린더에 넣고 피스톤을 가능한 압축한 후 주사기 입구를 꼭 막는다.
2. 그 상태에서 주사기 피스톤을 뽑아 보자.



## ■ 헨리의 법칙

1. 탄산음료 5 mL 정도를 주사기 실린더에 넣고 피스톤을 압축하여 공기를 뺀 후 주사기 입구를 꼭 막는다.
2. 그 상태에서 주사기 피스톤을 뽑아 보자.



## ■ 끓는점과 외압과의 관계

1. 뜨거운 물 5 mL 정도를 주사기 실린더에 넣고 피스톤을 압축하여 공기를 뺀 후 주사기 입구를 꼭 막는다.
2. 그 상태에서 주사기 피스톤을 뽑아 보자.



## ■ 구름 만들기

1. 빈 페트병 속을 물로 한번 헹구어 낸다.
2. 향을 피워 만든 연기를 페트병 속에 넣는다.
3. 펌프로 페트병 속에 공기를 넣어 압축시킨다.
4. 페트병 속이 맑아지면 순간 펌프를 열어 보자.



## 2. 생식주기 팔찌

함보람(소명여자고등학교)  
부천과학교과교육연구회

### ◆ 탐구 내용



여성의 체내에서 일어나는 생식주기를 이용하여 간단한 조작으로 팔찌를 만들어 봄으로써 각 시기에 대해 정확하게 이해한다.

### ◆ 준비물

우레탄줄(20cm), 보라색구슬(大) 1개, 자외선구슬 5개, 붉은색구슬(小) 4-7개, 분홍색 구슬(小) 8-10개, 노란색 구슬(小) 11개, 클립 1개, 구슬을 담을 용기, 가위

### ◆ 어떻게 할까요?

- ① 여성의 생식주기: 여포기→배란기→황체기→월경기에 대략적인 설명을 듣는다. 자신의 생식주기에 해당하는 날짜를 기억해 며칠 간격인지 헤아려본다.
- ② 보라색구슬(big) 1개: 배란일, 자외선구슬 5개: 배란일을 제외한 가임기간, 붉은색 구슬(small) 4-7개: 월경일, 분홍색 구슬(small) 8-10개: 난자를 가지고 있으면서 성숙시키는 여포, 노란색 구슬(small) 11개: 난자를 배출한 후 여포가 노랗게 변한 황체를 의미한다.
- ③ 우레탄 줄의 한쪽에 클립을 끼워 구슬을 끼우는 도중에 빠지지 않도록 하고, 여포기, (배란 전 3일) 배란기 (배란 후 2일), 황체기, 월경기 순으로 구슬을 끼운다.



- ④ 우레탄 줄을 두 번 정도 단단히 묶어서 팔찌를 완성한다.
- ⑤ 이번 달 자신의 월경일을 기준으로 배란일과 가임기간이 언제쯤인지 추정해본다.
- ⑥ 야외로 나가 팔찌에 자외선을 쬐어보고 색변화를 관찰한다.

※ 주의사항

구슬 하나가 '하루'를 의미하므로 전체 구슬 개수가 생식주기와 같아야 한다.  
방향을 주의해야한다.(분홍색→보라색→노란색→빨간색 방향)

◆ **알아맞혀 보세요.**

만약 5월 19일 날 월경을 시작했다면,

- ① 가임시기가 언제일까요?       ( )월 ( )일 ~ ( )월 ( )일
- ② 다음 배란일은 언제일까요?       ( )월 ( )일

◆ **왜 그럴까요?**

배란은 다음 월경 시작일로부터 14일 전에 일어난다.

정자의 생존 기간은 여성의 체내에서 평균 3일이고, 난자의 생존 기간은 배란 후 약 24시간이기 때문에 가임기간은 배란 전 3일부터 배란 후 2일이다.

◆ **어디에 이용할까요?**

배란일을 전후로 한 가임기간을 추측하여 자연피임법(생식주기법)에 이용한다.

### 3. 멀티 어둠상자의 활용

이성현(염포초등학교)  
울산과학연구회

#### 1. 적용 교과 및 학년

적용교과	학년	단원	활용방법
과학	3학년	빛과 그림자	- 그림자 만들기를 통하여 빛의 직진성을 학습한다. - 멀티그림자극을 창의적으로 나타낸다.
	6학년	빛	- 어둠상자를 통해 빛의 직진성을 실험한다. - 거울과 실험기구를 조작하여 빛의 반사실험에 활용한다. - 수조의 빛을 자유롭게 차단하여 서로다른 물질에서의 빛의 나아감을 실험한다.

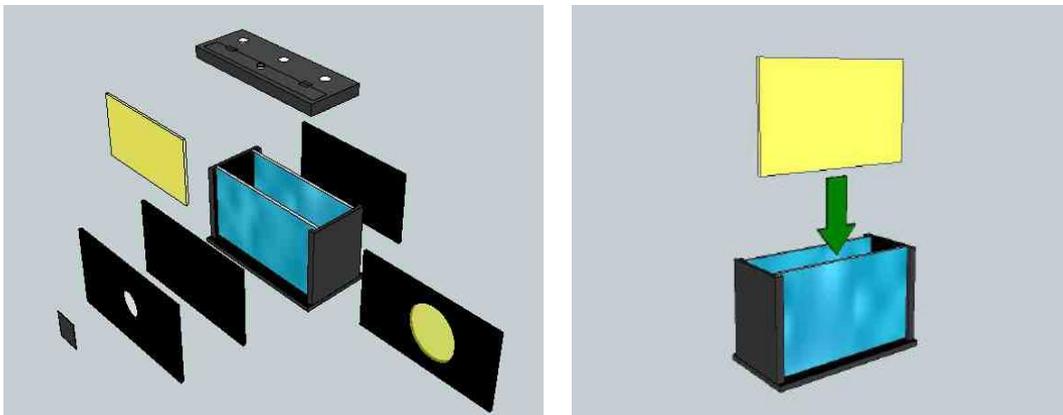
#### 2. 자료의 구성 및 적용

<초등학교 ‘빛’ 관련 단원에서의 실험의 종류 및 자료 적용가능 여부>

학년	주제	실험 여부	자료 적용 가능 여부
3 학년2 학기  ‘빛과 그림자’	•빛을 내는것에는 어떤것이 있는지 알아보시다	X	X
	•생활에서 빛을 가리는경우를 찾아보시다.	X	X
	•그림자를 보고 물체를 알아맞혀 봅시다.	실험활동	적용가능
	•그림자가 생기는 까닭을 알아보시다.	실험활동	적용가능
	•그림자를 관찰하여 봅시다.	실험활동	적용가능
	•그림자의 크기를 달리하여 봅시다.	실험활동	적용가능
	•그림자의 비밀을 알아보시다.	실험활동	적용가능
6 학년 1 학기  ‘빛’	•빛으로 놀아볼까요?	실험활동	적용불가
	•바늘구멍사진기를 통하여 물체를 보면 물체는 어떻게 보일까요?	실험활동	적용가능
	•거울에 부딪친 빛은 어떻게 나아갈까요?	실험활동	적용가능
	•공기와 물이 만나는 면에서 빛은 어떻게 될까요?	실험활동	적용가능
	•렌즈로 물체를 보면 어떻게 보일까요?	실험활동	적용불가
	•우리는 어떤과정을 통하여 물체를보게 되는 것일까요?	실험활동	적용가능
	•빛에 대하여 배운 내용을 정리해 볼까요?	X	X

- 초등학교 '빛' 관련 단원에서 단위 마무리와 같은 정리 활동들을 제외한 수업 활동은 총 15 시인데 그중 실험 활동은 12차시이다. 이중 개발된 자료가 적용 가능한 차시는 10차시로서 나머지 제외된 2차시는 렌즈로 다양하게 관찰하는 활동으로 특별한 자료의 활용이 필요치 않는 부분이다. 본 자료는 초등학교 교과서에서 제시하는 전 차시의 실험 탐구 학습에 활용되어지는 자료의 활용도가 뛰어난 자료라고 할 수 있다.

가. 멀티 어둠 상자 본체의 투명한 앞뒷면에 판으로 자유롭게 빛을 차단할 수 있게 하여 날씨와 같은 외부 환경의 영향 없이 실험이 이루어질 수 있도록 하였다. 또한 뚜껑의 일부를 여닫을 수 있도록 하여 연무를 자유롭게 넣을 수 있거나 그림자극 활용 시 그림자극 밑그림들을 조작할 수 있도록 하였다.



<다양한 판들을 이용할 수 있다.> <그림과 같은 방법으로 끼울 수 있다.>

나. 초등학생들이 직접 학습 자료를 조작하며 실험 탐구하도록 하기 위해 멀티어둠 상자를 제외한 다양한 학습 자료들을 각 학습 주제에 맞추어 강력 자석을 활용하도록 제작하여 학생들이 편리하게 학습 도구들을 직접 움직이며 조작할 수 있고 자료의 탈부착이 쉽도록 해 학생 중심의 학습이 이루어 지도록 하였다.

다. 방수 레이저 포인터

- 1) 활용 주제 : 공기와 물이 만나는 면에서의 빛은 어떻게 될까요?
- 2) 활용 방법 : 물속에서도 레이저 빛이 나갈 수 있도록 한 방수 레이저 포인터로서 물속에서도 스위치를 켤 수 있도록 자석으



<굴절 실험>

로 스위치를 여닫을 수 있는 장치를 부착하였음. 레이저 포인터와 이를 조작하는 외부손잡이에 자석을 부착하여 자유롭게 이동시키며 조작할 수 있도록 하였다.

- 3) 주안점 : 교과서에 제시된 실험에서처럼 아크릴 바닥을 거쳐 물과 공기를 지나는 잘못된 실험이 아니라 실제로 빛이 물에서 공기 중으로 나아갈 때의 현상이 어떠한지를 실험할 수 있다.

#### 라. 바늘구멍과 렌즈 교체용 봉투

- 1) 활용 주제 : 바늘구멍 사진기 만들기, 망원경 만들기, 바늘구멍 사진기의 원리

##### 2) 활용 방법

- 멀티 어둠상자의 한면에 교체용 봉투가 부착된 판을 끼운다.
- 어둠상자안에는 기름종이가 부착된 자석달린 판을 끼운다.

(외부에서 초점 조절이 가능하다.)

- 봉투안에 바늘구멍이나 렌즈를 끼운다.
- 바늘구멍의 크기를 다르게 하거나 구멍을 여러 가지로 내어 나타낼수 있다.

- 3) 주안점 : 교과서에서는 학생 개인들만 바늘구멍 사진기를 제작하여 실험하였지만 이 자료들을 통해 모둠원들이나 학급이 같이 실험활동을 할 수 있다.



#### 마. 멀티 어둠상자 본체 뚜껑

- 1) 활용 주제 : 바늘구멍 사진기 만들기, 빛의 굴절, 빛의 반사, 물체를 보는 과정

##### 2) 활용 방법

- 바늘구멍 사진기 만들기에서는 본체의 뚜껑으로서 빛이 본체 위쪽으로 새어 들어가는 것을 막아준다.

- 빛의 굴절과 반사실험시 여닫이 문을 열어 연무를 들여보내고 연무가 새지 않도록 뚜껑을 닫아 빛의 진행 방향을 살피는데 용이하다.

- 빛의 반사 실험 시 세 개의 뚜껑있는 파이프용 구멍이나 여닫이문을 활용하여 레이저 포인터를 본체 바닥에 미리 놓아둔 거울달린 각도기로 빛의 반사각과 입사각을 구하는 실험을 할 수 있다.

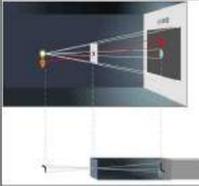
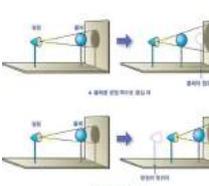
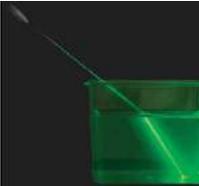


- 세 개의 구멍은 뚜껑이 있어 연무가 필요한 실험 시 연무가 새지 않게 하며, 물체를 보는 과정 실험 시에는 세 개의 구멍을 열어 검은색 파이프를 결합하여 실험할 수 있도록 되어 있다.

3) 주안점 : 교과서에서는 수조안에 연무를 발생시키고 아크릴판을 덮어 실험시 아크릴판을 살짝 열어서 레이저 포인터를 비추라고 되어 있지만 실제 실험에서는 연무가 순식간에 사라져 실험이 제대로 이뤄지지 않는다. 하지만 본자료의 뚜껑은 작은 여닫이 문들이 있어 실험시에만 작은 문들을 여닫을수 있어 실험에 유용하다.

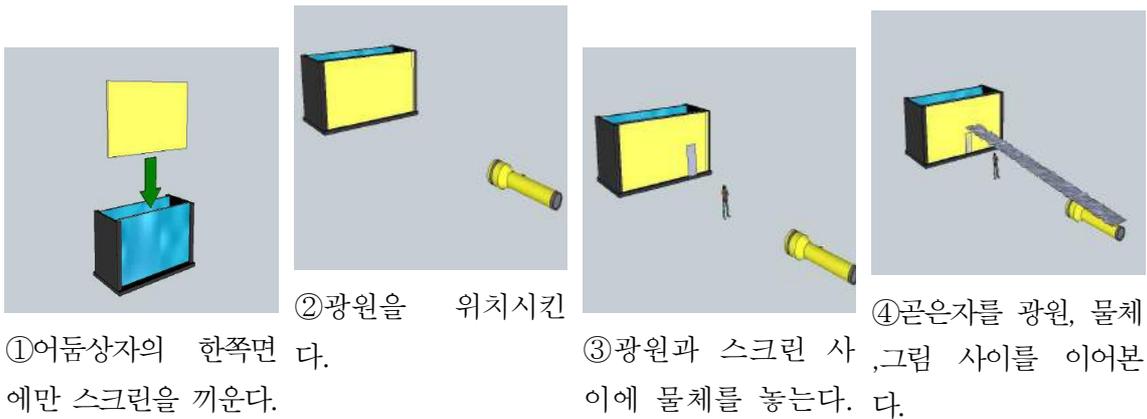
바. 실험탐구과정에서 교육자료를 교과서의 실험방법과 유사하게 실험하여 학습할수 있도록 구성하여 교육자료와 교과서간 실험내용차이에서 오는 학생들의 혼란을 없애고, 학생들이 친숙하게 실험탐구학습을 함으로써 원활히 학습되어질수 있도록 자료를 제작 구성하였다.

<‘빛’관련 단원에서 교과서 실험장면과 자료적용 장면들 >

실험주제	교과서속 기존 실험 모습	개발 자료의 학습 모습	실험주제	교과서속 기존 실험장면	개발 자료의 학습 모습
•그림자를 보고 물체를 알아맞혀 봅시다.			•바늘구멍사 진기를 통하여 물체를 보면 물체는 어떻게 보일까요?		
•그림자가 생기는 까닭을 알아봅시다.			•거울에 부딪친 빛은 어떻게 나아갈까요?		
•그림자의 비밀을 알아봅시다.			•공기와 물이 만나는 면에서 빛은 어떻게 될까요?		
•그림자의 개수를 다르게 하여 봅시다.			•우리는 어떤과정을 통하여 물체를 보게 되는 것일까요?		

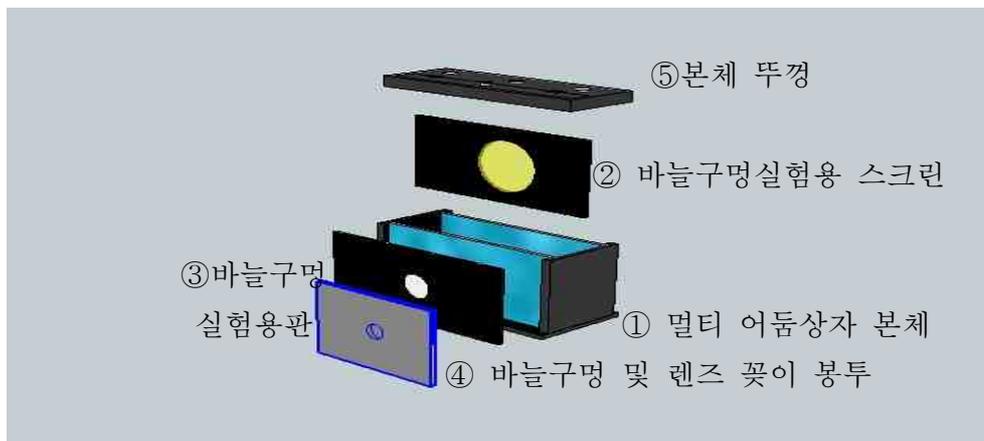
## 2. 자료의 활용 방법(예)

### 1) 3학년 '빛과 그림자' 단원과 관련된 실험의 자료 활용 방법



### 2) 실험의 자료 활용 방법

#### [ 바늘구멍 사진기 ]



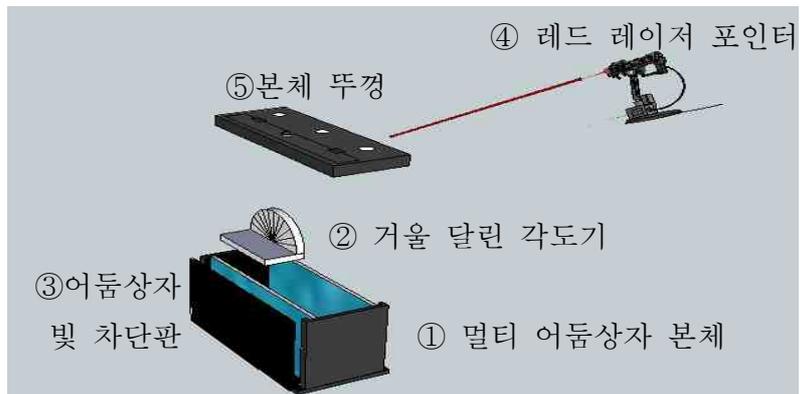
#### 가) 활용방법

- (1) ①번 멀티 어둠상자 본체 내부에 ②번 바늘구멍실험용 스크린을 끼워 놓습니다. 스크린의 양쪽끝부분에 자석이 설치되어 본체 바깥의 자석손잡이를 활용하여 스크린을 본체 내부에서 옮겨서 조작할수 있습니다.
- (2) ④번의 바늘구멍 및 렌즈 꽃이 봉투를 ③번의 바늘구멍 실험용판의 중앙의 구멍난 부분 위에 부착한다.
- (3) ④번의 바늘구멍 및 렌즈 꽃이 봉투에 바늘구멍이 난 카드나 렌즈를 끼고 ⑤번의 뚜껑을 닫아 어둠상자안으로 빛이 침투하지 못하도록 차단한다.
- (4) ②번 바늘구멍실험용 스크린을 조작하여 스크린이 비치는 그림의 모양과 실제 모양과 어떤 차이가 있는지 살펴본다.

나) 시사점

- (1) 교과서에서 개별적으로 실험하게 되어있는것을 각모듬별로 학습할수 있어 실험의 결과를 공유하여 탐구하여 토의하는데 유용하다
- (2) 학생들 스스로 스크린의 위치를 조정할수 있을뿐만 아니라 봉투속에 작은 구멍에서 다양한 크기의 큰구멍이나 여러개의 구멍등이 나 있는 카드를 손쉽게 끼워 다양한 학습의 기회를 제공할수 있다.

[ 빛의 반사 ]



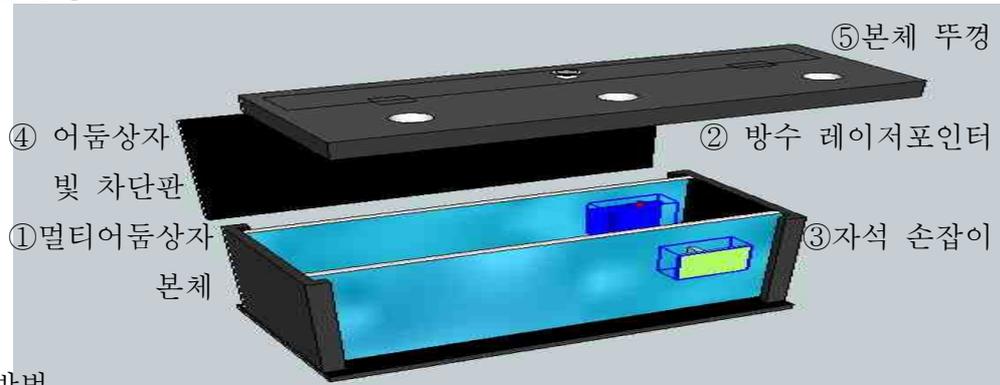
가)활용방법

- (1) ①번 멀티 어둠상자 본체 내부에 ②번 거울달린 각도기를 본체 바닥에 놓습니다.
- (2) ③번의 어둠상자 빛 차단판의 본체의 앞뒤 양쪽에 부착하여 빛을 차단합니다.
- (3) ⑤번의 뚜껑을 닫아 완전히 어둠상자안으로 빛이 침투하지 못하도록 차단한다.
- (4) 뚜껑의 작은 문을 열어 분무기로 연무를 주입하거나 향을 피워 어둠상자 안을 가득 채운다.
- (5) ④번 레이저포인트를 뚜껑에 나 있는 구멍위의 덮개를 열어 각도기에 부착된 거울에 비춰 본다.
- (6) 각도를 달리하며 여러위치에서 입사각과 반사각의 각을 확인해본다.

나) 시사점

교과서에서는 후레쉬를 이용하여 실험을 통하여 개념을 이해하게 되어 있지만 막상 실제 실험에서는 학생들의 위치가 어정쩡하거나 공간이 협소해 제대로 된 실험결과가 나오지 않지만 본실험은 실험이 정확하며 누구나 결과가 잘 나타나며 다양한 방향에서 각도를 쥘수 있다.

[ 빛의 굴절 ]



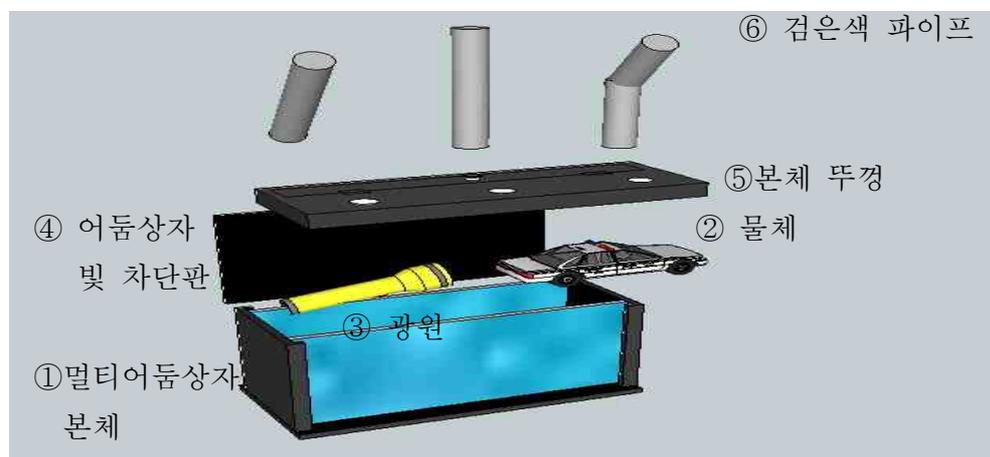
가)활용방법

- (1) ①번 멀티 어둠상자 본체 내부에 물을 반쯤 붓고 우유방울을 서너방울 넣어서 희석시킨다.(레이저 빛이 지나는 것을 잘 보기 위해서)
- (2) ②번 방수 레이저 포인터를 본체 속에 넣고 ③번의 자석손잡이로 본체의 밖에서 레이저 포인터를 자석으로 조절할수 있도록 맞댄다.
- (3) 레이저 포인터의 반대편에 ④어둠상자 빛 차단판을 결합시켜 반대편에서 투입되는 빛을 차단한다..
- (4) ⑤본체 뚜껑을 결합하여 본체 위쪽의 빛을 차단하고 작은 문을 열어 분무기로 연무를 주입하거나 향을 피워 어둠상자 안을 가득 채운다.
- (5) ②번 레이저포인트에 자석을 자석스위치 근처에 갖다 대어 레이저 포인트의 불을 켜서 여러 가지 방법으로 레이저 포인터를 조작한다.
- (6) 각도를 달리하며 물위에서 물속으로, 물속에서 공기쪽으로 빛을 나아가게 하여 어떠한 현상이 일어나는지를 실험한다.

나) 시사점

교과서의 실험은 성공가능성이 낮는데 비해 본 자료를 활용하면 완벽히 실험을 실시할수 있고 오류없이 명확히 학습이 이루어질수 있다.

[ 물체를 보게 되는 과정 알아보기 ]



#### 가) 활용방법

- (1) ①번 멀티 어둠상자 본체 내부에 ②물체와 ③광원을 넣어둔다.
- (2) 어둠상자 본체 앞뒤쪽 양편에 ④번 어둠상자 빛 차단판을 결합하여 앞뒤쪽으로 빛이 침투할수 없도록 한다.
- (3) ⑤본체 뚜껑의 파이프 끼움용 뚜껑을 열어 파이프를 결합한다. 빛이 새어들지 않게 파이프와 구멍 주변을 고무 찰흙으로 메운다.  
단, 꺾어진 파이프와 곧은 파이프 한 개는 물체를 향하게 하고, 나머지 한 파이프는 물체나 광원과는 다른 방향을 향하게 한다.
- (4) ⑤본체 뚜껑을 본체와 결합하여 본체 위쪽의 빛을 완전히 차단한다.
- (5) 파이프 접안구를 통하여 물체가 보여지는 파이프는 어느것인지 실험한다.
- (6) 물체가 보이는 파이프와 아닌 파이프의 차이점을 통해 물체를 볼수 있는 과정은 무엇인지 생각해 본다.

#### 나) 시사점

외부의 환경에 상관없이 적절히 어둠상자 내부에 빛을 완전히 차단할수 있으며 필요시 파이프를 쉽게 탈부착할수 있으며 파이프의 접안구를 안전마개로 마감하여 보다 안전한 실험을 수행할수 있도록 하였다.

## 4. 자료의 교육적 효과

- 가. 본 자료를 활용함으로써 수업 시간에 교사나 학생이 손쉽게 직접 조작할수 있어 학습자 중심의 실험탐구활동이 될수 있다.
- 나. 교과서에서 제시되었지만 결과가 잘 나타나지 않던 각종 실험에서 본 자료를 이용함으로써 실험결과를 명확히 나타낼수 있고, 빛의 성질에 대한 개념을 실험과 연관지어 이해하는데 도움을 준다.
- 다. 실험과정이나 결과를 동영상 자료나 웹자료에 주로 의존하던 일부 교사들에게 학습에 대한 자신감과 의욕을 주고 학생들에게 탐구하고 사고력을 기르는데 이바지 할 수 있다.

## 4. 화폐 속의 과학기술

### - 과학자 지폐 만들기 -

윤미숙 (서울금융고등학교)  
신나는과학을만드는사람들  
(msrainbow@hanmail.net)

1. 개요: STEAM의 관점에서 화폐 속의 과학기술을 살펴보고 직접 과학자 지폐를 만들어보는 활동이다.
- 생활 속에서 사용하는 화폐를 자세히 관찰하고 과학적 관점에서 흥미를 갖는다.
  - 화폐위조방지 기술에 사용된 과학적 원리를 살펴보고 이해한다.
  - 만원권 지폐에 담겨있는 과학기술 및 과학문화유산을 살펴보고 그 특징에 대해 알 수 있다.
  - 외국 지폐 속의 유명한 과학자의 업적과 삶에 대해 알 수 있다.
  - 과학자 화폐를 직접 만들어보고, 화폐 속의 과학 기술 및 과학자와 과학사에 관심을 갖는다.

차시	활동주제	과학적 요소	수학적 요소	예술적 요소	기타 요소
1차시	화폐와 친해지기	관찰	단위 일련번호	구도와 디자인	가치, 문화 사회, 역사
2차시	위조방지장치의 원리	홀로그램 제작 실험		화폐 디자인	사회
3차시	만원권 속의 과학	과학사	(수학사)		문화, 역사
	외국 지폐 속의 과학자	과학사	(수학사)		문화, 역사
4차시	과학자 지폐 만들기	과학자 탐구	일련번호 단위	화폐 디자인	문화, 역사
5차시	과학자 지폐 발표 및 동료평가	과학적 소양		작품 감상	비판적 사고

## 2. 활동 내용

### 가. 화폐와 친해지기

1) 화폐의 의미 : “화폐는  이다.”

- 동기 유발

### 2) 우리나라 화폐의 역사

(1) 과거에 우리나라에서 사용하던 화폐이다. 화폐를 시간 순서대로 연결해보자.

<p>&lt;고려시대 돈 건원중보&gt; 우리나라 최초의 화폐. 996년(고려 성종15년)에 제조된 우리나라 최초의 철로 된 주화</p>	● ● 가	
<p>&lt;상평통보&gt; 1678년(조선 숙종4년)부터 200년 이상 조선의 유일한 법화로, 우리 나라 화폐사상 전국적으로 유통된 최초의 화폐</p>	● ● 나	
<p>1902년(대한제국 광무6년) 일본제 일은행이 우리정부의 승인 없이 발 행해 유통시킨 돈</p>	● ● 다	
<p>1914년 최초의 조선은행권 백원 (百圓)권. 일본 제일은행 총재의 얼 굴을 없애고, 수노인상(壽老人像)을 제작.</p>	● ● 라	
<p>1950년 7월22일 발행한 최초의 한 국은행권. 피난지인 대구에서 발행했 으며, 4·19혁명으로 하야할 때까지 이승만 대통령 화폐 초상화 사용</p>	● ● 마	

(2) 과거의 화폐와 현재 사용하는 화폐를 비교하면 어떤 특징이 있을까?

### 3) 우리나라 화폐 속의 인물

(1) 화폐의 도안에는 인물을 가장 많이 이용하고 있다. 그 이유는 무엇일까?

(2) 우리나라 화폐에는 어떤 인물 도안을 사용하고 있나요?



(3) 우리나라 화폐 속에 들어간 인물들의 공통점은?

#### 4) 화폐 관찰하기

과학의 기본은 ‘관찰’! 관찰은 중요한 과학적 탐구 능력이다. 또한, 아는 만큼 보이고, 보는 만큼 알게 된다. 만원짜리 지폐를 꺼내어 자세히 관찰해보자. 만원권이 없다면 오천원권이나 천원권도 가능하다.

(1) 화폐를 꺼내어 자세히 관찰하고, 관찰한 내용을 그려보자.

<p>&lt;앞면&gt;</p>	<p>&lt;뒷면&gt;</p>
-------------------	-------------------

(2) 화폐를 만져보면서 자세히 관찰하자. 어떤 특징을 발견할 수 있나요?

(3) 화폐를 기울여보면서 자세히 관찰하자. 어떤 특징을 발견할 수 있나요?

(4) 화폐를 형광등 불빛에 비춰보자. 어떤 특징을 발견할 수 있나요?

## 나. 스크래치 홀로그램 만들기 실험1)

### 1) 학습 목표

- 화폐위조방지 기술에 사용된 과학적 원리를 살펴보고 이해한다.
- 위조방지 기술 중 홀로그램에 대해 알아보고 직접 실험을 통해 홀로그램을 제작한다.

### 2) 지폐 속에 담긴 과학적 원리?

우리나라 돈의 오천원 권과 만원 권에는 은색 원반이 있다. 은색 원반을 여러 각도에서 보면 태극기, 4괘와 한반도 그림, 숫자 5000을 볼 수 있다. 이것은 홀로그램이다. 홀로그램은 영상이 3차원이고 실물과 똑같이 입체적으로 보이는 사진이다. 지폐에는 3개의 사진을 겹쳐서 만든 약식 홀로그램을 사용하였다.



우리도 홀로그램을 만들어볼까요? 광학기구가 없이도 간단히 스크래치를 통해서 만들 수 있는 스크래치 홀로그램에 도전해 보자.

### 3) 준비물은 ?

공 CD 1장(또는 아크릴 거울), 디바이더, 펜, 하얀 종이, 셀로판테이프

### 4) 해 볼까요 ?

1. CD의 아래쪽에 종이를 놓고 셀로판테이프로 고정시킨 후 간단한 그림을 그린다.
  2. 그림의 선에 0.1cm정도의 간격으로 점을 그린다.
  3. 디바이더의 간격이 일정하도록 고정한다.
  4. 디바이더의 한쪽 끝을 그림의 점에 고정시키고 다른 쪽 끝으로 CD에 호를 그리며 스크래치를 낸다.
  5. 모든 점에 대해 스크래치를 계속 낸다.
  6. 그림대로 스크래치를 다 내면 백열전등이나 햇빛 아래에서 움직이며 관찰해 보자.
- \* 점 간격을 다양하게 변화시켜도 새로운 홀로그램을 만들 수 있다.

1) 스크래치 홀로그램 자료 출처 : 1. 신나는과학을만드는사람들, 서울고등학교 심선희 선생님 발표(2011.10.11)  
2.手作りホログラム - 신나는과학을만드는사람들, 은평고등학교 김경숙 선생님께서 블로그에 소개하신 홀로그램에 대한 자료 <http://okiraku3d.qee.jp/z20100701.htm>



## 5) 주의할 점

1. 디바이더의 간격이 일정하게 유지되도록 잘 고정한다.
2. 스크래치를 낼 때 가볍게 긁는 것이 좋다. 너무 깊이 패이지 않도록 유의한다.

## 6) 실험 결과

1. 제작한 홀로그램을 레이저 또는 태양광에 비춰보자. 홀로그램의 특징은 무엇인가?
2. 레이저, 핸드폰 손전등, 태양광 등 다양한 광원에 홀로그램을 비춰보자. 어떤 광원에 홀로그램이 가장 잘 보이는가?
3. 홀로그램을 어느 곳에 활용할 수 있을지 창의적이고 다양한 생각을 해보고 기록하자.

## 7) 알아봅시다.

### 1. Hologram

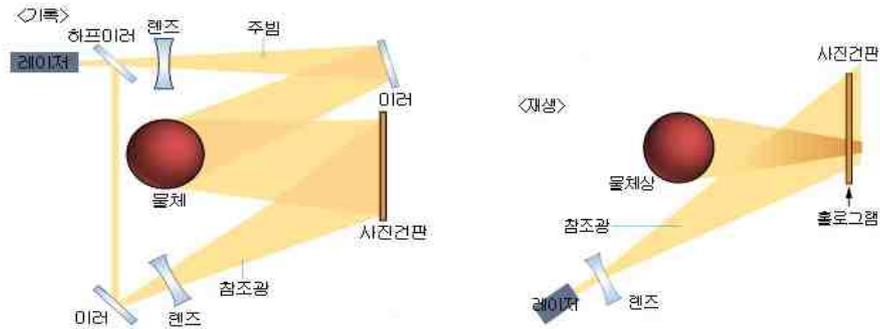
홀로그램은 두 개의 레이저광이 서로 만나 일으키는 빛의 간섭 효과를 이용, 사진용 필름과 유사한 표면에 3차원 이미지를 기록한 것이다. 홀로그램은 제작에 사용되는 여러 가지 기술에 따라 시각적으로 다양한 입체적 효과를 갖게 된다. 이 이미지를 재생하는 기술을 홀로그래피(Holography)라고 하고, 이 기술에 의해 만들어진 상품을 홀로그램(Hologram)이라고 한다.

홀로그램은 1948년 영국의 물리학자 데니스 가보(Dennis Gabor)가 그 원리를 발견하여 노벨상의 영예를 안았고, 1960년대 레이저의 개발로 본격적인 홀로그램의 응용기술이 발전되었다.

### 2. Hologram의 원리

홀로그래피의 원리는 레이저에서 나온 광선을 2개로 나눠 하나의 빛은 직접 스크린을 비추게 하고, 다른 하나의 빛은 우리가 보려고 하는 물체에 비추는 것이다. 이때 직접 스크린을 비추는 빛을 기준광(reference beam · 참조광)이라고 하고, 물체를 비추는 빛을 물체광(object beam)이라고 한다.

물체광은 물체의 각 표면에서 반사돼 나오는 빛이므로 물체 표면에 따라 위상차(물체 표면에서부터 스크린까지의 거리)가 각각 다르게 나타난다. 이때 변형되지 않은 기준광이 물체광과 간섭을 일으키며 이때의 간섭 무늬가 스크린에 저장된다. 이러한 간섭 무늬가 저장된 필름을 홀로그램이라고 한다.



저장된 영상을 다시 재현하려면 기록할 때 사용된 광선을 다시 스크린 건판에 쏘아야 한다. 재생 시 사용하는 광선은 기록 시와 같은 진동수를 가진 파동만이 3차원으로 재현되고, 파장과 위상이 다른 파들은 아무런 효과가 없이 저장된 홀로그램을 통과해 버리기 때문에 기록시 사용된 기준광과 반드시 정확히 일치해야 한다.

이러한 홀로그램이 기존의 사진과 다른 점은 저장 시와 재생 시에 같은 광선을 이용해야 한다는 것과 3차원 영상이 재현된다는 것이다. 홀로그램은 물체광의 강도만을 저장하는 2차원 사진과 달리 그 빛의 방향까지 기록하기 때문에 3차원 영상을 볼 수 있다.

### 3. 스크래치 홀로그램의 원리

스크래치 홀로그램은 간단히 말해 빛의 반사를 이용한 것으로 평면에 그린 그림을 3차원 입체로 보이게 하기 위해서는 디바이더의 반경을 변화시키는 것이 포인트이다. 앞으로 튀어나와 보이게 하고 싶으면 디바이더의 반경을 작게 하여 스크래치를 그리는 것이다. 반경이 작아질수록 굴절률이 커지므로 빛이 앞으로 오는 것처럼 보이게 되어 튀어나와 보이게 된다.

다. 화폐 속 과학기술과 과학자

1) 만원권 속의 과학 문화 유산

(1) 우리나라 만원권 지폐에는 어떤 과학문화유산이나 과학기술을 표현하고 있는지 자세히 관찰해보자. 아래의 만원권 그림에서 과학문화유산을 동그라미로 표시를 해 보자.



(2) 찾아낸 과학문화유산은 어떤 특징을 갖고 있을까? 또는 어떤 용도로 사용되었을까?

과학문화유산의 이름	도안의 위치	특징 및 용도

(3) 만원권 지폐에 표현된 과학문화유산이나 과학기구의 실물 모습 사진이다. 각 사진에 해당하는 과학문화유산이나 과학기구의 이름을 적어보자.

실물 모습			
이름			

(5) 만원권 속의 과학기술에 대해 새롭게 알게 된 점이나 느낀 점을 적어보자.

2) 외국 지폐 속의 과학자

(1) 영국의 지폐 속 과학자

[첫 번째 과학자] 다음은 영국 사람들이 뉴턴과 함께 가장 사랑하고 존경하는 과학자이다.



- ① 지폐 속의 이 과학자는 누구일까요?
- ② 지폐에 나타난 업적은 무엇인가요?
- ③ 지식채널e <못 배운 과학자>를 시청 후 새롭게 알게 된 점이나 느낀점은?

[두 번째 과학자] 다음은 생물학의 패러다임을 바꾼 영국의 과학자이다.



- ① 지폐 속의 이 과학자는 누구일까요?
- ② 지폐에 나타난 업적은 무엇인가요?
- ③ 지식채널e <두 사람 1부, 2부> 시청 후 새롭게 알게 된 점이나 느낀점을 적어 보자.

(2) 마리 퀴리(Marie Curie)가 등장하는 화폐

- ① 다음은 과학자 마리 퀴리(Marie Curie)가 등장하는 지폐와 마리 퀴리에 대한 글이다. 두 지폐를 관찰하면서 지문의 글을 읽어보자.



[지폐1]

[지폐2]

마리 퀴리는 1867년 11월 7일, 폴란드에서 태어났다. 당시 폴란드는 러시아의 지배를 받고 있었다. 마리는 공립학교에 들어가 열심히 공부해 우수한 성적으로 졸업했지만, 당시 폴란드에서는 여성은 대학에 입학할 수 없었고 집안 형편도 넉넉하지 못했다. 1891년, 마리는 파리 소르본 대학으로 공부하러 가서 여성으로서 처음으로 물리학 박사 학위를, 매우 우수한 성적으로 받았다. 생활비를 아끼기 위해 먹을 것조차 제대로 못 먹고, 열심히 공부한 결과였다. 원래는 학위를 받은 후 조국 폴란드로 돌아오려 했으나, 조국의 상황이 너무 암울하여 프랑스에 남기로 했다.

마리는 대학에서 평생의 동반자인 피에르라는 과학자를 만나서 1895년에 결혼했다. 남편 피에르의 도움을 받아가며 우라늄의 성질을 연구하고 실험하던 중, 마리는 우라늄보다 훨씬 강한 빛을 방출하는 원소를 발견하고, 조국 폴란드의 이름을 따서 '폴로늄'이란 이름을 붙였다. 1898년, 강력한 방사능을 방출하는 새로운 원소를 또 발견하고, 라듐이라는 이름을 붙였다. 그리고 1902년 4월 20일, 마침내 순수한 라듐 0.1그램을 분리해내는 데 성공했다. 그리고 이 공로를 인정받아 이듬해인 1903년 부부는 앙리 베크렐과 공동으로 노벨 물리학상을 받았다.

1906년 4월 19일, 남편 피에르는 마차에 깔려 순식간에 목숨을 잃었다. 마리는 남편을 잃은 슬픔에

잠겼다. 하지만 남편이 했던 연구를 계속 해 나가며 남편이 맡았던 소르본 대학의 자리를 이어 받아 소르본 대학 최초의 여교수가 되었다. 1911년 1월, 마리 퀴리는 프랑스 과학 아카데미 회원 후보가 되었지만 두 표 차이로 떨어졌다. 여성인데다 폴란드 이주인이라는 출신 배경에 과학계 인사들의 보수성이 더해진 결과였다. 같은 해 12월, 노벨 화학상을 받은 마리는 1914년에 라돔 연구소를 열었다. 딸 이렌도 동참해 장비 다루는 일을 맡았다.

1920년대에 접어들면서 라돔 연구소의 연구원들이 악성 빈혈이나 백혈병으로 목숨을 잃는 일이 발생했다. 마리의 몸도 정상은 아니었다. 방사선에 지속적으로 노출된 결과였다. 그리고 1934년 7월 4일, 마리는 세상을 떠났다. 마리 퀴리 자신은 생전에 한 인터뷰에서 자신의 삶을 이렇게 요약한 적이 있었다. “전 폴란드에서 태어났어요. 피에르 퀴리와 결혼했고, 두 딸을 두었지요. 연구는 프랑스에서 했어요.”

② [지폐1]과 [지폐2]는 각각 어느 나라 지폐일까? 왜 그렇게 생각하나요?

③ 각 지폐에는 마리 퀴리와 관련하여 어떤 도안이 들어있는가?

지폐와 지문을 비교하면서 지문 안의 글 중 지폐에 포함된 도안에 해당하는 단어를 찾아 ‘O’로 표시하자.

## 라. 내가 직접 만드는 과학자 지폐

존경하거나 좋아하는 과학자를 선정하여 직접 과학자 지폐를 만들어봄으로써 그 과학자의 삶과 업적을 기억하고 내가 만든 지폐에 의미와 가치를 부여해보자.

(1) 어떤 과학자로 지폐를 만들지 인터넷이나 문헌을 조사하여 과학자 선정한다.

<선정 기준 예시>

- 교과서에서 언급되었던 과학자
- 평소에 자신이 좋아하거나 관심을 갖고 있는 과학자
- 이름은 들어봤지만 그 업적에 대해 자세히 모르는 과학자 등

(2) 선정한 과학자의 주요 업적과 인생 스토리 등을 자세히 조사한다. 조사한 내용을 깊이 있게 이해하고 요약한다.

<주요 업적>

- 우리의 삶에 영향을 준 주요한 업적과 그 내용은 무엇인가?
- 어떤 이론을 주장하거나 어떤 실험을 하였는가?
- 그 과학자가 유명해진 이유는 무엇인가? 등

<인생 스토리>

- 어떤 계기로 그러한 업적을 이루게 되었는가?
- 연구 업적이나 삶과 관련하여 독특한 사건이나 일화로 어떤 것이 있는가?
- 함께 일한 동료나 영향을 준 사람은 누구인가?
- 흥미로운 비하인드 스토리(behind story)에는 어떤 것이 있는가? 등

(3) 과학자의 인생과 업적 중에서 대표적인 것을 간추린 후에 화폐에 넣을 이미

지를 선정하고 화폐를 제작한다.

- 그림판, 포토샵과 같은 이미지 편집 프로그램을 이용하여 이미지 파일로 화폐를 제작한다.
- 어려운 기능을 사용하지 않아도 되며, 단순한 기능 위주로 활용한다.

(4) 과학자 화폐 제작이 끝난 후 각 조별로 자신들이 만든 화폐를 발표하며, 왜 그렇게 만들었는지 그 과학자의 업적이나 삶과 관련하여 설명한다.

- 각 조별 발표 시간 : 5분 내외
- 발표 자료는 PPT 또는 한글 파일과 같이 프리젠테이션 파일로 제작한다.

(5) 각 모둠의 친구들이 발표하는 내용을 모두 듣고 동료평가를 한다.

<점수 배점 및 평가 기준>
<p>● 모둠점수: 80점 반영 → 평가 기준: ①내용, ②표현, ③창의성, ④협동성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 과학자의 업적과 인생을 지폐에 잘 반영했는가?</li> <li>· 화폐를 보기 좋게 잘 만들었는가?</li> <li>· 다른 화폐를 베끼지 않고 스스로 화폐를 독창적으로 만들었는가?</li> <li>· 모둠원이 협동하여 화폐 제작, 보고서 작성, 발표 등의 과제를 성실히 수행했는가?</li> </ul>
<p>● 개인점수: 20점 반영 → 평가 기준: ① 역할, ② 기여도</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 역할 분담을 고르게 하여 자신의 역할을 충실히 수행했는가?</li> <li>· 모둠의 산출물에 충분히 기여했는가?</li> </ul>

**※ 모둠활동 안내**

- 본 활동은 4인 1조, 또는 3인 1조로 모둠을 이루어서 활동한다.
- 특정 학생에게 역할이 편중되지 않도록 고르게 역할 분담하고 다함께 토의하며 참여한다.
- <역할 분담 예시> 과학자 조사, 중간보고서 작성, 화폐 제작, PPT제작, 발표 등

우리 모둠원	역할 분담	모둠원이 모두 함께 할 일

▶ **생각해보기**

- 1) 우리나라 지폐에 과학자 도안을 도입한다면 과학자 중에서 누구를 선정하면 좋을까? 그 이유는?
  
- 2) 과학자 지폐 도안이 이용된 다른 나라의 다양한 화폐들을 조사해보자.

### 3. 읽을거리

#### (1) 화폐디자인

화폐 디자인은 일정한 규격의 종이에 시각요소와 언어들을 조형 원리에 따라 화폐가 갖는 기능과 목적에 적합하게 고안하는 것이다. 화폐 디자인의 특성은 사회적 측면과 예술적 측면으로 나누어볼 수 있다. 사회적 측면으로는 기능적인 면에 속하는 위조방지과 신뢰성, 실용적인 면에 속하는 거래의 편의성을 고려할 수 있다. 또한 디자인에 나타난 소재를 통해 대중을 설득, 조정하고 교육시킬 수 있는 감화의 역할도 해야 한다. 예술적 측면으로는 그 시대가 요구하는 시각적인 조형성이 상호 조화된 조형 예술품의 기능을 가지고 있다. 따라서 화폐 디자인은 사회적 측면과 예술적 측면이 균형을 이룬 표현이라고 할 수 있다.

화폐디자인의 구성요소는 소재, 패턴, 색채, 크기, 레터링 등이 5대 요소로 중시되고 있으며, 이외에도 위조방지 요소, 은행권의 고유번호인 기호와 번호, 발행자의 인장과 서명 등이 있다. 은행권 디자인의 소재는 주소재, 부소재, 보조부 소재로 나눌 수 있다. 주소재는 은행권의 전체를 대표할 수 있는 모티브로서 일반적으로 인물상을 택한다. 부소재는 주소재와 연관성이 있는 고적, 풍물, 국보, 업적 등을 비롯하여 기타 일러스트레이션을 채택한다. 보조부 소재는 주소재와 부소재를 보조하는 것으로서 주, 부소재를 보완하고 디자인상의 구성미를 제고시키는 역할을 하는 것이다.



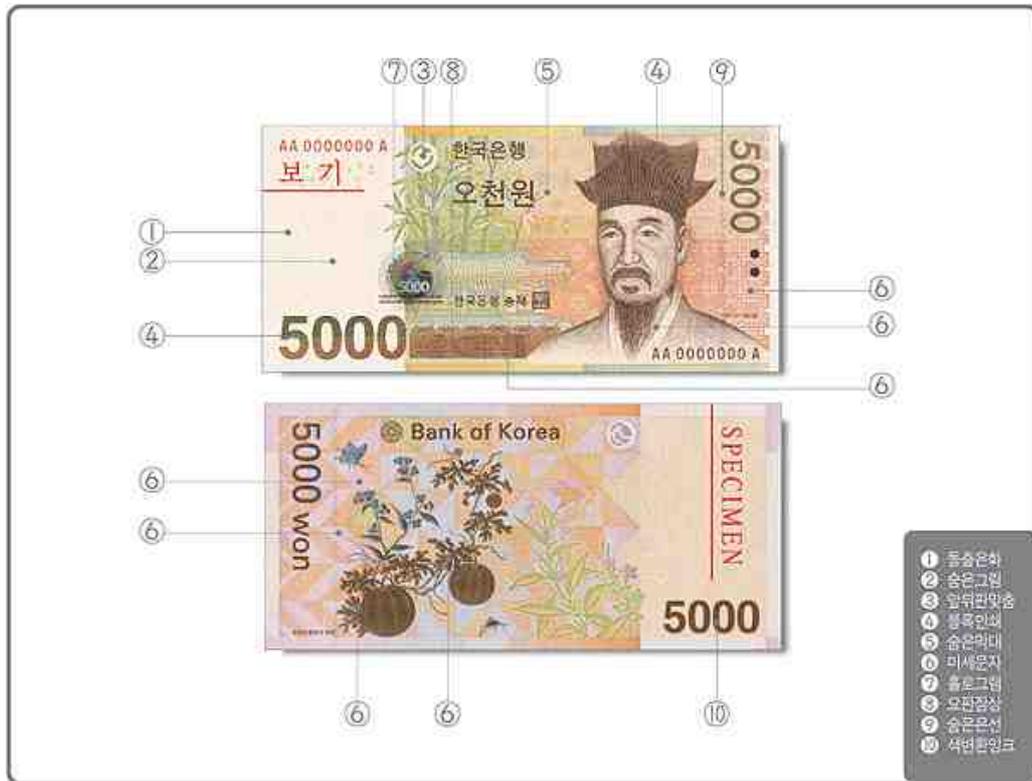
화폐의 소재로는 19세기말부터는 인물, 건물, 풍경, 고적 등의 다양한 소재들이 등장되었고 인물은 권력을 가진 국왕, 통치자, 장군들도 일관되어 왔다. 그러나 제2차 세계 대전 이후부터는 주소재는 인물상으로 바뀌고 이 인물들은 권력자가 아닌 학자나 예술가, 과학자 등 인류 문화발전에 공헌한 위인들로 교체되었다. 뒷면 부소재도 사적 등의 건물에서 그 나라의 고유 동식물을 비롯하여 편화로 표현된 일러스트레이션으로 전환되었다. 제2차 세계대전 이후 은행

권(Banknote)은 통화로서 뿐만 아니라 시각예술의 한 분야로서 그 위치를 굳히고 한 국가의 문화와 예술을 알리는 매체로서의 역할을 담당하게 되었다. 즉, 과거 기능적인 측면에만 국한시켰던 관념에서 탈피하여 현대의 화폐 디자인은 예술적인 측면에서 시각적인 조형성을 중시하고 있다.

화폐는 단순히 경제생활을 영위하는데 필요한 지급수단의 역할 뿐만 아니라 사회적 예술작품으로서 그 나라의 역사적 발자취를 되돌아 볼 수 있게 하는 자료로서의 역할도 수행한다. 그러므로 화폐에 나타난 위인들의 모습에서 우리나라의 문화와 생활양식 등을 엿볼 수 있고 그 나라의 국민 정서를 대변하기에 화폐를 흔히 '그 나라 전체의 얼굴'이라 부른다.

**(2) 새 지폐에 담긴 위조방지 기술 (자료출처: 한국조폐공사)**

새 지폐 5000원권에 담겨있는 위조방지 기술은 다음과 같다. 10000원권은 5000원권과 인물과 숫자, 지폐의 색상만 다를 뿐 화폐에 담긴 위조방지 기술은 두 지폐가 같다.



① **필름은화**  
육안으로 보면 숫자 '5000'을 숨은 그림 옆 쪽에서 확인할 수 있음

② **숨은그림**  
앞면 왼쪽(뒷면 오른쪽)의 그림이 없는 부분을 빛에 비추어 보면 숨겨져 있는 울곡 이이 초상이 보임

③ **암위판맞춤**  
숨은 그림 옆 위 쪽의 동그라미 무늬를 빛에 비추어 보면 태극무늬가 보임

④ **동북인쇄**  
앞면 울곡 이이 초상, 문자 및 숫자, 뒷면 수박 그림, 문자와 숫자는 별개 인쇄를 하여 만져보면 오돌도돌한 감촉을 느낄 수 있습니다.

⑤ **숨은막대**  
가운뎃대를 빛에 비추어 보면 가로로 된 숨은 막대 3개가 나타남

⑥ **미세문자**  
육안으로 확인하기 어려운 미세문자 '5000' 또는 'BANK OF KOREA'를 울곡 이이 초상 뒷면 부분, 초상도 동인, 초상 오른쪽 지문, 뒷면 조각보에서 찾아 볼 수 있음

⑦ **숨로그림**  
보는 각도에 따라 우리나라 지도, 태극과 숫자 '5000', 4각이 변형이 나타남

⑧ **유리전상**  
비스듬히 기울여 보면 숨겨져 있는 문자 'WON'이 나타남

⑨ **숨은문선**  
앞면 초상 오른쪽에 숨어 있는 띠를 빛에 비추어 보면 작은 문자가 보임

⑩ **색변환링크**  
보는 각도에 따라 액면 숫자의 색깔이 황금색에서 녹색으로 변함

#### 4. 수업 활용 방안

- 1) 정규 과학수업 : 학습 과학 개념 관련 과학자에 대해 동기 유발하거나 정리, 과학사 수업, 또는 수행평가로 활용
- 2) 과학 동아리 활동 및 창의적 체험활동 수업

#### 5. 참고 및 관련자료

- 1) 서울특별시교육청 <2011 연구과제 보고서> 서울교육2012-11.
  - 융합과학인재교육(STEAM) 교수·학습 방법 개발 및 적용. 서울금융고등학교 연구팀
- 2) 참고 사이트
  - 한국은행 <http://www.bok.or.kr/>  
「동영상으로 보는 위조방지장치」 동영상
  - 한국조폐공사 <http://www.komsco.com/index.asp>
  - 화폐박물관 <http://museum.bok.or.kr/index.do>
  - 세계화폐박물관 <http://www.numerousmoney.com/>
- 3) 지식채널e 동영상
  - 마이클 패러데이 : 「못 배운 과학자」 (2010. 5. 17.)
  - 찰스 다윈 : 「두 사람」 1부, 2부 (2009. 3. 2.), (2009. 3. 9.)
  - 마리 퀴리 : 「우라늄」 (2008. 5. 12)

## 6. 서울금융고 학생들이 만든 과학자 지폐

### 1) 이휘소



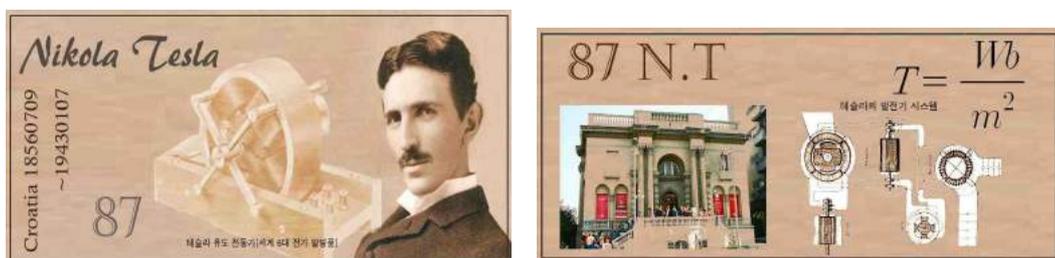
### 2) 장영실



### 3) 토마스 에디슨



### 4) 니콜라 테슬라



## 5. 유유상종(類類相從)? - 물 분자만 동동

신수경  
어메니티과학연구회  
다살림과학교실 분과

### 1. 탐구 목표:

- 가. 물의 강한 표면장력을 경험한다.
- 나. 물 분자 구조를 안다.
- 다. 전반사의 원리를 안다.

### 2. 준비물:

- 조별 준비물: 물방울 레이스 4세트, 옆 트인 병 4세트, 옆어도 쏟아지지 않는 매직 컵4, 계영배 4, 컵 4, 수조 4, 네임 펜 4세트, 색연필 4세트.
- 개인 준비물: 물에 녹는 종이, 망사 천, 지퍼 백.

### 3. 탐구 방법

#### 가. 표면장력 겨루기

겨루기 1 : 물방울 달리기

- 1) OHP필름 위에 양초를 칠한 트랙을 그린다.
- 2) 그 트랙 위에 각자 스포이트로 물을 한 방울씩 떨어뜨린다.
- 3) 적당한 도구를 이용해서 각자의 물방울을 굴려 트랙을 달려보자.  
목표점에 먼저 도착한 사람이 이긴다.
- 4) OHP필름 아래 작은 글씨가 쓰여 있는 신문지 등을 놓아두고 비치는 글씨의 크기도 비교해 보자.



겨루기 2 : 옆 트인 병에 클립 넣기

- 1) 옆 트인 물병에 물을 담아두고, 2사람이 번갈아 가며 클립을 넣는다.
- 2) 표면을 먼저 깨트리는 사람이 진다.



## 나. 덮어도 쏟아지지 않는 매직 컵 & 계영배

- 1) 덮어도 쏟아지지 않는 매직 컵에 물을 담아보자. 쏟아지게 해보자.  
왜 그럴까?
- 2) 계영배에 물을 담아 보자.  
왜 그럴까?

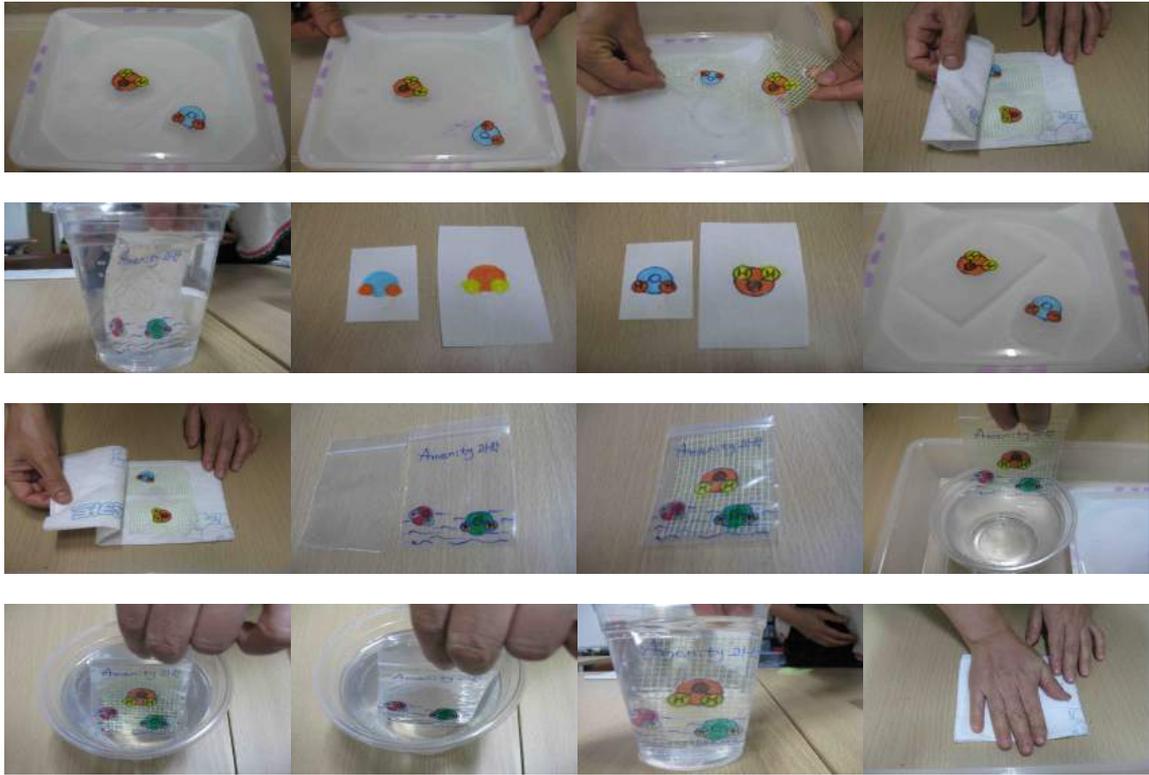


## 다. 물 분자만 동동



<준비물>

- 1) 물에 녹는 종이에 색 연필로 물 분자 모형을 그린다.  
주의! 종이에 빈 틈 없이 빠곡하게 메운다.
- 2) 그 위에 네임 펜으로 가장자리에 테를 두르고 산소와 수소의 원소기호를 쓴다.
- 3) 물 위에 띄우고 변화를 관찰한다.
- 4) 망사 천으로 물 위에 동동 떠다니는 물 분자를 떼내서 키친타월의 한 쪽에 놓는다.
- 5) 키친타월의 다른 한 쪽을 접어 눌러서 물기를 제거한다.
- 6) 네임 펜으로 지퍼 백의 바깥에 물 분자 구조와 자기만의 사인을 그린다.  
주의! 먼저 그린 물 분자의 위치나 색깔에 차이가 나게 그린다.
- 7) 망사 천을 지퍼 백 속에 넣고 지퍼 백을 닫는다.  
주의! 지퍼 백을 꼭 눌러서 가능한 공기가 많이 빠져나가게 한 후에 닫는다.
- 8) 물이 담긴 컵에 지퍼 백을 수직으로 담그면서 변화를 관찰한다.
- 9) 지퍼 백을 살짝 앞뒤로 기울이면서 변화를 관찰한다.  
주의! 이 때 눈의 위치는 컵 위에 둔다.
- 10) 눈의 위치를 컵 앞에 두고, 지퍼 백을 좌우로 돌려가며 변화를 관찰한다.  
주의! 컵 뒤에서의 변화도 관찰한다.



#### 4. 주의사항

- 가. 물 분자 그림을 그릴 때, 색연필로 빈틈없이 채운다.
- 나. 지퍼 백에 물이 들어가지 않게 한다.

#### 5. 과학 원리를 찾아서

물은 자연계에 존재하는 물질 중, 아주 특별한 성질을 지닌 물질이다. 수소결합으로 분자 간 인력이 특별히 세어서 끓는점도 높고, 비열도 크며, 표면장력도 세다. 하지만 이러한 물은 극성이라 기름과 같은 무극성 분자랑은 잘 섞이지 않는다. 이런 성질을 이용하여 물에 녹는 수성 종이위에 유성인 색연필로 물 분자를 그려 물 위에 둥둥 떠 다니는 효과를 내 본 것이다. 결과물을 완성도 높게 하기위해 지퍼 백에 넣어서 전반사의 효과를 이용한 재미있는 덧붙인 실험을 해 본 것이다.

#### 6. 관련된 과학 이야기

물과 기름은 서로 잘 섞이지 않는다. 이 둘을 서로 잘 섞이게 하는 방법을 이용하여 복사 용액을 만들어 보자.

## 6. 기체분자운동을 느껴보자 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

박 형 군(부명중학교)  
부천과학교과교육연구회



### ◆ 탐구 내용

기체분자운동장치를 이용하여 기체의 압력, 기체의 온도, 기체의 압력과 부피관계, 기체의 온도와 부피관계, 분자운동과 상태변화를 관찰하고 감각적으로 느껴봄으로써 기체분자운동과 상태변화에 대해 쉽게 이해할 수 있다.

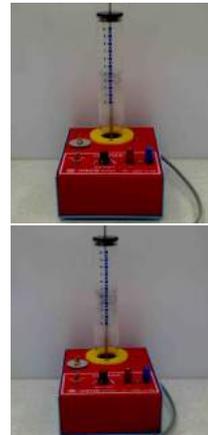
### ◆ 준비물

기체분자운동 실험장치, 쇠구슬(3mm) 30개, 걸을 칼라점으로 쓴 네오디움 자석(구형 3mm) 30개, 플라스틱 시험관, 고리 원반

### ◆ 어떻게 할까요?

#### 1. 기체의 압력은 왜 나타날까?

- ① 주사기의 입구를 막고 피스톤을 눌러보고 눌렀던 손을 떼어본다. 피스톤이 계속 들어가지 않는 이유는? 손을 떼었을 때 다시 원래 위치로 돌아오는 이유는?
- ② 다른 주사기를 연결하여 주사기 안으로 공기를 밀어 넣어보자. 처음 주사기는 어떻게 되는가?
- ③ 기체분자운동 장치의 스위치를 켜지 않았을 때 구슬의 모양을 관찰한다.
- ④ 기체분자운동 장치의 스위치를 켜었을 때 구슬의 모양을 관찰한다.
- ⑤ 구슬을 더 넣으면 부피는 어떻게 될까?



#### 2. 기체와 액체에서 부력은 왜 나타날까?

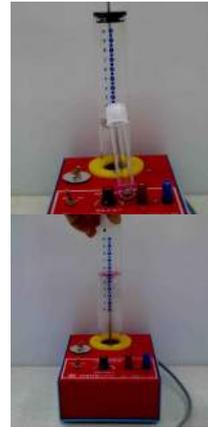
- ① 기체분자운동 장치를 켜고 이동 원반을 최대로 올린다.
- ② 구슬의 분포를 관찰한다.
- ③ 아래쪽 구슬과 위쪽의 구슬의 분포(밀도)가 같은가?
- ④ 아랫쪽과 위쪽의 밀도는 왜 다를까?
- ⑤ 아래쪽과 위쪽의 기체의 압력은 같을까?
- ⑥ 구슬이 들어있는 구를 넣고 기체분자운동장치를 작동시켜보자. 구는 어떻게 되는가?



#### 3. 물질의 차갑고 뜨거운 정도, 온도는 어떻게 측정될까?

- ① 기체분자운동 장치의 스위치를 켜고 온도계 모형을 넣는다.

- ② 온도계 모형 속의 구슬은 어떻게 되는가?
- ③ 기체분자운동 장치의 회전 속도를 높게 조절하여 구슬의 속도를 높인다.
- ④ 구슬의 속도가 높아졌을 때 온도계 모형 속의 구슬 높이는 어떻게 되는가?  
물질의 상태 변화 시 온도가 변하지 않는 이유는 무엇일까?



4. 기체의 압력과 부피는 어떤 관계가 있을까?

- ① 기체분자운동 장치의 스위치를 켜고 회전 속도를 일정하게 조절하여 일정한 부피가 유지됨을 확인한다.
- ② 기체의 압력이 변하는 것을 나타내려면 어떻게 해야 할까?
- ③ 기체의 압력이 변함에 따라 부피는 어떻게 변하는지 관찰한다.
- ④ 손가락에 고리 원반을 끼우고 기체분자운동 장치에 넣고 부피를 변화시키며 손가락에 느껴지는 쇠구슬의 충돌수의 변화를 비교한다.



5. 기체의 온도와 부피는 어떤 관계가 있을까?

- ① 기체분자운동 장치의 스위치를 켜고 회전 속도를 일정하게 조절한다.
- ② 기체의 온도가 변하는 것을 나타내려면 어떻게 해야 할까?
- ③ 기체의 온도가 변함에 따라 부피는 어떻게 변하는지 관찰한다.
- ④ 손가락에 원반을 끼우고 기체분자운동 장치에 넣고 쇠구슬의 속도를 변화시키며 손가락에 느껴지는 쇠구슬의 충돌수의 변화를 비교한다.





6. 물질의 상태는 왜 변할까?

- ① 네오디움 구슬을 기체분자운동 장치에 넣고 스위치를 켜고 회전 속도를 약하게 조절한다.
- ② 구슬 간의 거리를 멀어지게 하려면 어떻게 해야 할까?
- ③ 구슬 간의 거리가 멀어지면 분자들의 위치는 어떻게 되는가?
- ④ 구슬들이 완전히 떨어지게 하려면 어떻게 해야 할까?
- ⑤ 이동 원반을 눌러보자. 구슬 간의 거리는 어떻게 되는가?  
구슬의 움직임은 자유로운가?
- ⑥ 물질의 상태 변화 시 변하는 것은 무엇일까?



7. 물질은 가득차 있을까 알갱이와 빈공간으로 되어있을까?

1번, 4번 실험의 경우를 생각해보자. 외부에서 압력을 가하면 기체의 부피가 줄어드는 이유는 무엇일까?

◆ **알아 맞추어 보세요.**

1. 기체의 압력은 왜 나타날까요?
2. 부력은 왜 나타날까요?
3. 온도계는 어떻게 온도를 측정할까요?
4. 외부의 압력이 낮아지면 기체의 부피는 어떻게 될까요?
5. 온도가 높아지면 기체의 부피는 어떻게 될까요?
6. 물질의 상태가 변하는 것은 분자와 관련하여 무엇이 변해야 할까요?
7. 물질은 무엇으로 구성되어 있을까?

◆ **왜 그럴까요?**

1. 기체의 압력이 나타나는 이유는 **기체 분자가 운동**하며 서로 충돌하여 기체 분자들과 먼 (용기 벽)에 힘이 작용하기 때문이다. 기체나 액체 분자는 **모든 방향**으로 움직이며 충돌하므로 압력은 기체의 모든 부분과 모든 면에 **같은 크기**로 작용한다.(파스칼의 원리).
2. 지표에서는 지구 중심 방향으로 **중력**이 작용하므로 운동하는 기체나 액체 분자에도 지구

중심 방향으로 중력이 작용하여 아래 쪽의 기체나 액체는 위쪽의 물질의 중력 즉 무게가 작용하게 된다. 따라서 아래쪽과 위쪽의 압력이 다른데 위쪽과 아래쪽 그 사이를 채우는 기체나 액체의 무게만큼의 압력의 차이를 나타내고 압력이 큰 곳에서 낮은 곳으로 즉 위 방향으로 부력이 나타나게 된다.

3. 물질의 차갑고 뜨거운 정도는 물질의 분자 운동과 관련되고 온도계는 분자 운동이 활발해지면 분자간의 거리가 멀어져 부피가 팽창하는 원리를 이용한 것이다.
4. 외부 압력이 커지면 부피가 작아지는데 부피가 작아지면 분자 간의 거리가 가까워져 충돌 횟수가 많아지기 때문에 내부 압력이 높아지고 내부의 압력이 외부의 압력과 같아질 때까지 부피가 작아지는 것이다.
5. 온도가 올라가는 것은 분자 운동이 빨라지는 것이고 분자 운동이 빨라지면 분자간의 충돌 횟수가 많아지고 충돌 횟수가 많아지면 내부 압력이 커져 외부 압력과 같아질 때까지 부피가 증가한다.
6. 물질의 상태 변화는 온도와 압력에 의해 변한다. 물질을 가열하면 분자 운동이 빨라져 분자간의 거리가 멀어지고 그러면 분자간의 인력이 약해져 분자들이 보다 자유롭게 움직일 수 있게 되고 상태가 변하게 된다. 물질마다 분자간의 인력이 달라 상태변화 하는 온도는 물질마다 다르고 분자간의 인력이 클수록 더 빨리 움직여야 분자간의 거리가 멀어지고 보다 자유롭게 움직일 수 있으므로 상태변화 하는 온도인 녹는점, 끓는점이 높아진다.  
외부 압력이 높아지면 분자간의 거리가 가까워지고 가까워지면 분자간의 인력이 커져 상태가 변하게 된다.
7. 물질은 공간을 가득채우고 있는 것이 아니라 알갱이와 그 사이의 빈공간으로 되어있다.

#### ◆ 어디에 이용할까요?

1. 기체의 압력은 기체 분자의 운동에 따른 충돌로 나타나므로 기체의 압력을 높이려면 기체 분자 수를 많게 하거나 열을 가하여 온도를 높여 분자 운동을 활발하게 하여 충돌수를 늘린다. 축구공의 압력 조절을 위해 공기의 양을 조절한다.
2. 기체나 액체는 부력이 작용하므로 물보다 밀도가 작은 물체는 물에 뜨고 공기의 밀도가 작아지면 상승하게 된다. 잠수함, 열기구 등
3. 물질을 이루는 분자들의 운동에 따른 부피 팽창의 변화를 이용하여 온도를 재는 온도계를 만든다. 기체의 팽창을 이용한 기체온도계도 사용한다.
4. 외부의 압력에 따라 기체의 부피가 변하고 모든 면에 골고루 작용하는 것을 이용하여 완충장치를 만든다. 자동차 타이어, 자전거 튜브, 자동차 에어백, 운동화의 공기 쿠션 등.
5. 기체의 온도가 높아지면 부피가 팽창하여 주변의 기체보다 밀도가 작아져 상승하게 되어 뜨거워진 대기는 상승하게 되고 이러한 원리를 이용하여 열기구나, 풍등을 떠오르게 할 수 있다.
6. 상태 변화의 이용 예고체 물질을 열을 가해 녹여 원하는 모양으로 만들 수 있다. 초코렛, 아이스크림, 사탕, 자동차 차체 등  
동결건조는 얼었다가 압력을 아주 작게 하면 얼음이 승화하여 수증기로 날아가버리는 원리를 이용한다. 맛과 영양의 파괴가 적다. 인스턴트 커피, 라면 스프, 우주식량 등

## 7. 체세포 분열 과정 축광 시계 만들기

박형식(방어진고등학교)  
울산과학연구회

### ◆ 탐구 내용



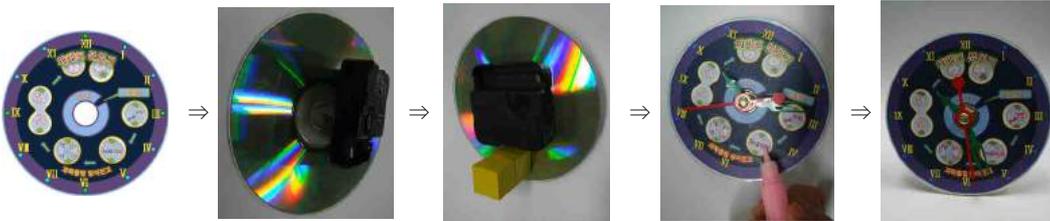
세포주기란 분열을 마친 세포가 성장하여 다시 분열을 마칠 때까지의 시간으로 간기와 분열기로 나뉘며, 분열기는 다시 핵분열과 세포질 분열로 구분된다. 핵분열은 염색체의 모양과 움직임에 따라 전기, 중기, 후기, 말기로 구분하며, 핵분열이 끝나면 세포질 분열이 일어난다. 체세포 분열 과정을 표현한 축광 시계 제작을 통해 간기와 분열기의 상대적 길이를 알아보고, 체세포 분열 과정의 염색체 모양과 움직임에 대해 이해한다.

### ◆ 준비물

공CD, CD 라벨지, 시계, 축광풀, 받침대, 건전지, 헤어드라이어, 양면 접착테이프

### ◆ 어떻게 할까요?

- ① 공CD에 체세포분열 과정이 인쇄된 CD 라벨지를 붙인다.
- ② CD에 시계 본체와 시침, 분침, 초침을 부착한다.
- ③ 양면 접착테이프를 이용하여 시계 받침대를 부착한다.
- ④ 축광풀을 전기, 중기, 후기 염색체에 칠한다.
- ⑤ 헤어드라이어를 이용하여 말린다.



### ※ 주의사항

- ① 축광풀은 마르는데 시간이 많이 걸리므로 시계 부품을 부착한 후 축광풀로 염색체를 칠하고 헤어드라이어로 말린다.
- ③ 축광풀이 없으면 축광가루와 투명한 메니큐어를 섞어서 사용할 수 있다.

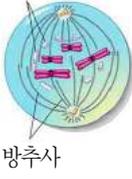
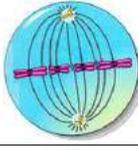
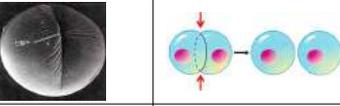
### ◆ 알아 맞추어 보세요.

- ① 세포 주기인 간기와 분열기 중에서 어느 시기가 더 길까요?
- ② 체세포 분열시 핵분열과 세포질 분열 중 어느 것이 먼저 일어날까요?

- ③ 체세포 분열 과정 중 핵분열의 각 단계별 특징에 대해 이야기해 봅시다.
- ④ 염색체를 관찰하기 가장 좋은 세포 주기는 언제이며 그 이유는 무엇일까요?

◆ 왜 그럴까요?

세포 주기별 특징을 살펴보면 다음과 같다.

세포주기	현미경사진	모식도	특징
간기			<ul style="list-style-type: none"> <li>·세포 주기 중 가장 길다</li> <li>·핵막과 인이 존재한다.</li> <li>·세포 분열 전에 DNA가 복제된다.</li> </ul>
핵분열	전기		<ul style="list-style-type: none"> <li>·염색사가 응축되어 염색체가 나타난다.</li> <li>·핵막과 인이 사라진다.</li> <li>·방추사가 형성되기 시작한다.</li> </ul>
	중기		<ul style="list-style-type: none"> <li>·세포 주기 중 가장 짧다.</li> <li>·염색체가 적도면에 배열된다.</li> <li>·염색체 크기와 형태를 관찰하기가 가장 좋다.</li> </ul>
	후기		<ul style="list-style-type: none"> <li>·염색분체가 양극으로 이동한다.</li> </ul>
	말기		<ul style="list-style-type: none"> <li>·염색체가 염색사로 풀어진다.</li> <li>·핵막과 인이 나타나며 두 개의 딸핵이 완성된다.</li> <li>·방추사가 사라진다.</li> </ul>
세포질분열	동물		적도면 부근에서 세포막이 안쪽으로 함입되어 2개의 딸세포가 만들어진다.
	식물		세포의 중앙에서 세포판이 만들어지고, 이것이 나중에 세포벽이 되어 2개의 딸세포가 만들어진다.

◆ 어디에 이용할까요?

다세포 생물은 체세포 분열을 통해 세포 수를 증가시켜 몸이 커지는 생장을 하거나 상처와 손실된 부분의 세포 혹은 조직을 재생시키는 역할을 한다. 단세포 생물의 경우 체세포 분열은 개체 수를 늘리는 생식의 수단이 된다.

## 8. 기체 발생장치 만들기와 수소실험

전석천(송문고등학교)

신나는 과학을 만드는 사람들

우리는 수소나 산소, 이산화탄소와 같은 기체를 이용하는 실험을 하는 경우 기체를 발생 반응을 조정해가면서 실험하는 것이 쉽지 않다는 것을 알고 있다. 여기서는 기체의 발생량을 조정할 수 있으면서 안전하게 반응을 일으키도록 하는 장치를 만들어보고자 한다.

### 이 활동을 하면

1. 기체 발생장치를 만들 수 있다.
2. 수소를 이용한 반응을 알 수 있다.

### 무엇이 필요할까?

종이 소주잔, 목공용 본드, 알루미늄테이프, 송곳, 가위, , 파스텔 피펫, 점화기, 수소발생장치(PET 병 2개, 뚜껑포함, PVC 관, 유리관, 알코올램프, 고무관, 글루건, 칼, 클램프, 1구 펀치, 스탠드), 길고 굵은 유리관(Ø20mm × 50cm 정도), 비눗물

### 어떻게 할까?

#### 1. 기체발생장치 만들기

- 1) PET 병마개의 가운데에 PVC관이 들어갈 수 있도록 1구 펀치를 이용하여 구멍을 뚫는다. - (PVC관의 굵기보다 약간 작은 유리관을 알코올램프로 가열한 후 이를 이용하여 PET 병마개나 벽면에 구멍을 뚫을 수도 있다.)
- 2) PET 병마개에 PVC관을 끼운다. - 이때 병마개는 서로 윗부분이 닿도록 한 후 PVC관을 끼운다. 또한 PVC관은 한쪽은 병 바닥에 닿을 수 있을 정도로 길게하고 다른 쪽은 뚜껑에서 가깝게 한다. 또한 병마개와 병마개에 끼워진 PVC관 사이가 글루건으로 완전히 밀봉될 수 있도록 한다.
- 3) 위쪽의 PET 병은 아래 부분을 잘라낸다. 또한 아래쪽 PET 병의 위쪽 단단한 부분에 PVC관이 들어갈 구멍을 뚫는다. - 또한 이때도 1구 펀치를 사용하거나 가열된 유리관을 사용한다.
- 4) 병마개 부분과 PET 병에 연결할 PVC관 부분에 기체가 새지 않도록 글루건으로 마감한다.
- 5) PTE 병에 연결된 PVC 관에 잠금장치를 연결한다. 또한 잠금장치 반대쪽에는

고무관을 연결한다.

- 6) 금속을 채울 굵은 PVC 관을 준비한다. - 굵은 PVC 관의 아래 부분에 ㄷ자형 플라스틱을 끼우고 여기에 아연을 채운다. 굵은 PVC 관에는 중간 중간에 송곳으로 구멍을 여러 개 뚫는다. 또한 굵은 PVC 관은 PET병 길이보다. 조금 작게 만든다. 이렇게 하여 만든 굵은 PVC 관에는 g의 아연을 채울 수 있다.

## 2. 수소발생장치 사용법

- 1) 굵은 PVC 관에 아연을 채운 후 아래쪽 PET병에 넣는다.
- 2) 병뚜껑을 아래쪽 PET 병에 끼운다.
- 3) 위쪽 PTE 병을 연결한다.
- 4) 이 장치를 스탠드에 고정한다.
- 5) 잠금장치를 막고 위쪽의 PET병에 3M-HCl 용액을 가득 붓는다. - 이때 압력 차에 의해 약간의 HCl 용액이 아래쪽 PET 병으로 내려 갈 수는 있으나 계속 하여 HCl 용액에 아래로 내려가고 있다면 병의 마감 부분에서 기체가 새고 있는 것이다. 따라서 이 과정을 하려면 HCl 용액으로 하는 것이 아니라 먼저 물로서 확인 작업을 하는 것이 좋을 것이다.)
- 6) 잠금 장치를 열면 위쪽의 HCl 용액이 아래쪽 PET 병으로 들어간다. 이때 아연과 HCl이 반응하여 수소기체가 발생한다.
- 7) 이때 수소기체가 충분히 발생하여 아래쪽 PET 병의 빈 공간의 공기가 빠져나갔다고 생각되면 잠금장치를 잠근다. 이때 기체가 발생하면서 병 속의 압력이 커져 용액은 위쪽의 PET 병으로 이동하게 된다.
- 8) 수소가 발생하여 용액이 위쪽 PET 병으로 이동하게 되면 아연과 HCl과의 반응은 멈추게 되어 더 이상 수소기체의 발생은 없게 된다.
- 9) 수소 기체 이용할 경우 잠금장치를 열면 위쪽의 HCl 용액이 아래쪽 PET 병으로 내려오면서 수소기체가 고무관을 통해 나오게 된다. 또한 HCl과 아연이 반응하여 수소기체가 발생하기도 한다. 잠금장치를 잘 조정하면 기체가 나오는 양도 조정할 수 있다.

## 3. 수소폭탄 만들기

- 1) 종이 소주 컵의 한쪽의 뚜껑 부분의 두꺼운 부분 가위로 잘라낸다.
- 2) 잘라진 부분이 다른 소주 컵의 위쪽에 끼워지도록 한 후 접촉부분을 목공용 본드로 마감한다.
- 3) 소주 컵이 맞닿은 상태에서 위쪽의 소주 컵 바닥 부분에 알루미늄 테이프를 붙인다.
- 4) 알루미늄 테이프를 붙인 부분에는 송곳으로 구멍을 하나 뚫고 반대쪽 부분에는 2개를 뚫는다.
- 5) 알루미늄 쪽 구멍을 손가락으로 막고 위로하여 아래쪽에 있는 구멍으로 수소

기체를 담는다. 수소기체는 소주 컵의 양보다 2배 정도 많은 정도로 담는다. 즉 수소가 넘칠 수 있도록 담는 것이 안전하게 수소폭탄을 터트리는 방법이 된다.

- 6) 수소가 소주 컵에 가득 들어갔다면 바닥이 고르지 않은 곳에 소주 컵을 놓고 구멍을 막고 있던 손가락을 땀 후 점화기의 불을 구멍에 가까이 댄다. 그러면 구멍을 통해 나온 수소가 불이 붙는 소리가 ‘퍽’하면서 나는 것을 들을 수 있다.
- 7) 소주 컵의 수소가 불이 붙은 후 몇 초 후에 폭발이 일어나는지 살펴보자.

### 생각 모으기

1. 소주 컵에 들어있던 수소가 바로 터지지 않고 몇 초 후 터지는 이유는 무엇인지 생각해보자.
2. 폭발이 일어나는 시간을 조정할 수 있는 방법은 무엇인지 생각해보자.

### 한 걸음 더

1. 보너스 실험 1
  - 1) 파스테르 피펫을 수소발생장치의 고무관에 끼우고 스탠드에 파스테르 피펫이 위로 향하게 고정시킨다.
  - 2) 잠금장치를 열고 파스테르 피펫을 통해 나오는 수소에 불을 붙인다.
  - 3) 불이 켜져있는 파스피펫을 길고 굵은 유리관(Ø20mm × 50cm 정도)에 조심스럽게 끼워본다.
  - 4) 어느 순간 유리관 안에서 소리가 나는 것을 살펴볼 수 있다. 원인이 무엇일까?
2. 보너스 실험 2
  - 1) 수소 기체가 나오고 있는 부분을 비눗물 속에 넣는다.
  - 2) 비눗방울이 커져 날아올라가는 것을 살펴보자.
  - 3) 수소 비눗방울을 만들어 여기에 불을 붙여보자. 날아올라가는 수소 비눗방울에도 불을 붙이는 것에 도전해보자.
  - 4) 작은 수소 비눗방울 많이 만들어 손 위에 올려놓고 불을 붙여보자.
  - 5) 큰 수소 비눗방울을 책상위에 만들어 놓고 1분 후 불을 붙여보자. - 모양은 어떻게 변할까? 또한 수소 비눗방울에 바로 불을 붙이는 경우와 1분 후에 불을 붙이는 경우는 어떤 차이가 있을까?
3. 보너스 실험 3
  - 1) 수소 기체 만 채워진 풍선에 압전기로 만들어진 점화기 장치하고 수소 기체를 점화시켜보자. - 수소가 점화기에 의해 반응하지 않는 것은 무엇 때문인가?

- 2) 위의 풍선에 공기를 넣고 점화기를 작동시켜보자.
- 3) 수소 기체와 산소 기체를 2:1 부피비로 채운 후 점화기로 점화시켜보자. -  
2)번과 어떤 점이 다른가?

## 읽을거리

### 1. 세계 최초의 물의 전기분해

윌리엄 니콜슨과 앤서니 칼라이즐

1800년 볼타가 볼타전퇴를 발표하고 불과 몇 주 후 두 사람은 물을 전기분해하여 물이 화합물인지 밝혀내고 수소와 산소가 2:1의 부피비로 결합한 것인지를 밝혀내었다. (당시에 사용한 물은 순수한 물이 아닌 지하수일 것으로 생각됨)

### 2. 데이비(Humphry Davy 1778-1829)

#### 1) 최초의 수용액의 전기분해

볼타전지의 발견소식에 데이비도 여러 가지 금속과 용액을 이용하여 화학전지 실험을 하였다. 그리고 전지의 한 금속은 산화되는 것을 발견하였다. 그리고 그를 가장 놀라게 한 것은 탄산칼륨(potash,  $K_2CO_3$ )수용액을 전기분해하면 물을 전기분해하는 것과 같은 수소와 산소가 발생한다는 사실이었다. 데이비 당시의 과학자들은 수용액에 전류를 흘리면 새로운 물질이 합성될 것이라고 생각했지만 데이비는 반대로 분해가 일어날 것이라고 확신했다.



험프리 데이비

#### 2) 최초의 용융 전기 분해를 통해 칼륨과 나트륨의 발견

1807년 데이비는 탄산칼륨 용융액을 전기분해하여 칼륨을 얻었다. 몇 일 후 비슷한 방법으로 탄산나트륨 용융액에 전기를 흘려 나트륨을 얻었다. 데이비는 칼륨과 나트륨을 어디에 분류할지 몰랐지만 이 물질들이 전기가 통하고 녹이 스는 것을 관찰한 후 금속으로 분류하였다.

#### 3) 염산의 전기분해를 통해 원소가 아님을 밝힘

1810년 데이비는 염산(muriatic acid)이 수소와 염소가 결합한 화합물임을 알아냈다. 화학의 아버지라 불리는 라부아지에는 모든 산에는 산소가 결합되어 있다고 주장 하였으며 염산도 산소와 녹색이 나는 다른 물질(농도가 진한 산소라고 생각함)이 결합한 것이라고 생각했다. 하지만 데이비의 실험을 통해 이것이 잘못된 주장인 것을 밝혀냈다.

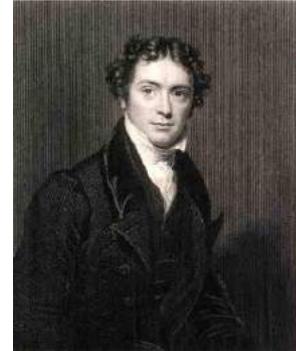
#### 4) 불화수소산(HF)의 전기분해 시도

불화수소산(HF)을 전기분해하려고 노력하였지만 실패하였다. 또 불화수소산과 산소와 염소를 반응시키려는 노력도 실패하였다. 당시 비슷한 실험을 하던 데이비, 게이-뤼삭(Gay-Lussac), 터너드(Thenard)를 포함한 몇몇의 과학자들이 유독한 불화수소 증기를 마심으로 인해 건강을 해치게 되었다.

### 3. 페러데이(1791, 9월 22일 - 1867년 8월 25일)

#### 1) 페러데이의 어린시절

가난한 광부의 아들로 태어나 초등학교에 잠시 다녔지만 r 발음을 제대로 내지 못하는 것을 선생님이 회초리로 때려 고쳐주려고 하자 그의 어머니는 그 후부터 아들을 학교에 보내지 않았다. 그는 결국 r 발음을 제대로 하지 못해 그의 형인 Robert를 Wobert라고 불렀다. 13세에 책 만드는 공장에 견습생으로 취직하여 혼자 독학으로 과학을 공부하였다. 우연히 데이비의 과학 강연에 초청받았는데 이에 감동을 받은 페러데이는 데이비의 강의를 노트로 정성스럽게 제작하여 보내며 데이비에게 자신을 조수로 받아줄 것을 요청한다. 우여곡절 끝에 결국 데이비의 허락을 얻어 그의 조수로서 과학 연구를 하게 된다.



마이클 페러데이

#### 2) 정량적인 전기화학의 선구자

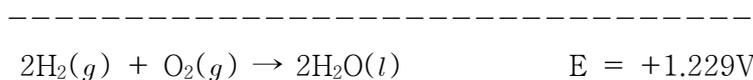
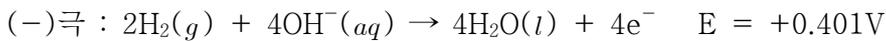
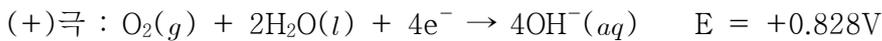
볼타전지가 발견된 이후 볼타전기와 정전기의 전기가 같은 것인가에 대한 의문이 제기되어왔다. 1831년 페러데이는 전자기유도로 세 번째 타입의 전기를 인류에게 보여줬다. 그는 이 전자기유도(자석을 코일에 넣었다 뺐다하면 전류가 생김)를 이용하여 황산구리 수용액을 전기 분해한다. 효과를 관찰하기에는 전류가 너무 적었다. 페러데이는 좀 더 민감한 화학반응을 발견하고자 하였다. 볼타전지에서 얻은 전류로 요오드-녹말수용액을 묻힌 종이에 전선을 대어 푸른색으로 변하는 것을 사용하기로 하였다. 그는 이 실험을 통해 정전기발생장치를 30회 정도 회전하여 라이덴병에 보관한 전기의 양이 자신이 만든 볼타전지로 실험한 3.2초 분의 전기에 해당한다는 것을 실험으로 알아낸다. (요오드-녹말용액을 종이에 묻혀 이를 전기분해하여 색변화가 일어나는 간격으로 비교) 또, 1833년 페러데이는 묽은 황산을 전기분해하는 실험에서 발생하는 수소의 양은 용액의 농도, 전극의 크기나 전류의 세기와는 아무런 연관이 없고 흐르는 전류량과 관계가 있다는 것을 발견한다.

### 4. 연료 전지

1) 연료 전지의 정의 - 연료 전지란 연료의 산화에 의해서 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 장치이다. 산화환원 반응을 이용한 점은 같지만 닫힌계에서 전지 반응을 하는 화학 전지와 달리 반응물이 외부에서 연속적으로 공급되고, 생성물은 연속적으로 외부로 제거된다. 가장 전형적인 것으로는 수소-산소 연료 전지가 있다.

## 2) 수소-산소 연료 전지

수소-산소 연료 전지가 각광받는 이유는 생성물이 물이기 때문에 환경 오염이 없으며, 수소가 기체이므로 액화시키면 대량을 저장시킬 수 있고, 에너지 효율이 높기 때문이다. 그러나 상용화되지 못하는 가장 큰 이유는 수소의 안정성 때문이다. 수소 기체는 폭발성이 있기 때문에 저장, 수송에 어려움이 있다. 또한 물을 전기 분해하여 수소를 얻는 방법은 전력 소모가 크므로 현재 수소는 원유로부터 생산되는 경우가 대부분이라는 것도 문제이다. 결국 청정에너지라고 하는 수소를 화석 연료로부터 얻고 있는 셈이다.



## 3) 수소-산소 연료 전지의 이용

연료 전지는 가솔린 등 화석 연료를 사용하는 내연기관보다 효율이 30~50%가량 높다. 또 순수한 상태의 물(H<sub>2</sub>O)만 배출하기 때문에 오염이 없는 청정에너지이다. 한때는 값이 너무 비싸 우주선 등 특수한 용도에만 사용되었지만 연료 전지 기술이 발전하면서 관련 제품들이 등장하고 있다. 우리나라에는 2010년 남양주 호평 지구의 파라곤 단지 내에 가정용 연료 전지 시스템을 설치했다. 이 시설은 연 이산화탄소 배출을 약 1500kg 줄일 수 있는데, 이는 어린 잣나무 5700그루를 심는 것과 같은 효과이다. 싱가포르에서는 수소 연료 전지 자전거(\$3000)를 시장에 내놓았으며, 교육용 장난감인 '물로 가는 자동차'(\$145)도 개발되었다. 캐나다에서는 휴대폰용 연료 전지를 개발하였다. 기존 휴대폰과 같은 크기인 '모토로라 SLVR L7'은 '마이크로 연료 전지' 기술을 이용, 리튬 이온 배터리보다 두배 정도 높은 효율성을 보여주고 있으며, 충전시간도 10분밖에 걸리지 않는다. 또한 휴대용 연료 전지 충전기, 연료 전지 청소기 등이 개발되고 있다. 그러나 무엇보다 가장 관심이 가는 분야는 자동차 업종이다. 연료전지 차량의 선두주자는 일본의 혼다 자동차로서, 혼다는 한 번 충전으로 385마일 주행이 가능한 수소 연료 전지차 FCX클래리티의 양산에 들어갔다. 이 외에 현대, 기아를 비롯해 BMW·다임러·폭스바겐·GM·도요타·혼다·닛산도 연료전지 자동차 개발을 서두르고 있는데, 실제 2004년 여름 미국에서 연료 전지 자동차의 미 대륙 횡단 행사인 '수소 연료 전지 자동차 로드 투어'가 열리기도 했다. 그러나 수소 연료 전지 자동차는 충전을 위한 기반시설 설치비용이 많이 들어 2012년은 돼야 본격적으로 도입이 될 것으로 보인다



<그림> 수소연료전지를 이용한 제품들

## 9. 창작 곤충 만들기

이 윤 정(문현고등학교)  
울산과학연구회

### ■ 탐구 내용



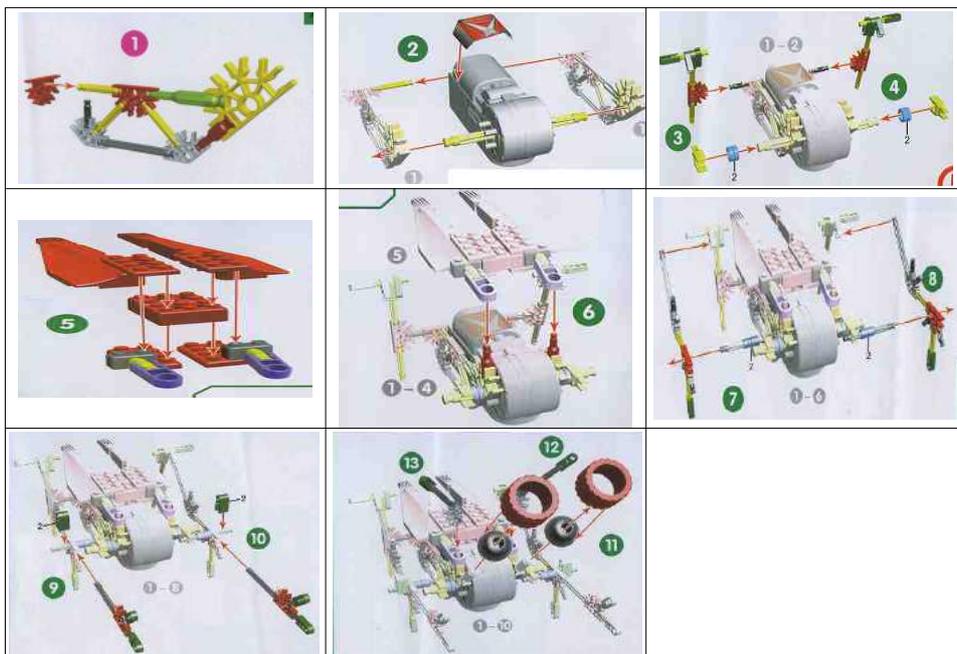
창작곤충 만들기를 통해 곤충의 생태에 대해 알아보고 특징을 이해한다. 또한 창작 곤충 만들기를 통해 창의성을 기를 수 있으며, 생물의 특성에 대해 이해할 수 있다.

### ■ 준비물 : 건전지 AA 1.5V × 2, 드라이버



### ■ 어떻게 할까요?

설명서를 보고 곤충을 제작한 후 건전지를 넣고 작동시킨다.



설명서와 다르게 창작 곤충을 만들어도 되며 곤충의 특징을 잘 살려 제작해보자

## ■ 절지동물이란

절지동물의 몸은 단백질과 다당류인 키틴의 층이 쌓여 만들어지는 일종의 외골격인 큐티클로 완전히 덮여 있다. 단단한 외골격은 동물을 보호해 주며 부속지들을 움직이는 근육들이 부착할 수 있는 장소를 제공한다. 외골격은 상대적으로 물을 투과시키지 않아 건조를 막아주고 단단하여 물의 부력을 벗어났을 때 겪는 지지에 대한 어려움을 해결해준다. 절지동물들은 눈, 후각수용체, 접촉과 냄새를 모두 감지하는 촉각을 포함하는 잘 발달된 감각기관들을 가지고 있다. 절지동물에는 협각류(바다거미류, 투구게류, 전갈류, 진드기류, 거미류, 응애류), 다지류(지네류, 노래기류), 육각류(곤충류), 갑각류(게류, 바닷가재류, 새우류, 따개비류 등)가 있다.

## ■ 곤충이란

곤충류의 종수는 다른 모든 생물종들을 합한 수보다 많다. 이들은 거의 모든 종류의 육상 서식지와 담수에 살며, 날아다니는 곤충류는 공중을 차지하고 있다. 곤충류의 날개는 큐티클이 연장된 것으로 보각을 희생하지 않고도 날 수 있다. 척추동물의 경우 두 쌍의 보각 중 한 쌍을 변형시켰으며 이들은 땅위에서는 일반적으로 움직임이 서툴다. 곤충은 발달하는 동안 변태를 한다. 불완전 변태는 어린 개체는 성체를 닮아 있지만 크기가 작고 성체와는 다른 몸의 비율을 가지고 있으며, 날개가 없다. 유충은 일련의 탈피를 거치는데 탈피와 함께 곤충은 완전한 크기에 도달하며, 날개를 갖추게 된다. 완전 변태하는 곤충들은 섭식과 성장을 위해 분화된 애벌레단계를 가지고 있다. 애벌레 단계는 성체단계와는 전혀 다른 모습이며 번데기 단계 동안 성체로의 변태가 일어난다. 곤충류의 생식은 유성생식이며 성체들은 밝은색(나비류), 소리(귀뚜라미), 또는 냄새(나방류)로 같은 종의 구성원임을 알림으로 함께 모이고 인식한다. 곤충류는 모든 육상 생물들에게 영향을 주고 있으며 인간의 경우 꿀벌류, 나비류, 많은 종류의 곤충들에 의존하여 농작물과 과수를 수분시킨다. 또한 곤충은 많은 질병의 매개자가 되고 있으며 사람과 식량을 두고 경쟁을 한다.

## ■ 애완곤충

종류	주요 특징	
사슴벌레	수컷의 아래턱이 크게 발달하여 사슴의 뿔처럼 생겼다. 사슴벌레는 흑색이나 갈색을 띠며 역세계 생겼고 밤에는 불빛에 유인된다. 성충은 몸길이가 8~40mm인데, 몸길이가 100mm를 넘는 것도 있다. 썩은 통나무 주위에 서식하며 수액(樹液)을 섭취한다.	
장수풍뎅이	몸길이는 30~85mm로 매우 굵고 뚱뚱하며, 몸색깔은 전체적으로 밤색을 띤다. 수컷은 머리에 긴 뿔이 나 있는데, 그 길이가 몸길이의 절반 정도이며 끝이 가지처럼 갈라져서 사슴의 뿔처럼 보인다. 낮에는 땅 속에 숨어 있다가 밤에 나와서 활동한다. 이는 매우 강해서 자신의 몸무게에 50배가 넘는 물건도 들거나 끌 수 있다. 장수풍뎅이는 줄참나무, 상수리나무의 수액을 먹으며 산다. 장수풍뎅이 수컷과 암컷이 짝짓기를 하면 암컷은 알을 30~50개 까지도 낳을 수 있다.	

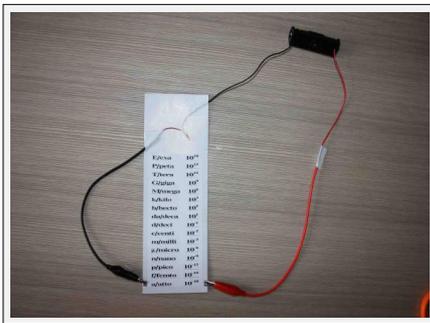
# 10. 기가바이트(GB)와 나노미터(nm)랑 친구되기

김인수(소명여자고등학교)

참과학

pppp7799@hanmail.net

## ◆ 탐구내용



제15차 국제도량형총회(1975, 결의사항 제10항)에서 인준된 16개의 SI접두어(E P T G M k h da d c m  $\mu$  n p f a)를 정확하게 이해하고, 재미있게 설명할 수 있게 만든 체험형 실험이다. 이 SI 접두어는 어떤 단위와도 함께 쓸 수 있으며, 단위의 앞에서 10의 거듭제곱을 나타내게 된다.(이 실험은 특히 출원중임을 밝힙니다)

## ◆ 준비물

꼬마전구(혹은 콩알전구), 1.5V전원(붉은색 검은색 연결선 포함), 집게전선(붉은색 검은색 각 1개씩), 알루미늄 테이프, 라벨지, 하드보드지(20cm X 7cm, A4 1/4크기), 자, 칼

## ◆ 어떻게 할까요?

1. 하드보드지(20cm X 7cm, A4 1/4크기)의 한쪽면 전체를 알루미늄 테이프로 붙이고 자와 칼로 5mm X 100mm 크기 알루미늄 테이프 16개를 남기고 나머지는 잘라낸다. 물론, 16개는 각각 같은 간격이어야 한다. 다른 방법으로, 5mm X 100mm 크기 알루미늄 테이프를 미리 만들어 하드보드지 한쪽면에 일정한 간격으로 나란히 붙여도 좋다. 단, 5mm X 100mm 크기 알루미늄 테이프의 끝은 하드보드지 반대면까지 연장해서 그 양끝이 각각 5mm X 10mm 되어야 한다.
2. 하드보드지 반대면까지 연장해서 각각 5mm X 10mm 되는 양끝 중 하나에는 라벨지에 인쇄된 E P T G M k h da d c m  $\mu$  n p f a를, 다른 끝에는  $10^{18}$   $10^{15}$   $10^{12}$   $10^9$   $10^6$   $10^3$   $10^2$   $10^1$   $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-6}$   $10^{-9}$   $10^{-12}$   $10^{-15}$   $10^{-18}$ 가 각각 인쇄된 라벨지를 붙인다. 이때 주의할 점은 라벨지의 바깥쪽에 알루미늄 테이프가 남아 있어야 한다.
3. 1.5V용 꼬마전구(혹은 콩알전구)를 1.5V전원에 직렬연결한 양 끝에 각각 붉은색 검은색 연결선으로 집게전선을 연결한다.

4. 라벨지가 붙어 있는 면의 위와 아래의 3.에서 만든 집게전선으로 연결했을 때 꼬마전구(혹은 콩알전구)에 불이 들어오는지 확인한다. 불이 들어온다면 라벨지의 한 끝에 있는 E P T G M k h da d c m  $\mu$  n p f a와 다른 한 끝에 있는  $10^{18}$   $10^{15}$   $10^{12}$   $10^9$   $10^6$   $10^3$   $10^2$   $10^1$   $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-6}$   $10^{-9}$   $10^{-12}$   $10^{-15}$   $10^{-18}$  가 각각 제대로 연결된 것이다. 물론, 불이 들어 올 확률은 1/16이다.
5. 좀 더 개선된 재미있고 수준 높은 실험을 원한다면 라벨지의 차례를 무질서하게 붙이고 불이 들어오는 값을 찾음으로써 16개의 SI접두어를 확실하게 알 수 있을 것이다. 물론 기본형은 뒷면의 연결은 서로 마주 보는 양끝으로 했지만, 다른 형태로 연결할 수도 있을 것이다. 다만, 하나의 연결은 다른 연결과 독립으로 해야 한다는 점에 유의하여야 한다. 즉, 이 실험의 목적이 16개의 SI접두어를 체험을 통하여 정확하게 익히는 것이므로, 그 목적을 달성할 수 있다면 어떤 방법으로 바꾸든지 상관없다.

◆ **알아 맞추어 보세요.**

국제도량형총회(國際度量衡總會, 영어 :General Conference on Weights and Measures, 프랑스어 :Conférence générale des poids et mesures, 약어 : CGPM)란? SI 접두어란 무엇인지 상세하게 설명해 보세요?

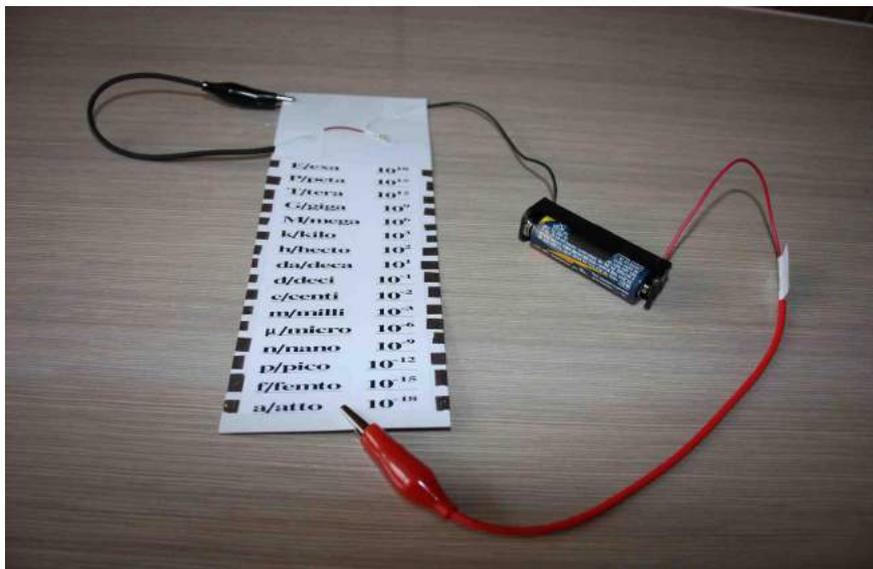
-> 1875년 미터조약 체결에 따라서 국제단위계(SI 단위계)를 유지하기 위해 만들어진 3개 기구 중의 하나이다. 4년 또는 6년마다 파리에서 개최된다. 2002년 도량형총회에서는 51개 회원국과 10개 준회원국이 참여했고, 2005년 현재 준회원국은 17개국이다. 국제도량형총회 회의는 2007년 23회까지 개최되었다. 제11차 CGPM(1960)은 SI 단위의 십진 배량과 십진 분량에 대한 명칭과 기호를 구성하기 위하여 일차로  $10^{12}$  ( $10^{12}$ )부터  $10^{-12}$  ( $10^{-12}$ ) 범위에 대하여 일련의 접두어와 그 기호들을 채택하였다. 제12차 CGPM(1964)에서  $10^{-15}$  ( $10^{-15}$ )과  $10^{-18}$  ( $10^{-18}$ )에 대한 접두어가 추가되었고, 제15차 CGPM (1975)에서  $10^{15}$  ( $10^{15}$ )과  $10^{18}$  ( $10^{18}$ )에 대한 접두어가, 그리고 제19차 CGPM(1991)에서는  $10^{21}$  ( $10^{21}$ ),  $10^{24}$  ( $10^{24}$ ),  $10^{-21}$  ( $10^{-21}$ ),  $10^{-24}$  ( $10^{-24}$ )에 대한 접두어가 추가되었다..

◆ **왜 그럴까요?**

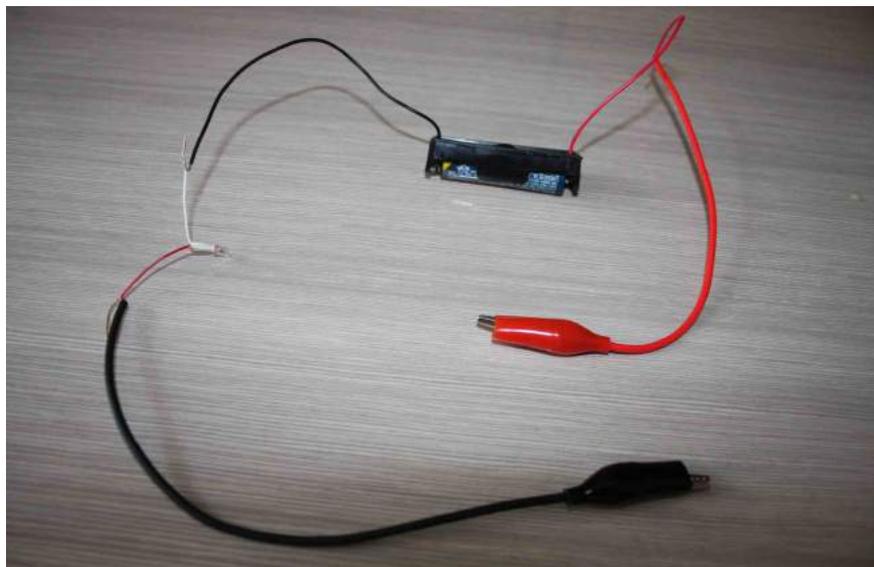
불이 들어오게 되는 회로는 간단하고 단순하지만, 양쪽의 내용이 같을 때 불이 켜진다는 사실은 흥미롭다.

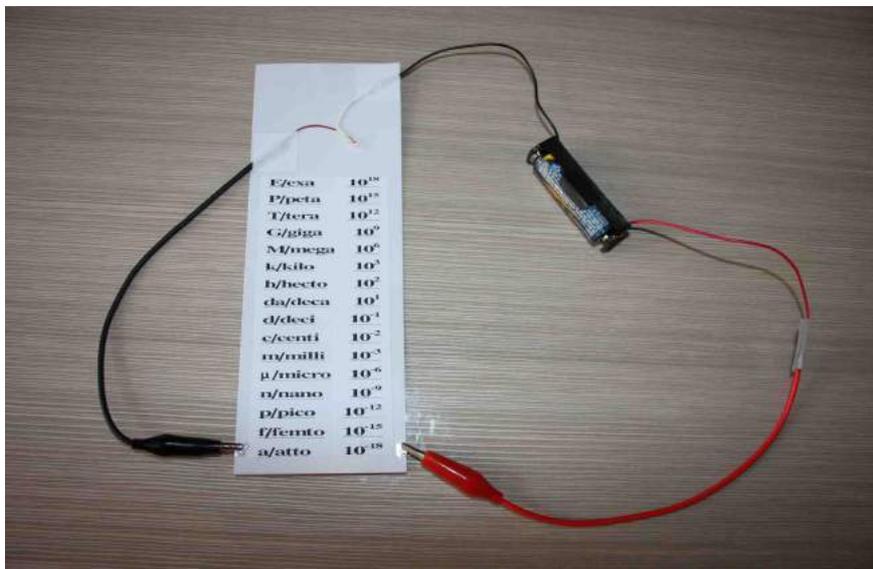
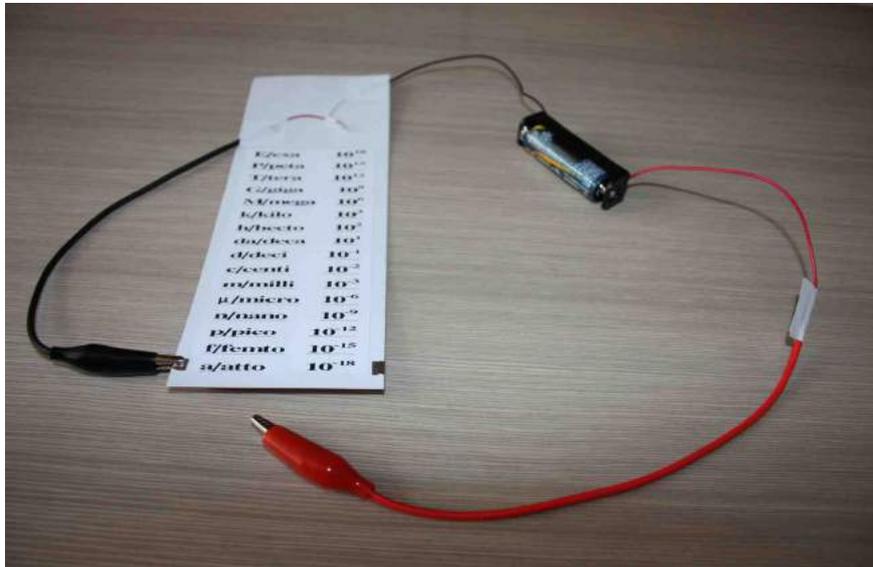
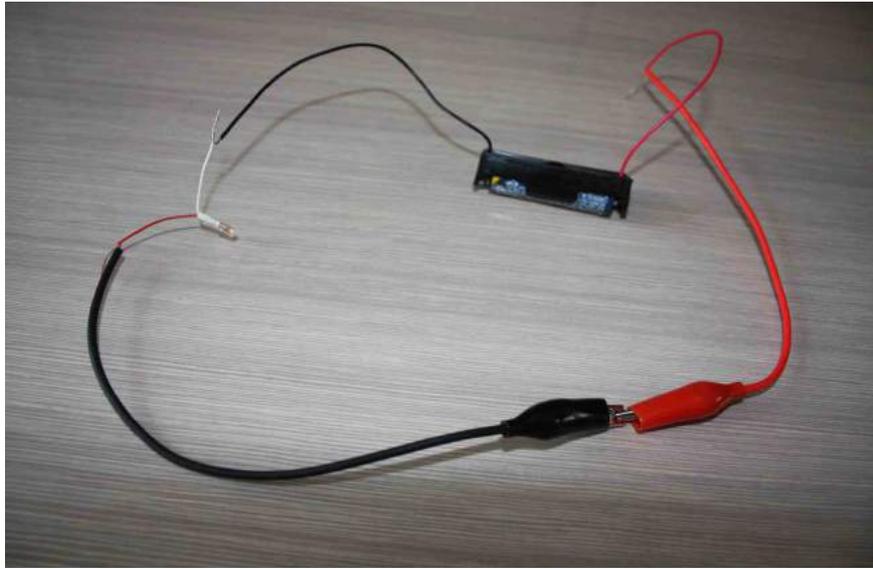
◆ **어디에 이용할까요?**

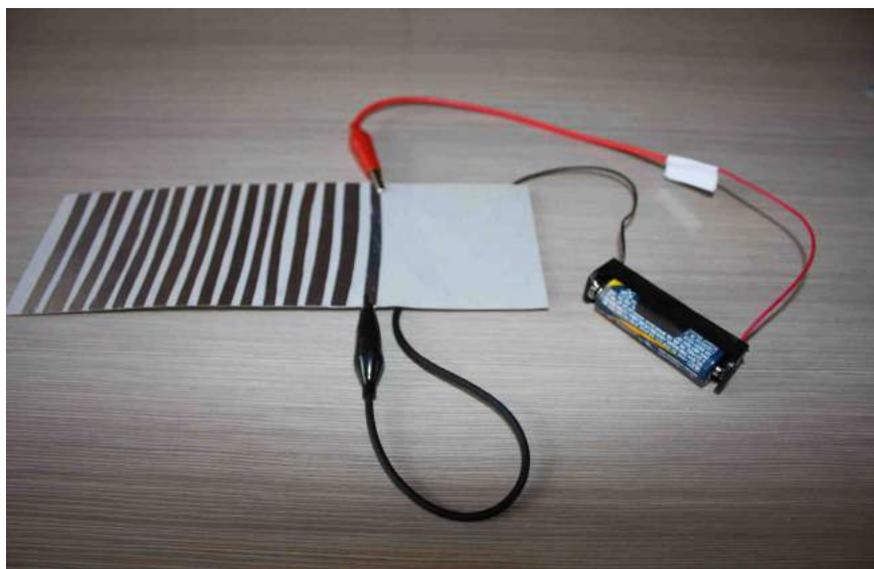
국제단위계는 물론 10의 거듭제곱을 간단하게 쓸 때 SI접두어는 사용되고 있으므로 익숙해지면 여러모로 유용하다.











# 11. CSI 과학수사대

## 수업 콘텐츠로 활용하기 & 수사기법 따라잡기

장병기(광양고등학교)  
화학을 사랑하는 사람들의 모임  
thinkbig8307@hanmail.net

### I. 들어가기

‘Who are you? Who Who~~, Who Who~~’  
미국에서 가장 인기 있는 드라마 중 하나인 CSI:LV 의 인트로 음악을 한 번 짚을 들어보았을 것이다. 미국의 많은 젊은이들이 희망하는 직업으로 짚을 만큼 사회적 영향력을 보이며 길게는 12년 동안 시즌을 이어오고 있는 드라마로, Miami 와 New York을 배경으로 한 스핀오프 시리즈까지 등장하면서 작가의 끝없는 상상력과 다양한 과학수사기법을 선보이고 있다.



이 드라마는 ‘과학수사대’라는 제목에 걸맞게 아주 다양한 과학적 원리를 활용한 스토리 전개와 수사 기법, 분석 과정 등을 보여주고 있다. 과학교사의 눈으로 이러한 과학적 원리를 살펴보고 수업 현장에 적용할 수 있는 콘텐츠로서 활용 방안과 함께 다양한 과학 수사 기법의 원리의 이해 및 재현을 통한 학생 탐구 활동 프로그램을 개발해보고자 한다.

### II. CSI 수업 자료 개발

CSI: Miami 시즌7의 24번째 에피소드는 다량의 수산화나트륨이 용해된 수영장에 사람이 빠지는 장면으로 시작된다. 다소 자극적이기도 한 이 장면 다음으로 과학수사대가 등장하여 수영장 물이 염기성 용액이라는 사실을 확인하고 식초를 이용하여 중화하는 장면, 염기성 용액에서 유일하게 손상되지 않은 신발의 재질을 유추하고, 불꽃 반응을 통한 물질 확인까지 학생들이 산 염기 단원에서 학습하게 될 많은 내용이 등장한다. 이처럼 이 드라마에는 우리가 중·고등학교 과학시간에 들어보았을 만한 다양한 과학적 상식을 바탕으로 한 문제 상황이 등장하는데 이를 어떻게 수업 자료로 활용할 수 있을까?

#### 1. 수업 활용 자료 선정

CSI의 모든 에피소드가 과학적 문제 상황을 담고 있는 것은 아니며, 과학적

원리를 다루었다 하더라도 드라마라는 특성상 그 본질을 제대로 보여주지 못하고 있거나 왜곡된 장면을 보여주기도 한다. 그러므로 이를 이용하고자 하는 과학 교사에게 수업 활동에 활용하기에 적합한 장면과 주제를 찾고, 학생들에게 어떻게 적용해야 할 것인가를 고민하는 과정이 요구된다.

에피소드	과학 원리 및 주제	관련 교과 내용 요소
CSI;LV S6E18	금속 나트륨	알칼리금속, 주기율표
CSI;Miami S7E24	염기성용액의 성질	산과염기, 중화반응
CSI;Miami S8E05	유전자재조합, GMO	유전자재조합, 과학-기술-사회
대부분의 에피소드	DNA 분석 및 PCR	유전자와 형질발현
?	크로마토그래피를 이용한 잉크분석	혼합물의 분리, 크로마토그래피

[CSI 수업 자료 선정 예]

## 2. 자료 활용 예

CSI 프로그램에서 수업에 활용할 수 있는 적절한 콘텐츠를 찾았다면 수업에 활용할 수 있도록 새로운 콘텐츠의 형태로 재조직해야 할 것이다. 사진이나 그림 자료가 필요하다면 영상을 간단히 캡처하는 방법을 이용할 수 있고, 영상의 특정 부분을 자르거나 편집하여 새로운 영상을 만들 수도 있다. 이렇게 만들어진 콘텐츠를 수업 시간에 교실에서 학생들에게 제공하는 것은 저작권법을 침해하는 행동이 아니므로 걱정할 필요는 없다.(단, 자료의 출처를 밝히는 것은 잊지 말아야 할 것이다.)

같은 내용을 바탕으로 만들어진 콘텐츠라도 교사의 수업 목표나 방식에 따라 활용 방법은 다를 수 있으며 이를 위하여 활동지 등의 추가 자료를 보완하거나 새로운 탐구 실험 설계할 수도 있다. 다음은 CSI 콘텐츠를 수업에서 활용할 수 있는 간단한 예를 제시한 것이다.

[예시 1]

영상 및 보조자료	CSI-GMO 논술 활동지
자료의 설명	GMO 식품의 형질변환으로 인한 사망사건과 그에 대한 GMO 기업의 입장 

	<p>1. GMO 영상을 통한 동기 유발 및 문제 인식을 통한 토론 과 논술문 쓰기 연계 수업</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <b>논 제</b> </div> <p>활용 방법 GMO 관련 CSI 편집 영상을 보고 GMO에 대한 자신의 입장을 표현하고 조별 찬반 토론을 진행하였다. 이와 관련하여 과학의 사회적 역할에 대하여 생각하여 보고, 과학자와 기업가가 가져야 하는 윤리 의식에 대하여 자신의 생각을 서술하시오.</p> <p>2. 유전자 형질전환 소재의 실제 적용 사례 자료 2009 개정교육과정 생명과학II의 교과 ‘유전자 형질 발현’ 단원과 연계하여 활용함.</p>
--	---

[예시2]

<p>영상 및 보조자료</p>	<p>CSI-염기의 성질과 중화반응</p> 				
<p>자료의 설명</p>	<p>미국 범죄수사드라마인 CSI의 에피소드 중 산과 염기의 성질을 잘 보여주는 영상이다. 산과 염기의 특성을 비교할 수 있으며 염기의 종류를 확인하는 방법과 중화반응까지 모두 활용되고 있어 동기 유발뿐만 아니라 개념 적용 및 평가 자료 등 학습 자료로서 가치가 높다.</p>				
<p>활용 방법</p>	<p>1.수업의 Story-Board로 활용하기 CSI 영상을 수업 시작에서부터 수업이 종료될 때 까지 수업 단계마다 적절하게 활용하여 영상 자료가 수업을 이끄는 하나의 Story-Board로 설계할 수 있다.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;"> <b>도입 (최초 영상 제시)</b> 영상 제시로 학습을 위한 동기유발 학습목표제시         </td> <td style="width: 25%; padding: 5px;"> <b>개념도입</b> 염기 개념 도입         </td> <td style="width: 25%; padding: 5px;"> <b>개념적용 및 평가 (2차 영상 제시)</b> 영상을 통한 학습 개념의 적용 적용 내용에 대한 평가 및 피드백 제공         </td> <td style="width: 25%; padding: 5px;"> <b>차시 예고 (3차 영상 제시)</b> 중화반응 장면을 통한 다음 차시의 주요 개념 예고         </td> </tr> </table> <p>[CSI 영상 자료를 이용한 Story-Board 활용 예시]</p> <p>1. 수업의 도입 - 동기 유발 및 학습 목표 이 영상 자료는 염기가 단백질을 분해하는 특성을 직접적이고 사실적으로 보여준다. 이어지는 많은 장면들은 염기가 가지는 여러 성질을 실제 상황에서 잘 보여주고 있으므로 이러한 영상을 수업의 도입부분에서 활용하여 학생들의 흥미를 유발하고 학습 목표와 관련지어 생각해 보도록 한다.</p> <p>2. 개념의 도입 교사는 학생들이 염기에 대한 과학적 개념을 받아들일 수 있도록 이론적인 내용을 이미 학습한 산과 비교하며 설명한다.</p> <p>3. 개념 적용 및 평가</p>	<b>도입 (최초 영상 제시)</b> 영상 제시로 학습을 위한 동기유발 학습목표제시	<b>개념도입</b> 염기 개념 도입	<b>개념적용 및 평가 (2차 영상 제시)</b> 영상을 통한 학습 개념의 적용 적용 내용에 대한 평가 및 피드백 제공	<b>차시 예고 (3차 영상 제시)</b> 중화반응 장면을 통한 다음 차시의 주요 개념 예고
<b>도입 (최초 영상 제시)</b> 영상 제시로 학습을 위한 동기유발 학습목표제시	<b>개념도입</b> 염기 개념 도입	<b>개념적용 및 평가 (2차 영상 제시)</b> 영상을 통한 학습 개념의 적용 적용 내용에 대한 평가 및 피드백 제공	<b>차시 예고 (3차 영상 제시)</b> 중화반응 장면을 통한 다음 차시의 주요 개념 예고		

염기의 개념과 성질을 학습한 후 학생들에게 다시 영상을 제공한다. 이 과정은 최초 영상 제공시와는 달리 학습 내용의 적용 및 평가가 동시에 이루어 질 수 있어야 한다.

1. CSI 영상을 보고 염기의 성질이라고 생각되는 장면과 해당하는 염기의 성질을 적어봅시다.

염기의 성질을 확인할 수 있는 장면	장면에 해당되는 염기의 성질

2. 염기성 물질이 무엇인지 알아내는 과정을 담은 장면을 찾아보자. 그와 같은 방법을 사용할 수 있는 과학적 근거는 무엇인가?

학생-학생 상호 활동 및 교사-학생 상호 활동을 통하여 학생들이 학습 내용을 정확히 받아들였는지 확인하고 피드백을 거쳐 수정할 수 있다.

4. 차시 예고

영상을 통하여 염기성 용액의 위험성을 없애는 장면을 찾아본다.(염기성 수용액의 중화반응 과정이 영상에 포함되어 있다.) 관련 장면을 통하여 염기가 자신의 성질을 잃게 된 이유에 대한 호기심을 유발시키고 차시를 예고한다.

### Ⅲ. 과학수사기법 따라잡기

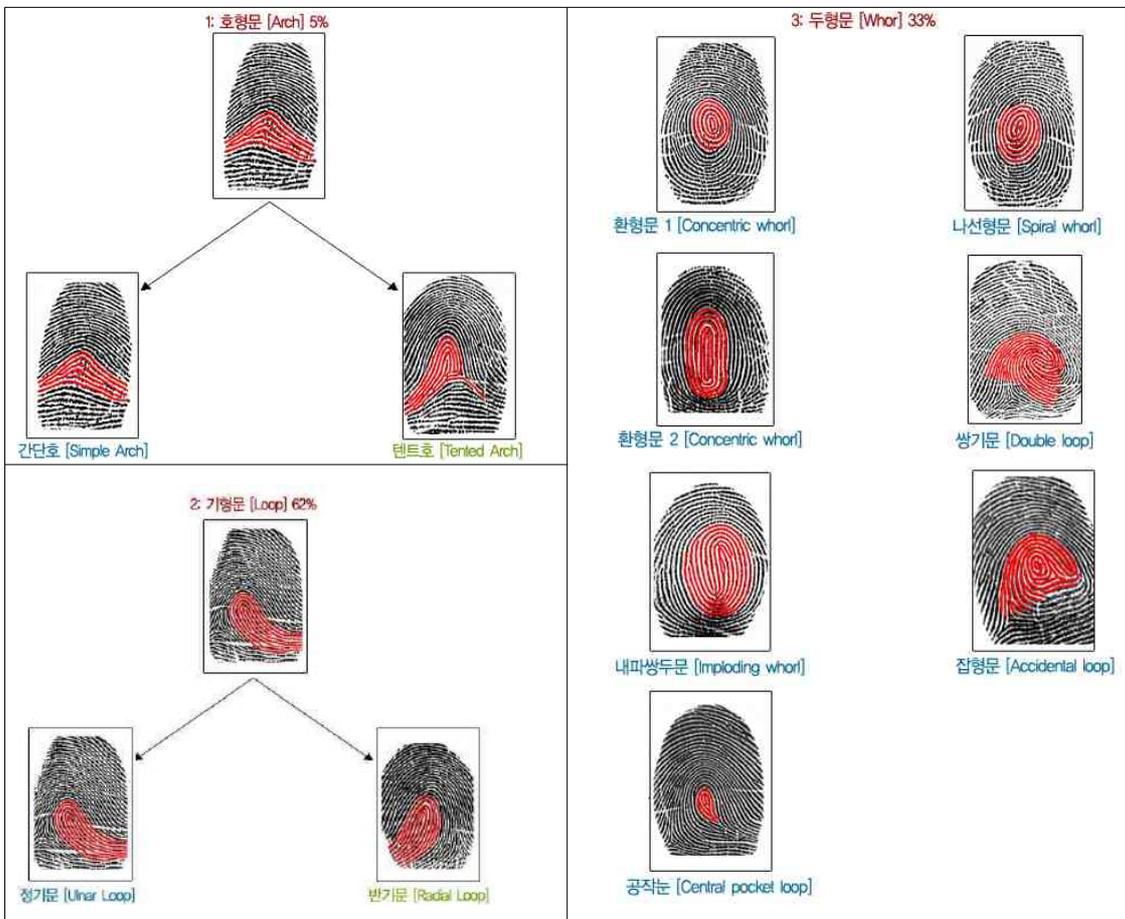
#### 1. 지문 확인

지문을 확인하는 데에는 간단하게 다투드린 반응부터 잠재 지문용 미세 분말, 자성형광분말을 이용하는 분말법, 접착제 성분을 이용한 훈증법까지 다양한 방법이 이용된다. 여기에서는 분말법과 훈증법을 간단히 소개하고자 한다.

##### 1) 분말법을 이용한 지문의 확인

분말법을 이용한 지문의 확인에는 잠재 지문 검출을 위한 미세분말을 이용하는 방법이 자주 이용되며 지문이 남아있는 표면에 따라 자성 형광 분말을 이용하기도 한다. 여기에서는 미세 분말을 이용한 지문 확인법을 알아본다.

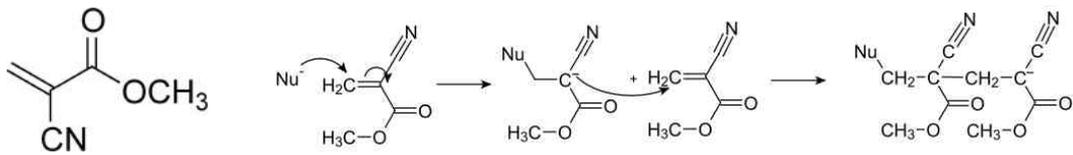
<p>★실험 방법★</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 종이컵, 실험대 등 주변의 물체에 손가락을 가볍게 눌러 지문을 남겨준다.</li> <li>2. 준비된 붓에 분말을 약간 묻힌 후 손가락 끝으로 가볍게 붓을 쥐고 지문이 있을 만한 곳을 문질러준다.</li> <li>3. 지문이 확인되면 투명테이프를 이용하여 지문을 떼어내고 활동지에 붙인 후 자신의 지문형을 확인해 본다.</li> <li>4. 다른 사람의 지문이 남아있을 것으로 생각되는 부분의 지문을 확인해보고 지문형으로 누구의 것인지 예측해보자.</li> </ol>	<p>[내 지문 붙이기]</p>
--	-------------------



[지문형의 분류]

2) 훈증법을 이용한 지문의 확인

순간 접착제의 성분인 Cyanoacrylate(CA)를 이용하여 잠재 지문을 확인하는 방법이다. CA 접착제는 2차 대전 당시 인공 거미줄 합성 연구 중에 쿠버 박사에 의해 발견된 것으로, 초기에는 메틸시아노아크릴레이트가 주 성분이었으나, 현재는 접착력이 더 뛰어난 에틸 시아노아크릴레이트가 주성분으로 쓰인다.



[메틸시아노아크릴레이트]

[수분에 의한 중합반응]

Cyanoacrylate는 공기 중에서 쉽게 기화되어 수분에 의해 위와 같이 중합반응을 하면서 하얗게 보이는 백화 현상이 발생하는데 바로 이러한 물질의 특성이 지문 뜨기에는 유용하게 사용되고 있다.

★실험 방법★

1. 5~6mm PS 재질의 패트리디쉬를 준비한다.
2. 패트리디쉬의 뚜껑을 열고 뚜껑의 안쪽 면에 손가락을 지문을 찍듯이 조심스럽게 눌러준다.(손이 건조하면 지문을 확인하기 어렵다!)
3. Cyanoacrylate 성분의 순간접착제를 패트리디쉬 바닥에 4~5방울 떨어뜨린다.
4. 지문을 남긴 뚜껑을 닫고 5분 정도 기다린다.
5. 나타나는 지문을 사진을 찍거나 돋보기로 관찰하면서 자신의 지문형을 알아본다.

2. 혈흔의 검출

CSI에서 혈흔과 관련된 수사 기법으로는 크게 혈흔의 존재를 확인하는 방법과 혈흔이 사람의 것인지 아닌지 확인하는 방법으로 나눌 수 있다. 혈흔의 존재를 확인하는 방법으로 가장 잘 알려진 방법은 루미놀 시약을 이용하는 것이다. 이미 많은 자료와 실험법이 소개되어 있으므로 혈흔 검출의 다른 방법인 Kastle-Meyer Test 와 TMB Test 와 같이 지시약을 사용하는 방법을 소개하고자 한다. 또한 혈흔이 사람의 것인지 아닌지를 확인하는 것은 위와 같은 방법으로는 알기 어려우며 면역학적 검증법인 항원-항체 반응을 이용하는데 이는 간단한 검사 키트 형태로 현장의 수사관들이 이용한다.

1) Kastle-Meyer Test

이 Test는 CSI 과학수사대에서 가장 많이 나오는 실험 중 하나이다. CSI 대원이 면봉에 증류수를 묻히고 혈흔이라고 의심되는 붉은 얼룩을 묻혀낸 뒤, 몇 가지 시약을 떨어뜨리는 장면을 종종 볼 수 있었을 것이다. 이 경우 혈흔이 맞다면 시약이 분홍색으로 변한다.



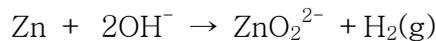
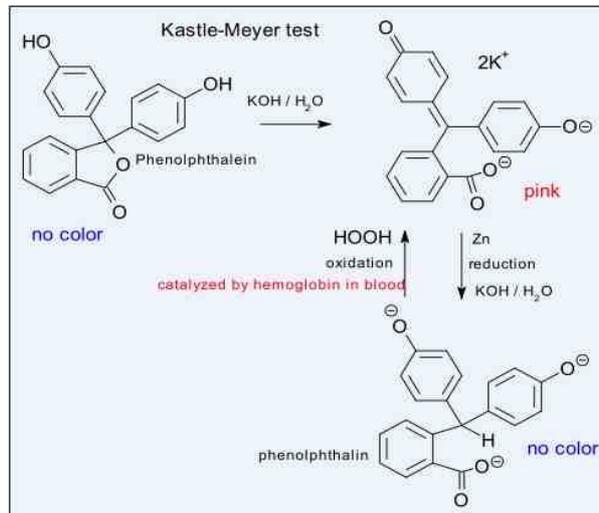
Kastle-Meyer Test는 루미놀을 이용한 반응과 함께 혈흔 검출에 이용되는 수사 방법으로 1903년 처음 발표되었다. 이 Test는 화학 지시약으로 많이 이용되는 페놀프탈레인을 이용하여 헤모글로빈의 존재 가능성을 확인한다.

이 Test에 필요한 시약은 KM 시약, 과산화수소수, 에탄올 이렇게 단 세 가지로 Test 방법도 간단하다. 문제는 KM 시약을 제조하는 과정이다.

### [KM 시약 제조하기]

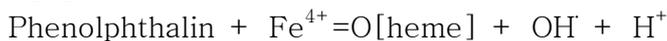
H<sub>2</sub>O 100mL + KOH 20g + Zn Powder 30g + Phenolphthalein 2g

위 혼합 용액을 1~2시간 끓인다. 시약을 끓이기 전엔 핑크색이지만 Phenolphthalein이 Phenolphthalin(환원된 상태의 Phenolphthalein)이 되면 무색이 된다.



이렇게 만들어진 KM 시약(Phenolphthalin 상태로 존재)은 위의 반응에서 보여지는 대로 과산화수소가 혈액 내의 헤모글로빈을 촉매로 분해되어 만들어진 생성물과 반응하여 Phenolphthalein 형태로 다시 산화되면서 핑크색을 나타낸다.

### [반응의 과정]



### [ KM 시약 제조시 주의사항 ]

첫째, 안내한 방법은 증류수 100mL 용량을 기준으로 한 것이다. 2~3시간 끓이는 과정에서 용액의 양이 상당량 줄어들 수 있으므로 직접 끓이기 보다는 중탕하여 끓이거나(물 중탕도 가능하다) 처음부터 시약의 스케일을 크게 하여 제조하는 것도 좋은 방법이다.

둘째, 시약을 제조하기 위하여 끓이는 동안 발열 반응이 일어나고 자극성의 수소기체가 반응하므로 후드에서 실험하는 것이 좋다.

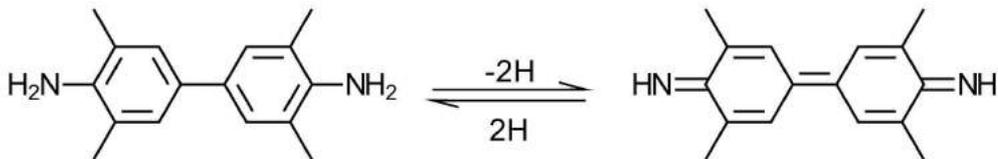
셋째, 제조한 시약은 사용 할 때마다 적당량을 에탄올로 묽혀 사용할 수 있다. 한 번 제조한 시약은 3개월 정도 사용이 가능하며 시약을 보관할 때에는 반드시 시약병의 바닥이 덮일 정도로 Zn Powder를 넣어두어야 시약이 다시 산화되는 것을 막을 수 있다.

#### ★실험 방법★

- ① 실험에 사용할 면봉에 증류수를 2~2방울 떨어뜨린다.
- ② 혈흔으로 추정되는 흔적을 증류수에 적신 면봉을 이용하여 조심스럽게 닦아낸다.
- ③ 면봉에 에탄올을 2방울 떨어뜨린다.
- ④ 면봉에 KM 시약을 두 방울 정도 떨어뜨리고 5초 정도 기다린다.
- ⑤ 면봉에 과산화수소수를 2~3방울 떨어뜨려 본다.
  - 색변화가 나타나는가? 색이 변화였다면 그 이유는 무엇인가?

### 2) TMB(Tetramethylbenzidine) Test

3,3',5,5'-Tetramethylbenzidine 또는 간단히 TMB라고 불리는 흰색 분말의 화합물로 에틸아세테이트 용액에서 옅은 청록색을 나타낸다. 이 TMB는 과산화효소에 의해 과산화수소가 환원되는 과정에서 아래 반응과 같이 산화되어 푸른색을 띠게 된다. 혈액 속 헤모글로빈이 과산화효소로 작용하는 성질을 이용하여 혈흔을 검출하는데 이용한다.



3,3',5,5'-tetramethylbenzidine

3,3',5,5'-tetramethylbenzidine diimine

#### [TMB의 산화 과정으로 푸른색을 띠는 diimine 생성]

이 실험방법은 KM Test와 유사하다. 증류수를 묻힌 면봉으로 혈흔으로 의심되는 부분을 닦아내고 시약을 2~3방울 떨어뜨린 후 과산화수소수를 떨어뜨려 확인한다.

### 3. 타액(침) 검출

피해자의 옷이나 물컵 등에서 타액을 채취하는 장면을 가끔 볼 수 있다. 이러한 타액, 즉 침의 경우 DNA를 포함하고 있어 중요 증거가 될 수 있으므로 발견한 흔적이 타액인지 여부를 가리는 실험을 한다. 이 때 타액 여부는 침 속에 녹말을 분해하는 효소인 아밀라아제가 있다는 사실을 바탕으로 Phadebas™를 이용하는 방법과 SaligAE(살리재)라는 키트를 이용하는 방법이 비교적 간편하고 현장에서 유용하게 쓰인다. 그 외 Lugol's Solution을 이용한 방법이 있다.

Phadebas™는 분자내에 푸른색 염료를 포함하고 있는 수용성 녹말을 시약이나 시트의 형태로 만든 것으로 샘플 속의 아밀라아제와 만나면 녹말이 분해되어 푸른색 염료가 드러나 색이 변하는 원리를 이용하는 것이다. 이 Phadebas™는 높은 단가로 인하여 경찰 수사 현장에서 쉽게 활용하지는 않는 것으로 알려져있다.

SaligAE(살리재)는 최근의 방법으로 간단한 검사 키트의 형태이다. 이 검사법의 상세한 작용 기작에 대해서는 상업적인 이유 등으로 잘 알려져 있지 않으나 다른 방법에 비하여 민감성과 특이성에서 더 좋은 효과를 보이는 것으로 밝혀졌다.

Lugol's Solution 을 이용한 타액 검출 방법은 아가로즈 겔 확산법을 이용하여 샘플을 녹말과 반응시킨 후 진한 아이오딘 요액인 Lugol's Solution(루골시약, 증류수 100mL에 아이오딘 5g, 요오드화칼륨 10g을 녹여 만든 용액)으로 반응시켜 아밀라아제의 존재 여부를 확인하는 방법이다. 녹말-요오드 반응을 이용한다는 점과 아밀라아제가 다당류인 녹말을 분해하는 소화효소라는 점 등이 교과 내용과 관련이 있으므로 충분한 타액을 얻을 수 있다는 가정을 두고 간단한 루골 시약 검사법 실험을 소개하기로 한다.

★실험방법★

- ① 타액을 채취하여 증류수 약간과 잘 섞어 타액샘플을 만든다.
- ② 증류수를 각 5mL씩 넣은 3개의 바이알병을 준비한다.
- ③ 첫 번째 바이알병은 그대로 두고, 두 번째 바이알병엔 녹말 용액 1~2방울, 세 번째 바이알병엔 녹말 용액 1~2 방울과 ①의 샘플을 3mL 넣고 뚜껑을 닫은 후 잘 흔들어준다.
- ④ 각 바이알병에 루골시약을 한 방울씩 넣고 흔들어 준다.
- ⑤ 3개의 바이알병에서 나타나는 색을 관찰해본다.

바이알병	증류수	증류수+ 녹말용액	증류수+ 녹말용액+ 타액 샘플
색			

4. 총기 사용 여부검사(금속 물질 확인하기)

GunShot Residue(GSR), 즉 총기 사용 잔여물을 통하여 총기를 사용한 흔적

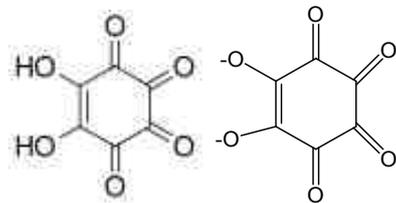
이 있는지를 검사한다. 보통 총기를 발사했을 때 주변에 남을 수 있는 화약 성분인 질화물을 확인하는 방법과 총알이 총기에서 발사되는 과정에서 공기중으로 뿌려진 납을 포함한 미세한 금속 입자들이 총기를 쥐고 있던 손에 남아있을 것으로 생각하고 납과 같은 금속입자 존재 여부를 간단한 화학반응으로 확인하는 방법이 이용된다.

과학교사와 학생들을 위한 탐구 활동으로 총기 사용 여부 검사가 무슨 의미가 있을지 의문이 들 수 있지만 위의 수사 기법 중 금속을 확인하는 화학 반응의 원리는 우리 주변에서 특정 금속을 검출하는데 쉽게 활용할 수 있어 그 과학적 원리와 실험방법을 소개하고자 한다.

### ① Sodium Rhodizonate 를 이용한 납 검출

Sodium Rhodizonate(로디존산나트륨,  $\text{Na}_2\text{C}_6\text{O}_6$  는 Rhodizonic acid(로디존산)으로부터 생성된 염(Salt)이다. 로디존산은 바륨, 납 등의 금속 물질을 확인하는데 주로 이용되는데 특히 이 로디존산 나트륨은 납의 존재를 확인하는데 주로 쓰여 범죄 수사 현장에서는 총기 사용 여부를 확인하는데 이용된다. 이 때 납과 반응하면 자주색을 띠게 된다.

로디존산나트륨은 건조한 상태에서 진한 암갈색의 안정한 화합물이지만 수용액 상태에서는(냉장고에 보관하더라도) 수일 내에 분해된다. 그러므로 필요한 시기에 맞추어 시약을 제조하여 사용하는 것이 좋다.



[로디존산과 로디존산 이온]

로디존산 이온( $\text{C}_6\text{O}_6^{2-}$ )은 여섯 개의 CO 에 전하가 분산되고 비편재화 되어 안정화되며 노란색부터 자주빛까지 다양한 적색 계열 색을 나타낸다.

#### ★실험 방법★

- ① 거름종이를 납이 존재할 가능성이 있는 물질(페인트, 건전지 등)에 2~3회 문지른다.
- ② 거름종이에 묽은 염산을 2~3방울 떨어뜨린다.
- ③ 로디존산 나트륨 용액을 2~3방울 떨어뜨린 후 색변화를 관찰한다.
  - 어떠한 색변화와 관찰되는가?
- ④ 납을 포함하고 있을 것으로 판단되는 물질은 무엇인가?

#### IV. 참고자료

1. CSI 수사체험'피의 ʘ흔적을 찾아라'. 오동원. 과학동아 2010년 4월호
2. 위키피디아 <http://en.wikipedia.org/wiki/Cyanoacrylate>
3. 위키피디아 [http://en.wikipedia.org/wiki/Kastle-Meyer\\_test#Mechanism](http://en.wikipedia.org/wiki/Kastle-Meyer_test#Mechanism)
4. [http://www.ncjrs.gov/pdffiles1/pr/160880\\_unit\\_2.pdf](http://www.ncjrs.gov/pdffiles1/pr/160880_unit_2.pdf)5.
5. Bureau of Criminal Apprehension-A Division of the Minnesota Department of Public Safety. <https://dps.mn.gov/divisions/bca>
6. 사건현장 검사를 위해 변형된 SALIgAE<SUP>@</SUP> 타액검사법의 유효성 검토. 임시근,곽경돈,최동호,한면수. 분석과학 제21권 제1호. 한국분석과학회

## 12. 8자 전동기

박현우(인천해사고)/김석중(만수중)/한성문(덕원중)  
인천과학사랑교사모임



8자 코일 회전자

### ◆ 탐구 내용

간단한 전동기는 한 쪽은 모두 벗기고 다른 한쪽은 반만 벗겨 전동기가 전류가 흐를 때는 전자기력으로 전류가 흐르지 않을 때는 관성력으로 계속 회전하게 하는 원리이다.

### ◆ 준비물

건전지 끼우게 건전지, 에나멜선, 동전형 자석, 구멍 뚫린 금속판, 사포

### ◆ 어떻게 할까요?

- 1) 에나멜선을 5cm의 원으로 4-5회 감고, 에나멜선이 풀리지 않도록 원의 중심에서 1-2회 감은 후, 4cm 정도를 남기고 자른다.
- 2) 에나멜선 양 끝의 에나멜을 3cm 정도 벗긴다. 이 때 양 끝을 완전히 벗겨낸다.
- 3) 구멍 뚫린 금속판을 건전지 끼우게 바깥쪽에 테이프를 이용하여 붙인다.
- 4) 건전지의 양 극에 연결된 도선을 금속판에 연결한다.
- 5) 동전형 자석을 건전지 위에 올려놓는다.
- 6) 금속판 구멍에 회전자를 끼우고 회전자가 회전하는지 확인한다.
- 7) 회전자의 움직임과 그렇게 움직이는 이유를 설명해보자.



양끝을 완전히 벗겨 낸 회전자

- 8) 회전자를 그림과 같이 중간에서 반 바퀴 꼬아서 8자 모양이 되도록 한다.
- 9) 금속판 구멍에 회전자를 끼우고 회전자가 회전하는지 확인한다.



8자 코일 회전자

10) 회전자의 움직임과 그렇게 움직이는 이유를 설명해보자.

※ 주의사항

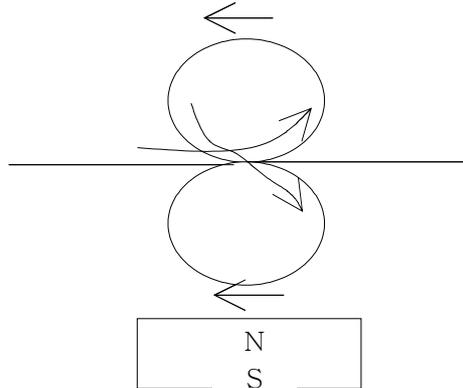
- ☞ 에나멜선은 사포를 이용하여 완전히 벗겨야한다.
- ☞ 전동기를 작동시키지 않을 때는 건전지를 전지 끼우기에서 빼놓는다.

◆ 알아 맞추어 보세요.

- ① 전동기 코일의 에나멜선을 양쪽 모두 벗겨내면 직류 전동기는 어떻게 돌까?
- ② 전동기가 잘 돌게 하려면 어떻게 해야 할까?

◆ 왜 그럴까요?

에나멜선을 양쪽 다 벗겨내고 코일을 반 바퀴 꼬아서 팔자 모양이 되게 하면 자석의 바로 위에 오는 코일에는 항상 한 방향의 전류가 흐르게 된다. 따라서 코일은 한쪽 방향으로만 힘을 받게 되어 계속해서 회전할 수 있게 된다.



8자 코일에 흐르는 전류의 방향

◆ 어디에 이용할까요?

# 13. 애너모포시스 재미있게 활용하기

오현춘(용담중학교)  
전북과학고사교육연합회  
(rosydad@hanmail.net)

## 1. 애너모포시스란?

### 가. 사전적 정의(Webster Dictionary, 1913)

**Anamorphosis** An'a\*mor"pho\*sis (#), n. [Gr. , fr. to form anew; again + to form; form.]

1. (Persp.) A distorted or monstrous projection or representation of an image on a plane or curved surface, which, when viewed from a certain point, or as reflected from a curved mirror or through a polyhedron, appears regular and in proportion; a deformation of an image.

→(원근법) 특정한 위치에서 보거나 곡면거울에서의 반사 혹은 다면체를 통하여 볼 때 정상적인 상이 나타나도록 평면이나 곡면에 그린 뒤틀린 상이나 기묘한 투영 혹은 묘사; 상의 변형

2. (Biol.) Same as Anamorphism. Anamorphism과 같음.

3. (Bot.) A morbid or monstrous development, or change of form, or degeneration. → 기묘한 생장, 형태의 변화, 퇴화의 의미

### 나. 애너모포시스의 유래

프랑스어로 'Anamorphose'라고 하며 영어로는 'Anamorphosis', 한자로는 '歪像畫法(왜상화법)'이라고 한다. 시각예술에서, 일상적인 시각에서 볼 때는 그림에 나타난 대상의 모습이 뒤틀려 보이지만 특별한 각도에서 보거나 곡면 거울에 비추어 보면 왜곡이 사라지고 그림 속의 모습이 정상적으로 보이도록 그리는 원근법을 말한다. 달리 같은 초현실주의 그림에서 흔히 볼 수 있고, 마르셀 뒤샹의 그림에서도 종종 볼 수 있다. 이 말은 그리스어의 ana(再), morph(形成)에서 유래하며 14, 15세기에 원근법이 발견되면서 부수적으로 생겨난 것이나 17세기에 들어와서야 회화기법의 용어로 정착되었다. 이 기법에 대한 최초의 언급은 fp오나르도다빈치의 노트에서 볼 수 있는데, 그것은 고도의 숙련을 요하는 기교로 여겨졌으며, 16, 17세기에는 대부분의 회화지침서에 포함되었다. 왜상화법을 이용한 중요한 작품으로는 코르넬리스 안토니츠의 것으로 여겨지는 <젊은 에드워드 6세의 초상화>(1546, 런던 국립초상화미술관)와 한스 홀바인의 그림인 <사절들, The Ambassadors>(1533, 런던 내셔널 갤러리)의 전경에 그려진 두개골 등이 있다.

이 화법의 작품 중에는 특수한 구멍을 통해서 작품을 관람하도록 설계되어 있는 것이 많은데, 관람자는 그것을 통해 처음에는 잘 알아볼 수 없는 뒤틀린 모습을 정상으로 교정하여 보게 된다. 왜상을 이용한 현대의 장치로 이른바 '에임즈 룸'이라는 것이 있는데, 이 방의 벽을 조작함으로써 그 안의 사람과 물체의 모습이 뒤틀려 보이게 한다. 왜상을 이용한 이러한 현상은 20세기에 들어와 지각 심리학자들의 상당한 관심을 끌게 된다. 투시도법으로 3차원공간을 평면 위에 재현하는 데는 엄밀하게는 고정된 유일의 시점이 필요하나 반면에 그 시점 이외에서 그린 공간이나 도형은 비뚤어진다. 그리고 이 비뚤어진 것을 의식적으로 이용하고 다시 이것을 과장하거나 어떤 도형을 기하학적 도법에 따라서 규칙적으로 변형시키거나 해서 '그림 찾기'나 '그림 알아맞히기'로 사용하는 경우도 있다.

르네상스까지만 해도 회화에 필요한 재현의 원리들을 재발견하기 위해서 300여 년간 끊임없이 실험한다. 수많은 예술가들의 창안, 발명들로 1500년경쯤 되면 재현을 위한 예술적 수단이 거의 발견된다. 원근법, 비례론, 광학... 공기원근법까지 완벽하게 재현하는 세계가 끝나면 그 다음 예술가들이 할 일이 없다. 중대한 발명들이 이루어진다고보다는 기존의 발명에 관한 사소한 실험들을 하게 되는데 이를 마니에리즘<sup>\*</sup> 적이라 한다. 마니에리즘은 매너리즘, 부정적인 뉘앙스로 읽히지만 사실 그렇게 낮추어 볼 필요는 없다. 마니에리즘 시대는 판타지와 과학이 결합되어 나타나며 흥미로운 결과물들도 많이 나온다. 그 중 탄생한 하나가 바로 애너모포시스(anamorphosis)이다.

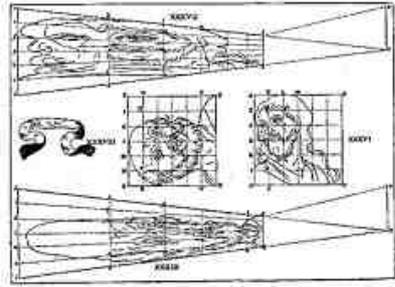
#### < 마니에리즘 - Manierism >

마니에리즘은 르네상스 후기미술로, 이탈리아를 중심으로 나타난 경향을 가리키는 말이다. 미켈란젤로에 의해 이미 예술이 정점에 달했다 하여, 그 이후의 예술가는 미켈란젤로의 기법(Maniera)를 반복 이용하는 것이다. 예를 들면 시-티나 성당의 벽화<최후의 심판>에서 볼 수 있듯이 인체를 구부리고 길게 늘여서 그렸다. 창의성 없는 모방으로 틀이 박힌, 생기가 결여된 작품이 많아 "매너리즘"이라고 업신여겨 부르기도 했다. 그러나 20세기 들어 마니에리즘도 독립된 표현 형태로서, 추상적인 표현으로 재평가되었다.

애너모포시스의 발명자는 다빈치이고, 한스 홀바인 등이 관련 그림을 남겼다. 뒤러도 애너모포시스 실험을 했다. 르네상스화가들이 시작했지만 그들의 정신은 이미 마니에리즘적인 정신이라고 볼 수 있다. 따라서 17세기 바로크 시대에 들어가면 본격적으로 애너모포시스가 유행하고, 애너모포시스를 위한 많은 이론적인 작업들과 실험들이 다양하게 이뤄진다. 그래서 17세기야 말로 애너모포시스의 전성기라 할 수 있다.

Jean Francois Miceron는 수도승으로 당시 널리 행해지던 애너모포시스의 실천들을 종합해서 이론화하는데 기여하였으며, 「신기한 원근법」이라는 책을 썼다. 이는 인공적인 마술이라는 것이다. 그는 이 책에서 애너모포시스를 다음의 세 가지로 분류하였다.

- 단축 왜곡상 - 길이를 단축해서 봄
- 반사 왜곡상 - 원뿔거울이나 피라미드형 거울을 통해 사물을 투사하여 봄
- 굴절 왜곡상 - 렌즈나 프리즘을 통해 굴절된 상을 모아 다시 봄



[그림 1] 단축 왜곡상



[그림 2] 반사 왜곡상

왜곡상을 만드는 방법은 두 가지가 있는데 위의 [그림 1]처럼 그리드를 만들어 거기 맞게 확대시켜서 그리는 방법(기하학적 방법)이고 또 하나는 투명한 종이에 그림을 그려 빛을 투과시키고 그것을 그리는 방법이다.(광학적 방법)

아래의 [그림 3]은 한스 홀바인의 유명한 그림으로 단축왜곡상이다. 특정한 각도로 기울여 보면 두개골이 나타난다. 정면으로 보면 두 사람의 우정의 그림인데 길게 늘여진 것이 정면에선 보이지 않는다. 옆면에서 볼 때 두개골이 제대로 보인다. 그림 속에 사람의 해골을 그려 넣음으로써 삶의 허무함을 표현했다고 한다.

[그림 5]는 굴절왜곡상이다. 터키인들이 열두 명 있고 열두 명에서 각각 부분을 따서 만들어 낸 것이 한 사람, 루이 13세다. 루이 13세의 상을 렌즈를 통해서 투과하게 되면 조각난다. 이 조각들을 가지고 12인의 터키인들을 만든 것이다. [그림 4]의 디오프터를 통해서 보면 제대로 된 루이 13세의 모습을 볼 수 있다.



[그림 3] 대사들



[그림 4] 디오프터



[그림 5] 루이13세



[그림 6] 아이와 눈

위의 [그림 6]은 네오나르도다빈치가 그린 최초의 애너모포시스다. 아이의 얼굴이 그림에 나타난다. 이것은 사실상 그림을 그리는 것과는 별개로 일종의 투시법을 실험하는 것이었다고 한다.

### 다. 애너모포시스의 변천

애너모포시스는 오늘날 우리도 사용하고 있다. 도로교통 표지 등에 단축법으로 애너모포시스가 사용된다. 우리 일상에 들어와 있는 것이다. 원래 애너모포시스는 실제 효용이 있어서라기보다는 정신적 유희의 성격이 강했다. 바로크시대에는 자연 과학적인 지식이 발전되었기 때문에 애너모포시스가 체계화되고 이론화되어서 애너모포시스의 제작방식까지도 알고리즘화 되었다. 전보다 훨씬 손쉽게 제작할 수 있게 된 것이다.

18, 19세기쯤 가게 되면 아예 애너모포시스를 만드는 기계가 만들어진다. 이런 기계장치까지 발명되고 인쇄술이 발달하면서 소수 엘리트층의 엔터테인먼트였던 애너모포시스는 대중들의 오락거리가 된다. 애너모포시스는 세 가지 용도로 주로 활용되었는데, **첫째**, 종교적 진리를 전달하는 수단으로, **둘째**, 정치적 풍자, **셋째**, 터부시되는 소재를 우회적으로 표현하는 것 등이다.

19세기쯤 되면 애너모포시스는 어른들의 놀이가 아니라 아이들의 놀이가 되어버리고 차츰 자취를 감추게 된다. 그리고 최근에 이르러서야 그래피티(graffiti), 공공예술 비슷한 형태로 다시 등장한다. 최근의 패러다임 자체가 텍스트 문화가 물러나고 영상문화, 이미지 문화가 들어서면서 과거의 이미지 전략에 사람들이 많은 관심을 가지게 되었기 때문이다.

## 2. 애너모포시스의 과학적 원리는?

### 가. 일직선으로 잡아 늘인(Linear stretch) 애너모포시스

런던 국립초상화박물관에 있는 윌리엄의 작품 <Edward VI세의 초상화>나 독일 르네상스의 거장 한스 홀바인의 <대사들>(1533)이 바로 이 형태의 애너모포시스에 해당된다. <대사들>의 경우 아래쪽에 왜곡된 물체의 모습이 보이는데, 이것은 해골을 그림의 대각선 방향으로 길게 늘어놓은 것이다. 물론 제대로 된 해골의 바른 상

을 보기 위해서는 길게 늘어진 방향에서 바라보아야 한다. 박물관 초상화의 경우는 넓은 벽면에 실제로 그린 그림이며 관람객이 그림을 감상하려면 한쪽 벽에 바짝 붙어서야만 한다.

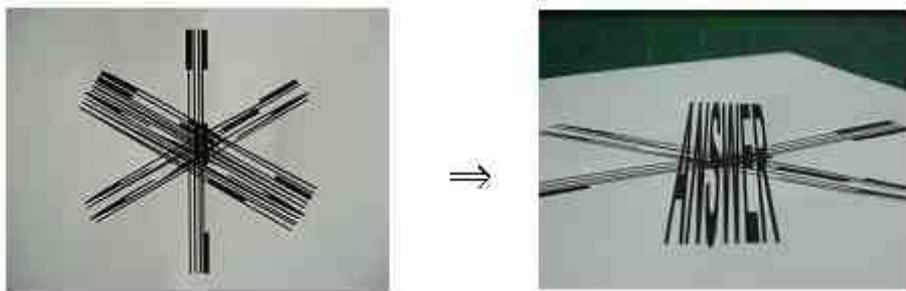


[그림 7] 대사들



[그림 8] Edward VI세의 초상화

다음 그림도 길게 늘어진 단축왜상에 해당되는 그림이다.

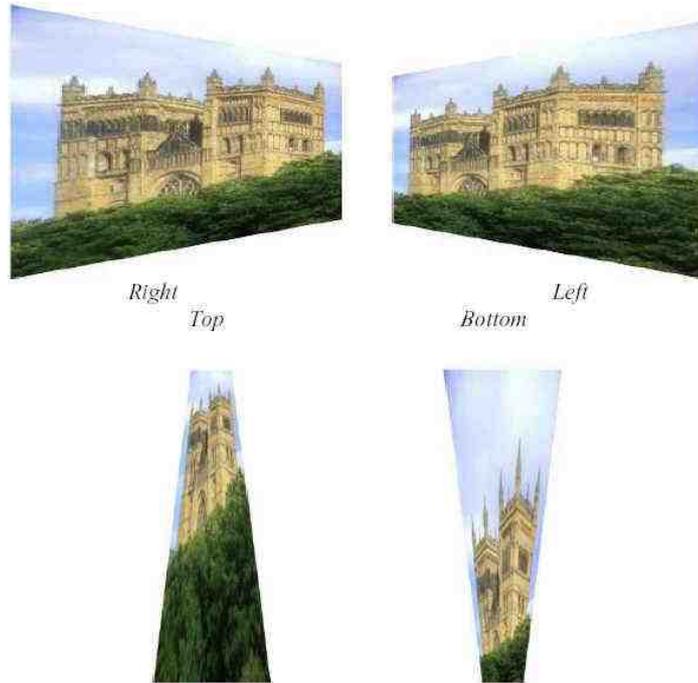


[그림 9] 단축 왜상과 되돌려진 글씨

### 나. 사각(斜角, oblique)의 애너모포시스

우리의 눈에는 가까이 있는 물체는 크게 보이고, 멀리 있는 물체는 작게 보인다는 단순한 과학적 원리를 활용한 방법이라고 볼 수 있다. 곧게 뻗은 도로나 철길 등에서 멀리 바라볼 때, 길은 점점 좁아져 한 곳으로 모아지는 것처럼 보인다. 이것이 누구나 쉽게 알고 있는 원근법의 원리라고 할 수 있다. 이것은 이미 화가들이 즐겨 사용한 방법이다.

다음 그림들은 좌, 우, 상, 하 방향으로 각각 사각 왜곡시킨 그림들이다.

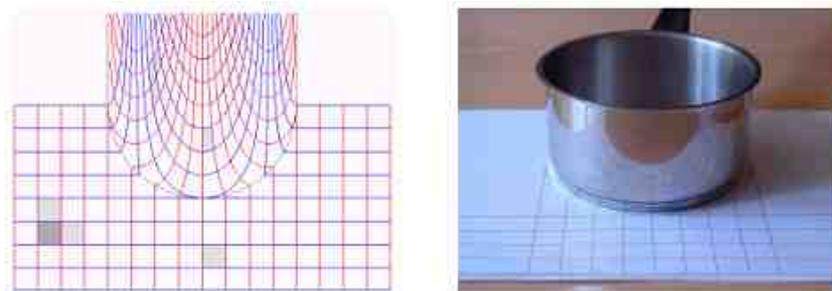


[그림10] 사각 애너모포시스

**다. 원통형 거울(Cylindrical mirror)에 의해 제대로 보이는 애너모포시스**

다음 그림은 원통형 거울에 의해 상이 만들어지는 것을 보여준다. 사각형의 격자가 원통형 거울에서는 일그러진 모양의 곡선들이 나타난다. 오른쪽에서는 스텐레스 그릇이 원통형 거울 역할을 하여 왼쪽의 개념도와 유사한 선의 모양이 나타나는 것을 확인할 수 있다.

아래 그림은 애너모포시스가 원통형 거울에 의해 원래의 모습으로 되돌려진 모습이다.



[그림11] 원통형 거울에 의한 상의 개념



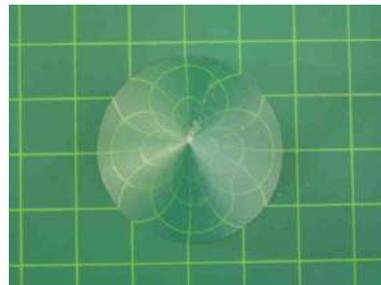
[그림12] 원통형 거울에 의해 되돌려진 그림

### 라. 원뿔형 거울(Conical mirror)에 의해 제대로 보이는 애너모포시스

원뿔형 거울은 주변의 사물을 왜곡시킨다. 이 점을 역으로 이용한 것이 바로 원뿔형 거울에 의해 제대로 보이게 하는 애너모포시스이다. [그림15]는 선물 포장지 뒷면을 이용하여 만든 원뿔형 거울이다. 이 거울을 이용하면 왜곡된 애너모포시스를 원래의 모습으로 되돌릴 수 있다. 원뿔형 꼭지점 부분에서 내려다보아야 한다.



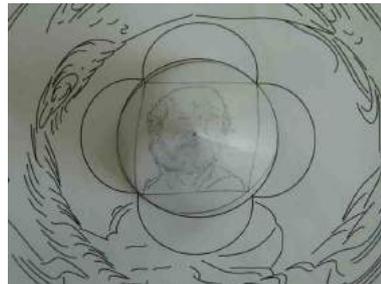
[그림13] 원뿔형 거울



[그림14] 원뿔형 거울 상



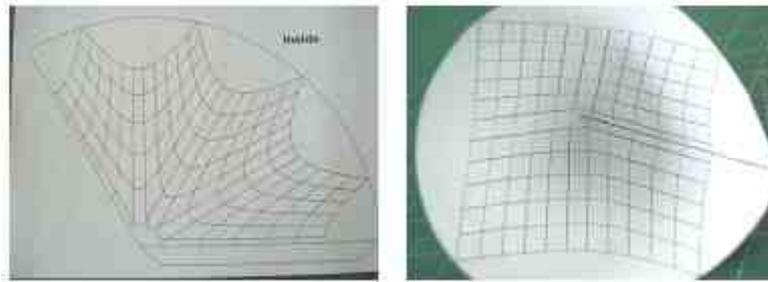
[그림15] 되돌려진 격자



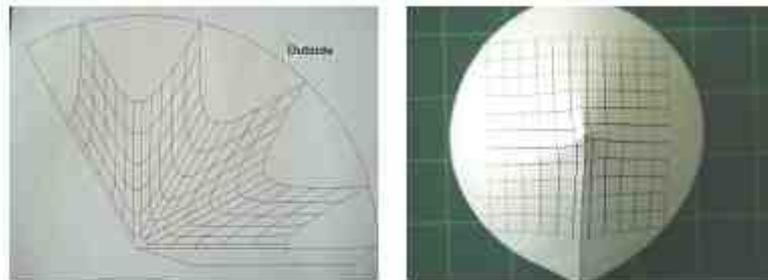
[그림16] 소크라테스

### 마. 콘 형태(Inside a cone, Outside a cone)로 만들 때 제대로 보이는 애너모포시스

애너모포시스를 아이스크림 모양으로 만들면 콘의 안쪽과 바깥쪽에 원래의 모습을 되돌릴 수 있다.



[그림17] 애너모포시스와 콘 안쪽에 되돌려진 격자



[그림18] 애너모포시스와 콘 바깥쪽에 되돌려진 격자



[그림19] 콘 안쪽과 바깥쪽에 만들어진 사진들

**바. 피라미드 형태(Inside a pyramid, Outside a pyramid)로 만들 때 제대로 보이는 애너모포시스**

왜곡된 사진을 피라미드 형태로 접으면 피라미드 안쪽이나 바깥쪽에 원래의 상이 만들어진다.

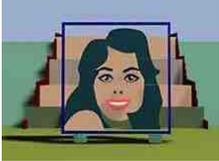


[그림20] 피라미드 바깥쪽 그림

## 사. 기타 애너모포시스

기타 여러 가지 입체 애너모포시스를 아래 표에 정리하였다.

< 표 > 입체 애너모포시스

관련 사진	내용 설명
	<p>계단 형태로 각각 다른 위치에 여러 가지의 부속물들이 놓여있는 형태로, 측면에서 보았을 때 특정한 형태가 갖추어지지 못했다.</p>
	<p>정면에서 바라보았을 때 각각의 부속물들이 절묘하게 배치되어있어 마치 하나의 조형물처럼 보인다.</p>
	<p>앞에 따로 서있는 조형물들이 스크린에 비쳐 멋진 하나의 이미지 그림자를 만들어낸다.</p>
	<p>그림을 이루는 조각들이 가로방향으로 단절이 되어 층을 이루고 있다.</p>
	<p>일정한 간격으로 접었을 때 완성된 이야기 그림이 나타난다.</p>

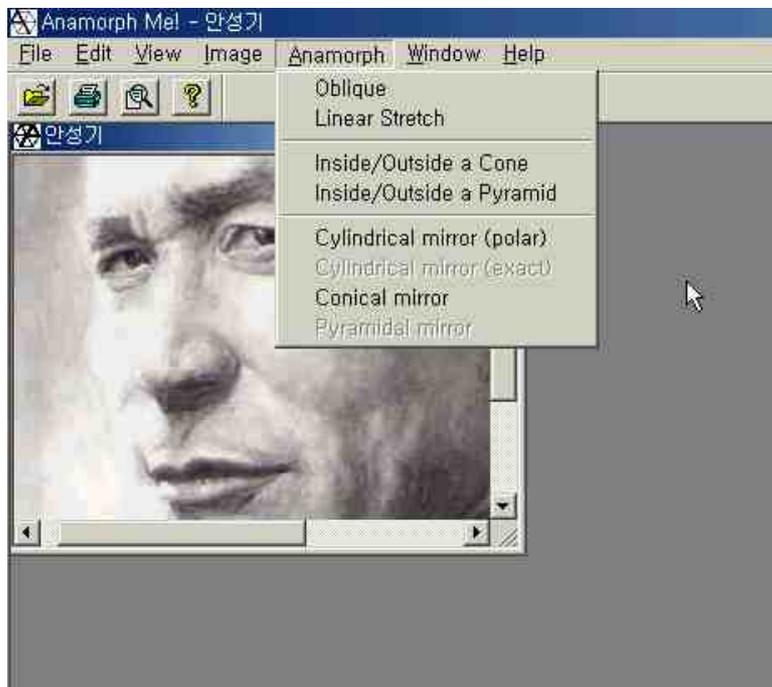
아래의 그림은 사람의 얼굴에서 눈과 입술을 지나가는 선을 접어서 보는 방향을 아래, 위로 달리하면서 본 모습이다. 바라보는 방향에 따라 전혀 다른 느낌을 보여준다. [그림21]은 부처의 인자한 얼굴을 연상하게 한다.



[그림21] 세종대왕의 여러 모습

### 아. 애너모포시스 컴퓨터에서 즐기기

www.anamorphosis.com에서는 애너모포시스 전용프로그램인 'AnamorphME' 프로그램을 제공하고 있다. 무료로 다운받아 쉽게 다룰 수 있는 프로그램이다. 왜곡시키고자 하는 이미지 파일을 불러오기 한 후 'Anamorph' 메뉴를 선택하여 원하는 방법으로 왜곡시키면 된다. 이미지의 각도나 크기 등도 임의로 조절할 수 있다.



[그림22] 애너모포시스 제작용 전용 프로그램 AnamorphMe

다음 그림들은 위의 프로그램을 이용하여 만든 애너모포시스다.

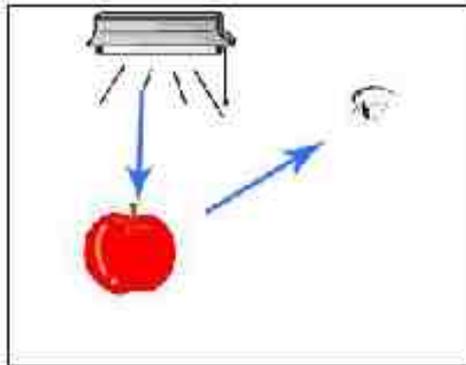
< 표 > 원본 이미지와 왜곡된 이미지들

이미지	이미지 설명
	<p>왜곡시키기 전 원래의 사진이다. 이 사진으로 활동해보았다. /original image</p>
	<p>사선모양으로 왜곡시킨 사진 /oblique</p>
	<p>한 쪽 방향에서 바라보았을 때 원래의 사진 모양으로 보이도록 수평방향으로 길게 늘여서 왜곡시킨 사진 /linear stretch</p>
	<p>콘 모양을 만들었을 때 콘의 안쪽에서 원래 사진이 만들어지도록 왜곡시킨 사진 /inside a cone</p>
	<p>피라미드 모양으로 만들었을 때 피라미드 바깥쪽에서 원래의 사진 모양이 만들어지도록 왜곡시킨 사진 /outside a pyramid</p>
	<p>등근 원 부분에 원통형 모양의 거울을 세웠을 때 거울면에 원래의 사진 모양이 만들어지도록 왜곡시킨 사진 /cylindrical mirror</p>
	<p>중안에 콘 모양의 거울을 놓았을 때 거울에 비치는 모양이 원래의 사진 모양이 만들어지도록 왜곡시킨 사진 /conical mirror</p>

자. 애너모포시스의 과학적 원리 찾기

1) 본다는 것의 개념

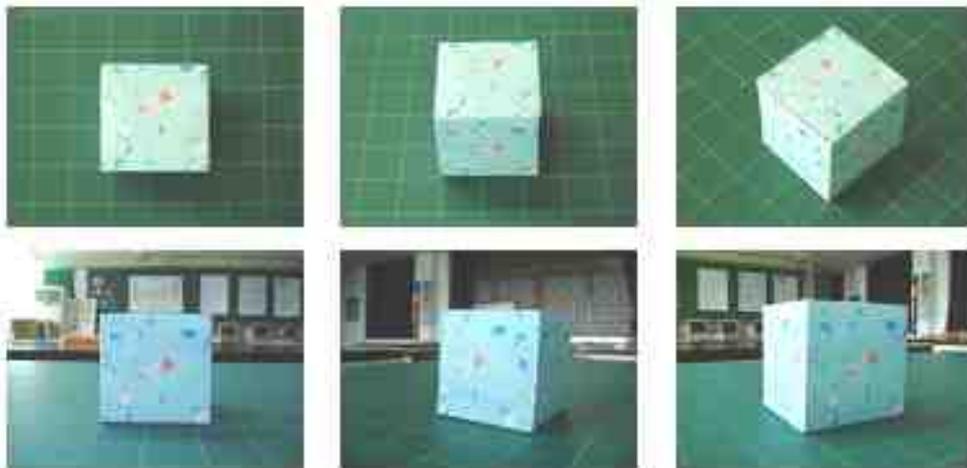
우리가 사물을 본다는 것은 무엇인가? 그것은 아래 그림에서 보는 것과 같이 외부에서 도달한 빛이 사물에 닿고 사물을 떠난 빛이 우리 눈으로 들어와 시세포를 자극하여 그 자극이 신경을 통해 뇌에 전달됨으로써 우리는 사물을 인식할 수 있다.



[그림23] 사물을 보는 개념도

## 2) 같은 사물도 달리 보인다?!

아래 사진들은 정육면체 모형을 보는 각도를 달리하여 여러 방향에서 찍은 모습이다. 보는 방향에 따라 모양이 다양하게 바뀌어 보이는 것을 확인할 수 있다.



[그림24] 다르게 보이는 정육면체

이것은 똑같은 물체라도 보는 방향과 위치 및 각도에 따라 다르게 보일 수 있다는 기본 원리를 보여준다. 이것이 애너모포시스의 가장 기본적인 원리다.

아래 사진은 우리가 일상생활에서 늘 경험하는 일이라 너무도 당연하게 여기며 넘어갈 수 있지만, 우리가 사물을 볼 때 보고 있는 사물의 모습 그대로가 우리 눈에 들어온다는 사실을 생각한다면 이것은 매우 중요한 문제라고 본다.

< 표 > 그림으로 보는 원리

그림	찾은 원리
	<p>직사각형 모양의 출입문이 반쯤 열려있는 상태에서 볼 때는 옆으로 누운 사다리꼴 모양으로 보인다.</p>
	<p>네모반듯한 육면체 모양의 건물도 바라보는 위치에 따라 빼뿔어진 모양으로 보일 수 있다.</p>

3) 원근법

멀리 있는 것은 작게 보이고 가까이 있는 것은 크게 보인다. 우리 생활 속의 한 예를 보자면, 자동차의 사이드미러에 보면 거의 어김없이 이런 글이 써 있다. “실제는 보이는 것보다 가까이 있음.” 볼록거울에서는 축소된 모양의 상이 생긴다. 거울에 작게 보이니까 사물이 멀리 있다고 착각을 일으킬 수 있기 때문에 운전자들에게 경각심을 주기 위한 문구인 것이다.

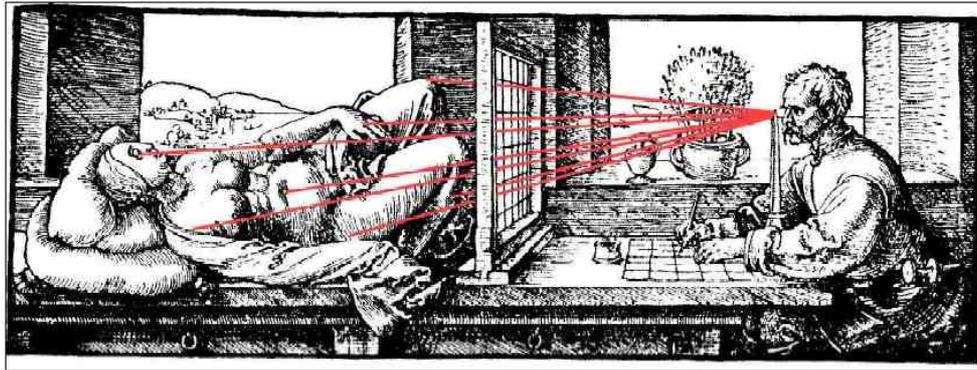


[그림25] 자동차의 사이드 미러

4) Cone of vision

원근법이나 원근법을 사용한 애너모포시스에서 ‘Cone of vision’이라는 중요한 원리를 찾을 수 있다. 우리는 기본적으로 빛은 똑바로 진행된다는 것을 안다. 그래서 우리가 물체를 본다는 것은 그 물체의 각 지점에서 출발한 무수한 빛들이 우리의 눈(시점)에 도달한 빛을 보는 것이다. 도달하는 빛들을 추적하여 선으로 표시해 보면 원추모양이 만들어진다[그림26].

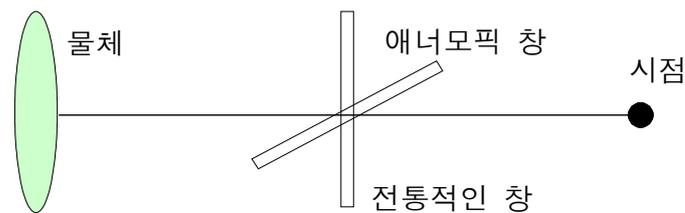
옛날에 화가들은 어떤 대상을 그릴 때 아래 그림처럼 대상과 화가 사이에 격자로 짜여진 창문을 설치하고 그 창문 통해 바라보면서 격자가 그려진 동일한 화지에 스케치를 하는 방법을 많이 활용했다고 한다. 아래 그림에서 이러한 개념을 확인할 수 있다.



[그림26] 화가가 창문 격자를 통해 대상을 스케치하는 광경

#### 5) 창을 활용한 애너모포시스의 제작

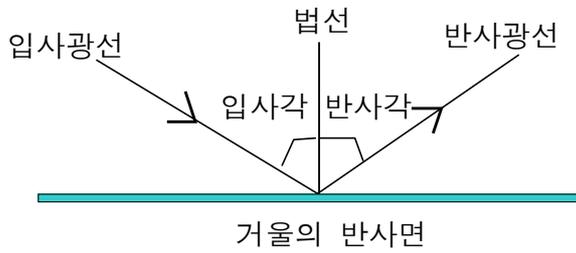
애너모포시스에서는 아래 그림과 같이 물체와 시점을 잇는 직선과 수직을 이루는 전통적인 창을 이용하는 것을 넘어 창을 큰 각도로 눕혀서 그리는 방법을 이용한다. 이렇게 그린 그림을 다시 세워보면 길게 늘어진 그림, 즉 애너모포시스가 만들어진다.



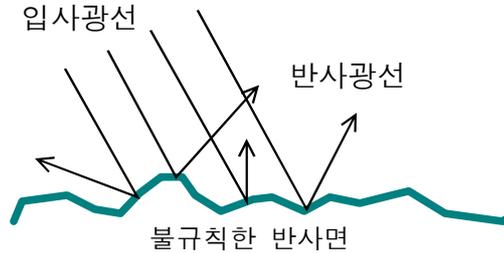
[그림27] 전통적인 창의 기법과 애너모픽 창의 비교

#### 6) 반사의 법칙

우리는 “광선이 진행하다가 거울의 반사면에서 반사할 때 입사각과 반사각이 같고, 입사각과 반사각은 동일 평면에 있어야 한다.”는 반사의 법칙은 반사면의 성질에 관계없이 어느 경우에도 항상 성립한다는 것을 알고 있다. [그림28]는 정반사를 나타내며, [그림29]은 난반사를 나타낸다. 애너모포시스에도 적용되는 기본 물리 법칙이다.



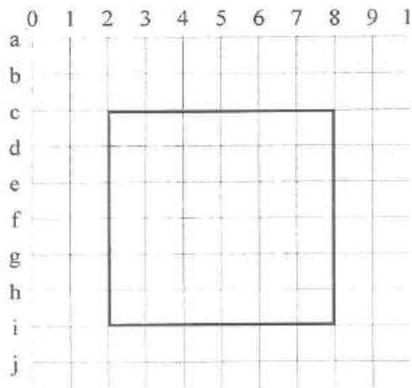
[그림28] 규칙적인 면에서의 빛의 반사



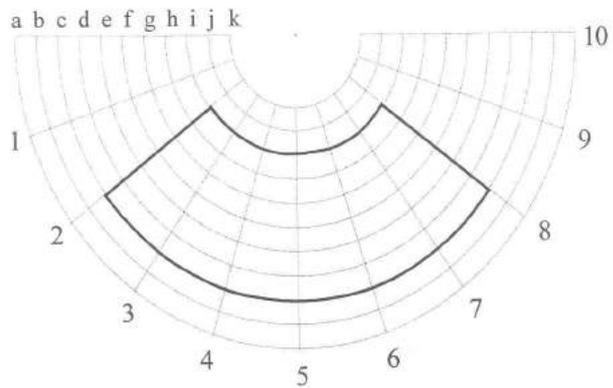
[그림29] 불규칙한 면에서의 빛의 반사

### 7) 원통형 거울에서 생기는 상

[그림30]과 같은 사각형을 [그림31]와 같이 원통형 애너모포시스로 표시할 수 있다. 부채꼴 모양의 격자를 이용하면 더 복잡하고 다양한 그림에 대한 애너모포시스도 그릴 수 있다.



[그림30] 사각형 격자



[그림31] 부채꼴형 격자

거꾸로 말하자면, [그림31]의 부채꼴형 격자에 그려진 애너모포시스는 원통형 거울 앞에 있을 때 [그림30]의 형태로 되돌려진 상을 만들게 되는 것이다.

## 3. 애너모포시스의 활용 예 찾아보기

### 가. 로마의 Saint Ignazio 교회 천정 벽화

아래의 그림은 로마의 Saint Ignazio 교회의 천정에 그려진 벽화 (Andrea Pozzo가 1691-1694 기간에 그린 작품)로서, trompe l'oeil(프랑스어로 '눈속임'이라는 의미를 가짐)라고 하는 예술적 기교를 사용하여 그린 그림으로, [그림32]와 같이 폭 방향에서 바라보면 멋진 그림이지만, [그림33]처럼 건물의 길이 방향으로 천정을 바라보았을 때 원근을 통한 시각적 착각을 일으키게 하는 방법을 잘 활용하고 있다. 원근법을 적용한 애너모포시스라고 할 수 있다.



[그림32] 폭 방향 전경



[그림33] 길이 방향 전경

### 나. 영국 맨체스터 박물관 광장의 Anamorphic mirror

영국 맨체스터의 박물관 앞 광장 보도블록에 영국 지도자들의 애너모포시스가 설치되어 있어 이 왜곡된 사진이 중간에 세워진 곡면형의 특수한 거울에 비쳐져 비로소 제대로 된 상을 만들어낼 수 있도록 함으로써 이곳을 찾는 이용객들에게 재미를 더해준다.



[그림34] 되살아난 영국의 지도자

### 다. 영국의 맨체스터 과학 산업 박물관의 구형거울 작품

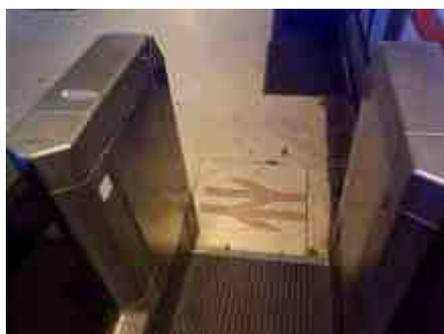
영국의 맨체스터 과학 산업 박물관에 있는 Andrew Crompton의 작품을 보면 구형거울에 주변 사각형 문양들이 비쳐서 만들어내는 풍경이 묘한 분위기를 연출한다.



[그림35] 구형거울이 만들어내는 상

### 라. 영국의 Vauxhall, London의 British Rail(BR) 로고(logo)

영국 런던의 Vauxhall 역내에는 영국철도 로고가 천정에 애너모포시스 형태로 설치되어 있다. 역 입구 네 방향에서 [그림36]의 바닥에 표시된 것과 같은 영국철도의 로고를 볼 수 있다.



[그림36] 영국 국철 로고



[그림37] 역내 천정의 조형물

### 마. 네덜란드 암스테르담의 파노라마 극장의 입장권

다음 그림은 네덜란드의 수도인 암스테르담에 소재한 파노라마 극장의 입장권 뒷면에 그려진 그림이다. 마치 클레나 몬드리안의 추상화처럼 보인다. 왼쪽 그림을 아래쪽과 왼쪽 옆에서 바라보면 신기하게도 오른쪽 두 그림과 같은 글씨가 만들어진다. 이 작품을 만든 사람 '다겔릭스게오펜드(DAGELIJKS GEOPEND)'의 이름과 '파노라마 암스테르담(Panorama Amsterdam)'이라는 글자다.



[그림38] 파노라마 극장의 입장권

## 바. 도로에서 활용된 사례

애너모포시스는 도로의 노면에 표시되는 각종 표시(노면표시)에 이용되고 있다. 도로의 구분차선, 노면에 표시하는 숫자 글자, 안내선, 행선지 표시 글자 등의 모양을 보면 주행방향으로 길게 늘여서 표시한 것을 볼 수 있다. 이는 운전자의 시선이 지면과 10~15°정도의 좁은 각도를 이루면서 도로를 주행하기 때문에 길게 늘어진 글자들이 단축되어 제 꼴로 보이게 하려는 것이다. 즉, 애너모포시스 중에서 단축 왜상법을 응용한 사례라고 볼 수 있다.



[그림39] 길게 늘어진 글씨



[그림40] 진행방향으로 축소된 글씨

아래 사진들은 도로에 표시된 노면표시를 보여주는 여러 사진들이다.



[그림41] 늘어진 글씨



[그림42] 축소된 U턴 표시



[그림43] 축소된 글씨

## 사. 한솔 종이박물관에서 찾은 애너모포시스

우리 지역 전주시 덕진구 팔복동 소재의 한솔 종이박물관 전시관에 가면 애너모포시스가 응용된 작품을 볼 수 있다. 2층 전시관에 입장해서 입구 쪽 바닥에 발 모양이 표시된 곳에 서서 안쪽을 바라보면, 이중섭의 작품 '용을 쓰는 흰 소' 그림을 감상할 수 있게 되어 있다. 앞에서 살펴본 입체 애너모포시스의 일종이다.



[그림44] 그림의 단편 기둥들



[그림45] 단편들이 모인 전체 윤곽

그리고 2층 전시관 안쪽으로 들어가 보면 일본인 후쿠다시게오의 작품인 「Underground Piano」가 거울 속에서 제대로 보이도록 설치되어 있다. 이 역시 반사에 의한 애너모포시스이다. 거울에 비쳐지지 않았을 때는 어색한 형태이지만 거울에 비쳐지면 구색을 갖춘 피아노의 모습이 되살아난다.



[그림46] 어색한 피아노



[그림47] 제대로 보이는 피아노

다음의 [그림48]처럼 악보들이 즐비한 캔버스 속에 베토벤의 얼굴이 드러나 보이는 작품도 있다. 얼굴을 구성하고 있는 부분들이 각각 오선과 악보들이지만 전체적인 구성 속에서 얼굴 형태를 만들어낸다. 이 또한 애너모포시스의 일종이다..



[그림48] 악보 속의 베토벤

아. 과학이나 전기관련 학문에서 자기장의 방향을 나타내는 기호

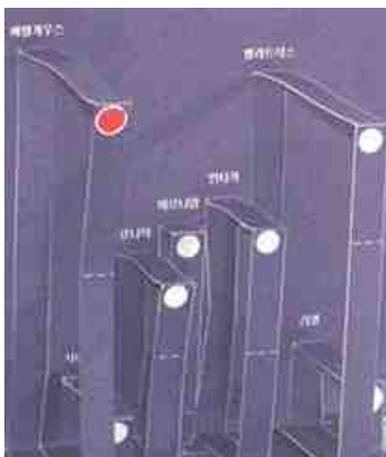
각 나사의 머리와 꼬리 쪽에서 바라본 모습을 형상화시켜 자기장의 방향이 지면을 뚫고 들어가는 방향과 지면을 뚫고 나오는 방향으로 약속하여 사용한다.



[그림49] 자기장의 방향기호와 나사못

### 자. 입체 별자리

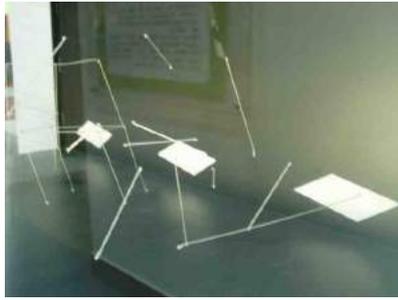
아래 그림은 오리온자리를 입체적으로 표현한 사진이다. 우리가 밤하늘에 바라보는 별자리들은 거대한 천구라는 개념을 생각하여 별자리를 이루는 각각의 별들까지의 거리를 감안하지 않고 보이는 그대로의 모양과 형태를 바탕으로 만들어진 것들이다. 그러나 실제로 우리로부터의 거리는 천차만별이다. 우리가 바라보는 모든 별자리를 포함하는 우주도 거대한 애너모포시스라고 하면 억지일까?



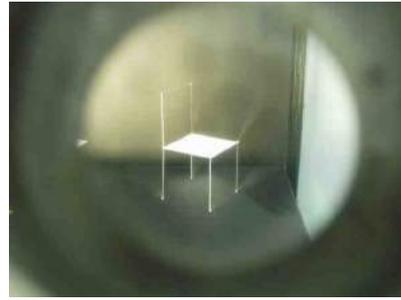
[그림50] 입체 오리온별자리

### 차. 샌프란시스코 과학체험전 전시물에서 찾은 애너모포시스

전시물 중 '무늬만 의자'는 흐트러진 의자와 선 모양이 정해진 위치(구멍)에서 볼 때 의자의 모양이 만들어지며, '불가능한 입체 삼각형'은 위 터진 사각형 모양처럼 생긴 조형물이 특정한 위치에서 보았을 때 삼각형 모양으로 보인다.



[그림51] 의자 단편들



[그림52] 형태를 이룬 의자



[그림53] 위 터진 사각형 모양



[그림54] 완성된 삼각형 모양

### ◎ 참고 문헌 및 사이트 ◎

- \* 이명옥, 김홍규(2005) 명화 속 신기한 수학이야기. 서울:시공아트
- \* 이명옥, 김제완, 김학현, 이상훈, 이식(2006) 명화 속 흥미로운 과학이야기. 서울:시공아트
- \* 정병훈, 옴김(2003) 달걀 삶는 기구의 패러독스. 서울:도서출판 성우
- \* 진중권(2007) 놀이와 예술 그리고 상상력-유쾌한 미학자 진중권의 7가지 상상력 프로젝트- 서울:휴머니스트출판사
- \* [www.anamorphosis.com/](http://www.anamorphosis.com/)
- \* [www.3dnauta.com/](http://www.3dnauta.com/)
- \* [www.artnstudy.com/SlectureFree/philosophy/jkjin07/lecture/08.htm](http://www.artnstudy.com/SlectureFree/philosophy/jkjin07/lecture/08.htm)
- \* [www.anupark.net/bbs/view.php?id=planm&no=8](http://www.anupark.net/bbs/view.php?id=planm&no=8)
- \* [www.artnstudy.com/SlectureFree/philosophy/jkjin07/lecture/08.htm](http://www.artnstudy.com/SlectureFree/philosophy/jkjin07/lecture/08.htm)>

# 14. 간편한 전자기 유도 현상 실험

김성규(정명고등학교)  
참과학  
(tjdrb333@nate.com)

1. 개요: 간단한 방법으로 전자기 유도의 상호유도 현상과 물질의 자기적 성질을 파악할 수 있다.

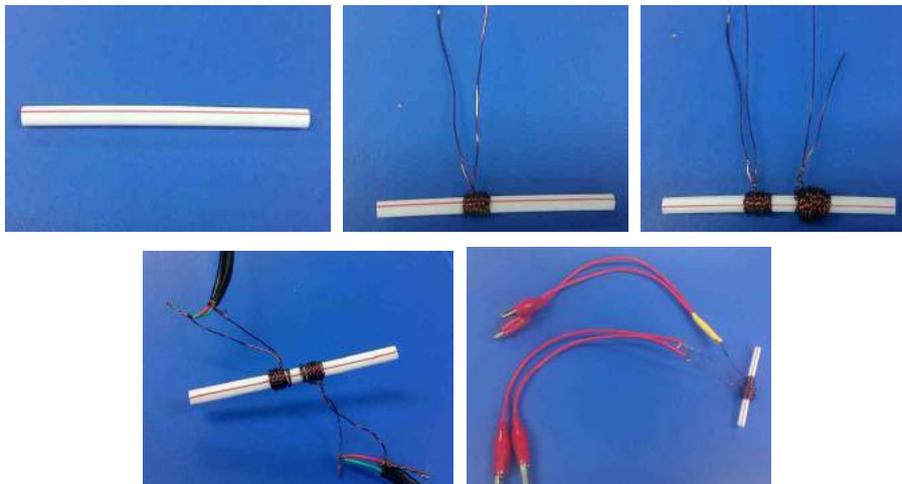
## 2. 필요한 재료

에나멜선(0.4mm), 이어폰 잭(암/수), 이어폰, 종이 클립 3~5개, 콜라 빨대(또는 1회용 스포이트), 대못, 쿠킹호일, 수축튜브, MP3 플레이어, 와이어스트리퍼

## 3. 탐구활동

### 1) 상호유도 코일 만들기

- ① 콜라 빨대를 6cm정도 잘라낸다.
- ② 잘라낸 콜라 빨대의 중심을 기준으로 왼쪽에 에나멜선을 40~50회 정도 감는다. 단, 폭 1cm정도의 범위 내에서 감아준다. 이 코일이 1차코일이 된다.
- ③ 콜라 빨대의 중심을 기준으로 오른쪽에 에나멜선을 40~50회 정도 감는다. 마찬가지로 폭 1cm정도의 범위 내에서 감아준다. 이 코일이 2차코일이 된다.
- ④ 1차 코일의 전선 양 끝부분의 에나멜을 2cm정도 벗겨내고, 이어폰잭 또는 집게전선과 연결한다.(연결 전에 미리 수축튜브를 전선에 끼워 넣어서 연결 후 마감한다.)
- ⑤ 2차 코일의 전선 양 끝부분의 에나멜을 2cm정도 벗겨내고, 이어폰잭 또는 집게전선과 각각 연결한다.(연결 전에 미리 수축튜브를 전선에 끼워 넣어서 연결 후 마감한다.)

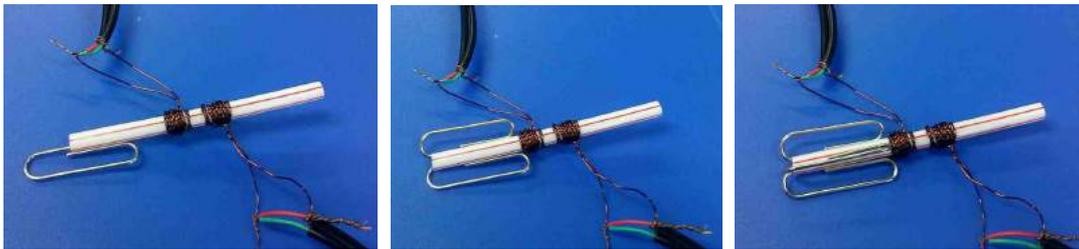


## 2) 활동 1 : 코일 간의 거리에 따른 전자기 유도 효과 확인하기

- 코일 간의 거리를 변화시키면서 음악 소리의 크기변화를 느껴봅니다.
- 거리가 가까워질 때 소리의 크기는 ( )
- 거리가 멀어질 때 소리의 크기는 ( )

## 3) 활동 2 : 빨대에 클립을 끼워 넣으면서 클립 개수에 따른 전자기 유도 효과 확인하기

- 빨대에 클립을 하나씩 끼워 넣으면서 음악 소리의 크기 변화를 느껴봅니다.



- 클립이 하나씩 늘어날수록 음악 소리의 크기는 ( )
- 소리의 크기는 클립의 개수에 비례합니까?

## 4) 활동 3 : 빨대에 넣는 금속의 종류에 따른 전자기 유도 효과 확인하기

-> 강자성체와 상자성체 구분하기

- 빨대에 넣는 금속의 종류에 따라 들리는 소리의 세기를 비교해봅시다.
- 모든 금속에서 소리가 달라집니까?
- 가장 큰 변화를 가져오는 금속은 무엇입니까?
- 큰 변화를 일으키는 금속과 별로 영향을 주지 않는 금속은 어떻게 다릅니까?

## 5) 활동 4 : 코일의 감은 수에 따른 전자기 유도 현상 비교 실험

- ① [1차코일 만들기] 나사못에 코일을 50회 감고, 집게전선을 연결합니다. 이것은 기준이 되는 코일이므로 감은수가 정확해야 합니다.
- ② [2차코일 만들기] 다른 나사못에 코일을 25회, 50회, 75회, 100회, 125회씩 감고, 집게전선을 연결합니다.
- ③ 1차 코일을 기준으로 2차코일의 감은수를 달리하면서 음악소리의 세기변화를 비교해봅니다.

## 4. 참고자료

- \* 강자성체 : 전자스핀에 의한 자기 모멘트가 평행하게 정렬하고 있어 외부 자기장을 주지 않더라도 큰 자발 자기화를 보이는 물질. 강자성을 가지는 물질. 자심(磁心) 재료, 영구 자석, 기억 소자 따위로 쓰는데, 철·니켈·코발트 따위가 이에 속한다.
- \* 상자성체 : 자기 마당 속에 놓았을 때, 자기 마당과 같은 방향으로 자성을 띠는 물질. 예를 들면, 상온에서의 산소·망간·알루미늄·백금 따위가 있다. 외부 자계에 의하여 매우 약한 자성을 나타내는 자성체

# 15. 애니메이션의 이해와 제작

이순식(애니원고등학교 미술교사)  
울산과학연구회

애니메이션은 종합예술이라고 한다. 이는 혼자서 만들기란 쉬운 일이 아니다라는 것으로, 여러파트가 공동으로 작업하여 하나의 작품을 만들어 내는 것이다.

미야자키 하야오감독은 "그래픽처럼 보이지 않는 그래픽"을 3D파트에 요구한다.

이는 그래픽과 셀의 용화를 강조한 것으로 각자 맡은 파트에서의 역할이 너무 지나치거나 미흡하지 않도록 배려한 것이다.

어느 것이 중요하냐가 아니고, 어떻게 조화 있는 작품을 만드느냐가 중요한 것이다.

하지만, 기본적인 과정중에 그래픽은 하나의 부품으로 작용하는 것이 현실이며, 컴퓨터는 아주 훌륭한 도구이지만 그이상도 그이하도 아니라는 것이다. 어쨌든 컴퓨터를 다루는 것도 사람이라는 것으로 애니메이션에서 중요한 파트는 사람이라는 것을 강조하고 싶다.

## 1. 애니메이션의 정의

Animation이란 말은 희랍어의 'Animal(동물)' 라틴어의 'Anima'라는 단어에서 유래한 말로써 영혼, 정신, 생명을 뜻한다. 이 말은 동사형인 'Animate'가 '생명을 불어넣다. 활동시키다'라는 의미임을 볼때 넓은 의미의 Animation이란 사물에 생명정신을 부여하는 행위라 볼 수 있으며, 움직임이 없는 무생물적인 존재를 여러 번에 걸쳐 변형을 시키고 이를 연속촬영 또는 기타 영상적 기법을 이용하여 마치 움직이는 듯한 눈의 착각을 일으키도록 하는 기술을 Animation이라 할 수 있다.

애니메이션은 종합예술로써 한 사람의 힘으로는 이룰 수 없는 창조활동이다..

애니메이션은 크게 셀애니메이션, 3D애니메이션, 점토애니메이션, 등이 있으며 이중 셀 애니메이션은 1913년에 개발된 것으로 캐릭터의 움직임을 조절하기위해 편치방식이 개발되어 아크메, 오크스베리에 의해서 PEG-BAR(일본식:타프)방식이 정착화되어 오늘에 이르고 있다.

3D애니메이션은 컴퓨터 그래픽을 통해 모델을 만들고 만들어진 가상이 캐릭터를 콘티에 따라 움직임을 주는 작업이다. 점토애니메이션은 스톱모션 애니메이션이라고도 하며 한프레임 한 프레임을 직접 촬영하여 이것을 연결하여 상영하므로써 움직임을 주는 작업이다.

## 2. 애니메이션의 기원

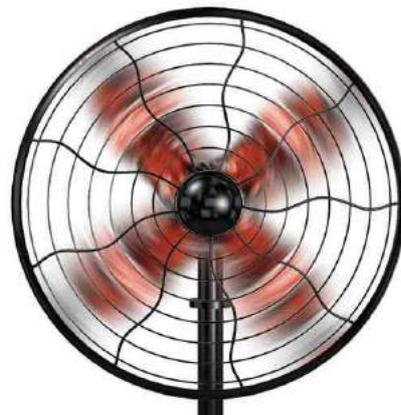
기원전 1만년에서 5천년 경에 스페인 북부 지방의 알타미라(Altamira)동굴벽화에 는 다리가 4개가 아닌 8개로 그려져 있는 멧돼지 그림이 있는데 움직임을 표현해 보려는 시도로 보이는 이 그림을 애니메이션의 기원으로 본다.



애니메이션의 기원 '알타미라 동굴벽화'

## 3. 애니메이션의 원리 - 잔상효과

사람의 눈에 멧힌 모습은 사라져도 일정 시간 동안 망막에 남아있다. 이것을 '잔상'이라고 하는데 약 50분의 1초 동안 망막에 남는다. 잔상이 없어지기 전에 또 다른 모습을 보여주면 잔상과 겹쳐서 마치 연결된 영상으로 느껴지는데 이것을 '잔상 효과'라고 한다.



잔상효과의 예) 선풍기의 날개, 헬리콥터의 프로펠라, 불꽃

## 4. 애니메이션의 종류

- 1) 2D애니메이션 : 우리가 일반적으로 보는 애니메이션으로 셀 애니메이션이 있다.
- 2) 3D애니메이션 : 3D애니메이션은 컴퓨터 그래픽을 통해 모델을 만들고 만들어진 가상의 캐릭터를 콘티에 따라 움직임을 주는 애니메이션이다.
- 3) 스톱모션 애니메이션 : 인형이나 사물을 움직여서 만드는 애니메이션으로 움직

이고자 하는 대상을 조금씩 움직여 한컷 한컷 사진을 찍은 다음 영상으로 만드는 애니메이션이다.

#### 4) 스톱모션의 종류

- **컷 아웃 애니메이션** : 오래된 그림을 2차원 평면상에서 한 프레임씩 움직이면서 촬영하는 스톱 프레임 애니메이션이다.
- **클레이 애니메이션** : 클레이라는 찰흙을 이용 캐릭터를 만들어 설계된 세트 안에서 캐릭터를 조금씩 움직이며 촬영하는 스톱모션(Stop motion) 기법의 애니메이션이다.
- **라이트 애니메이션** : 흙과 모래로 만드는 애니메이션. 판 위에 모래를 두고 판 아래에 조명을 뒤서 모래를 조금씩 움직이거나 그리면서 만드는 애니메이션이다.
- **페이퍼 애니메이션** : 애니메이션 영화사에 가장 처음으로 등장한 기본적인 제작 방식으로 각각의 종이에 그림을 그려서 한 장씩 촬영하는 애니메이션이다.
- **실루엣 애니메이션** : 종이를 접거나 오려 캐릭터와 배경을 만든 후 촬영하는 방식으로 제작하는 애니메이션이다.



클레이 애니메이션 '크리스마스의 악몽'.



실루엣 애니메이션 '프린스 앤 프린세스'

### 5. 애니메이션의 제작과정

기본설정에 따른 시나리오와 실제작을 담당할 연출부, 배경부, 캐릭터부 등의 파트에서 기획안을 만들어 스폰서를 구한후 각 파트의 책임자를 선임하여 시작한다.

먼저, 그림콘티(스토리보드)와 함께 등장 주인공(캐릭터)들을 설정하고, 시나리오상의 배경을 전담할 미술부와 함께 배경부에서 레이아웃(채색이 안된배경)과 작화설정이 완성되면, 작화감독하에 원동화가 진행된다.

원화와 동화는 수차례의 체크가 이루어지며, 어떤 경우에는 채색(2D페인팅)이 안된 컷트만으로 촬영을 하여 마지막체킹을 하기도한다. 이러한 과정을 거친 후에 채색파트에서는 디지털작업으로 캐릭터의 채색을 하며, 배경부는 배경부대로 진행하게 된다.

특수효과가 있는 경우 컴퓨터그래픽(3D)을 이용하여 처리하며, 촬영은 컴퓨터와 애

니메이션 전용촬영대로 진행된다. 완성된 필름은 컴퓨터로 처리하기도 하고, 현상소에 보내져 현상하기도 한다.

완성된 필름을 포지(복사본)라 하며, 이 복사본으로 편집이나 음향, 성우의 더빙을 한후 다시 현상소에 보내어 원판(네가티브)을 편집하여 다시 복사본으로 여러개를 만들어 각 극장으로 보내면, 끝이다.

- 1) **기획회의** : TV시리즈 혹은 OVA나 극장판으로 할것인가 또 어떤 장르의 내용으로 할까 등을 구서 결정하는 것. 스케일이 큰 대작의 경우 제작 위원회도 구성
- 2) **기획서** : 기획단계에서 결정된 것을 스폰서, 방송국, 배급사 등에 보이기 위해 서면으로 정리한 것
- 3) **시나리오** : 기획에서 결정된 '안'을 기승전결 등이 있는 영상대본으로 만든 것
- 4) **그림콘티** : 시나리오를 중심으로 화면(스크린)을 어떻게 만들까를 그림이 있는 시나리오로 만든 것
- 5) **A.R 대본** : 그림콘티에 있는 대사를 따로 모아 성우용 대본으로 만든 것
- 6) **캐릭터 결정** : 애니메이터용 캐릭터 설계도
- 7) **미술설정** : 원화담당이나 배경담당용의 풍경이나 건물 등의 설계도
- 8) **레이아웃** : 실제의 화면구성을 하기 바로 전의 러프스케치 형식으로 그린그림
- 9) **작화** : 이런 화면구성으로 진행한다고 하기 위한 원화의 바로 전단계
- 10) **원화** : 캐릭터를 움직이게 하기 위한 중요한 그림만을 그린 그림
- 11) **크린업** : 거친 원화선을 캐릭터 설정집을 보고 간결하게 완성시킨 것, 원화작 성시 빠진것이 없나 체크하는 것이 중요
- 12) **동화** : 원화를 중심으로 캐릭터의 움직임을 완성
- 13) **배경** : 레이아웃을 중심으로 배경을 그림
- 14) **색지정** : 각 캐릭터에 생상 등 명도를 지정하여 동화(작화지)에 넣음
- 15) **채색** : 지정된 색을 한 장씩 색칠하여 나는 것
- 16) **특수효과** : 에어브러쉬나 손에 의한 터치 등으로 특수하게 화면 처리
- 17) **화이날체크** : 완성된 셀과 배경 등을 겹쳐보며 이상한 곳이 없나 체크
- 18) **촬영** : 셀과 배경을 애니메이터의 지시에 준하여 필름으로 촬영
- 19) **랏슈(포지편집)** : 프린트 편집하여 시간, 타이밍 효과음 등을 조정(예:폭발할 때 맞추어 '광'하는 효과음을 조정)
- 20) **A,R(에프터레코딩)** : 성우들이 완성된 필름을 보며 소리를 녹음 (디즈니 애니메이션의 경우 선 녹음 방식을 취함)
- 21) **네가편집** : 랏슈를 편집한 필름대로원판(네가)을 편집
- 22) **더빙** : 편집된 원판에 음향 및 효과음을 넣음
- 23) **프린트** : 상영될 필름의 프린트, TV의 경우 비디오테잎(텔레시네라고도함)으로 함
- 24) **초호** : 완성된 필름을 보는 시사회

## 6. 애니메이션의 전망

애니메이션은 만화를 영화처럼 연속으로 촬영해 움직이도록 만든 콘텐츠이다. 초기 애니메이션은 배경에 그림을 그려 움직이게 하는 셀애니메이션이 대부분이었다. 그러다가 기술의 발전과 함께 찰흙(클레이)애니메이션이 생겼고, 최근 컴퓨터를 활용한 3D애니메이션으로까지 진화하고 있다. 하지만 특수한 분야를 제외하고는 아직까지는 2D의 셀애니메이션만을 쓰거나 3D와 셀을 조합하여 사용하고 있다.

기존에 TV와 극장을 위해 제작되던 전통적인 애니메이션은 이제 무선애니메이션, 3D애니메이션, 인터랙티브 애니메이션으로 진화되고 있다. 무선애니메이션이 주목 받는 이유는 영화보다도 짧게 만들고 상대적으로 높은 대역폭을 요구하지 않기 때문에 현재의 무선네트워크와 디바이스 현실 및 수용자 욕구에 적합하기 때문이다. 3D애니메이션은 최근 활발하게 제작되고 있으며, 미래 성장가능성도 높다. 한편 향후 3D애니메이션 중에서 초실감 애니메이션이 더욱 큰 인기를 끌 것으로 전망된다. 그러나 시나리오가 진부하고 수용자의 감성을 움직일 수 없는 콘텐츠라면 성공가능성을 보장할 수 없다. 사용자가 수동적인 입장에서 보는 것과는 달리 매개체를 이용하여 보다 능동적으로 볼 수 있는 방식의 애니메이션을 의미하는 인터랙티브 애니메이션은 디지털 디바이스의 진화로 인해 양방향성이 강화되면서 더욱 각광을 받을 것으로 보인다.

# 16. 내가 쓰는 에너지는 내 손으로 만든다

-가치를 꿈꾸는 수업, 실용과 맞닿은 수업

이선희(신관중학교)  
사랑의 과학 나눔터  
esunny21@hanmail.net

## 1. 개요

‘돈 한 푼 안 쓰고 1년 살기’(마크 보일, 부글북스, 2011)라는 책을 읽었다. 저자는 친구와 차를 마시며 어떻게 하면 우리사회가 조금 더 나아질지 이야기하다가 결국은 돈이 문제라는 생각을 하게 된다. 돈 없이 1년 살기를 작정하고, 그가 세운 계획, 실행에 옮기는 과정, 그의 생각들이 기록되어 있는 책이다.

무언가 이 사회에서 의미 있는 변화를 일으킬 수 있다면 정말 좋겠다. 내 생각에 우리사회에서 교사는 이런 작업을 하기에 가장 좋은 직군이다. 나는 화석연료의 도움 없이 에너지독립을 이룰 수 있으면 좋겠다. 그래서 미루지 않고 시작해보기로 했다. 나의 진행과정은 자연스레 드러날 것이고, 그것을 지켜보는 학생들에게도 의미 있는 과정이 되리라고 생각한다. 혹시 내가 이런 과정을 완성해낸다면 또 하나의 희망이 될 수도 있다고 거창하게 생각해본다. 우리 아이들이 나중에라도 무언가를 하고 싶을 때, 지금의 이 과정을 떠올리며 용기를 얻을 수 있기를……

## 2. 수업의 내용 구성

2010년 동료교사와 뜻이 맞아 중학교 3학년의 ‘일과 에너지’ 단원과 ‘전류의 작용’ 단원을 묶어 교과서가 제시하는 이상의 목표를 가지고 수업을 진행한 바 있다.

여기에 소개하는 프로그램은 2010년의 경험을 토대로 발전한 전기를 유용하게 활용하는 방안을 찾는 것에 목표를 두고 진행되었다.

활동은 전자기의 기본 내용을 배우는 과정과 손발전기로 만든 전기를 어떻게 활용할지 탐구하는 부분으로 구성되어 있다. 한 달에 한 번 정도 8차례에 걸쳐 6개월 간 진행되었다. 전자기의 이론에서 그치지 않고 회로를 설계하고 구성하는 기술공학의 능력이 필요했다. 기술을 배워본 적이 없는 무너만 물리전공의 교사에게는 쉽지 않은 과정이었지만 결과를 얻고 보니 무척 뿌듯하다. 결과를 얻고 보니 그리 어려운 것도 아니다. 하지만 모르는 길을 가는 일은 더디고 힘들다^^

부족한 내용이나 진행과정과 후기를 여러 선생님들과 나누고 싶다.

기본개념 학습하기	탐구활동
1. 전류는 자기장을 만든다 2. 회로의 전압, 전류를 측정하는 방법	3. 손발전기의 성능과악하기 (손발전기가 만드는 전압, 전류측정) 4. 발전과 역기전력
6. 자기장 속에서 전류는 힘을 받는다 7. 전동기의 원리(전기로 동력 만들기)	5. 손발전기가 만들어 내는 것은 무엇인가(프리젠테이션 방법) 8. 손발전기의 활용방안 탐구하기 가전제품의 소비전력 조사하기 9. 충전장치 탐구
10.전동기의 역발상(동력으로 전기 만들기)	11.손발전기로 만드는 전기 충전하기 12.충전회로의 구성 13.충전한 전기 활용하기 소형전기제품 만들기

⇒

### 3. 각 차시 별 내용

#### (1차시) 전류는 자기장을 만든다

##### 회로의 전압, 전류를 측정하는 방법

1820년 외르스테드의 실험을 소개한다. 이 실험을 통해 그 동안 별개의 영역으로 연구되던 전기와 자기가 연결되었음을 상기하고 직접 실험으로 확인한다.

자기장의 세기는 회로에 흐르는 전류의 크기와 관계된다는 것을 어떻게 입증할지 강구하도록 하는 과정에서 전기회로의 전압과 전류를 측정하는 방법을 학습한다.

#### (2차시) 자기장 속에서 전류는 힘을 받는다

##### 전동기의 원리(전기로 동력 만들기)

자기장 속에서 전류가 힘을 받는다는 것을 실험으로 확인하고 자기장 속에서 전류가 받는 힘을 어떻게 활용할 수 있는지 토의한다.

전동기를 분해해서 내부 구조를 살펴보고, 각 부분의 역할을 자세히 서술하도록 한다. 이 과정에서 관찰능력과 함께 학습내용의 종합능력을 드러낼 수 있다. 전동기의 회전자를 돌려 보도록 하고 탐구가 끝나면 처음과 같은 모습으로 조립한다.



그림 1. 전자기 원리공부



그림 2. 모터로 꼬마전구에 불 켜기

### (3차시) 전동기의 역발상(동력으로 전기 만들기)

지난 시간 사용한 전동기를 사용해서 꼬마전구에 불을 켜는 활동이다. 전기가 자기를 만든다면 자기로 전기를 만들 수는 없는지 상상하고 연구했던 패러데이의 발상과 탐구를 소개하며 과학적 상상력에 대해서도 생각할 기회를 갖는다.

전기가 만드는 자기, 자기가 만드는 전기를 연결하며 전자기에 대한 종합적인 이해를 강조하고, 우리 주변의 전자기 제품을 열거하는 과정을 통해 과학이 인류의 삶에 일으킨 변화를 생각해 본다.

### (4차시) 손발전기의 성능파악하기

#### (손발전기가 만드는 전압, 전류측정)

#### 발전과 역기전력

손발전기의 내부를 살펴보고 손발전기의 작동원리를 서술한다. 손발전기를 회로에 연결하고 손발전기가 만드는 전압과 전류를 측정한다.

손발전과 연결된 회로와 발전의 관계를 탐구한다.



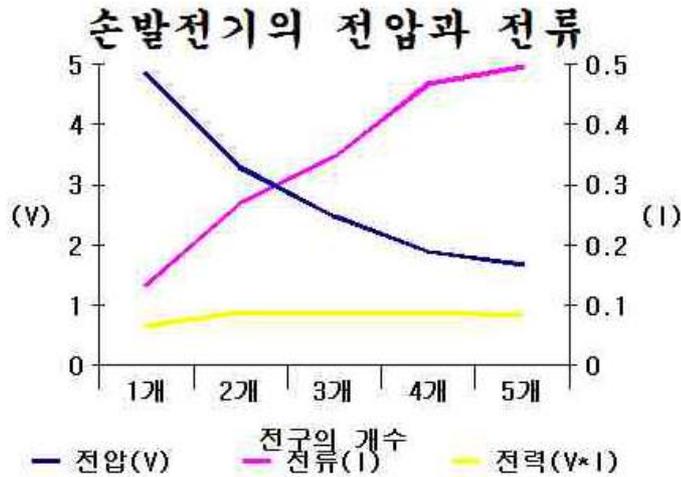
그림 3. 손발전기가 만드는 전압, 전류 측정



그림 4. 손발전기의 특성 정리하기

### (5차시) 손발전기가 만들어 내는 것은 무엇인가(프리젠테이션 방법)

손발전기가 만드는 전압과 전류 측정값을 그래프로 표현하고 손발전기가 일정하게 생산해내는 값이 무엇인지 찾도록 한다. 데이터를 그래프로 처리하는 방안 그래프를 해석하는 방안, 자신의 탐구결과를 다른 사람에게 효과적으로 설명하는 방안에 대해 학습한다.



**(6차시) 손발전기의 활용방안 탐구하기**  
**가전제품의 소비전력 조사하기**  
**충전장치 탐구**

가전제품의 소비전력을 조사하고 우리가 사용하는 전기의 양이 어느 정도인지 가능해본다. 손발전기가 만드는 전기를 저장하는 방안에 대해 탐구한다. 여러 종류의 축전지를 조사하고 각 축전지의 성능과 특징을 비교하는 과정에서 목적에 맞는 제품을 선택한다.

표 52. 충전장치 탐구 내용(지면관계로 축약)

	니켈-카드뮴전지	전해 콘덴서
원리	<p>화학적 에너지를 전기적 에너지로 바꾸어 저장하는 장치. 납축전지의 원리를 그림으로 나타냄</p>	<p>두 장의 금속판에 전압을 걸어주면 전자가 이동하여 두 판에 전하가 쌓인다. 두 장의 금속판 사이에 절연물질을 넣고, 이것을 돌돌 말아놓은 형태. 충전을 효과적으로 하기 위해서는 두 극판간의 간격은 좁을수록, 면적은 클수록 좋다.</p> <p>용량이 크면서 가격이 저렴한 2.7V-10F의 콘덴서 사용</p>
장단점	건전지처럼 사용할 수 있어서 편리	충전시간이 짧다. 2.7V-10F의 콘덴서

	화학반응이기 때문에 충전시간을 일정시간이하로 단축할 수 없다. 충전시간이 너무 길다.	의 경우 1,2분이면 충전이 완료된다. 균일한 전기를 공급하지 못하는 문제가 있다.
선택	충전을 위해 몇 시간씩 돌리는 것은 불가능하므로 우리도 전해콘덴서를 선택하고 그에 따른 문제점을 보완하기로 하였다.	
이 과정에서 우리가 행한 노력과 성과	어떻게 해야 할지 잘 몰라 구로공구상가 방문하였다. 고용량의 콘덴서는 취급하는 곳이 없었고 ..... 여러 경로로 검색을 해보았으나, 결국에는 선생님의 도움을 많이 받아 전해콘덴서를 구하게 되었다. .... 술한 공부와 검색으로 2.7V-10F의 콘덴서를 구할 수 있었다.	

### (7차시) 손발전기로 만드는 전기 충전하기

#### 충전회로의 구성

충전회로를 만들고 손발전기로 만든 전기를 축전지에 저장한다. 이러한 과정을 통해 다이오드의 특성과 역할을 이해하고 회로 구성능력을 높인다.

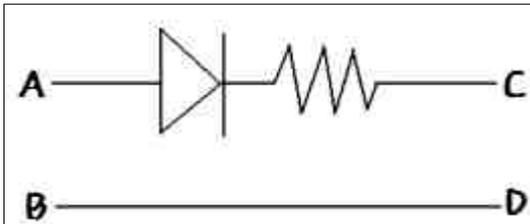


그림 7. (충전회로) A, B를 손발전기에 연결하고, C, D를 콘덴서에 연결한다. A, C는 (+)극과 연결, B, D는 (-)극과 연결함

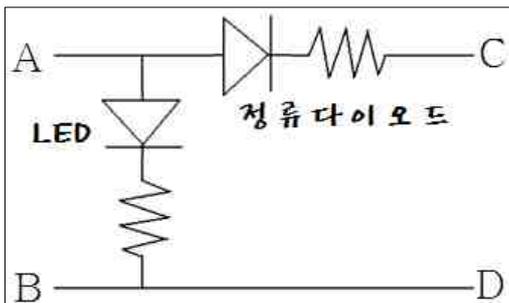
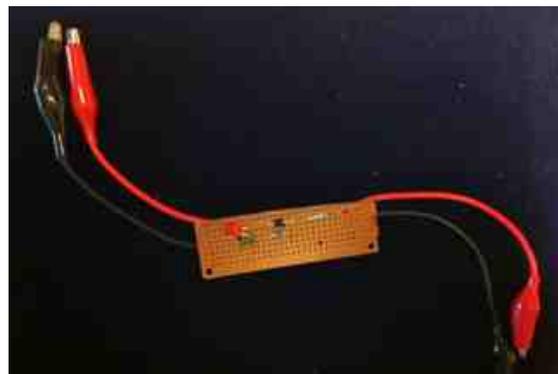


그림 8. (완성된 형태의 충전장치 회로도) 충전되는 과정을 눈으로 확인할 수 있다



### (8차시) 충전한 전기 활용하기

#### 소형전기제품 만들기

적은 양의 전기로 작동 가능한 전기제품을 고안한다. 이러한 과정에서 저전력의 제품을 개발하는 것의 가치를 생각하고, LED 랜턴, 탁상용선풍기, book light

등의 생활에 유용한 제품을 만들고, 빛 합성장치와 같은 과학교구를 건전지 없이 자가발전으로 작동시킨다.



그림 9. 손발전기의 전기 활용방안 모색하기



그림 10. 자가발전랜턴 완성!!

#### 4. 활동의 결과물

(LED랜턴) 고휘도 LED 16개와 저항을 사용하여 LED랜턴을 만들었다.

고휘도 LED가 3.1~3.6V의 전압을 요구하는 것이므로 100Ω의 저항을 연결하고 전원으로 2.7V-10F의 전해콘덴서 2개를 사용하였다. 손발전기로 전해콘덴서를 1분간 충전했을 때, LED랜턴을 두 시간 이상 사용할 수 있다.

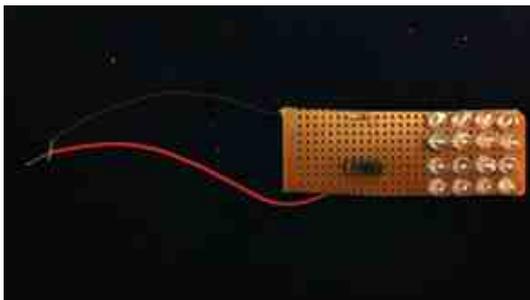


그림 11. LED랜턴

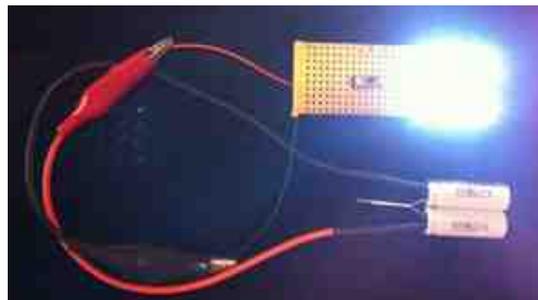


그림 12. LED랜턴에 전해콘덴서 연결

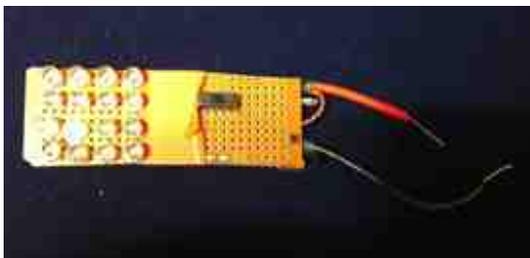


그림 13. LED랜턴과 전해콘덴서를 결합시켜 놓은 형태

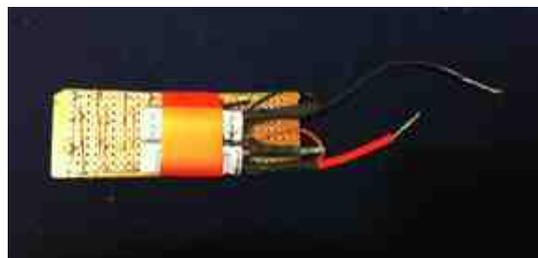
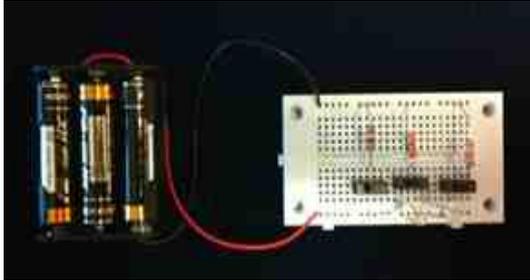
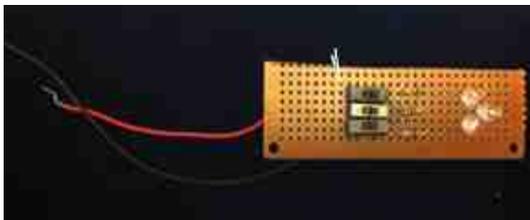
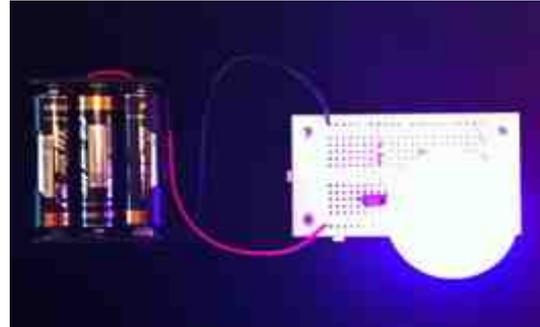


그림 14. 빨간 선에 (+), 검정 선에 (-)를 물려 충전하면 된다.

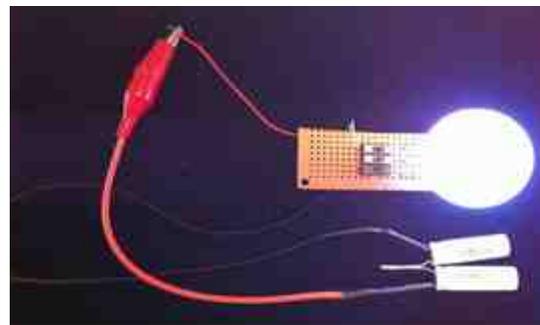
(빛 합성장치) R, G, B LED를 사용하여 빛 합성장치를 만들고 전원으로 2.7V-10F의 전해콘덴서 2개를 사용하였다. 기존의 건전지를 3개 사용하는 빛 합성장치의 모습과 비교해 볼 수 있다.



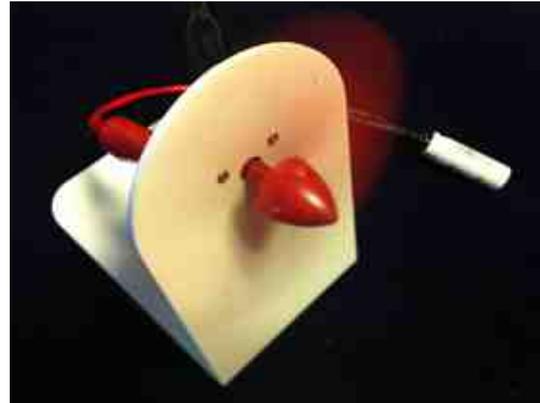
↑ 건전지를 사용하는 기존의 빛 합성장치



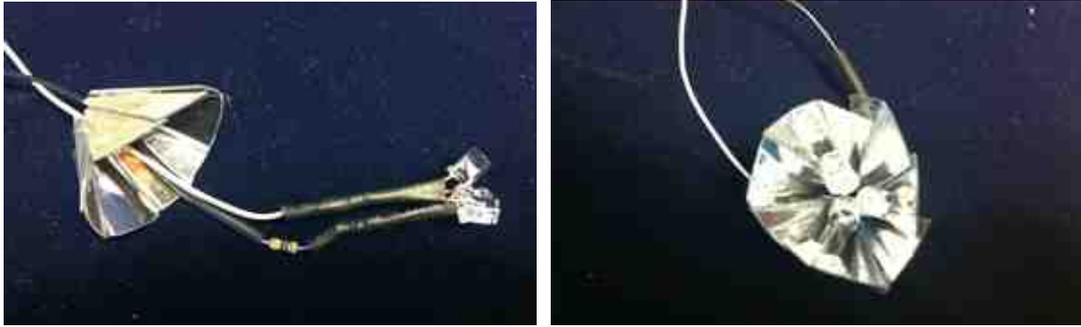
↑ 건전지를 제거하고 간단히 한 장치



(탁상용 선풍기) 모터, 프로펠러를 사용하여 탁상용 선풍기를 만들고 전원으로 2.7V-10F의 전해콘덴서 1개 사용.



(book light) LED광원장치에 집게를 달아 책에 부착할 수 있도록 만들었다.



(빛이 책에 닿고 눈으로 직접 들어오지 않도록 LED의 뒷면에 거울로 갓을 만듦.)

(**핸드폰 배터리 충전하기**) 앞에서 건전지 형태의 충전지보다는 전해콘덴서가 더 적합한 충전장치라는 것을 설명한 바 있다. 보통 건전지 형태의 충전지는 니카드 전지라 하여 니켈과 카드뮴을 주재료로 만들어진다. 이에 반해 핸드폰의 배터리는 리튬이온전지이며 충전 속도가 니카드전지보다 빠르다. 이러한 점을 감안하여 핸드폰배터리의 충전을 시도하여 보았다. 결과는 매우 만족스러웠다. 이에 우리의 충전회로를 아예 핸드폰배터리와 연결하여 일체형을 만들었다. 손발전기로 핸드폰배터리를 1분간 충전했을 때, LED랜턴을 두 시간 이상 사용할 수 있다.

손발전기로 충전하는 핸드폰배터리의 장치를 만드는 방법을 설명하면 다음과 같다.

- ① 핸드폰배터리의 플러그와 연결된 어댑터 부분을 잘라낸다. 어댑터는 220V의 교류 전기를 리튬이온전지에 적합한 3.7V의 직류 전기로 바꿔주는 장치이다. 우리는 220V의 교류를 공급하는 것이 아니므로 이 선을 잘라야 한다. 이 선을 잘라내면 5가닥의 전선이 나오는데 여기서 빨간색과 검정색의 전선을 선택한다.



그림 20. 핸드폰 충전기의 어댑터 자르기

- ② 빨간색 선은 충전장치의 (+)연결부분인 <그림 32>의 C와 연결하고, 검정 선은 D와 연결한다. <그림 33>은 <그림 32>에 핸드폰배터리를 연결한 모습이다.

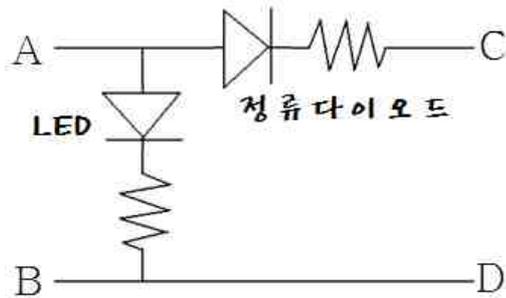


그림 32. 충전장치 회로도

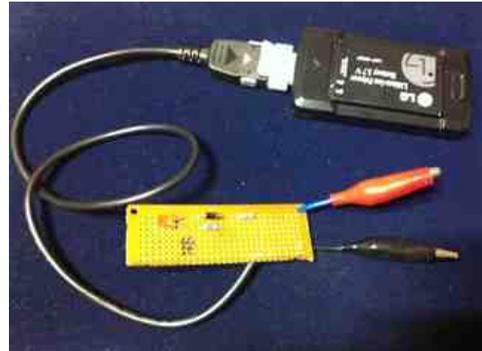


그림 33. 핸드폰 충전기에 충전장치를 연결한 모습

③ 배터리에 충전하고 사용하는 것을 한 번에 해결하고 모양을 간단히 하기 위해 전선을 정리하면 <그림 34>와 같다. A, B는 손발전기가 연결될 부분으로 집게가 필요 없으니 짧게 처리하고, C, D는 배터리를 사용할 물체와 연결할 때 사용하기 위해 집게를 연결해 두었다. <그림 35>는 손발전기와 사용할 물체(LED랜턴)를 모두 연결해 놓은 모습이다.

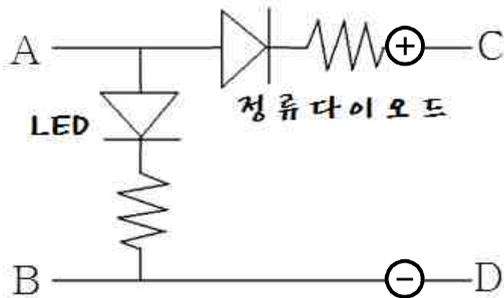


그림 34. +, - 부분에 핸드폰배터리의 빨간, 검정 선을 연결한다. A, B는 손발전기가 연결될 부분이고, C, D는 전기를 사용할 물체가 연결된다.

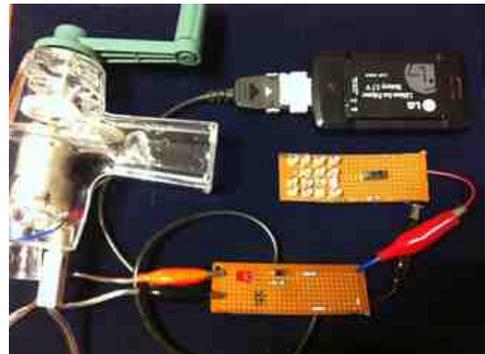


그림 35. 손발전기를 돌리면 배터리가 충전된다. LED랜턴의 스위치를 올리면 배터리의 전기로 LED가 켜진다.



- 전기의 소중함을 느끼게 되어 매우 값진 것 같다.
- 휴대폰과 컴퓨터에 쓰이는 전기가 되게 귀하다는 생각도 들었다. 이제는 컴퓨터 소비전력을 생각하며 잠시 사용하지 않아도 바로 끌 정도이다.
- 이 활동을 하면서 가장 좋았던 것은, 이제 함부로 전기를 켜두지 않고, 쓰지 않는 것들은 꺼두고, 물도 사용할 때만 열어두는 습관을 들인 것이다.
- 전기를 사용할 때, 에너지의 양이 얼마인지 생각해보게 되었다.

### (과학기술의 가치)

- 만약 인간이 지금의 에너지 발전기술을 갖지 못했다면 ……
- 패러데이가 우리에게 이렇게 실생활에 사용할 수 있게 만들어 준 것도 정말 고맙고 ……

### (성취감 및 태도 측면)

- 너무 바쁘고 힘든 탓에 그만둘까 하는 생각도 안 해본 것은 아니지만 …… ‘중간에 포기했다면 많이 아쉬웠겠다’ 는 생각을 하게 됩니다.
- 시간관리·건강관리의 중요성과 약속의 힘을 알고……
- 손발전기를 활용해 만들어낸 물건 중 나의 생각이 담긴 건 북 라이트이다.
- 손발전기를 이용해서 여러 가지 물건을 생활에서 써보고도 싶다.
- 팀원들에게도 미안하다는 생각이 듭니다.
- 탐구를 하면서 선배들이나, 친구, 선생님과 친해진 것도 크게 좋은 점이다.
- 우리가 지금 하고 있는 일이 지구를 살리고 생명을 살리는 데 조금이나마 보탬이 되었으면 좋겠습니다.

## 나. 후기

- 과학개념을 보다 폭넓고 충실하게 배우기
- 수업의 보람을 느낄 수 있도록 학습과 삶을 연결하기
- 오감을 동원하여 온 몸으로 배우기

중학교에서 과학을 가르친 지 20여년이 되었다. 학생들의 관심과 유리된 수업, 과학개념을 건드리다 끝나는 수업, 배움의 가치를 논하지 않는 수업, 이런 점을 정말 개선하고 싶다. 2010년 동료교사와 뜻이 맞아 중학교 3학년의 ‘일과 에너지’ 단원과 ‘전류의 작용’ 단원을 묶어 위에 말한 세 가지 조건을 충족하고자 하는 목표로 수업을 설계하고 진행한 바 있다.

우선 전자기는 전기와 자기가 분리될 수 없는 한 몸임을 의미하므로 전기에 의한 자기효과와 자기에 의한 전기효과를 함께 다루는 것이 필요하다고 생각한다. 전기에 의한 자기효과까지 다루고 있는 현행의 중학교 과정에 자기에 의한 전기 작용

을 추가하여 전자기의 완결성을 높이고 싶었다.

그리고 과학을 배운다는 것은 과학이론 자체 뿐 아니라 과학을 통해 삶을 배우는 일이기도 하다. 과학을 통해 삶에 대한 이해가 깊어지고, 생활능력도 배양된다. 21세기 인류가 처한 문제의 대부분은 과학의 역할이 매우 중요한 문제들이고, 특히 에너지 문제에서 과학의 역할은 매우 중요하다. 발전의 문제는 에너지문제 해결의 기본이므로, 수업에서 과학과 삶의 중요한 연결점을 만들고 싶었다.

또, 전동기로 꼬마전구에 불켜기 활동을 하거나 손발전기를 돌리는 과정은 몸으로 물리량을 느낄 수 있게 해준다.

이러한 목적으로 개발한 2010년의 수업은 면담과 수업일지, 설문을 통해 학생들의 평가, 동료교사의 평가 모두 긍정적인 요소를 많이 찾을 수 있었다. 흔히 수업이 어려우면 학생들이 싫어한다고 말하는데 그 보다는 의미를 찾을 수 없을 때, 흥미를 잃는 것으로 보인다.

소개한 프로그램은 2010년의 경험을 토대로 발전한 전기를 유용하게 활용하는 방안을 찾는 것에 목표를 두고 진행되었다. 전자기의 기본 내용을 배우는 과정은 교사는 알지만 학생은 모르는 부분이다. 하지만 만든 전기를 어떻게 활용할지 하는 부분은 교사도 학생도 모두 모르며 함께 답을 찾아가야하는 부분이다. 이런 부분에서 학생의 자발성이 높아지며 진정한 탐구가 시작된다고 생각한다. 아울러 과학이론에서만 그치지 않고 내가 만든 전기를 활용한다는 실용적인 목적을 달성하는 과정은 기술공학 등의 종합적인 측면이 필요했다. 이런 과정에서 자연스럽게 정의적 영역의 태도들이 변했다고 보인다. 가치를 말하지는 않았지만 무엇이 가치 있는 일인지 생각해보게 되는 수업, 반드시 배워야한다고 강조하지 않지만 그 유용함을 실감하는 수업이 절실히 요구된다.

# 17. 공기의 온도를 낮추면? - 극저온의 세계

이재면(전주한일고등학교)  
전북과학교사교육연합회

이 실험은 대기 중 78%를 차지하고 있는 질소와 21%를 차지하고 있는 산소의 성질을 알아보기 위한 실험이다. 지구상의 생물이 공기가 없이는 살 수 없는 중요한 원소인데도 불구하고 항상 같이 있고, 보이지 않아 공기의 소중함을 모르고 살고 있다. 실험실에서도 공업적으로도 중요한 공기의 주성분의 존재를 알고, 특성을 이해하는 실험이다.

준비물 : 내열 장갑, 액체 질소, 향, 스티로폼 상자(25×25×25cm), 풍선, 산소통, 시험관, 종이컵, 네오디뮴 자석, 샬레, 음료수 캔, 바나나

## 실험과정

### 1. 액체질소의 실험

- 가. 종이컵에 액체질소를 담아 위쪽을 향하여 뿌려본다.
- 나. 종이컵에 액체질소를 담아 손바닥을 펴고 경사지게 한 다음 손바닥에 조금씩 흘려본다.
- 다. 바나나를 액체질소에 얼린 후 단단히 얼은 바나나로 못을 박아본다.
- 라. 초전도체를 액체 질소에 담가 전이온도 이하로 맞춘 후 네오디뮴 자석에 올려 본다. 원기둥형 4개, 원기둥형을 일정 간격으로 배열한 자석, 막대형 자석에 각 각 올려놓고 움직임を観찰한다.

### 2. 액체 산소 만들기

- 가. 액체 질소를 스티로폼상자에 2L 정도 넣는다.
- 나. 풍선에 산소기체를 넣고 시험관에도 산소기체를 넣어 시험관에 풍선을 씌운다.
- 다. 스티로폼 상자에 산소 풍선을 넣고 변화를 관찰한다.
- 라. 산소가 액화되면 풍선을 잡고 액체산소를 시험관에 모아지게 세운 후 풍선을 벗겨낸다.

### 3. 액체산소의 성질 알아보기

- 가. 액체 산소의 색을 관찰한다.
- 나. 네오디뮴 자석 위에 샬레를 놓고 액체 산소를 부어서 액체산소의 움직임을 관찰한다.

- 다. 액체 산소가 들어 있는 시험관 위에 향불을 가깝게 대어본다.
- 라. 액체산소가 들어있는 시험관에 향불을 넣어본다.
- 마. 액체 산소가 전부 기화한 후 시험관의 아래쪽에 흰 물질을 관찰하고, 향불을 시험관 아래쪽까지 넣어본다.
- 바. 음료수 캔 고리에 끈으로 묶고, 음료수 캔에 액체 질소를 넣고 캔 아래쪽을 관찰하고 액체가 생기면 그 밑에 향불을 가까이 대어본다.

## 실험상의 유의점

이 실험은 극저온의 실험이므로 동상의 위험이 있고, 불을 사용하므로 화상의 위험이 있다. 내열 장갑을 끼고 보안경을 착용하고 실험을 해야 한다.

### 1. 액체질소의 실험

종이컵을 사용하는 이유는 장갑을 끼고 비커를 사용하다가 놓치면 파손의 위험 등이 있다. 학생들의 머리 위로 뿌리면 너무 놀라므로 주의해야한다.

손바닥에 흘리는 실험은 액체질소가 안전수칙만 지키면 위험하지 않다는 것을 설명하기 위함이다. (가)의 실험과 순서를 바꾸어서 하면 학생들은 액체질소와 친해져 있어서 손으로 받으려는(?) 행동도 나타난다.

### 2. 액체 산소 만들기

가로 세로 높이 약 25cm 정도의 스티로폼 상자를 사용한다.

풍선의 직경은 스티로폼상자에 꼭 맞게 들어갈 정도가 좋다.

### 3. 액체산소의 성질 알아보기

이 실험은 위험하기 때문에 화상에 주의하고 장갑을 착용하고 보안경을 써야한다. 시험관 입구는 불꽃에 의해 온도가 높아지고, 시험관 아래쪽은 액체산소가 남아있어 온도차가 크다. 화상이나 동상을 예방하기 위하여 꼭 장갑을 끼고 실험을 해야 한다. 액체산소의 양은 반응 후 약간 남은 정도로 향의 길이를 조정하여 사용한다.

## 18. 삶과 에너지의 이용

류신희(경기과학고)  
경기도과학과교육연구회

인간의 오늘날 위대한 문명을 이루었다. 그리고 지구상의 모든 사람들은 아니겠지만 의식주의 풍요로움 속에 많은 사람들이 행복을 누리고 있다. 여기에는 중요한 역사적 사건 들이 있다고 생각한다. 도구의 이용과 불의 사용, 석탄과 석유의 사용, 다양한 에너지의 변환과 사용 등이 그것이다.

‘만일 석유가 지구에서 고갈되면? 전기가 들어오지 않는다면?’ 등과 같은 상상을 해보고 그 결과를 예측해 보면 자명해 질 것이다. 석유가 없으면 발생할 수 있는 운송, 화학 분야의 문제로 비료를 생산하지 못하여 농산물의 생산이 어려워지고 우리의 식생활은 참담해 질 것이고, 의약품들의 생산도 어려워져 적절한 의료 혜택을 받기 쉽지 않을 것이라 예측된다. 도시의 아파트나 고층 건물에서 엘리베이터의 작동이나 상하수도의 공급이 끊겨 발생될 수 있는 다양한 문제를 예측할 수 있을 것이다. 또한 인간이 필요한 기본적인 의식주 욕구의 문제를 해결하지 못하면서 발생될 수 있는 도덕적인 혼란이 발생할 수 있다는 것도 알 수 있다.

오늘날 많은 사람들이 과학기술의 발달과 에너지의 혜택으로 어쩌면 분에 넘치는 행복을 누리고 살고 있는지도 모른다. 오늘날 우리는 과거와 현재 그리고 미래의 에너지 문제에 대하여 진지하고 다양한 고민을 해 볼 필요가 있다고 생각한다.

오늘은 여기에서 사람들이 사용하는 몇 가지 에너지 변환장치들을 소개하고 전압 증폭회로로 흥미로운 Joule Thief라는 회로를 만들어 보면서 에너지에 대한 새로운 경험을 해 보고자 한다.

1. 여러분이 생각하고 있는 에너지의 변환 장치나 에너지의 변환 방법은 무엇이 있는지 생각해 보자.
2. 다음은 어떤 방법으로 에너지를 변환하는 것이라 생각 하는가? (몇 가지 완구들에서 ...)



물먹는 새



핸드 보일러



복사계



Stirling Engine



전기모터



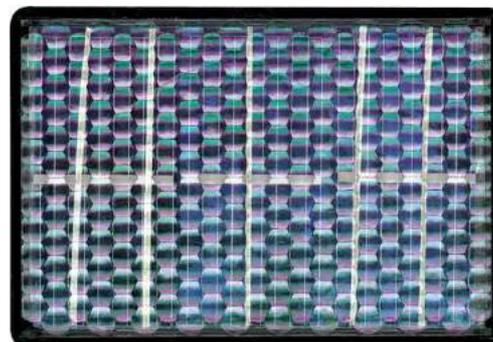
자기발전기



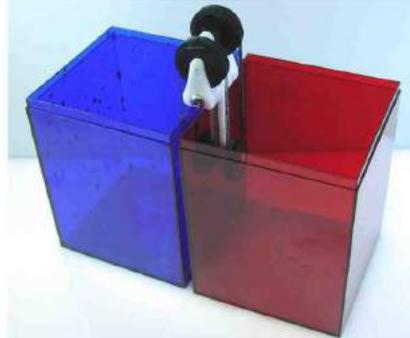
통통배



연료전지



태양전지



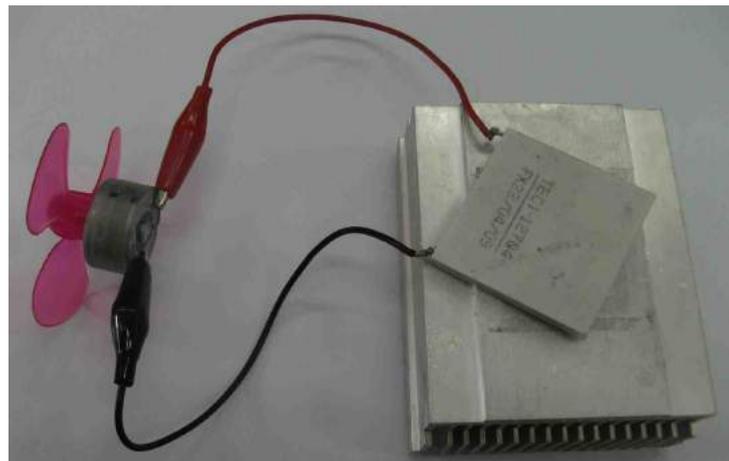
형상기억합금을 이용한 모터



바이메탈을 이용한 양초 시소



퀴리온도를 이용한 열기관

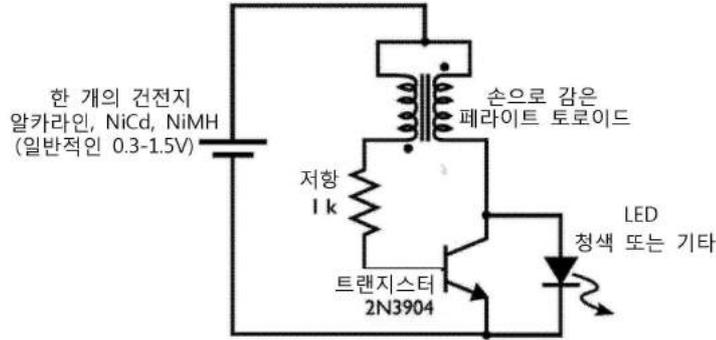


열전소자를 이용한 전기 이용

3. 여러분들이 미래에 활용하기에 좋은 에너지 전환방법에는 또 어떤 것이 있다고 생각되는가?
4. 에너지 절약은 어떤 의미가 있다고 생각하는가?

## 5. Joule Thief

아래의 도면과 같은 간단한 회로를 사용하면 집·사무실·야외·실험실에서 소형의 장치로 전기를 사용하는데 편리한 도구를 만들어 사용할 수 있다. 더욱이 아래의 회로는 3V 이상에서 작동하는 LED를 1.5V 건전지 한 개로 작동 시킬 수 있고, 심지어 일반 리모콘이나 다른 기기에서 다 소모된 건전지조차 LED를 작동시키는 데 사용할 수 있다.

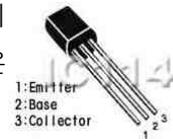


물론 다른 부품으로 전압 증배 회로를 더 간단히 만들 수 있는 방법이 있겠지만 여기서는 우리 주변에서 쉽게 구할 수 있는 다음 부품을 이용하여 만드는 방법을 소개한다. 이 회로를 소형 기판에 구성하여 광학 실험, 현대 물리 실험에 사용하도록 모듈을 구성할 수 있다. 이 회로의 원리는 2V의 Solar cell이나 1.5V의 건전지를 활용하여 3.7V의 전원을 충전하는 원리로 사용할 수 있다.

∞ 필요한 부품 : 탄소 띠 저항(1k $\Omega$ ), NPN 트랜지스터(2N3904), 트로이드 코어(규격 무관, 코일 감긴 것도 무방, 코일이 있는 것은 코일 이용하여 새로 감아 사용), LED (청색 또는 백색)

∞ 제작 방법

- ① 철로된 도넛 모양의 토로이드에 두 선을 겹쳐 감고, 맨 마지막에 네선이 만날 때 서로 다른 두선을 묶은 후 묶인 이선은 이후 (+)극의 건전지에 접촉시킬 것이다.
- ② 토로이드에너 나온 두선 중 한선은 저항에 연결하고, 다시 저항은 트랜지스터 가운데에 나온 선(그림의 2번 Base)에 연결한다. 그리고 그림의 TR에서 1번(Emitter)는 LED의 (-)극과 전원의 (-)극에 연결된다. 그림의 TR에서 3번(Collector)는 LED의 (+)극과 토로이드의 나머지 한선과 연결하면 끝이다.
- ③ 어른들은 손으로도 감아서 이회로를 완성할 수 있다. 초중고 학생이라면 납땜을 하는 편이 쉬울 것이다.
- ④ 제작한 사진과 작동 모습





∞ 제작 후의 활용 : 다 사용한 건전지를 재활용, 실험 도구로 개조하여 사용, 제품의 소형화 등.

## 6. 참고 자료

- 1) 몇 인터넷 과학사 웹 - 정확히 기억하지 못함.
  - 2) <http://www.ic114.com/> [저항, TR, 토로이드 코어, LED 구입]
  - 3) <http://www.instructables.com/> [여러 가지 만들기 소개]  
<http://www.instructables.com/id/Make-a-Joule-Thief/> [Joule Thief 제작법]
  - 4) <http://www.youtube.com/watch?v=gTAqGkt64WM> [Joule Thief 제작법 동영상]
  - 5) <http://www.imagesco.com/index.html> [몇 가지 재미있는 열기관의 구입]  
<http://www.imagesco.com/nitinol/heat-engine.html> [형상기억합금 열기관]
- 이외에 퀴리온도를 활용한 열기관과 바이메탈을 이용한 열기관도 찾을 수 있음.

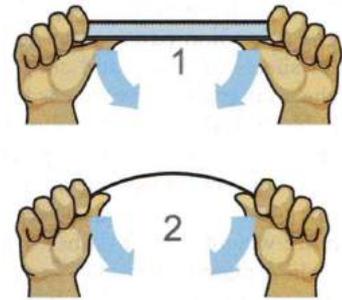
## 19. 약점과 강점의 구조

류신호(경기과학고)  
경기도과학과교육연구회

우리 모두는 강한 측면과 약한 측면이 있다. 물질들도 마찬가지 인데, 우리는 간단히 자, 종이, 골판지 등을 통해 이러한 양면(강한 면과 약한 면)을 활용 할 것이다.

준비물 : 30cm 플라스틱 자 2, A4 종이 5장, 칼, 하드보드지

30cm 플라스틱 자를 그림과 같이 (1)과 (2)처럼 구부러 보자. 물론 자가 부러지지 않도록 적당히 하여야 할 것이다. 어떤 차이가 있다고 말할 수 있을까? 여기서 30cm 자의 강한 면과 약한 면이 어떻게 존재하는지 설명해 볼 수 있을까?



정면에서 보았을 때 넓은 면이 보였다면 강한 면과 약한 면은 어느 쪽일까? 약한 면은 얇은 쪽이 약하리라고 생각된다. 하지만 얇은 것은 가벼움과 재료의 절약이라고 하는 이정도 있다.

여러 분들이 생각한 대로 자에는 강한 면과 약한 면이 있다. 그리고 약한 면에도 나름대로의 이점이 있다. 그러면 이것을 이점, 강한 면, 약한 면을 활용하여 강한 자를 만들 수 있는 방법은 없는지에 대해서도 생각해 보자.

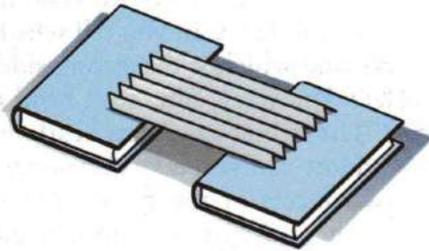
여러분들은 30cm 자 2~3개의 조합을 통하여 단면이 T형, H형, U형, △형인 구조를 만들 수 있을 것이다. 이러한 조합을 가진 선재들은 도시공학의 다양한 건축물들의 제작에 사용되고 있는 것을 볼 수 있다. 특히나 금속 구조물에서 많이 볼 수 있을 것이다.

또 하나 재미있는 사실이 있다. 그림의 (1)이나 (2)는 모두 길이는 같다. 자의 구부러지는 변인이 두께에 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 그러면 자의 구부러짐에 대한 다른 변인은 없을까? 우리가 다이빙 선수들이 사용하는 스프링보드처럼 자를 책상의 옆면 모서리에 내어 놓고 길이에 따라서 휨의 정도가 어떻게 달라지는지 실험을 해 볼 수 있다. 어떤 사실을 알 수 있는가?

이번에는 간단한 조이의 구조를 통하여 강함을 키울 수 있는 방법을 생각해 보자. A4 용지를 사용하여 종이의 길이 보다 약간 짧은 거리를 띄워 놓고 책을 놓고 종이를 올려놓아 보자. 종이는 왜 아래로 떨어지는가? 이번에는 그림처럼 아코디언 주름과 같은 형태로 종이를 접어 책 위에 올려놓아 보자. 종이가 지금도 구부러져 아래로 떨어지는가? 떨어지지 않는다면 그 이유는 무엇일까? 또 이것은 얼마만큼의 무게를 지탱할 수 있는지도 실험해 보자. 두 개의 주름진 이 종이 구조물과 하드보

드지를 비교하여 얼마의 무게를 지탱할 수 있는지 비교 해 보는 것도 재미있을 것이다.

이번에는 A4 용지 1장을 이용하여 만들고 아코디언 주름의 수를 변화시켜가며 만들고 주름 수와 지탱할 수 있는 무게를 비교해 보자. 주름의 수를 증가시키면 지탱할 수 있는 무게는 증가하는



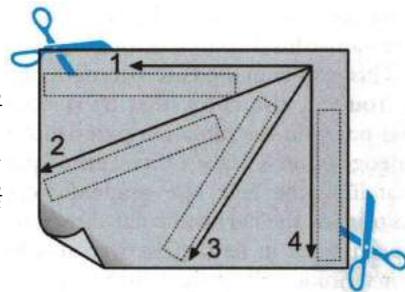
가? 여기서 고려할 수 있는 변인이 무엇인지도 생각해 보고, 주름의 수가 최적인 경우를 실험과 이론으로 설명해 보자.

주름이 아닌 원통을 만들어서 구조물의 강도를 키울 수 있는지에 대해서도 알아보자. A4지를 반으로 잘라 2장을 만들어 두 개의 동일한 원통을 만들고 접착테이프를 이용해 이 두 원통을 붙여 보자. 앞서와 같은 방법으로 무게를 지탱하는 정도를 실험해 보자. 또 종이를 도번 감아 원통의 반경을 줄여서 두 개의 원통을 붙여서도 실험해 보자. 원통의 반경이 작아질수록 무게를 견디는 능력이 커지는가?



재미있는 사실은 무게를 견디는 역학적인 능력이 물체의 기하학적 모양에 따라 결정되는 정도 있지만 물질의 종류에 따라 현저한 차이가 난다는 것을 알 수 있다. 예를 들면 종이와 얇은 철판을 비교하여 생각해 보면 알 수 있을 것이다. 만일 종이 대신에 얇은 철판을 접어서 앞서와 같은 실험을 한다면 현저한 역학적 강도의 향상을 경험할 수 있을 것이다.

접는 방법에 따라 구부림, 잡아당김, 비틀림에 대한 저항의 정도가 다르게 나타난다. 물질은 또한 충격을 흡수하는 것도 구조도 있다. 얇은 철판이 자동차에 사용이 되는데 가능하면 더 얇을수록 어떤 면에서 장점이 있다. 여러분들은 자동차의 차체에 많은 접힘이 있는 것을 본 적이 있을 것이다. 왜 이런 접힘은 무엇을 위한 것일까? 플라스틱 컵이나 단추도 이러한 관점에서 바라보자. 또한 우리 주변에 수많은 다양한 물체들에서 접힘과 관련된 부분을 찾아보자. 이러한 물질이나 물체들의 성질을 배우고 재현하기 위하여 종이를 사용해 보았고 더 많은 실험도 가능할 것이다.



종이에 대한 더 많은 것을 알아보기 위하여 그림과 같이 A4지를 2 cm × 15 cm의 종이쪽을 만들어 번호를 붙인 후, 종이쪽의 양 끝을 잡아당겨 그 질긴 정도를 실험해 보자. 어떤 종이쪽이 가장 질긴가? 원래의 종이의 방향과 비교하여 질긴 정도가 어떤 방향에서 가장 강한지 말해보자. 종이가 물에 젖으면 질긴 정도는 어떻게 되는가?

만일 현미경을 통하여 종이를 볼 수 있다면 셀룰로스라는 거대분자(고분자)가

놓여 있는 것을 볼 수 있다. 이들 고분자들은 섬유들로 형성되어 있다. 일반적인 프린트용 용지들은 수소결합의 셀룰로스 섬유의 그물로 구성되어 있다. 우리는 거의 대부분의 프린트용지가 2차원의 그물구조의 층으로 되어있음을 볼 수 있다. 대부분의 종이의 두께는 전형적인 인간의 머리카락의 두께인 100  $\mu\text{m}$ 인데 이 두께의 종이에 10~20층의 섬유로 되어있다. 한 장의 A4지에는 약 천만개의 섬유로 되어있다. 셀룰로스 사슬이 물에 젖으면 물분자와 수소결합을 하여 부풀고 부드러워진다. 그래서 종이가 물에 젖으면 건조한 종이보다 가소성이 큰 상태로 된다. 공장에서 제조된 종이는 일반적으로 한 방향으로 셀룰로스 섬유가 배열되는 경향이 있어, 이 방향으로 건조된 쪽이 더 강한 장력을 갖아서 질기다. 그리고 A4용지를 가로 방향과 세로 방향으로 각각 잡아당겨 종이를 찢어보면 점진적인 굴곡이 생기는데 이 경향을 통해 셀룰로스 섬유의 배열을 알아볼 수 있을 것이다. 이때 찢겨진 면이 어떻게 구부러지고 주름져 있는지 관찰해 보자.

이와 같은 관찰을 재생용지, 플라스틱 종이, 식물의 잎으로 해 보고 그 주된 차이점을 알아보고 토론해 봄도 바람직하겠다.

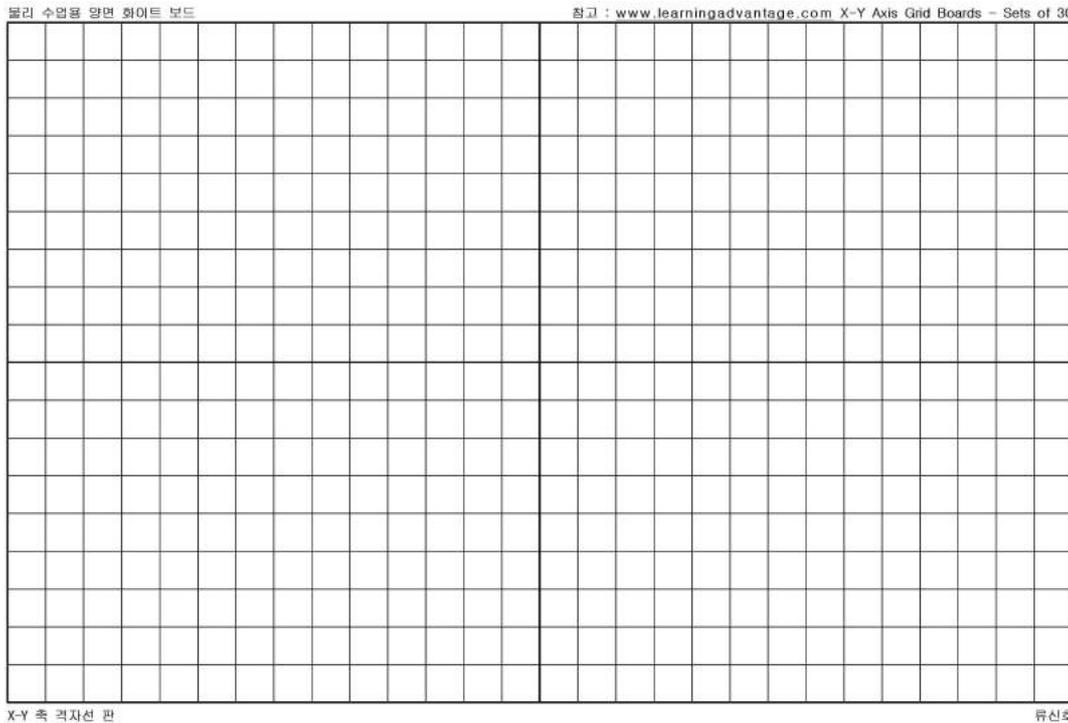
참고 문헌 : Eduardo de Campos Valadares, Physics Fun, and Beyond, Prentice Hall, 2006

## 20. 신체 활동 강화 수업 도구

경기도과학교과연구회 류신희

요즘 우리나라를 비롯한 선진국의 많은 학생들이 수업 시간을 지루해 한다고 생각한다. 특히 강의 중심의 수업에서 그러하리라고 생각한다. 그래서 지루해 하고 졸고 있는 학생들에게 신체활동을 증가시켜 수업에 적극적으로 참여시킬 수 있는 간단한 아이디어를 소개한다.

일반 강의자료 이외에 보드마카, 휴지, 간단한 양면 화이트보드를 준비한다. 양면 화이트보드는 A4지를 코팅하면 쉽게 만들 수 있다. 특별한 목적이 있다면 A4지에 방안 지나 다른 도안을 인쇄한 양면 화이트 보드지를 만들어 보아도 좋다. 다음 그림은 한 면은 격자, 반대 면은 아무것도 없이 도한하여 발표자가 만들어 본 화이트보드이다.



활용 방법은 간단하다. 수업중 학생들에게 질문을 하고 답을 화이트보드에 쓰고 이 화이트보드를 들어 자신의 답을 하도록 하는 것이다. 교사는 답을 보고 학생들마다의 반응을 목소리가 아닌 글로 확인할 수 있다. 학생들의 이러한 신체 활동은 지루함과 잠을 쫓는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대 된다. 이 화이트보드는 수식, 그림, 글 등으로 표현할 수 있다. 이 화이트보드는 낱장으로 사용하여도 좋고 노트의 한 부분으로 삽입되어 있는 상태로 사용해 보아도 좋을 것으로 생각되며 다양한 아이디어로 재 생산될 수 있을 것으로 판단된다.

이 아이디어는 참고자료 1과 관련된 활동을 하는 오레곤 주립대학의 여교수 Corinne Manogue의 2012년 춘계물리학회 발표에서 얻은 아이디어이다.

참고자료

1. <http://www.physics.oregonstate.edu/portfolioswiki/>
2. [www.learningadvantage.com](http://www.learningadvantage.com) X-Y Axis Grid Boards - Sets of 30

## 21. 금속태그로 나를 표현해보자

김재기(진광고등학교)  
강원과학교육연구회



### ◆ 탐구 내용

우리가 일상생활에서 볼 수 있는 부식 즉, 산화환원 반응을 통해 알루미늄태그를 만들어보고 원리를 이해해보자.

### ◆ 준비물

알루미늄판, 볼체인고리, 염화구리, 알코올, 스폴모양스티커, 투명컵, 계량컵, 스틱, 플라스틱통, 증류수, 유성펜, 칼, 자, 일회용장갑, 보안경, 물티슈 등

### ◆ 어떻게 할까요?

#### [용액만들기]

1. 염화구리( $\text{CuCl}_2$ ) 1포를 투명컵에 담고 물을 150ml(계량컵 5회) 넣은 다음 잘 저어 완전히 녹입니다. 만들어진 용액을 염화구리 수용액이라 합니다.

▶ 만들어진 용액은 무슨 색깔인가요?

**※** 용액이 피부에 직접 닿으면 좋지 않습니다. 가능하면 보안경과 일회용장갑을 착용하여 주세요.

#### [알루미늄 판 꾸미기]

##### ● 꾸미기 전에 알아 둘 내용 ●

- ★알루미늄 판이 드러난 곳에 염화구리 수용액이 묻으면 부식이 일어나 짙은 회색으로 변합니다.
- ★보호필름, 스티커가 붙어있거나 수정펜(유성펜)이 칠해져 있는 곳은 염화구리 수용액으로 부터 보호되므로 알루미늄 그대로 유지됩니다.
- ★양면을 모두 꾸미고 동시에 부식시키면 간편하며, 한 면만 먼저 부식시키는 경우에는 반드시 다른 면은 보호필름이나 셀로판테이프 보호하여야 부식되지 않습니다.

2. 알루미늄판 한면에는 보호필름이 부착되어 있습니다. 부식시킬 면을 생각하면서 보호필름을 떼어냅니다. 보호필름이 없는 면은 그냥 사용하거나 셀로판테이프로 테두리를 둘러 사용합니다.



방법 1 모두 떼어냅니다.



방법 2 칼로 원하는 모양을 긁고 원하는 부분만 떼어 냅니다.  
**※** 칼 사용시 손조심!!

3. 알루미늄이 드러난 부분에 원하는 모양으로 모양스티커를 붙이거나 유성펜으로 그립니다.
4. 유성펜이나 수정펜으로 그릴 경우 완전히 마르도록 기다립니다.

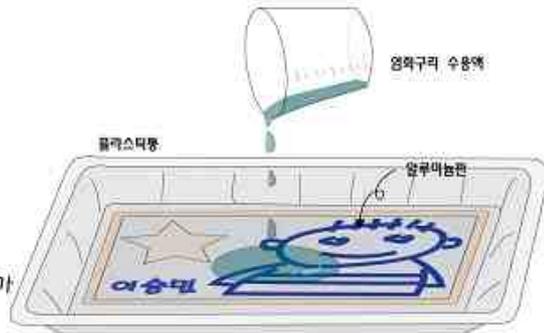
### [알루미늄 판 부식시키기]

5. 알루미늄 판을 플라스틱통 안에 넣고 만들어 놓은 염화구리 수용액을 넣습니다.

양면을 동시에 부식 : 30ml  
한면만 부식 : 15ml

▶ 잠시 후 알루미늄 판에는 어떤 현상이 나타납니까?

**주의** 발생하는 기체는 수소기체입니다.  
인체에 해는 없으나 직접 들이마시면 좋지 않으니 환기가 잘 되는 곳에서 실시하는 것이 좋습니다.



6. 용액이 튀지 않도록 주의하면서, 반응이 끝날 때까지 플라스틱통을 좌우로 흔들어줍니다.

▶ 알루미늄판 표면에서 석출되는 고체구리를 떨어뜨려 반응을 최대한 해 주는 작업입니다.

▶ 반응이 끝나면 기체(기포)발생이 멈추고, 구리의 석출도 멈추고, 푸른색이었던 용액이 무색이 됩니다.

7. 반응이 끝나면 맑은 물로 씻어냅니다.

▶ 용기 속에 남은 염화알루미늄 용액은 물에 희석하여 배수구에 따라버리고, 석출된 고체 구리 찌꺼기는 따로 모아 쓰레기통에 버립니다.

8. 알루미늄판에 붙어있는 보호필름과 스티커는 떼어내고, 유성펜 그림은 알코올솜으로 닦아냅니다. 수성펜으로 그린 그림은 자로 긁어냅니다.



9. 물기를 완전히 닦아낸 다음 구멍에 볼체인 고리를 걸어 완성합니다.

### ※ 주의사항

1. 일회용 장갑(핀셋)과 보안경을 착용하여 용액이 피부에 직접 묻지 않도록 주의하세요.
2. 알루미늄 판에서 발생하는 기체는 수소기체입니다. 절대 기체를 직접 흡입하거나 불을 가까이 하지 마세요.
3. 생성된 고체 구리 찌꺼기는 배수구에 버리지 말고, 따로 모아 쓰레기통에 버립니다.

### ◆ 알아 맞추어 보세요.

① 금속이 주재료인 구조물이나 자동차, 배 등이 부식되면 매우 위험할 수 있습니다. 어떻게 하면 부식을 방지할 수 있을까요?

② 금속의 부식현상을 어느 곳에 이용할 수 있을까요? 금속의 부식현상을 활용한 예를 찾아 봅시다.

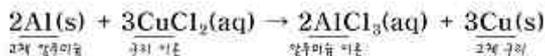
### ◆ 왜 그럴까요?

금속이 외부로부터의 화학적 작용에 의해 소모되는(없어지는) 현상을 부식이라 하는데, 오래된 못이 외부의 습기와 산소에 의해 별걸개 녹은 현상도 부식의 일종입니다. 녹은 못은 약해서 잘 부러지지요.

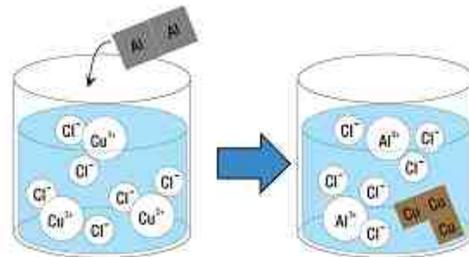
오늘 실험에서 알루미늄판과 염화구리 수용액이 만나면 부근부근 기체와 열이 발생하면서 알루미늄판이 녹아버리는 현상을 관찰하였습니다. 반응이 끝난 후 잘 닦아 내면 그 표면이 거칠어 지고 깊어져 녹은것을 확인할 수 있으며, 여러번 반복하면 그 모습이 더 확실하게 나타납니다. 알루미늄판이 부식된 것입니다.

#### [화학적 작용]

알루미늄은 구리보다 녹는 것을 더 좋아하는 성질이 있습니다. (이온화 경향이 크다고 말합니다)  
염화구리 수용액에 들어간 고체알루미늄은 녹아있던 구리이온을 고체구리로 석출시키고 자신은 녹아 알루미늄이온이 됩니다.  
오른쪽 그림은 이 과정을 모식적으로 나타낸 것입니다.



이 과정을 통해 알루미늄은 부식(산화)되고 구리는 환원됩니다. 이 반응이 일어나면서 수소기체도 발생합니다.



### ◆ 어디에 이용할까요?

#### 생활에서 찾을 수 있는 금속의 부식은 살펴볼까요?

항공기의 부품 중에는 표면이 뾰족뾰족한 경우도 있고 속이 빈 벌집 모양도 종종 사용됩니다. 항공기를 만들 때 중요한 것은 항공기 무게를 줄이는 것인데, 무게를 줄이는 일이 곧 연료비를 줄일 수 있는 일이기 때문입니다. 따라서 가볍고도 단단한 금속인 알루미늄을 사용한 경우라도 필요없는 부분은 제거해(부식시켜) 요철 형태로 부품을 만듭니다.

부식은 미술품에도 많이 쓰입니다. 동판이나 알루미늄판에 섬세한 그림을 새겨 넣기 위해서는 화학적인 부식의 방법을 사용합니다. 실험에서처럼 부식방지제를 얇게 바른 후 금속바늘로 그림을 그린 다음 부식용액 속에 넣어 원하는 부분만 부식시킵니다. 완성된 판은 잉크를 묻혀 찍어내는 판화로도 쓰이며, 금속판 자체로도 좋은 미술품이 됩니다.

이러한 부식은 일상 생활에서 필요한 경우도 있지만, 막아야 하는 경우가 더 많습니다.

**페인트** 커다란 선박이나 현관문, 자동차의 표면은 오랜시간 동안 공기와 수분이 접촉하여 부식되면 표면이 떨어져나가며 약해지는데, 이를 막기 위해서 페인트를 칠합니다.

**양철** 부식이 덜 되는 금속은 표면에 일찍 부식을 막기도 하는데 통조림캔이 대표적인 예입니다.

**함석** 또 오히려 부식이 잘 되는 금속은 표면에 일찍 그 금속이 대신 부식되도록 유도하기도 합니다

## 22. 기체의 부피와 온도의 관계

신남수 (미시간 대학교, namsoo@umich.edu)

정대홍 (서울대학교, jeongdh@snu.ac.kr)

### 학습목표

이 실험은 기체의 부피가 온도에 어떻게 변화하는지 보여주는 실험이다. 실제 실험 현상과 가상의 3D 이미지가 실시간으로 겹쳐 보이게 하는 증강현실(Augmented Reality)기법을 활용하여, 눈으로 직접 볼 수 없는 미시세계 분자운동을 보여주는 데 중점을 두었다.

### 필요한 것

비커 (500 mL), 전자온도계, 스탠드, 클램프, 클램프 홀더, 글리세롤 (청색 착색), 피펫 (세공한 것), 커피 포트 (물 가열용), 물, 터치패드 (안드로이드 기반), wifi 접속환경

### Step 1. 탐구 질문과 실험 과정

**Prediction**



풍선을 냉동실에 넣으면 풍선의 크기는 어떻게 될까요?  
이 풍선을 냉장고에서 꺼낸 후 더운 물에 넣으면 어떻게 될까요?

**Observation**



실험 방법

1. 바이알에 피펫을 끼운다.
3. 그림과 같이 60 °C 정도의 물이 담긴 비커에 피펫을 연결한 바이알을 넣고 온도계를 장치한다.
4. 피펫 끝에 색소를 탄 글리세롤을 한 방울 떨어뜨린다.
5. 터치패드에서 응용프로그램을 실행하여 관찰을 시작한다.
6. 부피가 0.2 mL만큼 감소할 때 사진을 찍는다.
7. 0.4 mL 감소할 때와 0.6 mL 감소할 때 사진을 찍는다.

View Stickies

AR Experiment

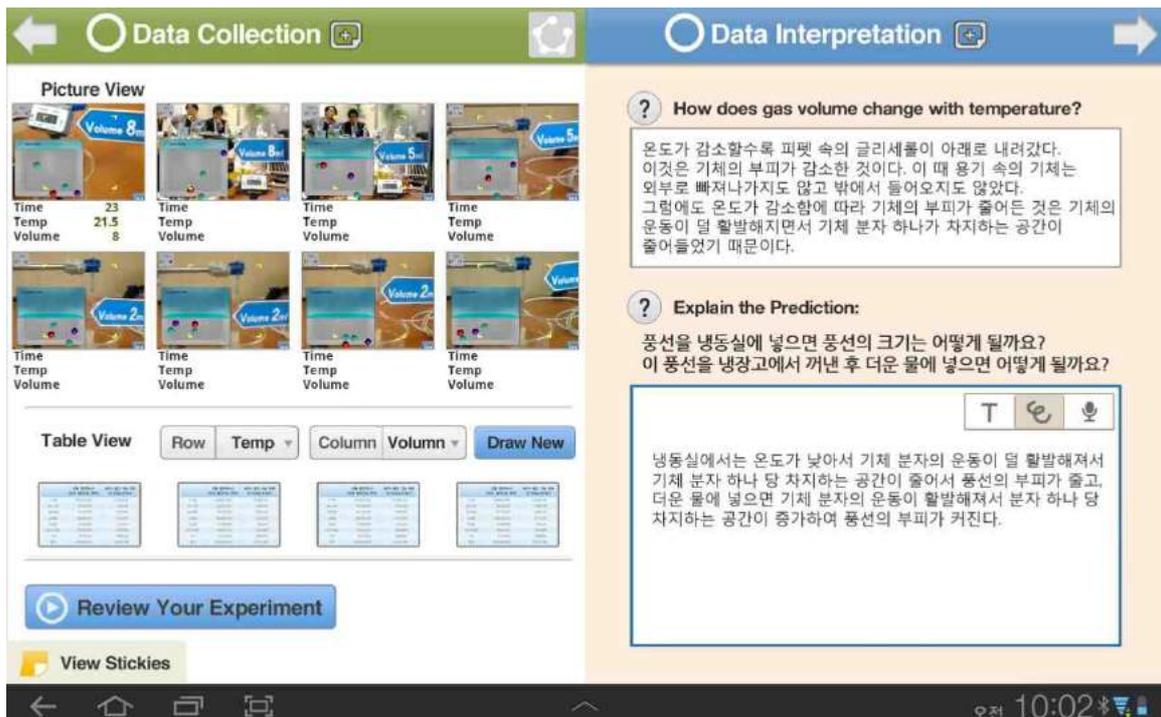
←🏠📄🔍↕📧 오전 9:40📶🔋

## Step 2. 실험 관찰과 데이터 수집



학생들이 제시된 방법으로 실험을 한다. 부피가 8, 5, 그리고 3일 때 주어진 화살표를 피펫눈금에 가리키면 3D 애니메이션의 분자운동이 실험현상과 겹쳐서 제시된다. 학생들은 제시된 분자운동과 실험 결과를 사진으로 찍어서 (화면에 버튼 있음) 컴퓨터에 저장한다. 실험이 끝난 후 저장된 사진을 보면서 필요한 데이터를 제시된 공간에 입력한다.

## Step 3. 결과 분석



수집한 데이터로 그래프를 그리면서 기체의 부피와 온도의 관계를 분석한 후, 실험과 직접적으로 관련된 질문 그리고 최초 탐구 질문에 응답한다.

#### Step 4. 결론

 <p>기체 분자의 운동은 온도가 올라가면 더 활발해지므로 기체의 부피가 증가하고, 온도가 내려가면 덜 활발해지므로 기체의 부피가 감소한다.</p> <p>Review Your Report   Submit</p>	<p>관찰, 데이터 수집, 그리고 그래프 결과 분석을 통해서 얻은 지식을 이용하여 결론을 낸다. 모든 실험 과정, 결과, 결론을 리포트형식으로 출력되고 학생들은 필요한 부분은 수정하여 선생님께 제출한다.</p>
--	---

## 23. 종이에 매달린 추

백종민(공릉중학교)

신나는 과학을 만드는 사람들

### 1. 들어가면서



자연현상을 이해하는 기본은 힘의 해석이다. 초등학교에는 여러 가지 힘의 종류를 감각적으로 느끼고 직접 경험할 수 있는 기회를 가지도록 구성된다. 중학교에서는 “힘은 물체에 작용하는 힘의 효과로서 물체가 변형이 되거나 속력의 변화, 방향 변화로 이러한 효과를 나타내는 원인”으로 힘을 정의한다. 좀 더 나아가 학생들에게 힘을 더 감각적이고, 실체적으로 받아들이기 위해 힘을 ‘밀거나 당기는 것’으로

정의하여 사용하기도 한다. 학생들은 물체들 직접 들어 올려보거나 힘을 가하면서 힘의 크기를 직접 측정할 수도 있다. 하지만 많은 학생들은 큰 힘이 작용할 때와 작은 힘이 작용할 때의 차이를 숫자의 차이로서 받아들일 뿐 여전히 힘의 작용을 구체적으로 시각화 시키는 데는 어려움이 있다.

이에 종이에 추를 매달아 종이에 작용하는 힘의 패턴을 학생들 스스로 찾을 수 있고, 힘의 작용을 구체적으로 시각화 시켜주는 활동으로서 종이에 달린 추의 활동을 구성하고자 한다.

### II. 탐구 활동

힘의 측정은 실제 힘의 크기를 용수철저울이 가리키는 눈금으로 그 결과를 나타낸다. 용수철저울로 물체의 무게를 직접 측정하여 힘의 크기 재는 학생들은 힘의 크기를 감각적으로 경험함과 동시에 크기와 연결시켜 양적인 이미지화를 쉽게 할 수 있고 구체적 경험 체험을 통한 과학학습에 큰 효과를 얻을 수 있다.

이를 위해서 물체에 작용하는 힘을 시각적으로 표현하는 방법을 찾아보았다. 즉, 물체에 작용하는 힘을 구체적인 양으로 표현할 수 있고 학생들이 직접 측정하여 그 크기를 직접 표현할 수도 있어 학생의 직접적인 참여를 통한 힘의 학습, 창의성과 경연을 통한 모둠별 학습의 결과물을 통한 개념의 이해, 학생들의 선경험에서 출발하여 활동하고 결과물을 얻어내고 스스로 과학적 개념과 사고력을 찾고 도전할 수 있도록 수업을 구성하여 실행하고자 한다.

TES-2012

### 이 활동을 하면?

두 힘이 작용하여 힘의 평형을 이룰 때, 물체가 받는 힘의 작용을 시각적으로 확인하면서 힘의 평형 구조를 스스로 발견할 수 있다.

TES-2012

### 무엇이 필요할까?

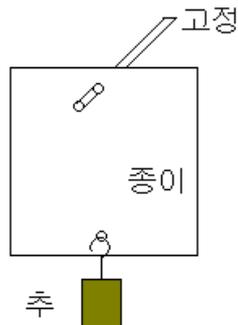
종이와 추, 전자저울 (소수점 2째자리까지 가능), 가위, A4 종이, 펀치

TES-2012

### 어떻게 할까?

1. 힘이 작용하는 길 찾아보자.

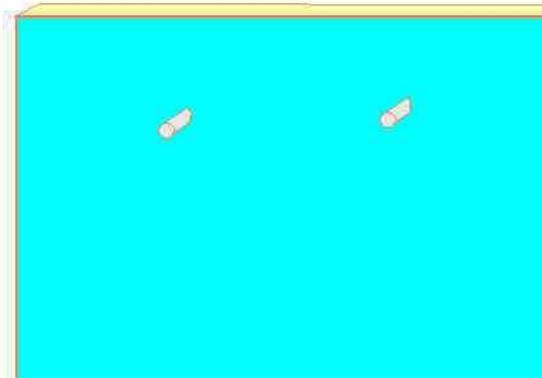
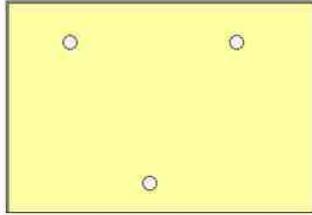
- ① 종이의 위 아래에 펀치로 구멍을 뚫는다.
- ② 나무젓가락이나 구리막대를 고정시켜서 종이가 매달리도록 한다.
- ③ 아래쪽 구멍에 추를 매달아 둔다.



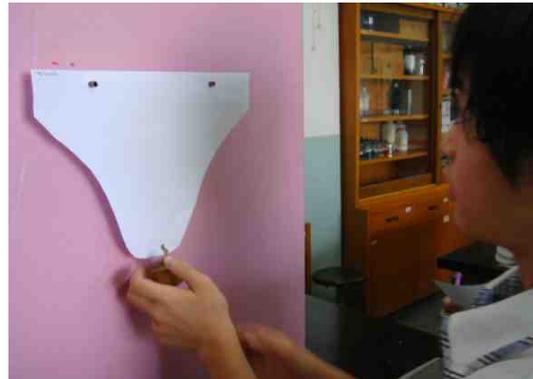
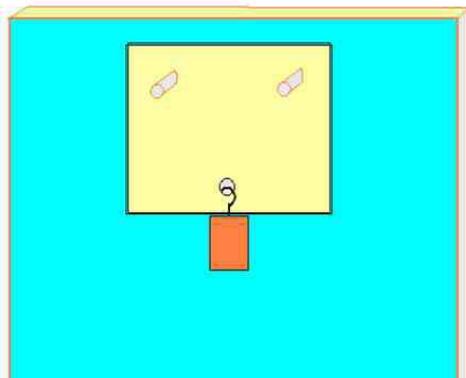
- ④ 가위로 추가 종이에 매달릴 때 힘을 받지 않는 부분을 가위로 오려낸다.
- ⑤ 추는 종이 구멍의 특정 부분에 힘이 집중되지 않도록 구멍 크기로 테이프를 감아서 종이에 걸리도록 구부린다.
- ⑥ 종이에서 힘을 받는 부분은 어떤 모습인지 발견하도록 하자.
- ⑦ 추 100g, 200g, 300g의 추를 매달 때 질량이 제일 작은 구조물은 어떤 차이가 있는지 찾아보자.

## 2. 힘은 어떻게 분산되고 있을까?

- ① 펀치로 종이의 위쪽은 2개, 아래 쪽은 1개의 구멍을 만든다.
- ② 위쪽 두 구멍에 종이가 매달릴 수 있도록 나무젓가락을 판에 고정시킨다.



- ③ 두 구멍에 종이를 매달고 아래 쪽에 추를 매단다. 이때 추는 10초 이상 걸려 있어야 성공한 것이다. 성공하면 이 구조물의 질량을 전자저울로 측정한다.



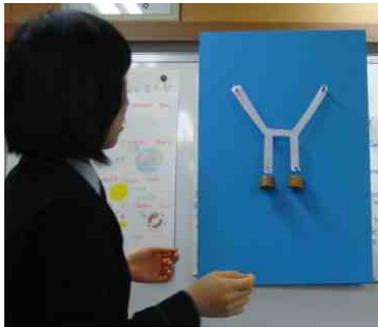
- ④ 성공한 구조물의 질량을 더 줄일 수 있는 방법을 찾아서 가위로 불필요한 부분을 오려낸다. 이 구조물의 질량을 측정 후 추가 매달릴 수 있는지 도전한다.
- ⑤ 최종적으로 질량이 가장 작은 구조물을 만들어낸다.
- ⑥ 질량을 줄여 나갈수록 처음 사각형이던 종이 구조물의 모양이 어떻게 변하는지 알아보자.



시도 횟수	나의 디자인 모양 그리기	이 모양이 좋은 이유 과세변 설명	점수(%)
1차		파어왔어도 침대할 버틸것 같아서	2.5%
2차		이강꺼에서 침대할 무게를 줄여려고	
3차		무게를 줄여줘야 안에서 힘이 들도 버틸수 있을 것 같다.	0.36 <del>0.4</del> 0.22
4차		무게를 줄여줘야 최대한 가벼이 무게를 버틸 수 있게 만들기 위해.	0.14%
합계 점수	처음에 강은 가라앉아 가벼운 느낌이었지만 나중에는 강이 되고 대충이렇게 가라앉아 있을 때 이보다 나은 것은 생각했다.		

3. 추 2개를 달 때 힘의 평형 구조는 어떻게 달라질까?

- ① 종이에 펀치로 위쪽에 구멍 2개, 아래 쪽에 2개를 뚫는다.
- ② 종이를 길로 아래쪽 구멍 2개에 같은 추를 1개씩 각각 연결한다.
- ③ 불필요한 부분의 종이를 가위로 오려낸다.
- ④ 추 2개가 매달릴 수 있는 구조물 중에서 질량이 가장 작은 구조물이 어떤 것인지 가위로 불필요한 종이부분을 오려낸다.
- ⑤ 각 구조물의 공통적인 모양을 찾아보자.



### Ⅲ. 수업활용 효과

본 활동은 힘의 시각화를 위해서 고정된 종이에 추를 매달아 힘이 작용하는 길을 찾아 나서는 활동을 한다. 학생들은 추가 일정한 시간동안 매달려 있으면서 힘이 작용하지 않는 부분의 종이는 가위로 오려내어서 종이의 질량을 가장 가볍게 만든다. 너무 가벼우면 종이가 매달려 떨어져 버리며 너무 무거우면 질량이 많이 나가서 다른 사람에 뒤지게 된다. 이러한 활동을 통해서 학생들은 실제 종이에 작용하는 힘의 모습을 눈으로 시각화 할 수 있게 된다. 또한 무거운 추와 가벼운 추에서 종이에 작용하는 힘의 크기가 다르다는 것을 시각적으로 확인할 수 있는 것이다.

- 힘의 실제적인 작용 모습을 시각화시켜 물체에 작용하는 힘의 모습을 구체적으로 확인할 수 있다.
- 힘의 크기에 따라 견딜 수 있는 종이의 모습이 다르게 되므로 큰 힘에는 두꺼운 재질, 작은 힘에는 작은 재질의 구조물이 필요함을 발견하고 실제 생활에 적용시킬 수 있다.
- 힘의 평형관계를 종이의 두께나 질량으로 비교하여 학생들이 쉽게 이해할 수 있다.
- 수업시간에 학생들은 종이로 추가 잘 매달리기 위한 구조를 찾기 위해 사고력을

키우면서 참여하는 활동적인 수업을 기대할 수 있다.

· 두 힘의 합력을 평행사변형법으로 구하는 이유를 이 활동을 통해서 구체적으로 이해할 수 있다.



#### IV. 마치며

힘을 효과적으로 분해하는 구조물을 학생들이 활동하면서 스스로 발견할 수 있도록 구성할 수 있다. 수업면에서 추를 매달아 둔 상태에서 가위로 구조물을 잘라가는 방법, 무게를 줄이면서 계속 구조물을 변경하여 힘의 분산구조를 닮아가는 경연방법 등이 있다. 교사는 이 두 방법을 필요에 따라 수업에 적용할 수 있을 것이다.

나의 디자인 모양 그리기	이 모양이 좋은 이유 자세한 설명	점수(%)
	쓸모없는 부분을 잘라서 중이가 걸려 안전이감	3.48
	E(사건요청)를 하여 힘이 분산되게 해주지 않음	1.96



4번: 3.19(0) → 2.95(0) → 2.2(0)	7: 2.77(0) → 2.5(0) → 1.3(0) → 1.19(0) → 0.65(0) → 0.31(0)
5번: 2.5(0) → 1.97(0) → 1.4(0)	26: 3.43(0) → 2.06(0) → 0.98(0)
1번: 1.74(0) → 0.45(0) → 0.19(0)	38: 0.59(0) → 0.39(0)
6번: 3.14(0) → 1.88(0)	39: 3.39(0) → 1.1(0) → 1.0
17번: 2.5(0) → 1.5(0)	9: 2.45(0) → 1.68 → 1.19
19번: 1.8(0) → 1.5(0) → 0.7(0)	36: 3.2(0) → 2.78(0) →
12번: 1.69(0) → 1.1(0)	40: 3.59(0) → 1.9(0) → 1.5(0)
8번: 3.26(0) → 1.9(0) → 1.1(0)	34: 4.0(0) → 2.71(0) → 2.03(0)
24번: 2.91(0) → 1.8(0) → 1.5(0)	33: 2.64(0) → 2.24(0) → 1.65(0)
11번: 1.7(0) → 1.4(0) → 1.1(0)	43: 2.01(0) → 1.5(0) →
17번: 1.04(0) → 0.94(0) →	3: 2.14(0) → 1.59(0) → 1.2(0)
15번: 1.6(0) → 1.2(0)	34: 2.42(0) → 1.73(0) →



# 24. 네트워크 역할 놀이

이동준(관동중학교)

참과학 / 물리넷

## 1. 목표

인터넷이 작동되는 원리를 역할 놀이를 통하여 설명할 수 있다.

## 2. 서론

1) 우리는 무심코 사용하는 인터넷이 어떠한 원리로 작동되는지 모른다. 우리는 단지 웹 브라우저를 작동시켜 웹페이지를 호출하면 해당되는 페이지가 내 브라우저 화면에 펼쳐지는 것이다. 그 중간에 어떠한 과정을 거쳐서 내 앞에 웹페이지 화면이 펼쳐지는지는 알 필요가 없었던 것이 사실이다.

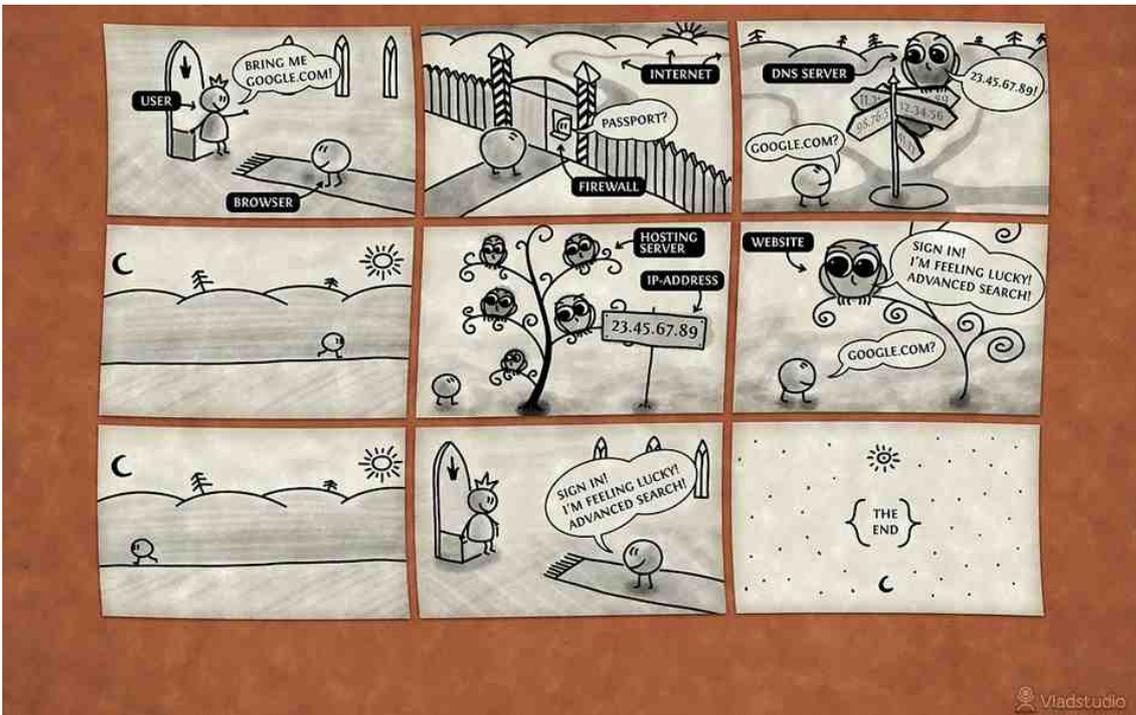
처음에는 상대방의 컴퓨터와 서버를 찾는 방법이 단순한 네 숫자의 조합인 IP 주소였다. 이 숫자를 외우는 것이 힘들어지자, 숫자를 대신하는 도메인네임이 도입되어, .COM, .NET .CO.KR 등 친숙한 도메인 이름들이 등장한다.

이렇게 인터넷이 작동되는 구체적 원리들을 역할 놀이를 통하여 직접 체험하고, 정보 전달을 위해 사람들이 어떠한 규칙을 만들어 어떻게 사용하고 있는지 알아보도록 한다.

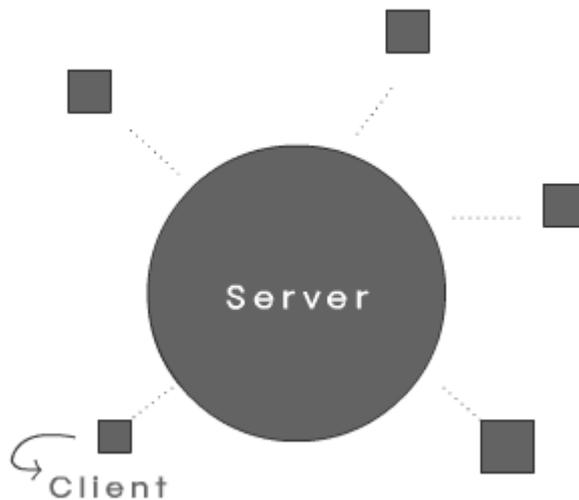
2) 인터넷이 어떤 원리로 작동하는지를 재미있게 표현한 카툰

<http://www.labnol.org/internet/comic-how-browser-works/18086/>

사용자(USER)가 왕이고 브라우저(BROWSER)는 시종인데, 방화벽(FIREWALL) 통과(PASSPORT) 허락을 받은 시녀는 DNS 서버에게 GOOGLE.COM의 IP 주소를 의뢰한다. IP 주소를 가지고 인터넷 여정 길에 오른 시종은 IP 주소의 호스팅 서버에 도착하게 된다. 그리고 시종은 호스팅 서버가 제공한 메시지(SIGN IN! I'M FEELING LUCKY! ADVANCED SERCH!)를 받아서 귀환 후, 이것을 왕에게 보고한다.



3) 인터넷의 기본이 되는 클라이언트-서버 모델(Client & Server model)



초창기 군사용 목적으로 시작된 ARPANET은 이후 INTERNET 이란 거대한 네트워크로 발전하게 되었다. 현대의 필수품으로 자리 잡은 인터넷은 엄청난 속도로 전세계를 하나의 통합된 그물망으로 엮어주어 언제 어디서든 편리하게 정보를 얻을 수 있게 되었으며, 모든 생활 패턴의 변화를 주도하고 있다.

네트워크상에서 쌍방의 정보를 주고받기 위해서는 여러 가지 방식의 접속 형태가 있다.

일반적으로 CS (Client & Server) , P2P (Peer to Peer) 등이 있으며 Client & Server 모델은 쌍방에 있어서 주인과 손님 관계와 같은 형태를 띤다.

이는 네트워크상에서 데이터를 제공하는 측인 Server가 주인이 되어 여러 손님들 (Clients)의 부탁(Request)를 수용하고 이를 처리(Response)해 주는 형태를 가지고 있다.

C/S 모델은 인터넷에서 가장 흔한 모델로써 예를 들면 웹서버(Web Server), FTP 서버, Mail 서버 등이 이에 속하며 다양한 형태로 존재하고 있다.

#### 4) 프로토콜

거대한 네트워크를 움직이기 위해선 데이터를 주고받는 컴퓨터간의 정해진 규칙들이 필요하게 된다.

이를 프로토콜(Protocol)이라고 하며, 우리에게 익숙한 인터넷의 웹서비스는 HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)라는 약속을 사용하고 있다. 우리는 이같은 약속을 지키기 위해서 매일같이 http:// 로 시작하는 인터넷주소를 입력하고 있다. 이 'http://'는 생략 시 자동적으로 HTTP 약속을 사용하는 것으로 간주한다.

또한 이러한 약속을 지키고 유지하기 위해서는 만남이(?) 중요한 역할을 한다. 즉 서로 간에 인지할 수 있는 이름이 있어야 하는 것이다.

인터넷이란 거대한 그물망 속에는 셀 수 없을 정도의 컴퓨터들이 물려있어 이를 찾기란 쉽지 않다. 이를 위해 인터넷의 선각자들은 서로 찾아갈 수 있는 숫자로 된 이름을 부여하게 되고 이를 IP 주소라고 한다.

#### 5) IP 주소의 구성

IP 주소는 0~255까지의 수를 연속적으로 4개를 사용하여 표현할 수 있다.

총  $2^{32}$  개의 주소(IPv4) 를 매길 수 있으며 이는 4,294,967,296(약 43억) 개의 각기 다른 컴퓨터 이름을 부여할 수 있는 개수이다. (class 주소체계로 인해 실제 사용할 수 있는 폭은 제한적이다)

그러나 인터넷의 엄청난 성장은 기대치를 훨씬 뛰어넘는 수준이었고, 이에 따라 최근에는  $2^{128}$  크기를 갖는 주소체계(IPv6)로 변환할 움직임을 보이고 있다.

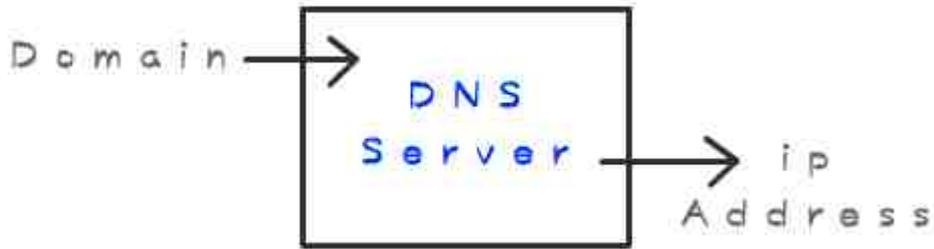
앞으로 냉장고나 PDA들도 IP주소를 갖게 된다고 하니 놀라운 일도 아니다.

$2^{128}$  는 약 43억×43억×43억×43억 개가 가능하다는 것을 눈치챌 수 있을 것이다.

이 같은 숫자로 된 주소는 컴퓨터를 위해 디자인 된 것이며 손쉽게 사람들이 인지할 수 있는 문자로 (예: www. technoa.co.kr) 바꾸어 사용하게 되었고, 이를 도메인(domain) 주소이라 부른다.

## 6) DNS Server

이러한 도메인 주소를 주면 IP주소를 알려주는 서버를 DNS (Domain Name Server) 서버라고 부르며, 이 DNS서버는 앞에서 설명한 C/S 구조를 가지고 있어 사용자가(client)가 도메인 주소를 보내게 되면 DNS 서버는 이 요청(request)에 대해 적절한 처리를 한후 그 결과를(response) 요청한 사용자에게 보내주게 된다.



## 3. 네트워크 역할 놀이

### 1) 학생 활동 사전준비

20명의 학생들이 인터넷망에서 각자의 역할을 정한다.

20명의 학생들은 역할과 IP 주소를 적은 이름표를 패용한다.

2명의 네임서버는 네트워크의 가운데 위치한다.

인원	이름	역할
8명	사용자 Client	웹서버에 웹페이지 전송을 요청하고, 메일을 발송한다.
7명	네트워크 허브	Client가 요청한 메시지를 허브, 네임서버, 서버에 전달한다. 메시지를 한 메시지를 허브, 네임서버에 전달한다. 메시지를 요청한 Client가 근처에 있으면 메시지를 전달해준다.
2명	네임서버 Server	Name 메시지에 적힌 이름을 IP 주소로 변환하여 적어 준다.
3명	서버 Server	메시지에 적힌 요청에 따라 적절한 웹페이지 메시지를 보내준다.

## 2) 메일 보내기 / 받기

### 메일 보내기

- ① Client들은 메일 양식에 받는 사람의 메일 주소와 보낸 사람의 메일 주소, 메일 내용을 적어서 가까운 허브에게 전달한다.
- ② 허브는 메일을 중앙의 네임서버에 전달한다.
- ③ 네임서버는 받는 사람의 도메인네임을 IP 주소로 변환하여 적은 다음, 허브에게 돌려준다.
- ④ 허브는 받는 사람의 서버 IP 주소가 바로 옆에 있으면 그 서버에게 준다. 근처에 IP 주소가 없으면, 옆의 허브에게 메일을 전달한다.
- ⑤ 서버는 메일을 받은 다음 잘 가지고 있다.

### 3) 메일 받기

- ① Client들은 본인의 메일 주소가 적힌 메일수신요청서를 가까운 허브에게 전달한다.
- ② 허브는 메일수신요청서를 중앙의 네임서버에 전달한다.
- ③ 네임서버는 메일수신요청서의 도메인네임을 IP 주소로 변환하여 적은 다음, 허브에게 돌려준다.
- ④ 허브는 메일수신요청서의 해당 IP 주소가 바로 옆에 있으면 그 서버에게 준다. 근처에 IP 주소가 없으면, 옆의 허브에게 메일수신요청서를 전달한다.
- ⑤ 서버는 메일수신요청서의 받는 사람과 보유중인 메일의 주소를 비교하여 같은 사람의 메일에 수신표시를 하여 가까운 허브에게 전달한다.
- ⑥ 허브는 받는 사람의 IP 주소가 바로 옆에 있으면 그 사람에게 메일을 준다. 근처에 IP 주소가 없으면, 옆의 허브에게 메일을 전달한다.
- ⑦ 메일을 받은 사용자는 메일을 읽는다.

### 4) 웹페이지 방문하기

- ① Client들은 방문한 웹페이지가 적힌 메시지를 가까운 허브에게 전달한다.
- ② 허브는 메시지를 중앙의 네임서버에 전달한다.
- ③ 네임서버는 메시지의 도메인네임을 IP 주소로 변환하여 적은 다음, 허브에게 돌려준다.
- ④ 허브는 메시지의 해당 IP 주소가 바로 옆에 있으면 그 서버에게 준다. 근처에 IP 주소가 없으면, 옆의 허브에게 메시지를 전달한다.
- ⑤ 서버는 받은 메시지를 확인한 후 적절한 답장 페이지를 작성하여 허브에게 돌려준다.
- ⑥ 허브는 받는 사람의 IP 주소가 바로 옆에 있으면 그 사람에게 답장 페이지를 준다. 근처에 IP 주소가 없으면, 옆의 허브에게 답장 페이지를 전달한다.
- ⑦ 답장 페이지를 받은 사용자는 페이지를 읽는다.

<네트워크 역할 놀이 활동지 예시>

Mail Sending Form 메일 보내기 양식

---

To 받는 사람 :  
(Server ip address: \_\_ . \_\_ . \_\_ . \_\_)

From 보내는 사람 :  
\_\_\_\_\_

Contents 내용

\_\_\_\_\_

서버에 보관 중  
 본인에게 전달 중  
(User ip address: \_\_ . \_\_ . \_\_ . \_\_)

Mail Receiving Form 메일 수신 양식

---

My Account :  
My ip address: \_\_ . \_\_ . \_\_ . \_\_  
(Server ip address: \_\_ . \_\_ . \_\_ . \_\_)

---

웹브라우저

---

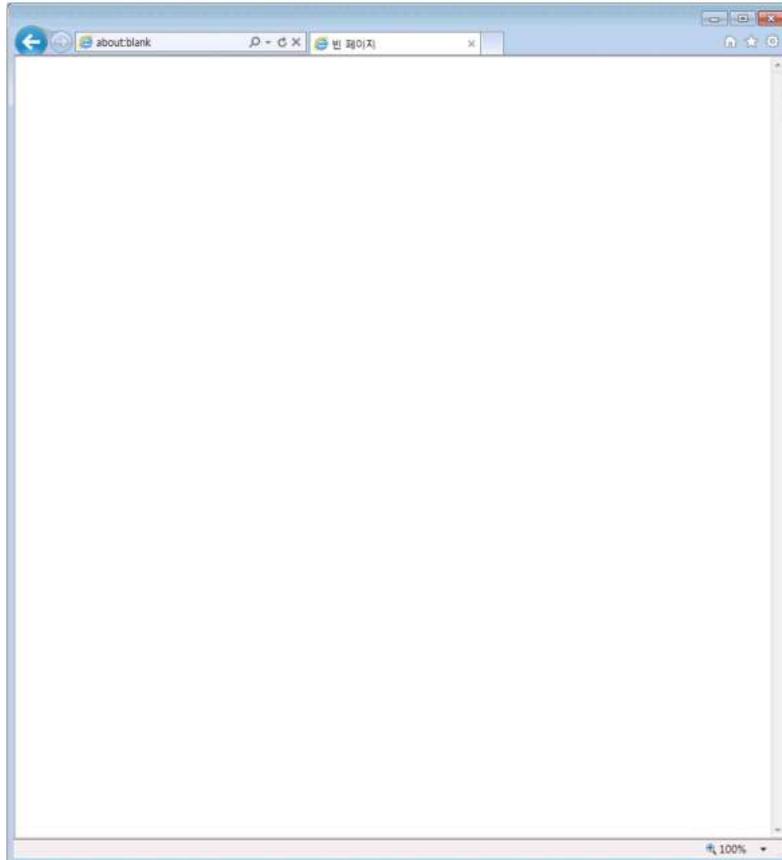
User ip address: \_\_ . \_\_ . \_\_ . \_\_

---

URL

(Server ip address: \_\_ . \_\_ . \_\_ . \_\_)

---



# 25. 소외계층 학생들의 정서적 교감 능력 향상을 위한 STEAM 프로그램 개발 및 운영

이진승(성수고등학교, jslee58@chol.com)

최길순(광남고등학교, gilsoonchoi@hanmail.net)

사랑의 과학 나눔터

## 1. 목적

- (1) 소외계층 학생들의 인지적·정의적 특성과 학생들의 정서적 교감 능력 향상을 고려한 융합과학 프로그램을 발굴·개발하고, 이를 지속적이고 체계적으로 운영하는 과정에서 소외계층 학생들의 과학문화 격차를 해소하고 나아가 학생들에게 자아실현의 기회를 제공하고자 함
- (2) 소외계층 과학문화 활동을 통해 과학교사들이 전문적 재능을 기부할 수 있는 기회를 제공하고자 함

## 2. 목표

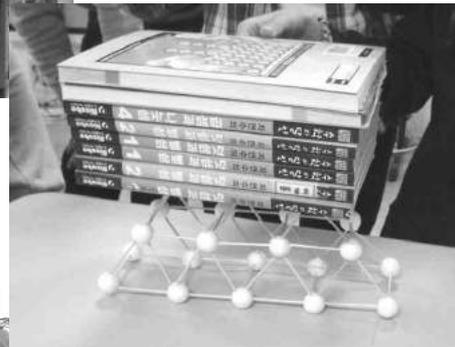
- (1) 과학문화 활동에 소외계층 학생들이 자발적으로 참여하도록 유도하여, 학생들이 프로그램을 체험하는 과정에서 자아실현의 기회를 갖고, 이를 통해 소외계층 학생들의 교육 격차 해소
- (2) 소외계층 학생들의 인지적·정의적 특성과 정서적 교감 능력 향상을 고려한 융합과학 프로그램 개발 및 운영
  - ① 소외계층 학생들의 낮은 학습동기를 고려하여 체험 중심의 프로그램으로 학생들의 호기심을 자극하고, 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 등을 접목시킨 융합 과학적 요소를 추가하여 소외계층 학생들의 창의력 계발이 가능한 프로그램을 개발하여 운영함
  - ② 소외계층 학생들의 정서적 교감 능력 향상을 위해 코티칭, 협동학습, 심성놀이, 과학수업일기 작성 등과 같은 수업 기법을 적용함
  - ③ 소외계층 학생들이 정서적으로 안정감을 느낄 수 있는 지역아동센터에서 지속적으로 프로그램을 운영함
- (3) 소외계층 학생들의 과학문화 프로그램의 전국적 확산
  - ① 워크숍 및 세미나, 전국과학교사큰잔치 및 학술대회 발표 등을 통해 소외계층 과학문화 활동 프로그램의 취지 및 운영에 대해 홍보하여 소외계층 과학문화 활동을 전국적으로 확산함
  - ② 과학교사들의 자발적인 프로그램 참여를 통해 과학교사들의 교육기부활동을 활성화시킬 수 있는 계기를 마련하고자 함

### 3. 프로그램 개발 및 운영 계획

- (1) 소외계층 학생들의 정서적 특성을 고려한 융합과학 프로그램의 개발 및 운영을 위한 교사 연수
  - ① 프로그램 개발·운영을 운영자 회의
    - 소외계층 과학문화 프로그램 개발 및 운영 방향 및 프로그램 일정 조정 및 체험 프로그램 장소 섭외에 대해 논의
  - ② 프로그램 참여 및 개발 교사를 위한 워크숍 실시
    - 프로그램 참여 교사를 대상으로 소외계층 학생들의 인지적·정의적 특성 및 수업 운영 방법에 대해 논의하여 이를 프로그램 개발에 반영함
  - ③ 지역아동센터별 워크숍 실시
    - 각 지역아동센터에서 프로그램을 운영하는 교사들이 지역아동센터 별로 프로그램 운영 방향 및 프로그램 운영 횟수와 시기 결정
  - ④ 전문가 초빙 강연
    - 프로그램 참여 교사 및 프로그램 개발 교사를 대상으로 한 소외계층 학생들의 특성에 대한 강연 실시
- (2) 소외계층 학생들의 정서적 특성을 고려한 융합과학 프로그램의 개발 및 운영
  - ① 지역아동센터에서의 방과후 융합과학 프로그램
    - 마루아라 지역아동센터(중랑구 신내동)에서 격주 목요일마다 초등학생과 중학생(12명 내외)을 대상으로 프로그램 운영
    - 망우 지역아동센터(중랑구 망우동)에서 격주 수요일마다 초등학생과 중학생(초4~중1, 15명 내외)을 대상으로 프로그램 운영
    - 구로함사람 지역아동센터(구로구 고척동)에서 격주 월요일마다 초등학생 10명을 대상으로 프로그램 운영
    - 사과나무 지역아동센터(성동구 성수동)에서 매월 마지막 토요일에 초등학생 15명을 대상으로 프로그램 운영
  - ② 현장 체험 위주의 과학문화 활동
    - 마루아라, 사과나무 지역아동센터 학생들을 대상으로 인천광역시에 위치한 국립생명자원관을 탐방하는 프로그램을 7월 중 실시할 계획
    - 구로함사람, 망우 지역아동센터 학생들을 대상으로 서울시에 위치한 남산과학관을 견학하는 프로그램을 7월 중 실시할 계획

#### 4. 프로그램 운영 효과

- (1) 소외계층 학생들의 자아실현의 기회 확대를 통한 계층 간 교육격차를 해소 및 정서적 교감 능력 향상
  - ① 소외계층의 학생들에게 과학문화 활동을 지속적으로 할 수 있는 교육기회를 제공함으로써 소외계층의 과학문화 격차를 줄이는데 기여할 수 있음
  - ② 소외계층의 학생들이 다양한 과학문화를 경험하면서 사고를 확장시키고 자신감을 함양하여 미래에 대한 비전을 갖는데 기여할 수 있으며, 이를 통해 학생들이 건강한 사회의 구성원으로 성장하는데 기여할 수 있음
  - ③ 일회성 이벤트가 아닌 프로그램의 지속적인 운영으로 교사와 학생들 사이의 유대감을 통해 소외계층 학생들의 정서적 안정을 유지할 수 있음
- (2) 프로그램 참여 교사의 사회적 역할 확대에 대한 자긍심 고취
  - ① 참여 교사들은 소외계층 학생들 대상의 프로그램에서 나눔과 배려를 직접 실천함으로써 공동체에 기여할 수 있다는 자긍심을 고취할 수 있음
  - ② 과학교사들의 재능기부 영역을 확대할 수 있는 다양한 기회를 제공할 수 있음



## 5. 프로그램 예시

# 1 힘의 분산 (트러스-아치형 구조)

- 강사 : 신현진 선생님

## 사랑의 과학나눔터



## 실험 목적

- 힘의 분산을 이해할 수 있다.
- 힘의 분산을 이용하여 트러스-아치형 구조물을 만들 수 있다.



## 준비물

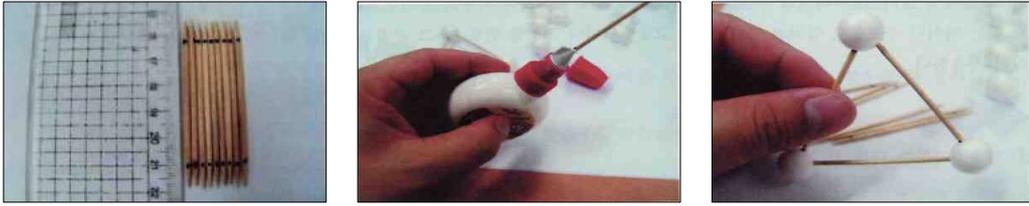
- 종이 트러스-아치형 구조물 전개도, 가위
- 스티로폼 공(지름 2cm) 50개, 이쑤시개 1통, 접착제, 전자저울, 네임펜, 바벨 (5kg)



## 생각하며 탐구하기

## 1. 탐구 활동

- (1) 만들고 싶은 다리 모양을 설계합니다.
- (2) 스티로폼 구조물을 조립하여 트러스-아치형 다리를 완성합니다.
  - 이쑤시개의 양 끝에서 1cm 지점에 연필로 표시한다.
  - 스티로폼 공에 이쑤시개를 끼울 때 항상 공의 표면과 수직이 되게 한다.
  - 이쑤시개에 표시된 부분만큼만 끼워 넣도록 한다.
  - 스티로폼 공과 이쑤시개0를 연결하여 설계도처럼 교량을 만들어 간다.
  - 이쑤시개에 1cm 정도만 접착제를 묻힌다.
  - 이쑤시개에 표시된 부분만큼만 찢어 넣는다.

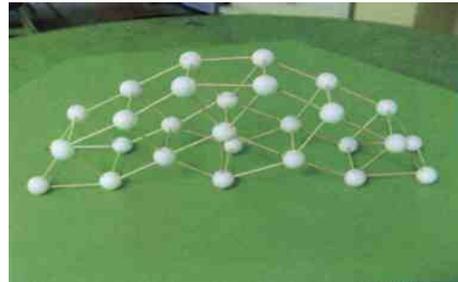
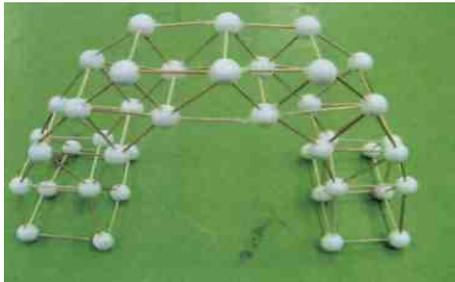


(3) 완성된 구조물에 5kg 바벨을 올려놓고 무게를 견딜 수 있는지 알아봅니다.



※ 올려진 바벨의 무게를 구조물의 무게로 나누어 그 값이 가장 큰 사람이 가장 잘 만든 것이다.

(4) 여러 번 시도하여 많은 무게를 견딜 수 있도록 다시 다리 구조물을 설계하여 만들어 봅니다.



### 원리 이해하기

#### 1. 개념

- (1) **트러스** : 직선적인 부재로 구성되는 삼각형을 단위로 하는 구조골조
- (2) **아치** : 위쪽으로 볼록한 평면 곡선모양의 개구부(開口部)를 만들기 위하여, 그 평면곡선을 따라 쉐기형의 벽돌이나 돌을 차례로 쌓아 올려 자중(自重)과 상부 벽체의 무게를 지지할 수 있도록 만든 구조물

고궁이나 사찰의 멋을 한껏 더하는 아름다운 석교들은 그 밑을 관찰해보면 아치 모양인 경우가 많다. 바로 힘의 분산 원리를 이용한 것이다. 힘의 분산이란 작은 힘들을 모아서 큰 무게를 지탱하는 것을 말한다. 고대 벽돌 건축물의 유리창 상단이나 돌다리를 보면 꼭대기가 아치형으로 되어 있는 것을 볼 수 있다.



아치형 구조물에 하중이 걸릴 때 수축력은 구조물을 약하게 하는 것이 아니라 오히려 강화시킨다. 돌들이 견고한 압축력으로 서로를 지탱하는 것이다. 아치 구조에 중력 방향으로 가해진 힘과 아치 구조 자체의 무게는 두 방향으로 나누어진다. 그리고 이 힘은 다시 아치 구조물 사이를 밀어주는 접합력과 지지대를 향하는 지지력으로 작용하게 된다. 그래서 아치 구조는 아주 강한 안전성을 갖게 되는 것이다.

## 2. 생활 속의 아치

탄산음료에는 보통 음료수보다 훨씬 많은 이산화탄소가 녹아 있다. 이산화탄소는 온도가 올라가거나 압력이 낮아지면 물에 녹아 있다가도 기체의 형태로 변신하면서 다시 공기 중으로 돌아가려 한다. 따라서 압력에 잘 견딜 수 있게 설계하지 않으면 캔이 망가지거나 찌그러진다. 그래서 탄산음료의 캔은 알루미늄 등을 이용해서 탄력성이 뛰어나도록 만든다.

탄산음료 캔의 밑면을 보면 오목하게 들어가 있는 모양을 발견할 수 있다. 가장 압력이 강하게 가해지는 바닥 부분을 아치 모양으로 만들어 압력에 잘 버틸 수 있도록 힘을 분산시킨 것이다. 바닥은 강하게, 옆면은 탄력이 있게 만들어진 탄산음료 캔은 역학적으로 정밀하게 계산된 구조를 갖고 있다.

