

제14회 전국과학교사큰모임

교실 안과 밖 과학에서 필요한 소통·나눔·실천의 장

- 일 시: 2016.11.19.(토) 10:00~18:00
- 장 소: 전주 한일고등학교

♣주 최: (사)과학교사과학문화협회, 전국과학교사협회

♣주 관: 전북과학교사교육연합회

♣후 원: 전라북도 교육청

♣참가단체: 강원과학교육연구회, 경기도과학과교육연구회, 부산 어메니티 과학교육 연구회, 부천과학교과교육연구회, 사랑의 과학나눔터, 신나는 과학을 만드는 사람들, 인천과학사랑교사모임, 전남지구과학연구회, 전북과학 교사연합회, 화학을 사랑하는 사람들의 모임 10개 단체

KSTA



차 례

[일정표] 3

1. [기조강연] 4차 산업혁명 시대의 교육

– 정진수(충북대학교 물리학과) 5

[워크숍]

1. (오현준) 바느질의 천재. 재봉기와와의 만남 -전북과교연 7

2. (문연주) Gravity Well -전북과교연 13

3. (황문규) 소리 -전북과교연 17

4. (이경미) 간장 젤리 에그 카나페만들기 -화사모 32

5. (고문석) 히브리타를 적용한 수업(기체의 압력과 부피) -화사모 38

6. (김인수) 편광에 아로새긴 별무리 -시과세봉 49

7. (전중희) 3D 인피니티 미러 -부천과학교사연구회 52

8. (안필현) 알지(知) -인천과학사랑교사모임 56

9. (임혁) 화석 조각 만들기 -신나는과학을만드는사람들 69

10. (김화중) Silver Tree3 -신나는과학을만드는사람들 76

11. (이동준) 프로세싱을 이용한 운동분석 -참과학 80

12. (김성규) 소리속도측정하기 -참과학 87

13. (양호근) 마름모의 화려한 변신 -경북과학교사모임 97

14. (배중연) 과학교사의 아이디어 어떻게 보호받을 수 있을까? -경기과교연 · 107

15. (이성현) 부산 과학체험관을 통해 본 체험형 과학관의 필요성 -어메니티 110

16. (김옥자) CO₂ 성질을 이용한 창조적 학습-어메니티 114

[오시는 길] 122

[제14회 전국과학교사큰모임 집행위원회] 123

제14회 전국과학교사큰모임 일정표

주제 : 교실 안과 밖 과학에서 필요한 소통·나눔·실천의 장

일시 : 2016. 11. 19.(토)

장소 : 전주 한일고등학교

시간	장소			
	내용			
	A강의실 Workshop 1	B강의실 Workshop 2	C강의실 Workshop 3	D강의실 토론폰방
10:00- 10:30	접수 및 등록			
10:30- 11:20	Activity	Activity	스마트수업활동	Activity
	주제1: 바느질의 천제. 재봉가와와의 만남 발표자:오현춘 (전북과교연.임실동중)	주제2: Gravity Well 발표자:문연주 (전북과교연.삼례공고)	주제3: 소리 발표자:황문규 (전북과교연.이리고)	주제4: 에크 카나페만들기 발표자:이경미 (화사모.화순북면중)
11:20- 13:00	장터1: 시온크레파스 (김화중. 신과람)	장터2: Gravity Well (문연주. 전북과교연) 재봉기 (오현춘. 전북과교연)	장터3: 발광엽서만들기, 어메니티기세트 (김옥자. 부산어메니티)	장터4: 주기율표카드 (암필현, 인과사)
	중식			
13:00- 13:50	기조 강연: 정진수(충북대학교 물리학과) 주제 : 4차 산업혁명 시대의 교육			
14:00- 14:30	전국과학교사협회 정기총회 1. 과학문화지원사업 중간보고 2. 베트남 과학교육 봉사활동 소개(인과사 박현우) 3. 각 지역모임 사업 소개			
14:50- 15:40	Activity	Activity	Activity	토론폰방
	주제5: 기체의 압력과 부피 관계 발표자:고문석 (화사모. 순천낙안중)	주제6: 편광에 아로새긴 별무리 발표자:김인수 (시과세봉. 부천소명여고)	주제7: 3D인피니티미터 발표자:전종희 (부천과학교사연구회. 부천 성주중)	주제8: 알 지 발표자:안필현 (인천과학사랑교사모 임.인천 송덕여고)

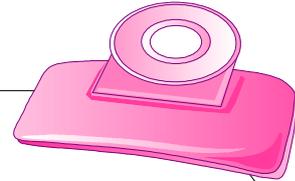
장소 시간	내용			
	A강의실 Workshop 1	B강의실 Workshop 2	C강의실 Workshop 3	D강의실 토론편
15:40- 16:30	Activity	Activity	스마트수업활동	토론 활동
	주제9: 화석조각만들기 발표자:임혁 (신과람. 서울 문정고)	주제10: 은나무만들기 발표자:김화중 (신과람. 경기 평택중)	주제11: 프로세싱을 이용한 운동분석 발표자:이동준 (참과학. 강릉 관동중)	주제12: 실험으로 진행하는 거꾸로 수업(공명실험) 발표자:김성규 (참과학. 부천 정명 고)
16:40- 17:00	휴식(차와 다과)			
17:00- 17:50	Activity	Activity	토론 활동	토론 활동
	주제13: 마름모의 화려한 변신 발표자:양호근 (경북과학교사모임. 경북안동여중)	주제14: 과학교사의 아이디어 어떻게 보호받을 수 있을까? 발표자:배중연 (경기도과학교과연구 회. 경기 평내고)	주제15: 체험 과학관의 필요성 발표자:이성현 (부산어메니티교육연 구회)	주제16: CO ₂ 성질을 이용한 창조적 학습법 발표자:김옥자 (부산어메니티교육연 구회)
18:00- 20:30	저녁 식사			
참가 단체	과학교육연구회.경기도과학교육연구회.경북과학교사모임.과학을사랑 하는사람들.부산어메니티연구회.부천과학교과연구회.사랑의과학나 눔터.시과세봉.신나는과학을만드는사람들.울산청소년과학탐구연구 회.인천과학사라교사모임.전북과학교사연합회.제주청소년과학탐구 연구회.참과학.화학을사랑하는사람들의모임.15개단체			

[기조 강연]

4차 산업혁명 시대의 교육

정진수(chung@chungbuk.ac.kr)

충북대학교 물리학과



* 인류 문명의 변화

- 인류의 역사 5만 중에 가장 중요한 변화 3가지는?
- 산업혁명 이후 문명 변화의 가속화되고 있다.
- 그 결과 현대에는 일자리가 사라지고 있다

* 4차 산업혁명

- 1차: 증기기관
- 2차: 석유과 전기
- 3차: 컴퓨터와 자동화
- 4차: IoT, AI, BigData, ... ?

* 가시적 변화

- 인텔이 바라본 변화
- 다른 사람들이 본 변화

* 가능한 변화

- 미치오 카쿠가 바라본 미래
- 변화의 원동력

* 미래에 필요한 역량

- Future Work Skills 2020
- 오바마: <http://m.blog.naver.com/sttora2/220853474811>

* 미래를 위한 교육

- Science
- Technology
- Engineering
- Mathematics
- Computational Thinking

* 결론

- 문제해결능력
- 적시학습



워크숍

주제1_ 바느질의 천재, 재봉기와의 만남

전북과학고사교육연합회
임실동중학교 오현춘
(rosydad@hanmail.net)

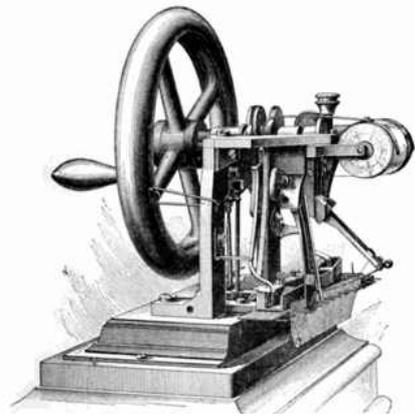
구멍이 난 양말을 꿰매 본 적이 있는 사람은 안다. 바느질이 그리 녹록치 않다는 것을..... 그런데 그것이 단순히 구멍 난 양말을 꿰매는 것이 아니라 옷을 한 벌 만드는 일이라면 그 어려움은 아마 '녹록치 않다'라는 말로는 턱없이 부족할 것이다. 그런 의미에서, 우리는 양식이 없어 샅바느질로 자식을 키워낸 어머니들에게 큰 경의를 표할 필요가 있다. 한 땀 한 땀, 손바느질로 한 벌의 옷을 짓기 위해서 그들은 대체 몇 번의 바늘땀을 흘렸을까? 그 바느질에는 얼마나 많은 그녀들의 한숨이 들어 있을까?

하지만 이제 우리에게는 그런 고민이나 고생이 필요 없다. 재봉기의 발명 덕분이다. 재봉기의 발명은 오랜 시간 반복되던 단순 노동의 고통에서 여성들을 해방시켜 주었고 의복의 대량생산을 가능하게 해 패션산업을 활성화시켰다. 이러한 축복 같은 재봉기에는 어떤 원리가 숨어 있는지, 바느질의 천재인 재봉기를 한 번 만나보도록 하자.

재봉기의 역사

재봉기는 한자로는 '裁縫機'이고, 영어로는 'sewing machine'이다. '재봉틀'이라고도 하고 machine의 일본식 발음에서 유래된 '미싱'이라고 부르기도 한다.

1755년 독일의 바이젠탈(Chals Weisenthal)에 의해 봉제할 수 있는 기계적 장치가 처음으로 제작되었지만, 최초의 재봉기 발명으로 인정된 것은 특허를 받은 18세기 말, 영국의 토마스 세인트(Th. Saint)의 재봉기였다. 그 후 1800년 크렘(B.Krems)에 의해 하나의 실로 연결고리를 만들어 가는 재봉기가 만들어졌으며, 1830년 프랑스의 바세레미 시모니(B. Thimonnier)도 재봉기를 고안하였고, 1834년에 미국의 헌트도 바늘에 구멍을 뚫어서 재봉이 가능한 기계를 사용한 기록이 있다.



[그림1] 1분당 300땀의 봉제가 가능한 엘리어스 호의 재봉기

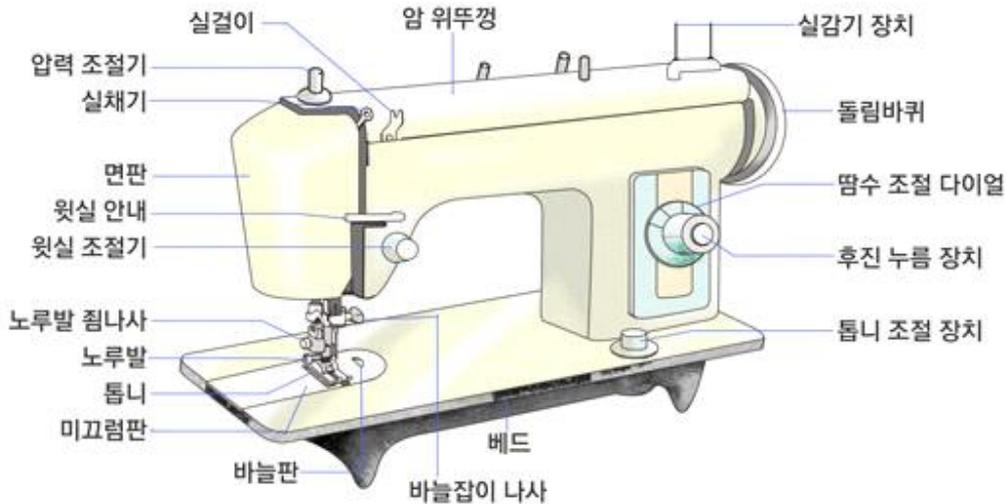
재봉기의 발전은 계속되어 1844년에는 미국의 엘리어스 호(E. Howe)에 의해 1분

당 300뿡의 봉제가 가능한 재봉기가 개발되었고, 1850년대에는 1분당 600~1000뿡을 봉제할 수 있을 정도로 발전하였다. 재봉기가 가정의 필수품으로 자리를 잡게 된 것은 1851년 미국의 싱거(M. Singer)의 공헌이 크다.

싱거(M. Singer)는 가정용 재봉기인 HA형(표준형) 개발을 시작으로 HL형(직진봉형), ZH형(지그재그봉형), 프리암형(소매통재봉이 쉬운 형)등을 차례로 개발하여 재봉기의 다양화와 의복의 대량생산에 기여했다. 우리나라에는 1900년 경에 재봉기가 도입되었고, 1960년대 초부터 공업용 재봉기가 사용되었다.

재봉기의 구조와 기능

재봉기가 봉제를 위해 어떻게 작동하는지를 알기 위해서는 먼저 재봉기의 간단한 구조와 기능을 살펴보자. 재봉기는 박음 속도에 따라 가정용과 공업용으로 분류된다. 가정용은 1분당 약 800뿡 정도이고, 공업용은 1분당 약 3000~6000뿡 정도이다. 재봉기 종류는 봉제의 목적과 기능에 따라 다양하다. 여기서는 가장 기본이 되고 주변에서 흔히 접하는 가정용 재봉기의 구조를 살펴보도록 하자. 가정용 재봉기의 구조와 명칭은 [그림2]와 같고, 각 부 명칭에 따른 주요 기능은 다음과 같다.



[그림2] 재봉기의 구조와 명칭

- 윗실꽂이** : 원통형의 실감개에 잠긴 실을 꽂아 위치를 고정시키는 곳
- 압력조절기** : 노루발이 천을 누르는 압력을 조절해 주는 역할을 함
- 실채기** : 윗실을 당겨 바늘뿡을 조여 주는 역할을 함
- 윗실안내** : 실의 길이를 안내해 주며 실의 위치를 고정시켜 주는 역할을 함
- 윗실조절기** : 윗실이 당겨지는 정도를 조절함

노루발 : 옷감을 눌러 주어 옷감 속으로 바늘이 잘 관통할 수 있도록 하는 역할을 함
톱니 : 옷감의 두께에 따라 수직으로 움직여 조정하고, 옷감을 조금씩 수평방향으로 밀어내는 역할을 함

미끄럼판 : 표면이 미끄럽게 되어 있어 형깊이 노루발 밑으로 쉽게 미끄러져 들어가게 하는 역할을 함. 열리고 닫힘으로써 복과 복집을 넣을 수 있는 입구가 됨

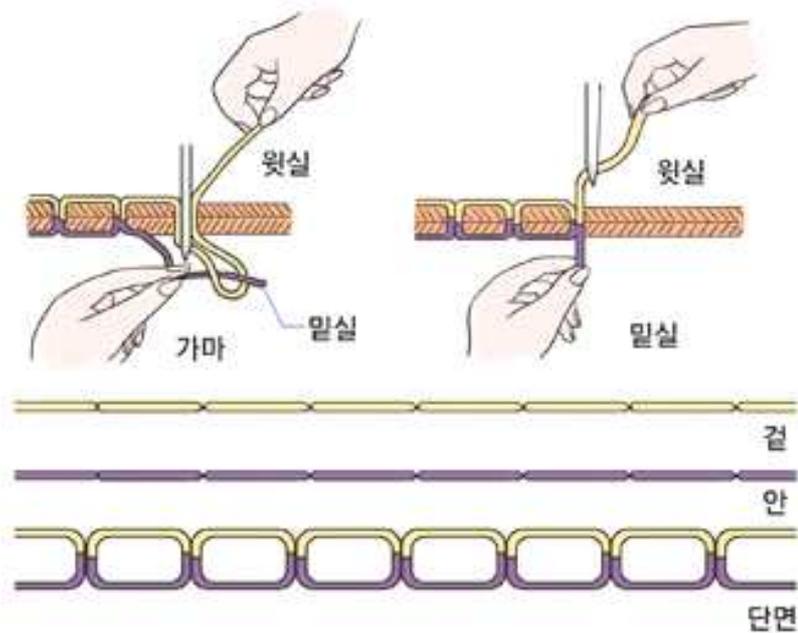
돌림바퀴 : 보통 모터에 연결되어 있어 재봉기를 움직이는 에너지가 전달되는 곳으로 실채기, 바늘, 톱니, 복집을 움직이는 역할을 함

땀수조절다이얼 : 바늘땀의 길이를 조절하여 땀수를 달라지게 하는 역할을 함

후진 누름단추 : 바느질의 방향을 바꿔주어 시작과 끝에 바느질이 풀리지 않게 하는데 쓰임

재봉기의 작동 원리

재봉기가 작동하는 것을 보면 바늘이 옷감을 관통하여 들어갔다 나왔다 하는 동작만 반복하는데 여기엔 어떤 원리가 숨어 있어서 천과 천을 이어 붙여 꿰맬 수 있게 할까? 겉으로 보이는 바늘의 반복 동작 외에 바늘이 옷감을 관통한 후 옷감의 밑에서 일어나는 동작을 볼 수 있다면 그 궁금증이 풀릴 수 있을 것이다. 재봉 방식에 따라 옷감 밑에서의 동작이 달라지므로 [그림3]과 같이 윗실과 밑실이 옷감 중간에서 얽혀 땀이 형성되는 가장 기본적인 재봉 방식(본봉)을 살펴보자.

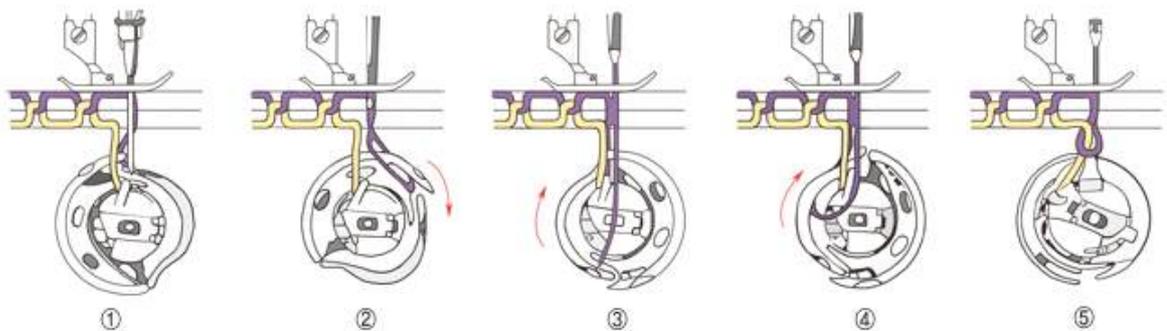


[그림3] 윗실과 밑실로 땀이 형성되는 과정

위의 그림에서 보는 바와 같이 현재 사용되고 있는 대부분의 재봉기는 윗실과 밑

실이 얽혀 바늘땀을 형성하게 되며 바늘땀의 앞뒤가 똑같이 직선상의 점선으로 나타난다. 땀의 구성은 풀리기가 어려운 독립적 구성이며 되돌아 박기가 쉬운 방식이다.

윗실이 끼워져 있는 바늘이 옷감을 관통하여 어떻게 밑실과 얽혀 바늘땀을 만들어내는가 하는 것은 [그림4]와 같다. [그림4]의 ①처럼 바늘이 옷감을 관통하면 'hook'이라고 불리며 이름처럼 실을 걸어 낼 수 있는 걸쇠 구조가 있는 가마가 회전한다. 가마에는 밑실이 감겨있는 북과 북집이 들어 있어 가마 외부로 밑실이 나와 있는 상태로 가마가 회전하게 된다. 바늘이 바늘구멍에 윗실을 꿰어 옷감을 관통해 옷감 밑으로 윗실을 끌고 내려오면, 옷감 밑으로 내려온 윗실을 가마의 걸쇠가 윗실을 걸어 회전하게 된다. 가마가 회전하면서 [그림4]의 ②와 같이 자연스럽게 윗실 고리가 만들어진다. 이렇게 만들어진 윗실 고리는 가마가 계속해서 회전하므로 [그림4]의 ③과 같이 북을 감싸게 된다. 북을 감싼 윗실 고리는 가마의 걸쇠가 회전하여 밑까지 오면 가마걸쇠에서 벗어나게 된다.

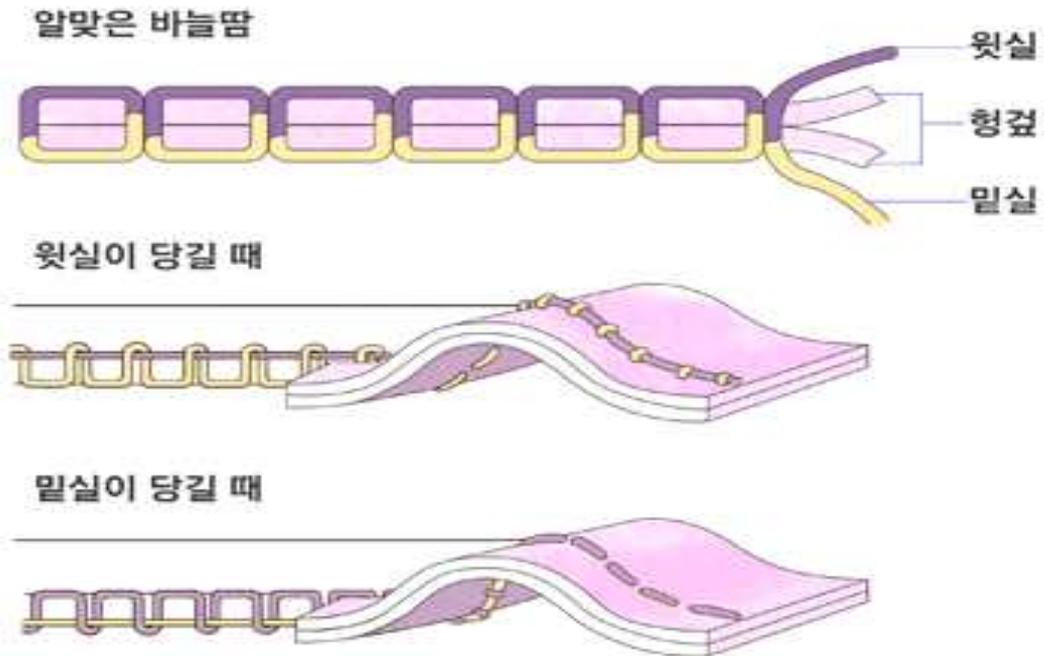


[그림4] 제봉기의 바늘땀 형성 과정

[그림4]의 ④에서 보는 것처럼 가마가 계속 회전하여 처음 위치로 돌아가면서 커졌던 윗실 고리의 크기가 줄어들게 된다. 이는 옷감을 관통하여 옷감 밑으로 들어와 있던 바늘이 상승하게 되어 윗실을 잡아당기기 때문이다. 그러나 바늘의 상승은 윗실을 그다지 완벽하게 잡아당기지는 못한다. 나머지 부분은 실채기가 담당한다. 실채기는 아직도 늘어져 있는 윗실을 위로 당겨주는 역할을 하고, 윗실을 당기는 강도를 조절하는 역할은 윗실조절기가 한다. 이렇게 바늘의 상승과 실채기의 작용으로 윗실 고리가 조여들면 [그림4]의 ⑤와 같이 윗실 고리는 밑실과 얽히면서 옷감과 밀착하게 되어 바늘땀을 형성하는 것이다. 이렇게 한 과정이 끝나면 톱니의 움직임이 옷감을 조금씩 밀어내고 [그림4]의 과정들이 다시 반복된다.

바느질이 될 때 윗실과 밑실의 장력조절이 잘못되면 아래 [그림5]와 같은 현상이 나타난다. 윗실을 당기는 강도가 세면 [그림5]에서처럼 윗실은 짧고 밑실이 옷감 위쪽까지 보이게 되고 밑실을 당기는 강도가 세면 밑실이 짧고 윗실이 옷감 아래 부

분까지 보이게 된다. 두 실의 장력이 적당하면 윗실과 밑실은 옷감 중간에서 알맞게 얽혀 튼튼한 바늘땀을 형성하게 된다.



[그림5] 윗실과 밑실의 장력 조절

직물을 넣으면 '드르륵' 하는 소리를 내며 가지런히 바느질을 해내는 재봉기를 보았다면 더 이상 막연한 신기함을 가질 필요가 없다. 이제 재봉기의 원리를 알았으니 '드르륵' 경쾌한 소리를 내며 직접 바느질에 도전해 보자. 투박한 기계 안의 여러 부품들이 어우러져 만들어내는 아기자기하고 정성어린 작품을 보며, 그 원리를 한 번 다시 떠올려 보는 것도 좋을 것이다.

<자료출처 : <http://blog.daum.net/lms1913/15869994>>



미니 재봉기로 바느질에 도전하다!

활동목적

- 재봉기가 작동되는 원리를 알고, 초미니 재봉기를 이용하여 간단한 바느질을 할 수 있다.

준비물

- 미니재봉기(핸드미싱) 세트, 실패, 바늘 꿰는 반짓고리, 적당량의 천, 가위 등

활동방법

1. 아래의 순서대로 실을 연결시켜 바느질 준비를 한다.
 - ① 실패를 꼽는다.
 - ② 구멍 아래에서 위로 실을 통과시켜 준다.
 - ③ 실을 은색 철판사이로 걸쳐준다. 한 바퀴 돌려두어도 좋다.
 - ④ 실을 바늘구멍으로 통과시켜 준다.
 - ⑤ 바늘을 통과한 실을 바늘 바로 밑의 구멍으로 넣고, 실을 옆으로 빼 준다.
2. 바느질 하고자 하는 천 조각을 반으로 접어 밑바닥 들어 올리는 부분 사이에 끼운다. 이 때, 밑바닥이 스프링 장치로 되어 있어서 집게처럼 고정된다.
3. 미니재봉기를 스테이플러 사용하듯 누르면 '딸깍 딸깍' 소리를 내며 자연스럽게 한 칸씩 옆으로 이동한다. 천이 밀리지 않게 한 손으로 잘 잡아주면서 원하는 경로로 이동하도록 해준다.
4. 처음의 시작하는 부분과 마지막 마무리 부분에서 너털거리는 실을 가위로 잘라 잘 정리해 준다.
5. 박음 작업을 모두 마친 뒤 천을 잘 뒤집어 각진 부분이 접히지 않도록 잘 펴준다.
6. 이렇게 하여 초간편 천 주머니 완성!! // 바늘에 찢리지 않도록 조심 하세요~!!



* 바느질 동영상 참조 : <https://www.youtube.com/watch?v=KYFGKp3oXYU>

기대효과

- 재봉기의 사용법을 습득하여 손수 간단한 재봉작업을 할 수 있다.

주제2_ GRAVITY WELL

전북과학교사교육연합회

삼례공업고등학교 문연주

ishuca93@naver.com

<http://blog.naver.com/ishuca93>

1915년 일반 상대성 이론을 발표했던 아인슈타인은 중력파의 존재를 예측했다. 그로부터 100년 후인 2015년 9월 14일, 라이고 과학협력단 연구진들에 의해 중력파를 검출하는데 성공했다. 질량이 큰 물체가 진동을 하여 발생한 공간의 일그러짐이 파동이 되어 공간으로 퍼져 나가는 것이 바로 중력파이다. 아인슈타인은 일반 상대성 이론을 통해 중력이 주변 공간을 휘게 한다고 하면서 빛도 휘어진 공간을 따라 진행한다고 했다. 그렇다면 도대체 공간의 휘어짐과 중력파란 무엇을 의미하는 것일까? 중력은 태양계 행성들의 움직임의 원인이기도 한데 그렇다면 태양계 행성의 운동과 공간의 휘어짐은 어떤 관련이 있을까?

이 Gravity Well 활동은 실제로 아인슈타인이 중력의 성질을 강의할 때 사용했던 것으로 알려진 비유 방법을 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 물건들을 가지고 모형으로 만들어 학생들이 직접 활동을 해보면서 중력의 성질과 태양계 행성들의 운동을 이해하도록 하는 활동이다. 더불어 100년 만에 검출된 중력파의 존재와 블랙홀의 특징을 추론해볼 수 있다.

탐구목표

- (1) 중력에 의해 공간이 휘어짐을 추론할 수 있다.
- (2) Gravity well 모형을 통해 태양계 행성들의 운동을 설명할 수 있다.

Gravity Well 제작하기

- (1) 외풍차단 특수비닐(이하 특수비닐) 위에 홀라후프를 올려놓는다. 홀라후프 바깥으로 8cm 정도 남도록 특수비닐을 자른다.
- (2) 홀라후프 바깥쪽 면에 양면테이프를 붙인다.
- (3) 양면테이프의 겹질을 벗긴 후 잘라낸 특수비닐 위에 홀라후프를 놓는다.
- (4) 특수비닐이 주름지지 않고 팽팽하도록 부드럽게 잡아당기면서 홀라후프에 특수비닐을 붙인다.
- (5) 헤어드라이기로 양면테이프 붙인 부분을 가열한다. 헤어드라이기는 주름진 부분이 없을 정도로만 적당히 사용하고 특수비닐 면으로부터 10cm 이상 떨어뜨려 사용한다.

- (6) 종이컵을 3개씩 겹쳐 높이를 맞게 하고 뒤집어서 바닥에 놓고 훌라후프의 받침으로 사용한다. 놓는 위치는 12시, 3시, 6시, 9시 위치이고 정사각형이 되도록 놓아 균형을 맞춘다.
- (7) 훌라후프의 바닥, 즉 특수비닐이 말려있는 면이 컵 윗면에 닿도록 놓는다.



그림 18. Gravity Well



그림 19. 탐구활동 모습



그림 20. 드라이기 사용 모습

Gravity Well 탐구하기

- (1) Gravity Well이 평평한 면이 되도록 만들고 수평을 맞춘다.
- (2) 한 개의 작은 공을 임의의 직선 방향으로 굴린다.
- (3) Gravity Well의 가장자리를 따라 두 개의 작은 공들을 순차적으로 굴린다.
- (4) 가장 작은 공부터 큰 공의 순서로 중력 우물 중심부에 놓고 특수비닐의 변화를 관찰하고 비교한다. 관찰 후에는 헤어드라이기를 사용하여 특수비닐을 팽팽하게 만든다.
- (5) 두 개의 작은 공들을 반대 방향으로 원을 그리며 굴린 후 그 사이로 중간 크기의 공을 굴린다.
- (6) 중간 크기의 공을 Gravity Well 중심에 놓고 작은 공 하나를 Gravity Well 가장자리를 따라 원을 그리며 굴린다.
- (7) 질량이 같은 중간 크기의 공 두 개를 Gravity Well 가장자리를 따라 원을 그리며 순차적으로 굴린다.
- (8) 가장 큰 공을 가운데 놓고 가장 작은 공과 중간 크기의 공을 Gravity Well 가장자리를 따라 원을 그리면서 굴린다.

GRAVITY WELL

활동목적

- 중력에 의해 공간이 휘어짐을 추론할 수 있다.
- Gravity well 모형을 통해 태양계 행성들의 운동을 설명할 수 있다.

준비물

- 훌라후프, 외풍차단 특수비닐, 양면테이프, 헤어드라이기, 가위, 종이컵, 쇠구슬(5mm, 30mm, 50mm)

활동방법

- 중력파를 음파로 변형한 파일 들어보기 <https://www.youtube.com/watch?v=szTHVJ9PJsk>
- Gravity Well 제작하기
- Gravity Well 탐구하기

- (1) Gravity Well이 평평한 면이 되도록 만들고 수평을 맞춘다.
- (2) 한 개의 작은 공을 임의의 직선 방향으로 굴린다.
- (3) Gravity Well의 가장자리를 따라 두 개의 작은 공들을 순차적으로 굴린다.
- (4) 가장 작은 공부터 큰 공의 순서로 중력 우물 중심부에 놓고 특수비닐의 변화를 관찰하고 비교한다. 관찰 후에는 헤어드라이기를 사용하여 특수비닐을 팽팽하게 만든다.
- (5) 두 개의 작은 공들을 반대 방향으로 원을 그리며 굴린 후 그 사이로 중간 크기의 공을 굴린다.
- (6) 중간 크기의 공을 Gravity Well 중심에 놓고 작은 공 하나를 Gravity Well 가장자리를 따라 원을 그리며 굴린다.
- (7) 질량이 같은 중간 크기의 공 두 개를 Gravity Well 가장자리를 따라 원을 그리며 순차적으로 굴린다.
- (8) 가장 큰 공을 가운데 놓고 가장 작은 공과 중간 크기의 공을 Gravity Well 가장자리를 따라 원을 그리면서 굴린다.

- 탐구보고서 작성하기

기대효과

- 아인슈타인의 일반 상대성 이론에서 말하는 중력의 의미를 모형을 통해 이해할 수 있고, 태양계 행성 운동의 원리를 모형을 통해 설명할 수 있다. 또한 라이고를 통해 발견된 중력파를 추가적으로 탐구하고 싶은 호기심을 가질 수 있다.

Gravity Well 탐구 보고서

탐구 목표	<p>1) 중력에 의해 공간이 휘어짐을 추론할 수 있다.</p> <p>2) Gravity well 모형을 통해 태양계 행성들의 운동을 설명할 수 있다.</p>
준비물	<p>· 탐구활동지, 홀라후프, 외풍차단 특수비닐, 양면테이프, 헤어드라이기, 가위, 종이 컵, 쇠구슬(5mm, 30mm, 50mm)</p>
탐구 과정 및 결과	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gravity Well이 평평한 면이 되도록 만들고 수평을 맞춘다. 2. 한 개의 작은 공을 임의의 직선 방향으로 굴린다. <ul style="list-style-type: none"> - 관찰내용: 3. Gravity Well의 가장자리를 따라 두 개의 작은 공들을 순차적으로 굴린다. <ul style="list-style-type: none"> - 관찰내용: 4. 가장 작은 공부터 큰 공의 순서로 Gravity Well 중심부에 놓고 특수비닐의 변화를 관찰하고 비교한다. <ul style="list-style-type: none"> - 질량에 따른 Gravity Well의 휘어짐의 깊이 비교: - 휘어짐의 깊이가 다른 이유는 무엇일까? 5. 두 개의 작은 공들을 반대 방향으로 원을 그리며 굴린 후 그 사이로 중간 크기의 공을 굴린다. <ul style="list-style-type: none"> - 관찰내용: - 위와 같은 현상이 일어난 원인을 설명하면? 6. 중간 크기의 공을 중력 우물 중심에 놓고 작은 공 하나를 Gravity Well 가장자리를 따라 원을 그리며 굴린다. <ul style="list-style-type: none"> - 작은 공은 어떻게 운동하는 가? - 중간 크기의 공에 접근할 때 작은 공의 속도 변화는? 7. 질량 같은 중간 크기의 공 두 개를 중력 우물 가장자리를 따라 원을 그리며 순차적으로 굴린다. <ul style="list-style-type: none"> - 관찰내용: 8. 가장 큰 공을 가운데 놓고 가장 작은 공과 중간 크기의 공을 중력 우물 가장자리를 따라 원을 그리면서 굴린다. <ul style="list-style-type: none"> - 중심부의 공의 질량이 굉장히 커진다면?

주제3_ 소리의 발생과 측정

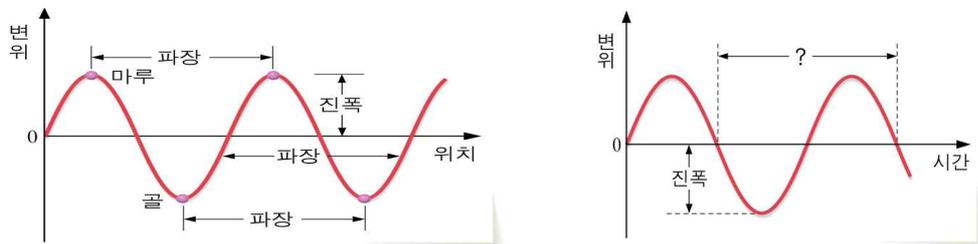
전북과학교사교육연합회
이리고등학교 황 문 규

I. 파동과 소리

1. 파동

가. 파동의 정의

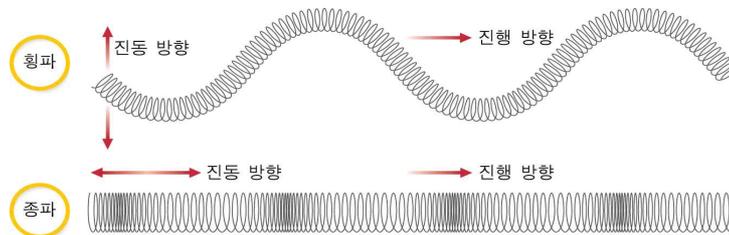
- 1) 진동: 제자리에서 왕복 운동을 반복적으로 하는 현상
- 2) 파동: 진동이 퍼져나가는 현상. 진폭, 파장과 진동수, 주기로 나타낸다.



- ① 파장(λ): 골에서 골까지, 또는 마루에서 마루까지의 거리를 나타낸다.
- ② 진동수(f): 1초 동안 진동하는 횟수로, 단위는 Hz를 사용한다.
- ③ 주기(T): 한 번 진동하는 데 걸리는 시간으로, 단위는 s(초)를 사용한다.
- ④ 주기와 진동수의 관계: $T = \frac{1}{f}$ 또는 $f = \frac{1}{T}$
- ⑤ 파동의 파장 λ , 파동의 진동수 f , 파동의 속도 v 일 때, 속도는 $v = f\lambda$

3) 파동의 종류

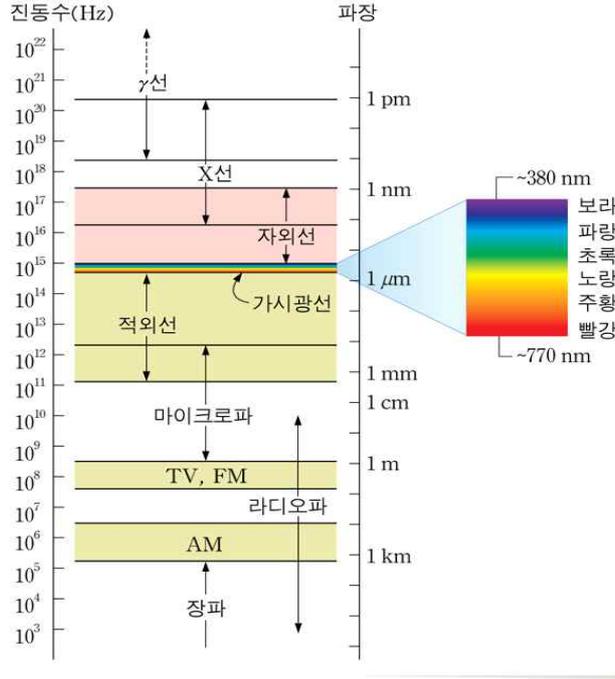
- ① 횡파: 파동의 진행 방향과 진동방향이 수직인 파동
- ② 종파: 파동의 진행 방향과 진동방향이 수평인 파동



⇒ 역학적 파동은 매질의 특성이 파동 속도를 결정한다. 즉, 기체에서 소리속도는 공기의 성분이나 온도에 따라 달라진다.

- ③ 전자기파(빛)

전파(라디오파, 단파, 초단파, 마이크로파), 적외선, 가시광선, 자외선, X선, γ 선으로 분류되며 전기장파와 자기장파가 함께 엉켜서 이동하는 파동으로 매질 없이 진행가능하며 횡파이다.



④ 탄성파 : 일반적인 파동으로 소리, 지진파, 용수철 파동 등

2. 파동에너지

가. 파동 표현식

$$y(x,t) = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right), \quad y(x,t) = A \sin 2\pi (kx - \omega t)$$

여기에서 $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ 이고, 파수(wave number)

여기에서 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 이고, 각속도(angular velocity)

나. 파동의 세기

1) 매질 한 점의 단진동에너지 E

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \cos^2 \omega t + \frac{1}{2} k A^2 \sin^2 \omega t \\ &= \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} k A^2 = \text{일정} \end{aligned}$$

매질 변위 $x = A \sin \omega t$, 매질 속력 $v = \frac{dx}{dt} = A \omega \cos \omega t$

매질 단진동 힘 $F = -kx = -m\omega^2 x$ 에서 $k = \frac{2\pi}{\lambda} = m\omega^2$

$$E = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = 2\pi^2 m f^2 A^2 \quad (\because \omega = 2\pi f)$$

2) 파동에너지 U : 단위 부피 속에 포함된 매질의 진동에너지.

$$U = \frac{E}{V} = 2\pi^2 \rho f^2 A^2 \quad (\rho = \frac{m}{V})$$

m은 진동매질의 질량, V 진동매질의 부피

⇒ 파동에너지 U는 매질의 밀도, 진동수의 제곱과 진폭의 제곱에 비례하고 파동에너지 U가 단위 부피속의 에너지이므로 이동 시간 1초에 얼마의 파동 부피가 도착하느냐가 파동의 세기이므로 파동의 속도를 곱하면 파동세기가 된다.

3) 파동의 세기 I : 파동진행에 수직인 단위면적을 단위시간당 지나는 파동에너지

$$I = \frac{E}{St} = \frac{Ux}{t} = Uv = 2\pi^2 \rho f^2 A^2 v$$

평면파 파동세기 : 전달되는 동안 파동의 세기 I가 불변

구면파 파동세기 : $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ ($J/m^2 \cdot s$), 거리에 따라서 감소

P는 파원이 매초 당 방출하는 에너지(일률 값)

⇒ 평면파는 파원의 단면적이 그대로 이동하기 때문에 파동의 세기가 변하지 않고 구면파는 $4\pi r^2$ 만큼 표면적이 커지므로 단위 면적당 도달세기가 작아진다.

3. 파동의 성질

직진, 반사, 굴절, 회절, 간섭, 독립성

가. 파동의 반사현상

반사의 법칙 : 입사파동과 반사파동이 반사면에 같은 각을 이루는 것

나. 파동의 굴절현상

파동이 다른 매질로 진행할 때 매질의 경계면에서 진행방향이 꺾이는 것
(원인 : 매질마다 파동의 속도가 다르기 때문)

$$\text{굴절법칙 : } \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \quad (v_1, v_2 \text{는 두 매질의 속력이고 } \theta_1, \theta_2 \text{는 매질 면}$$

과 수직인 법선과 파동진행방향이 이루는 각)

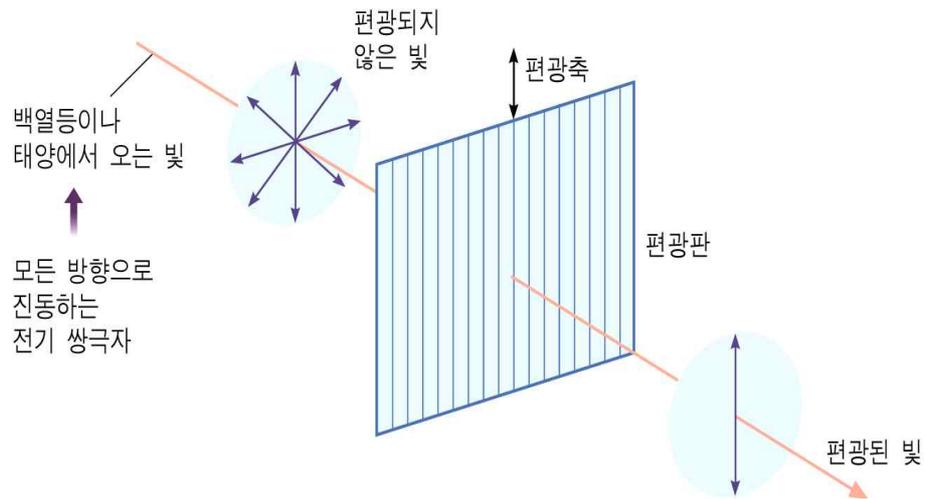
다. 파동의 회절현상

파동이 장애물의 틈이나 가장자리에서 직진하지 않고 휘어지며 회전하는 성질

라. 파동의 간섭현상

두 개 이상의 파동이 같은 위치에서 만나서 합성되어 새로운 파동이 되는 것

마. 빛의 편광 현상



II. 정상파(standing)

1. 정상파의 이해

가. 정상파(standing wave)의 정의

반대방향으로 진행하는 두 개의 똑같은 파동(파장, 진동수, 전달속도, 진폭이 같음)이 계속적으로 합성될 때 만들어짐

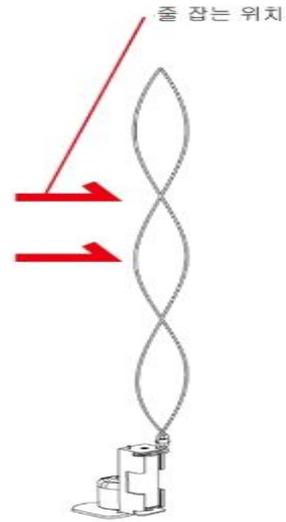
나. 줄에서 정상파(현악기-기타)

1) 줄에서 파동속도 : v

$$v = \sqrt{\frac{T}{\rho}} = f_n \lambda_n$$

T는 줄의 장력, $\rho = \frac{\text{선질량}}{\text{선길이}} = \text{선밀도}$

2) 줄에서 정상파(양쪽 고정 또는 양쪽 자유) 형태



기본 진동	2배 진동	3배 진동
$\lambda_1 = 2l, f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2l}$	$\lambda_2 = l, f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{l} = 2f_1$	$\lambda_3 = \frac{2l}{3}, f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{3v}{2l} = 3f_1$

기본진동($\lambda_1 = \frac{2l}{1}$), 2모드진동($\lambda_2 = \frac{2l}{2}$), 3모드진동($\lambda_3 = \frac{2l}{3}$), n모드진동

$$(\lambda_n = \frac{2l}{n}), \quad f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

(주어진 장력 T , 선밀도 ρ , 길이 l 에 대해 기본진동, 2모드진동, n모드진동의 정상파가 생길 수 있으며 이때의 주파수를 알 수 있다.)

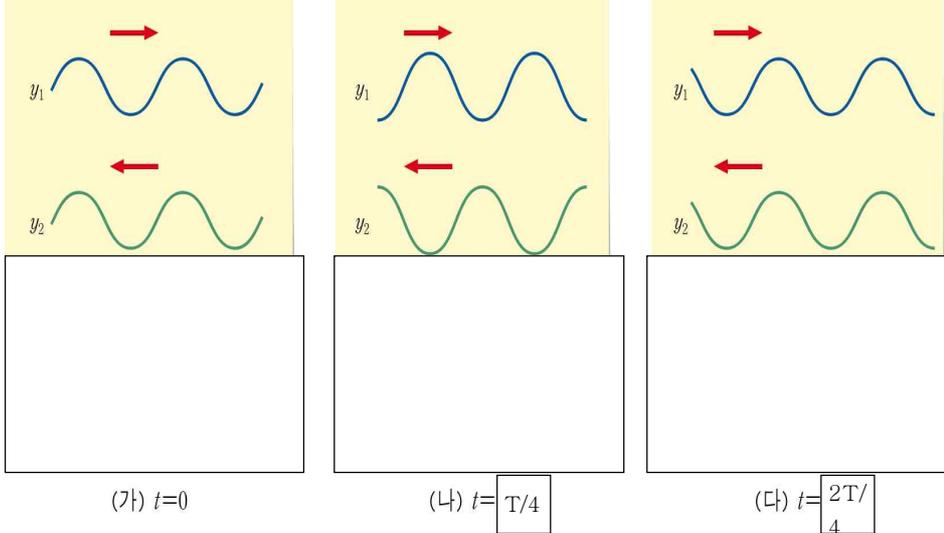
3) 정상파 실험(미니 정상파 실험기)

줄의 진동수 f (고유값) → 줄의 상태($T = mg$, ρ 값) 결정됨 → 줄의 파장 λ 불변 → 줄의 길이 l 을 바꿔가며 모드 결정

줄의 파장 λ 계산 : $\lambda = 2(l_2 - l_1) = 2(l_3 - l_2) = \dots$

<생각해 보기>

아래의 두 파동이 겹친 모습을 큰 네모에 그리고, 작은 네모 빈칸에 들어갈 파동의 시간을 주기 T 로 나타내시오.



다. 관에서 정상파

1) 관에서 파동속도 : v

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = f_n \lambda_n \quad , \quad B \text{는 매질 부피탄성률, } \rho = \frac{\text{질량}}{\text{부피}} = \text{체적밀도}$$

2) 관에서 정상파(양쪽 열림 또는 양쪽 막힘) 형태(관악기-리코더, 플룻)

기본 진동	2배 진동	3배 진동
$\lambda_1 = 2l, f_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l}$	$\lambda_2 = l, f_2 = \frac{v}{l} = 2f_1$	$\lambda_3 = \frac{2l}{3}, f_3 = \frac{3v}{2l} = 3f_1$

기본진동($\lambda_1 = \frac{2l}{1}$), 2모드진동($\lambda_2 = \frac{2l}{2}$), 3모드진동($\lambda_3 = \frac{2l}{3}$) n모드진동

$$(\lambda_n = \frac{2l}{n})$$

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

(주어진 매질 부피탄성률 B , 체적밀도 ρ , 관의 길이 l 에 대해 기본진동, 2모드진동, ..., n모드진동의 정상파가 생길 수 있으며 이때의 주파수를 알 수 있다.)

3) 관에서 정상파(한쪽 막힘) 형태(관악기-클라리넷, 팬플룻)

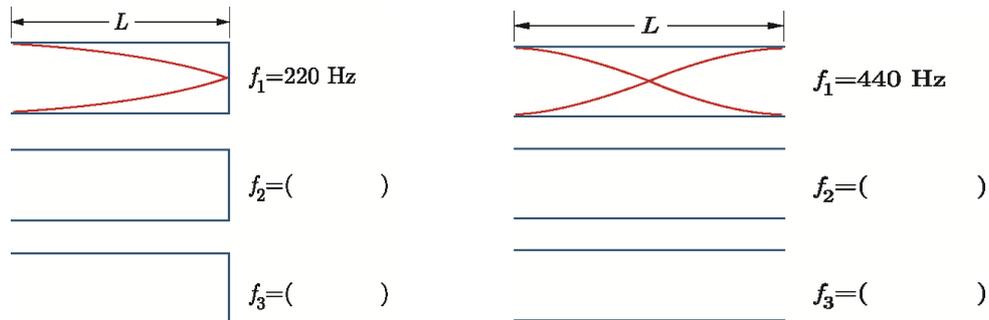
기본 진동	3배 진동	5배 진동
$\lambda_1 = 4l, f_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4l}$	$\lambda_3 = \frac{4l}{3}, f_3 = \frac{3v}{4l} = 3f_1$	$\lambda_5 = \frac{4l}{5}, f_5 = \frac{5v}{4l} = 5f_1$

기본진동($\lambda_1 = \frac{4l}{1}$), 2모드진동($\lambda_2 = \frac{4l}{3}$), 3모드진동($\lambda_3 = \frac{4l}{5}$) n모드진동

$$(\lambda_n = \frac{4l}{2n-1})$$

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{(2n-1)}{4l} \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

⇒ 관악기에서 대부분 기본진동이 생기므로 관의 길이가 길어지면 주파수가 작아져서 낮은 음정이 되고 관의 길이가 짧아지면 높은 음정이 된다.



⇒ 헬륨기체를 들이 마시고 목소리를 내면 소리를 전달하는 매질이 공기보다 매우 분자량이 작아 매질 분자운동속가 커져 높은 음정의 소리가 나온다.

4) 기주공명 실험(미니 기주공명실험기)

스피커의 진동수 f (고유값) → 공기상태(B, ρ 값) 불변 → 소리의 파장 λ 가 불변 → 관의 길이 l 을 바꿔가며 모드 결정, 몇 모드짜리 정상파인지 알아낸다.

소리의 파장 λ 계산 : $\lambda = 2(l_2 - l_1) = 2(l_3 - l_2) = \dots$



Ⅲ. 소리의 이해

1. 소리

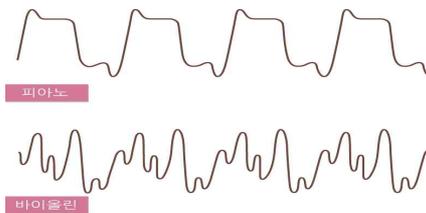
가. 소리의 발생

- 1) 물체 진동(충격) → 전달매질(공기, 액체, 고체 등) → 귀 → 뇌 인식
※ 진동은 이동 과정에서 진동수가 변하지 않는다.
- 2) 소리 : 귀로 인식하는 진동 주파수(가청주파수 16Hz ~ 2만Hz)
- 3) 초음파 : 사람의 귀로 인식할 수 없는 높은 주파수 2만Hz 이상의 진동
- 4) 가청주파수(가청주파수 체커) : 사람이 들을 수 있는 소리의 진동수



나. 소리의 3요소

- 1) 파동의 진폭(음의 크기),
- 2) 파동의 진동수(음의 높낮이),
- 3) 파동의 모양(음색)



▲ 피아노와 바이올린의 파형

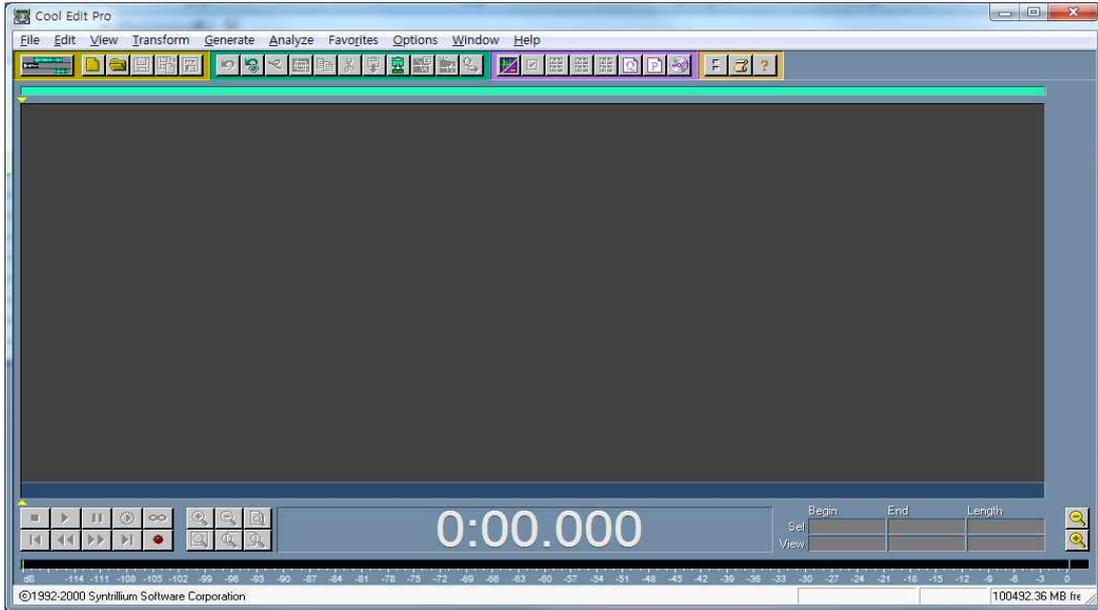
다. 소리의 성질

- 1) 파동이므로 반사, 굴절, 회절, 간섭 모두 일으킴

2. 소리분석

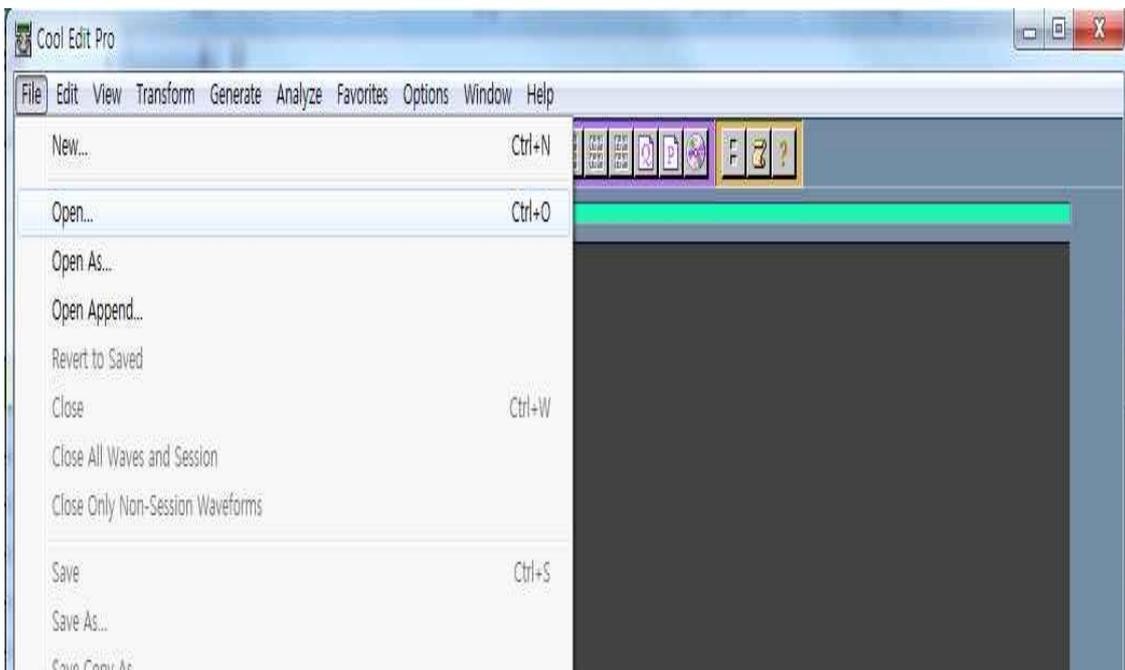
가. Cool Edit 설치 파일을 폴더에 복사한 후 setup 실행하여 설치 및 바탕화면

또는 메뉴의 Cool Edit 실행단추 클릭 

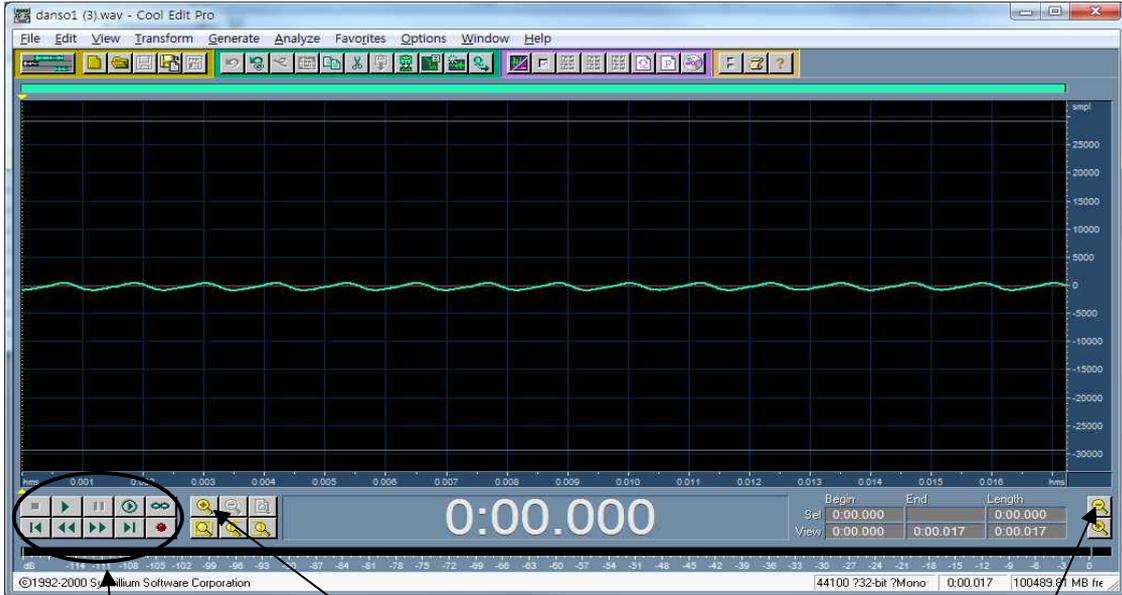


시작화면 왼쪽 하단 적색 원형버튼을 눌러 소리를 녹음할 수 있음.
빨대 피리, 폴피리(백빅이), 리코더, 스위스호른 등

나. Cool Edit에서 녹음된 파일 불러오기



다. Cool Edit에서 불러온 녹음파일



녹음, 재생

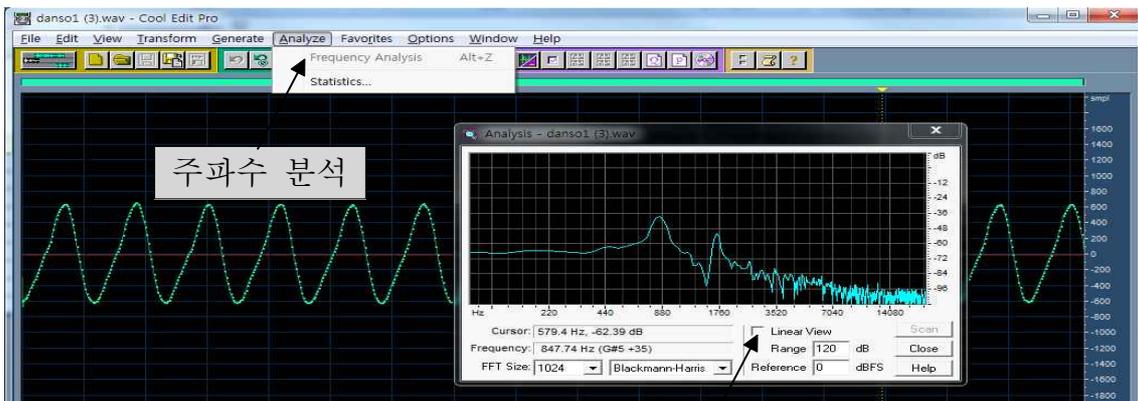
시간확대

진폭확대

- * 가로축 : 시간(진동 주기) / 세로축 : 진폭(세기)
- * 마우스 드래그 : 시간 축에서 일부 구간만 선택 가능 (오른쪽 하단에 Set 칸에 선택구간의 시간 표시됨)- 편집 또는 재생 시 활용

라. 진동수 분석(푸리에 분석)

메뉴바의 Analyze-Frequency Analysis 클릭



로그스케일

- * Linear View 체크 선택 : 주파수 선형 보기(등간격)
- * Linear View 체크 해제 : 주파수 로그스케일로 보기(낮은 주파수 자세하게 보기)
- * 보고서 작성 : 필요한 화면을 캡처(Alt+PrtScr)하여 그림판프로그램에서 편집하여 사용한다.

소리파일을 캡처한 모습(y축 : 진폭, x축 : 시간)



STEAM활동 : 빨대로 회전하는 뉴턴 제작



가. 준비 작업

- 1) 재료 및 도구 : 빨대 $\phi=5\text{mm}$, $\phi=7\text{mm}$, 풀피리 $\phi=5\text{mm}$, 스카치테이프, 가위, 1구 펀치
- 2) 회전축 제작 : 빨대($\phi=5\text{mm}$) 끝 30mm 지점의 옆구리에 1/3 가량 구멍(가위 또는 펀치 이용)을 뚫는다.
- 3) 회전날개 제작 : 빨대($\phi=7\text{mm}$)를 회전날개 한 개($L=50\sim 150\text{mm}$), 고정대 두 개($L=10\text{mm}$)로 잘라 놓는다.
- 4) 회전날개 구멍 뚫기 : ($\phi=7\text{mm}$, $L=50\sim 150\text{mm}$)의 정 중앙에 펀치를 이용하여 $\phi=6\text{mm}$ 의 구멍을 뚫는다.

나. 결합 및 기초 작업

- 1) 순서대로 회전축빨대($\phi=5\text{mm}$)에 회전날개 고정대, 회전날개, 회전날개 고정대 순서로 끼운다.
- 2) 회전축 빨대의 뚫어놓은 구멍 중앙에 회전날개가 오도록 하고 양쪽 회전날개 고정대 두 개를 위와 아래에서 약간의 유격을 두어 고정한다(테이프 이용)

다. 바람구멍 작업

- 1) 회전축 상단 막기 : 회전축 끝(회전날개 있는 쪽)에 풀피리를 끼운다.
- 2) 회전날개 바람구멍 만들기 : 회전 빨대의 끝을 회전축과 수직하게 눌러 테이프로 붙인 다음 한쪽 귀를 잘라낸다.(반대쪽도 동일하게)

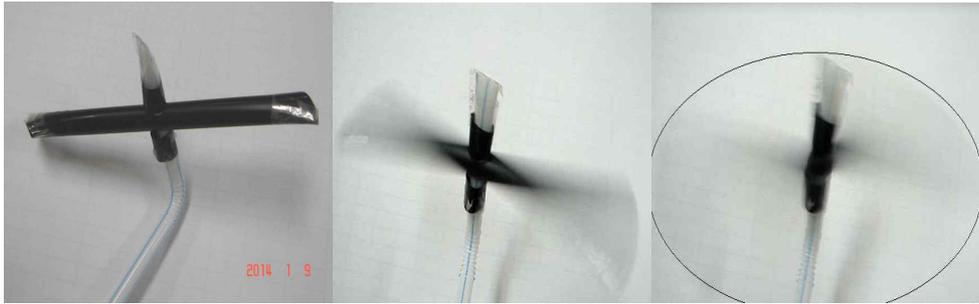
라. 작동 및 조절

회전축 빨대의 아래 부분을 입에 물고 힘차게 불면 회전날개 빨대가 회전한다.

* 회전하지 않는다면

- 회전날개 바람구멍이 회전하려는 반대 방향에 뚫려 있는지 확인(작용-반작용)

- 회전날개가 축의 구멍 중앙에 위치하도록 조정한다.(조립의 문제)
- 회전날개와 고정대가 너무 세게 조이고 있는지 확인한다.(마찰력)



완성된 모습

회전하는 빨대

회전하는 빨대

마. 작동원리

회전축 빨대에 바람을 불어 넣으면, 회전축에 뚫린 구멍을 통해 회전날개의 양 끝으로 이동한 공기는 비스듬하게 뚫린 구멍으로 뿜어져 나간다. 공기가 뿜어져 나가는 작용과 동시에 반대방향으로 회전날개가 반작용의 힘을 받아 회전한다.

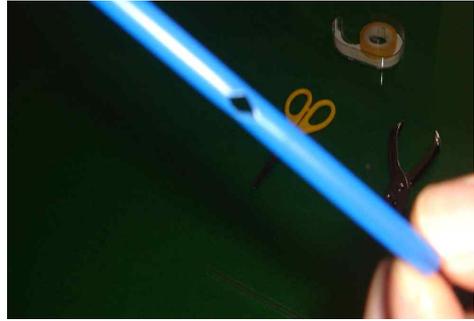
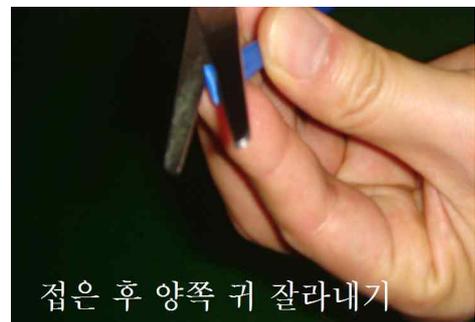
응용 : 풍선헬리콥터 조립 및 체험



< 생각해 보기 >

1. 헬리콥터의 프로펠러는 어느 방향으로 회전하는가?
2. 헬리콥터가 떠오르는 이유는 무엇이라고 생각하는가?
3. 헬리콥터에 적용된 과학적 원리는 무엇인가?
4. 이 장난감을 개선한다면?

빨대로 회전하는 뉴턴 제작





테이핑 : 굵은 빨대 끝 막기
양쪽 두군데



컷팅 굵은 빨대 한쪽 모서리
및 빨대 반대쪽 모서리



바람과 함께 힘차게 돌아가는 빨대

주제4_분자요리사

간장 젤리 에그 카나페 만들기

화학을 사랑하는사람들의모임

화순북면중학교 이경미

1. 분자요리사

좋아하는 음식, 맛있는 음식은 사람을 행복하고 즐겁게 만드는 마력이 있다. 텔레비전 프로그램 중에 요리 관련 프로그램이 많아서 인지 '먹방 요정'이니 '먹선수' 집 밥선생' 같은 새로운 단어들도 나오게 되었다.

사람에게는 색다른 것이 먹고 싶다는 충동과 낯선 음식에 두렵지만 먹고 싶다는 유혹을 느낀다고 한다. 이런 충동과 유혹에서 인지 20세기말 서양에서는 외국 물리학자들이 요리를 분자 수준으로 활발하게 연구하기 시작했고, 다른 한편으로는 혁신파 요리사들이 실험실이나 있을 법한 기구와 기기를 들고 아무도 본적이 없는 참신한 요리를 만들어 내면서 과학과 요리가 만나 '분자 가스트로노미(Molecular Gastronomy)', '분자 미식학(分子美食學)', '분자요리'라고 불리면서 많은 관심을 일으켰다.

우리나라의 경우 '요리'와 '창의' 좀처럼 어울릴 것 같지 않은 조합이지만 요리에 '창의' 바람이 불면서 텔레비전 프로그램에 소개되는 요리사가 대단한 인기 스타가 되었다. 스타 요리사들이 많아지면서 요리에 관심을 보이는 사람들이 늘었다.

요리에 창의를 결합시킨 분자요리에 대해 알아봅시다.

'분자요리(Molecular Cuisine)란 요리와 과학이 결합한 것으로, 분자(分子)의 구조를 변화시켜 만든 요리를 말한다. 과학적 방식으로 새로운 맛을 내거나, 물리·화학적 변화를 통한 조리법으로 색다른 음식을 만들어낸다. 음식의 질감과 조직, 요리과정 등을 분석·개발하는 등 분자요리를 연구하는 학문은 '분자 요리학(Molecular Gastronomy)'이라 한다.

분자요리 혹은 분자요리학은 1988년 헝가리 물리학자 니콜라스 쿠르티(Nicholas Kurti)와 프랑스 화학자 에르베 티스(Herve This)에 의해 만들어졌다. 당시 요리의 물리·화학적 측면을 연구하던 두 과학자는 이 분야에 '분자 물리 요리학'(Molecular and Physical Gastronomy)'이라는 이름을 붙였으며 쿠르티의 사망 이후 '분자 요리학'이 대표 이름으로 정착되었다.

재료의 질감이나 조직을 물리·화학적으로 상태를 바꿔 맛을 내는 것이 분자요리의 특징이다. 액화 질소를 사용해 알코올을 셔벗처럼 만들거나 젤라틴을 사용해 우유 거품으로 인절미나 푸딩을 만드는 것 등이 대표적이다.

일반 요리를 재분석하고 분자 요리 기법을 가미시켜 요리를 만드는 사람들을 분자 요리사라고 하는데, 최초로 전 세계 요리업계를 뒤흔들기 시작한 셰프는 스페인 카탈루냐 지방에 있는 '페란 아드리야라'는 레스토랑의 엘부이(EI Bulli)다. 그는 1997년 미슐랭 가이드에서 최고 등급인 별 세계를 받았다. 2006년부터 4년 연속 세계 최고의 레스토랑 1위에 선정되었고, 세계에서 가장 예약하기 힘든 레스토랑으로 명성을 떨쳤다. 2011년 문을 닫은 레스토랑은 2014년 새로이 엘부이 재단을 설립했다.

페란 아드리야는 독창적인 요리를 만들고 여러 가지 새로운 조리법을 개발했다는 점에서 높이 평가받는 셰프로 요리업계에 준 혁명은 레시피와 조리법을 포함한 모든 정보를 공개하는 시스템 구축, 창의적 요리에 팀워크를 강조 젊은 요리사들의 집단지식, 요리의 발전은 과학의 융합과 같은 협업의 필요성을 역설한 것이다.

엘부이는 요리의 발전에 기여했을 뿐만 아니라 다양한 분야의 전문가들이 요리와 조리에 관심을 보임으로써 식품학, 농예화학, 조리기구, 새로운 맛과 질감에 대한 연구, 조리과정에 물리적 화학적 변화를 탐구에 과학자들이 참여하게 되었다.

요리에 종사하는 직종의 다양화가 이루어진 것이다. 따라서 분자 요리사가 되는 길은 다양하다. 요리사의 자격을 갖추고 자신이 잘 할 수 있는 분야에서 전문지식을 쌓아 음식을 먹는 수많은 사람들의 눈과 입을 즐겁게 하는 요리를 하는 사람들을 말한다.

21세기 무궁한 발전이 이루어질 유망 직종인 것이다.

분자 요리사들은 음식을 만들 때 요리에 집중하는 분야가 조금씩 다르다. 엘부이의 식자재로 거품을 만드는 에스푸마라는 조리법이 유명한 것처럼 셰프에 따라 재료 종류의 변화, 식감의 변화, 재료 상태의 변화 등을 추구한다. 재료 상태의 변화와 분자요리에 쓰이는 재료와 기법에 대해 알아봅시다.

2. 분자요리에 쓰이는 재료와 기법

1. 분자 요리 재료

- Agar agar: 한천, 우뚝가사리 가루로 교질화제로 많이 쓰이는 재료다.
- Carrageenan: 카라게닌은 바닷말에서 추출한 콜로이드로 젤리, 유제품 등의 안정제, 점도 조절제로서 흔히 화장품 크림을 만드는데 많이 쓰인다.
- Calcium Chloride : 화학복합물로 일종의 방부제로써 치즈를 가공할 때 사용한다. 알긴산염(sodium alginate)과 더불어 액상 형태의 재료를 철갑상어 알과 같이 표면이 부드럽고 둥글게 만드는데 사용한다.
- Dextrose: 우선당(右旋糖)은 반죽이 부풀어 오르는 시간을 최대한 줄이는 역할을 한다(McGee 2003).

- Glucose: 포도당으로 흔히 쓰는 물엿(starch syrup)이다. 물엿은 설탕의 재결정화를 늦추고 수분 감소를 억제하는 작용을 한다.
- Lecithin: 레시틴은 계란과 대두, 곡물의 씨눈, 간 등에서 추출한 천연 유화제(emulsifier)로서 항산화 작용, 이형 작용, 분산 작용을 한다. 초콜릿, 마가린, 버터 등에서의 점도 저하를 막고, 보수작용, 기포 소포작용, 전분이나 단백질과의 결합성 등 때문에 다양한 방면에서 유용하게 활용되는 물질로서, 수십 년간 식품분야에서 가장 널리 이용된 식품첨가물이다. 현재 많이 사용하는 거품소스를 만들 때, 거품의 안정제 역할로도 많은 셰프들이 사용하고 있다. MaGee 2003).
- Liquid Nitrogen: 액화질소로 형태를 만들기 어려운 재료를 급속 냉각시켜서 원하고자 하는 모양을 만들 때 사용한다.
- Methylcellulose: 복합구조의 설탕화합물로 비교적 찬 음식, 아이스크림, 샐러드소스 등과 같은 음식을 젤이나 시럽으로 만들어주는 재료이다.
- Sodium Alginate: 알긴산염으로 해초에서 추출한 재료로 재료를 교질화(膠質化) 혹은 젤로 만드는데 이용하는데, 보통 둥근 생선알 모양의 음식을 만들 때 사용한다.
- Sodium Citrate: 구연산나트륨으로 무취, 무색, 수용성의 결정 또는 입상(粒狀) 분말로서 향응고제로 식품, 의약에서 널리 쓰이고 있는 첨가제이다.
- Tapioca Maltodextrin: 일종의 변형전분으로 지방질의 재료를 굳게 하거나 안정화시키는데 사용한다. 베이컨 기름이나 땅콩 버터와 같은 재료를 굳혀 가루로 만드는데 이용한다.
- Transglutaminase: 일명 '고기접착체'라 불리는 효소로 단백질 응고작용을 도와준다. 조리된 고기조각들을 하나의 큰 덩어리로 만들거나, 생선이나 새우 살만으로 국수나 얇은 종잇장 같이 뽑을 수 있도록 단백질 조직을 단단히 연결해 주는 역할을 한다. 현재 일부 호텔에서 이를 사용해 스테이크용 고기 분할에 따르는 식자재 비용을 절감하고 있다.
- Trimoline: 전화당(轉化糖)으로 트리몰린은 비트나 사탕수수시럽에서 추출한 전화당으로 천연 보습제로서 설탕의 재결정화를 막아주고 반죽의 탄력을 높여줄 뿐만 아니라 착색 효과도 뛰어나서 빵과 같은 재료 반죽을 굽는 시간을 단축시켜 준다.
- Xanthum Gum: 잔탄 검은 옥수수를 발효해서 만든 일종의 점성제(thickening agent)로서, 기존의 옥수수전분, 밀가루 등과 같이 온도 변화에 따라서 점성(thickening power)이 줄어들지 않고 항상 일정한 점성을 유지시켜 주는 재료로 아이스크림과 같은 음식의 안정제로 널리 쓰이고 있다.

2. 분자요리 기법

- 탄산화(Carbonating): 드라이아이스를 이용해 재료를 탄산화시키는 방법으로, 드라이아이스가 물과 결합하면서 이산화탄소를 방출하는 원리를 이용한다. 과일 등의 수분이 있는 재료를 드라이아이스와 접촉시켜서 재료에 탄산을 넣는 기법이다.
- 수 비드/진공조리법(Sous Vide Cooking, Vacuum Cooking): 수 비드(sous vide)라는 말은 '진공 상태'라는 프랑스어로, 1970년대 프랑스 과학자와 요리사들에 의해 개발된 조리법이다. 물은 100°C에서 끓지만 음식 재료들은 그 이하의 온도에서 익기에 가능한 기법으로, 플라스틱으로 된 속에 재료를 넣고 진공포장을 한 뒤, 끓는 점 아래 대략 60°C 정도에서 천천히 장시간 조리한다. 이는 재료의 맛과 향뿐만 아니라 부드러운 촉감을 최대한 살릴 수 있다는 장점을 지니고 있다.
- 거품추출법(Foam Abstract Presentation): 거품추출법으로 유화제(emulsifier)나 교질화제(gelling agent)를 아산화질소(nitrous oxide)가 들어있는 고압 통에 재료를 넣어 거품소스를 만들어 내는 방법이다.
- 구체화(Spherification): 구체화(球體化)는 알긴산염(sodium alginate)과 칼슘(calcium)이 반응해서 굳어지는 성질을 이용하는 조리 방법이다. 알긴산염과 과일주스 등의 액체재료를 섞어 주사기나 스푼에 넣고, 이것을 젖산칼슘(calcium lactate)나 염화칼슘(calcium chloride)이 들어있는 용기에 액체를 떨어뜨려서 마치 둥그런 생선알처럼 만드는 방식으로 엘부이의 페란 아드리아(Ferran Adria)의 apple caviar가 그 예이다.

음식명	재료	조리법	기구	나라
Melon Cantaloupe caviar	Algin, calcic	Spherification	Syringe	Spain
Reverse Spherical cured ham croquette	Algin, gluco, xanthan	Reverse spherification	Thermomix	Spain
Terrine of basil	Agar	Gelification		Spain
Frozen parmesan air	Lecithin	Emulsification	Thermomix	Spain
Iberian ham cream	Xanthan gum	Espesantes	Thermomix	Spain
Hazelnut shorts	Nitrogen	Frozen		Spain

Nitro-Scrambled egg and bacon ice cream	Nitrogen	Frozen		UK
Black current sponge cake	Carrageenan	Gel		USA
Shrimp noodle	Transglutaminase	Meat Gul		USA
Foamed pumpkin with fennel confit in cube	Agar	Sous-vide	Clifton food range	France

3. 간장 젤리 에그 카나페 만들기

준비물 :

가열기구, 한천, 간장, 얼음(또는 냉장고). 냄비, 생수, 거품기, 알루미늄 일회용 접시, 찢 달걀, 크래커, 케첩, 디스플레이 접시

실험방법

- ① 냄비에 생수와 간장을 넣어 적당히 간을 맞춘다.
- ② 간을 맞춘 냄비에 한천을 1-2스푼 넣고 거품기로 잘 저어 한천을 풀어준다.
- ③ ②를 가열 기구 위에 올리고 한 방향으로 저으면서 가열한다.
- ④ 간장 액이 끓으면 30초 정도 더 가열한 후 불을 끈다.
- ⑤ 간장 액을 일회용 알루미늄 그릇에 붓고 식힌 후 냉장고나 얼음을 이용하여 굳힌다.
- ⑥ 젤리 간장이 굳으면 원하는 모양으로 자른다.
- ⑦ 찢 달걀의 껍질을 벗기고 5mm 간격으로 자른다.
- ⑧ 크래커 위에 자른 달걀을 놓고, 그 위에 간장 젤리를 올린다.



⑨ 간장 젤리 카나페를 먹어 보고 느낌과 수정 보완할 점을 기록한다.

참고자료

캐릭터로 배우는 재미있는 원소생활, 요리후지 분페, 이치.
식탁위의 과학 분자요리, 이시카와 신이치 지음, 끌레마.

주제5_‘하브루타’를 적용한 수업 (기체의 압력과 부피 관계)

화학을사랑하는사람들의모임
순천낙안중학교 고문석

1. 1차 본시수업지도안

지도 교과	과학	지도 교사	고문석
지도 일시	2016년 7월 1일(금) 6교시	지도 대상	1학년
		지도 장소	과학실(1층)
단원명	Ⅲ. 힘과 운동 / 2. 여러 가지 운동 [중단원 마무리]	차시	2 / 2
		교과서	144~145
학습 목표	1. 속력이 점점 증가하는 운동, 속력이 점점 감소하는 운동, 속력이 변하지 않는 운동에 대하여 설명할 수 있다.	수업 모형	모둠학습 하브루타
창의·인성 요 소	문제발견 및 해결력, 확산적 사고/ 배려, 책임감, 공동체의식		
하브루타 수업전략	◎ 친구 가르치기 및 질문 하브루타 배우면서 질문 만들기 → 입장 바꾸기 → 질문 릴레이 하브루타 → 짝과 토론하여 더 나은 질문 선정하기 → 모둠원과 토론하여 더 나은 질문 선정하기 → 질문하기 → 쉬우르(정리)		
학습 자료	• 교과서, 질문지(포스트 잇), 전지1/2, 필기구(매직, 네임펜, 색연필 등)		

학습 단계	학습 내용	교수-학습 활동	인성 교육 중심 요소	수업 형태
생각 열기 (5분) 전시 확인	환경 조성	◎ 출석확인 및 수업 환경 조성	학습준비	전체 학습
		◎ 이전 시간 학습 내용 상기 T: 지난시간에 작성한 ‘비주얼 씹킹’ 내용을 다시 한 번 상기 하면서 발표를 준비하도록 합니다. S: 발표를 하는 조의 학생은 발표준비를 하고 자리에 앉아 있는 학생은 ‘질문 만들기 하브루타’ 및 ‘질문릴레이 하브루타’ 를 준비한다.	공감	모둠 학습

학습 단계	학습 내용	교수-학습 활동	인성 교육 중심 요소	수업 형태
생각 열기 (5분)	학습 동기 유발	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 학습관련 동영상 시청 <ul style="list-style-type: none"> - 속력이란? https://www.youtube.com/watch?v=0pjR-js_rKc	흥미유발 확산적 사고	전체 학습
	학습 목표 제시	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 본시 학습 목표 제시 T: 본시 학습 목표를 제시한다. S: (본시 학습 목표를 읽는다.)	목표인지	개별 학습
개념 알기 (7분)	용어 설명	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 속력이란? ◎ 속력이 일정하게 증가하는 운동? ◎ 속력이 일정하게 감소하는 운동? ◎ 속력이 일정한 운동? 	공감	모둠 학습
생각 나누기 (28분)	과제 발표 (5분)	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 작성된 '비주얼 씩킹' 발표 T: 모둠에서 작성한 '비주얼 씩킹' 학습 자료를 이용하여 발표를 하도록 합니다. S: 발표를 하는 모동원은 자신의 모둠에서 맡은 분야를 발표한다. S: 나머지 학생들은 경청을 한다.	문제 해결력	발표 및 경청
	모둠 활동	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 질문 하브루타 및 질문 릴레이 하브루타 T: 발표를 하지 않는 나머지 모동원은 '질문 만들기 하브루타' 를 시작합니다. T: 질문이 모두 완성 되었으면, 이어서 '질문 릴레이 하브루타' 를 시작하도록 하겠습니다. T: 앞에 앉아있는 모동원과 토론하여 2개의 질문에서 좋은 질문을 하나 선정하도록 합니다. T: 전체 모둠에서 현재 선정된 2개의 질문지 중 가장 좋은 하나의 질문을 선정하도록 합니다. T: 모둠의 장이 대표하여 질문을 읽어보도록 합니다.	배려, 협력 학습	개별 질문 및 대표 질문 선정
	모둠 활동 정리	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 모둠 활동 정리 S: 대표 질문으로 선정된 질문을 토대로 하여 발표를 한 학생이 대답한다. T: 발표학생의 대답을 보충하여 대표질문에 대한 답을 정리한다.		

학습 단계	수업 흐름	교수-학습 활동	인성 교육 중심 요소	수업 형태
개념 알기 (7분)	용어 설명	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 속력이란? ◎ 속력이 일정하게 증가하는 운동? ◎ 속력이 일정하게 감소하는 운동? ◎ 속력이 일정한 운동? 	공감	모둠 학습
생각 정리 (5분)	학습 내용 정리	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 내용 정리 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p><앉아 발표> 전원이 일어난 후 순서를 정해 차례대로 한 명씩 발표를 한 후 자리에 앉는다. - Pass사용 가능!(더 생각할 시간을 갖기 위해서 Pass!를 외칠 수 있지만 모두가 끝난 뒤 발표하게 한다. 그래도 생각이 나지 않아서 할 수 없다면 그냥 앉게 해준다.</p> </div> <p>T: 속력이란? S: 속력 = $\frac{\text{이동거리}}{\text{걸린시간}}$</p> <p>T: 속력이 일정하게 증가하는 운동? S: 자유낙하 운동, 빗면에서 내려오는 운동 등</p> <p>T: 속력이 일정하게 감소하는 운동? S: 잔디 위를 굴러가는 공, 위로 던져 올린 공 등</p> <p>T: 속력이 일정한 운동? S: 회전초밥 컨베이어, 에스컬레이터 등</p>	내용 인지	전체 학습
	형성 평가 차시 예고	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 형성평가 <p>T: 평가 문제를 제시하고 발표하도록 한다. S: 지명 받은 학생은 대답한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 차시예고 <p>T: 다음시간에는 STEAM 적용 “투석기로 고무찰흙 공 날려 보내기” 를 경기하도록 하겠습니다.</p>	내용 인지	전체

2. 2차 본시수업지도안

단 월	VI. 분자 운동과 상태 변화 VI-1. 분자의 운동						2016년 11월 4일	
본시단월	압력에 따라 달라지는 기체의 부피						차시	4 7
학습 목표	1. 교과목표 일정한 온도에서 기체의 압력과 부피는 반비례함을 확인할 수 있다. 2. 인성교육중심 목표 학습에 필요한 내용을 협력과정을 통한 실험결과로 설명할 수 있다.							
인성 지도 요소	정직	책임	존중	배려	공감	소통	협동	
	○	○	○	○	○	○	○	
학습 자료	교사		학생		실험 준비물			
	<ul style="list-style-type: none"> 교과서 교수-학습 과정안 컴퓨터 프로젝터 		<ul style="list-style-type: none"> 교과서 노트 탐구활동지 질문지 		<ul style="list-style-type: none"> 압력계 플라스틱 주사기(60mL) 실린더(구름발생실험장치) 풍선 등 			
인성 교육 중심 수업의 주안점	<ol style="list-style-type: none"> 1) 과학 수업을 통해 탐구 능력을 신장시키는 것은 학생들의 과학적 탐구의 본성을 이해할 뿐 아니라, 다른 분야에서도 문제를 해결하고 합리적 사고를 할 수 있게 해준다. 모둠 학습을 통한 상호 협력의 훈련은 과학 학습에서 매우 중요한 요소이다. 교사는 학습의 주도자가 아닌 조력자가 되어야 한다. 대부분의 학습시간은 학생들의 활동으로 구성되고, 수업 시작 5분과 종료 시 정리 시간만을 교사의 주도적 활동으로 편성한다. 2) 협동을 통하여 학생들은 양보와 인내, 상대에 대한 배려 등 다양한 인성훈련을 할 수 있을 뿐 아니라, 의사소통 능력을 기르고 과학자 사회에서 상호 협력을 통하여 훌륭한 업적들이 만들어지는 과정을 이해할 수 있다. 과학 수업에서의 탐구 과정과 협력학습을 통해 상호 협력의 중요성을 깨닫고 바람직한 과학자의 모습을 배우는 인성교육이 이루어지게 한다. 3) 실험 시간 및 기구 설치 등을 고려하여 실험을 하는데 지장이 없도록 사전 준비를 철저히 하여, 교과 목표와 인성교육중심 학습 목표를 동시에 달성할 수 있도록 교사는 노력한다. 4) 모둠 수업에서 협력학습을 통해 문제를 해결한 후 과제 해결을 위한 실험 결과보고서를 스스로 작성할 수 있도록 하여 자신의 능력에 맞는 자율적인 학습이 되도록 한다. 5) 평가 면에 있어서 개인별 과제 해결 능력에 따른 개인별 평가와 소집단 활동 결과 종합에 따른 소집단 평가를 병행하여 사용하고, 수행평가에 반영 한다. 							

학습 단계	학습 과정	교수·학습 과정	자료 및 지도 상의 유의점
도입 (10분)	-출석 확인 -동기 유발 -학습 목표 제시	·압축실린더를 준비하여 고무풍선을 넣고 내부의 압력을 증가시키면 실린더 속의 풍선이 어떻게 변할지 유추시키고, 충분한 대답이 나오면 직접 실험하여 결과를 보도록 한다. ⇒ 실린더(구름발생장치)를 사용하여 실린더 속의 풍선의 변화를 살펴본다. ⇒ 풍선의 부피가 작아지는 이유를 발표하도록 한다. ⇒ 교과서의 실린더와 압축실린더의 차이점을 발표하도록 한다.(조별 의논하여 칠판에 기록하여 발표한다.) ·이번 시간에는 일정한 온도에서 기체의 압력과 부피는 어떤 관계가 되는지를 알아보도록 해요.	·압축실린더(구름발생실험장치)와 풍선 준비
전개 (30분)	-탐구 실험 진행 -실험 결과 정리 -기체의 압력과 기체의 부피 관계 그래프	<탐구> 기체의 압력과 부피 관계 ·실험 방법 설명 및 준비물 배부 ·순회를 하면서 실험을 할 때 안 되는 부분을 조연하고 실험보고서를 작성할 수 있도록 지도한다. ·기체의 압력을 가로축, 주사기안 기체의 부피를 세로축으로 하여 그래프를 그려 보자. ⇒학생들은 그래프 작성 방법을 학습하지 않아 결과를 그래프로 변환하는데 어려움을 겪는다. 그래프 변환 과정에 대해 설명한 후, 자료를 변환시킬 수 있도록 한다. ·압력이 커질수록 주사기 안의 기체의 부피는 어떻게 되는가? ⇒압력이 커질수록 주사기 안의 기체의 부피는 작아진다. ·기체의 압력과 기체의 부피, 기체의 압력과 부피와의 관계 그래프를 실험과 관련지어 설명하며 정리한다. ⇒온도가 일정할 때 기체에 가해지는 압력이 2배, 3배...로 커지면 기체의 부피는 1/2배, 1/3배, 1/4배로 감소한다.	· 처음 주사기의 부피가 작으면 오차가 클 수 있으므로 되도록 큰 주사기를 사용한다. · 압력계와 주사기의 기기 특성 상 오차가 발생할 수 있으므로 여러 번 측정하여 평균값을 구하여 오차를 줄이도록 지도한다. · 학생들이 주사기를 너무 세게 밀거나 잡아당기면 압력계가 고장이 날 수 있으므로 장난치지 않도록 주의의 준다.
정리(4분)	-학습 내용 정리	·외부 압력 증가 → 기체의 부피 감소 → 기체 분자의 충돌횟수 증가 → 기체의 압력 증가 ·외부 압력 감소 → 기체의 부피 증가 → 기체 분자의 충돌횟수 감소 → 기체의 압력 감소	
차시 예고 (1분)	-차시 예고	·다음 시간에는 온도가 일정할 때의 기체의 압력과 부피와의 관계를 나타내는 분자 모형과 '보일의 법칙'에 대하여 알아보도록 하겠습니다.	

3. 탐구활동지

탐구 보고서

		대단원명	VI. 분자 운동과 상태 변화
		중단원명	1. 분자의 운동
제 목	기체의 압력과 부피 관계	1학년	반
날 짜	년 월 일 요일 교시	번	번
탐구 목표	실험을 통해 일정한 온도에서 기체의 압력과 부피가 반비례 관계임을 확인할 수 있다.		
준비물	압력계, 플라스틱 주사기(100 mL), 구름발생실험장치(실린더 대체용), 스타이로폼 구 등		

탐구과정1

1. 압력장치 안에 풍선을 넣고 압력을 증가시키면서 실린더 속의 풍선의 변화를 관찰하자.

1) 실린더 속의 풍선은 어떻게 변화하였는가?

.....

2) 실린더 속의 풍선의 부피가 변하는 이유는 무엇인가?

.....

3) 교과서 그림의 실린더와 오늘 실험한 실린더의 차이점은 무엇인가?

.....

탐구 과정2

1. 주사기의 피스톤을 60 mL에 놓고, 주사기의 끝을 압력계에 연결하여 피스톤을 한 번 압축시킨 후 압력계의 현재 눈금(압력계 눈금 = 0MPa)을 읽는다.

2. 주사기의 피스톤을 눌러 압력계의 눈금이 0.02MPa가 될 때의 주사기의 눈금을 읽는다.



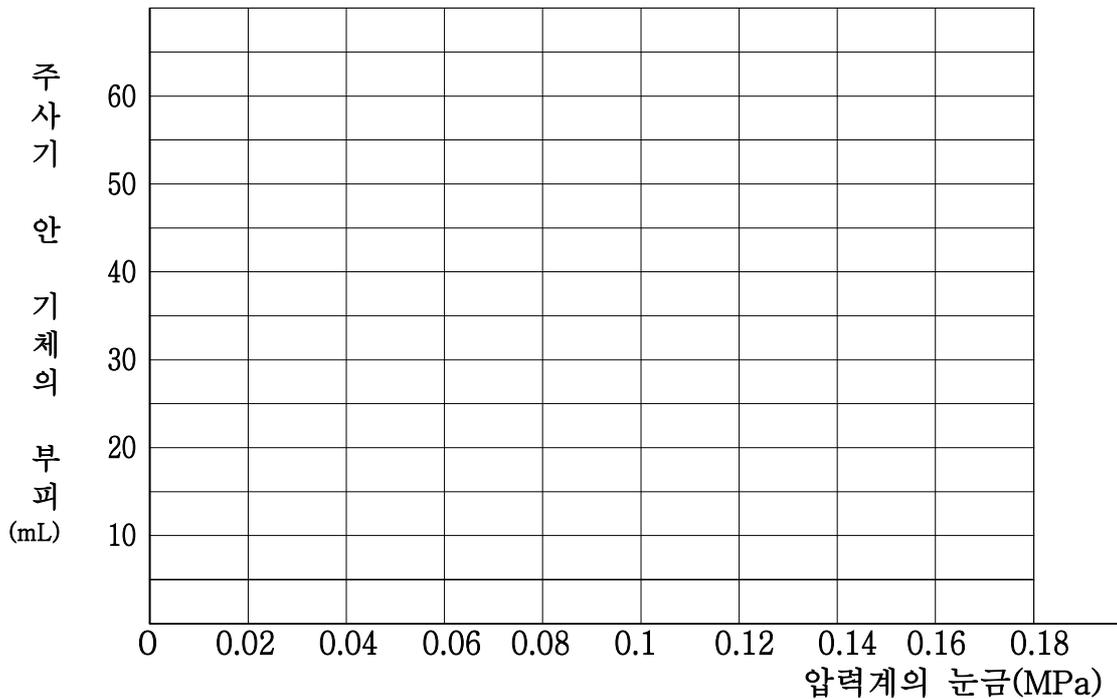
3. 피스톤을 눌러 압력을 0.02MPa씩 증가시키면서 주사기의 눈금을 읽는다.

결과 및 정리

1. 실험에서 얻은 결과를 다음 표에 기록해 보자.

압력계의 눈금(MPa)	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08
주사기 안의 기체의 부피(mL)					
압력계의 눈금(MPa)	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
주사기 안의 기체의 부피(mL)					

2. 기체의 압력을 가로축, 주사기 안의 기체의 부피를 세로축으로 하여 그래프를 그려 보자.



궁금한 점	
교사 한마디	

오늘 공개하는 내 수업 소개하기

1. 오늘 공개하는 수업에 대하여																										
❖ 오늘 수업의 초점은 교과서에 제시된 실험을 재구성하였으며, 어떻게 하면 수업의 주제에 맞게 녹여낼 수 있을까 고민한 수업입니다.																										
❖ 수업의도	<ol style="list-style-type: none"> 1. 보일 법칙의 실험 재구성 2. 피스톤을 사용한 실린더와 압축실린더의 차이점 또는 공통점을 발견할 수 있을까? 3. 이를 토대로 하여 ‘보일 법칙’을 알아낼 수 있을까? 																									
2. 오늘 공개하는 수업 모형에 대하여 간략히 설명합니다. 탐구실험 학습 및 ‘보일 법칙’ 해결하기 하브루타(모둠 토의 학습)?																										
3. 좌석배치표입니다. 표시된 좌석의 학생의 학습활동에 대하여 살펴주세요.																										
<table border="1" style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">3</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">4</td> <td style="padding: 5px;">5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">12</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">7</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">11</td> <td style="padding: 5px;">10</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">9</td> <td style="padding: 5px;">8</td> </tr> </table>	1	3		4	5	2				6						12				7	11	10		9	8	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 특정한 학생의 위치를 지정하거나 학생들의 전반적인 학습활동에 대하여 관찰해 주었으면 하는 내용을 한두 가지 기술해주세요. ✓ 예1) 모둠 별로 교사의 수업의도가 잘 반영된 모둠은 어느 모둠이고 이유는 무엇입니까? ✓ 예2) 15,16번 위치의 학생은 수업집중도가 현저히 낮은 친구들입니다. 이 친구들이 모둠에서 협력하는 모습이 관찰될 경우 어떤 모습인지 살펴주세요.
1	3		4	5																						
2				6																						
12				7																						
11	10		9	8																						
4. 오늘 공개하는 수업의 전체 흐름																										
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 오늘 공개하는 수업이 단원이나 프로젝트 수업에서 차지하는 위치를 설명하는 부분입니다. 전체적인 수업 흐름이 탐구실험 -> 모둠 토의 -> 내용 발표 -> 결과 정리 등의 과정으로 진행된다면 흐름도를 간단히 적은 후 본시에서 의도하는 내용을 기술하면 됩니다. 																										
5. 오늘 공개하는 수업의 한계는 이것입니다.																										
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 오늘 공개하는 수업에서 학생, 교사, 교육여건 등 적용하기 어려운 한계나 문제점 등을 간단히 적어주세요. 																										
Memo																										

수업 나눔 이야기(참관록)

참관자 소속

직위

성명

수업일시	2016. 11. 4(금)	수업자	고 문 석																				
수업주제	압력에 따라 달라지는 기체의 부피	대상	1학년																				
수업을 참관한 소감을 간단히 정리해 주세요. (평가하지 말고 현상을 기술해주세요.)																							
수업과정에서 가장 공감이 되는 부분은?																							
수업자에게 듣고 싶은 수업에 대한 이야기																							
수업과정에서 학생들을 관찰한 내용을 적어주세요.																							
		관찰 대상	관찰 내용																				
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td></td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> </table>		1	3		4	5	2				6	12				7	11	10		9	8		
1	3		4	5																			
2				6																			
12				7																			
11	10		9	8																			
오늘 본 수업에서 참관자께서 인상 깊은 수업 장면 하나를 적어주세요.																							
기타 오늘 참관한 수업과 관련하여 조언, 격려, 제안, 소감 등을 자유롭게 적어주시기 바랍니다.																							

■ '수업나눔'을 위해 생각 정리하기 참고자료

**1단계 : 수업을 한 교사의 생각을 듣고 수업에 관해 공감과 격려의 질문하기
(수업교사를 평가하는 발언하지 않기)**

- <질문의 예> ① 이 수업에서 선생님이 의도하고 있는 배움은 무엇인가요?
② 선생님께서 강의식으로 수업을 진행하면서도 학생들의 이름을 부르며 대화하려는 모습이 굉장히 의미 있게 다가왔어요. 이것은 특별히 선생님께서 의도하신 부분인가요?
③ 아까 토의 시간에 선생님이 한 모둠에 계속 머물러 이야기를 주고받으시더군요. 특별한 의도가 있었나요?

2단계 : 수업 속 배움의 상황에 대해 같이 알아 가기 (학생들을 관찰한 내용 공유하기)

- <배움의 지점 찾기> ① 학생들의 눈빛이 반짝인다. ② 교사가 시키지 않았는데도 스스로 대답을 한다.
③ 학생들 스스로 질문을 한다. ④ 수업 내용에 대해서 짝과 대화하기 시작한다.
⑤ 교사의 질문에 적극적으로 대답한다. ⑥ 모둠활동 시 적극적으로 대화한다.
⑦ 모둠활동 시 상호 간에 적극적으로 협력한다.
⑧ 모둠활동 시 학습이 떨어지는 학생을 스스로 도와준다.
- <질문의 예> ① 학생들의 눈빛이 굉장히 반짝이는데, 오늘만 그런 것인가요? 아니면 평소에도 이런 눈빛과 활기를 가지고 있나요?
② 수업 5분 지점에 선생님의 질문에 여러 학생들이 대답을 하는데, 이렇게 학생들의 참여가 높은 이유는 무엇인가요?
③ 1분단 맨 앞쪽에 있는 학생은 정말 창의적인 대답을 하는데, 그럴 수 있는 이유는 무엇일까요?
④ 모둠활동 시 00학생이 처음에는 집중을 하지 않는 것 같다가 나중에는 모둠활동에 적극적으로 동참했는데 혹시 이를 알고 계셨나요? 왜 갑자기 이 친구가 적극적으로 모둠활동에 참여했을까요?

3단계 : 교사의 내면적 이야기 듣기. 교사가 수업에 느끼는 두려움 등에 대해 들어 주기

- <질문의 예> 오늘 수업 속에서 전체적으로 선생님은 열심히 설명하고 계신데 학생들은 잘 듣지 않는 것 같았어요. 그리고 선생님도 낙담이 되었는지 수업 후반부로 갈수록 말소리가 작아지고 혼자 빨리 설명하려는 조급함이 느껴졌는데, 선생님은 이때 어떤 마음이셨나요?

4단계 : 수업 속 토의 주제 찾기

- <토의 주제의 예> ① 학생들에게 내용적 몰입을 어떻게 줄 수 있는가?
② 소란스러운 학생들을 어떻게 배움으로 들어오게 할 수 있는가?
③ 모둠 토의 시간에 학생 상호 간에 협력적 배움은 어떻게 만들 수 있는가?
④ 학생의 생각을 깨우는 발문은 어떻게 던질 수 있는가?
⑤ 많은 교과 지식을 어떻게 효율적으로 잘 전달할 수 있을까?
⑥ 무너진 학생들과의 관계를 어떻게 회복할 것인가?

5단계 : 수업 속 도전적 과제 찾기

- <도전 과제의 예> ①수업의 방향성 세우기 ②배움의 지점을 명확하게 하기
③수업 속에서 학생들 존중하기 ④학생들이 선생님을 존중하게 만들기
⑤수업을 할 수 있는 조용한 상황 만들기 ⑥교사가 학생들과 대화하며 수업하기
⑦교사 스스로 주제가 있는 수업 만들기 ⑧의문이 있는 수업 만들기
⑨창의적 사고 있는 수업 만들기 ⑩학생들 스스로 생각을 표현하는 수업하기

주제6_ 편광에 아로새긴 별무리

시과세봉
부천소명여자고등학교 김인수

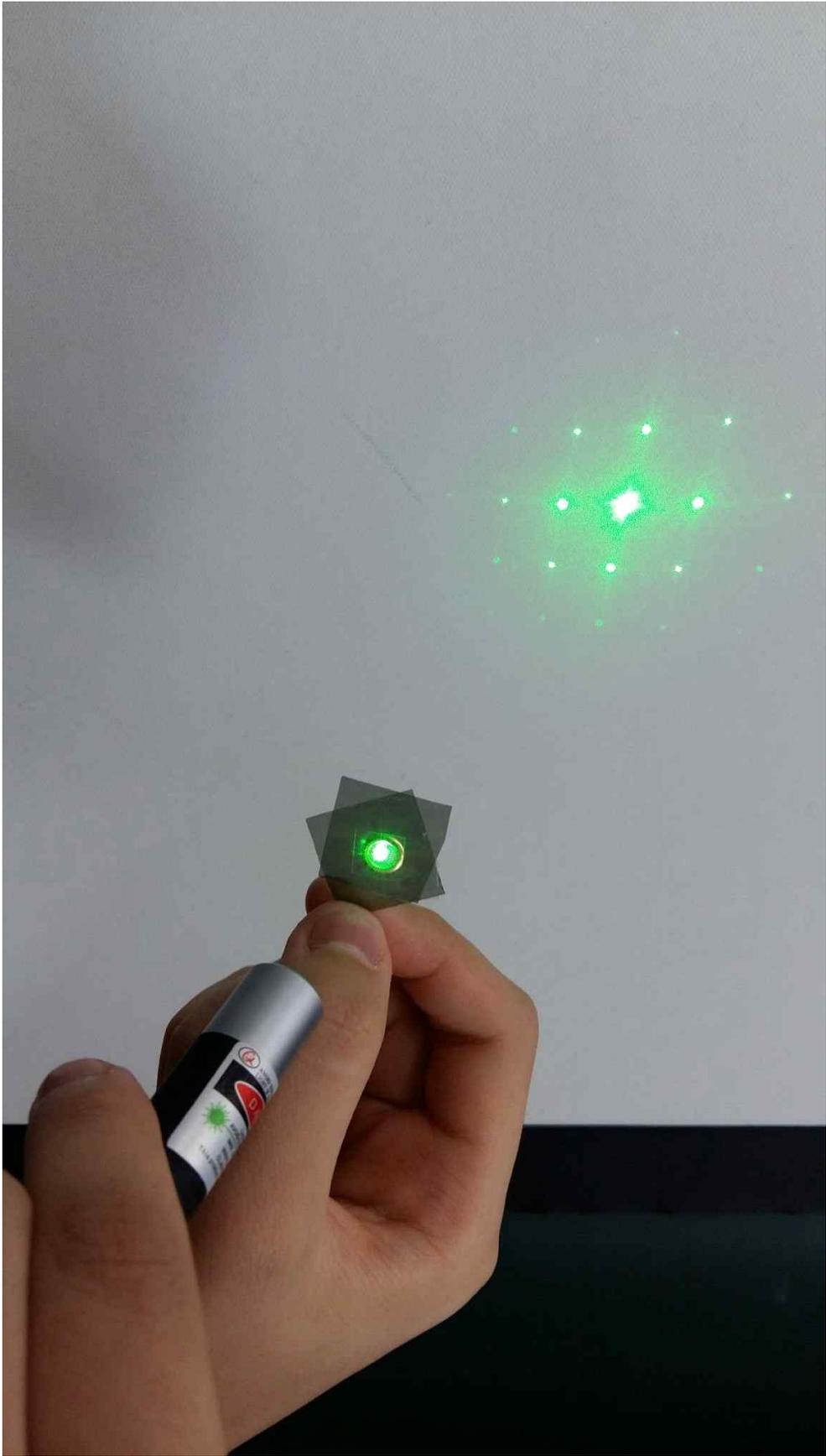
빛은 종파가 아니고 횡파이다. 이는 편광시트를 통하여 확인할 수 있다. 그리고 그 편광 시트위에 OPP tape로 이미지를 만들고 편광시트를 겹치고 회전시키면서 밝아졌다 어두워졌다 하는 가운데 이미지의 칼라가 수시로 변화한다.

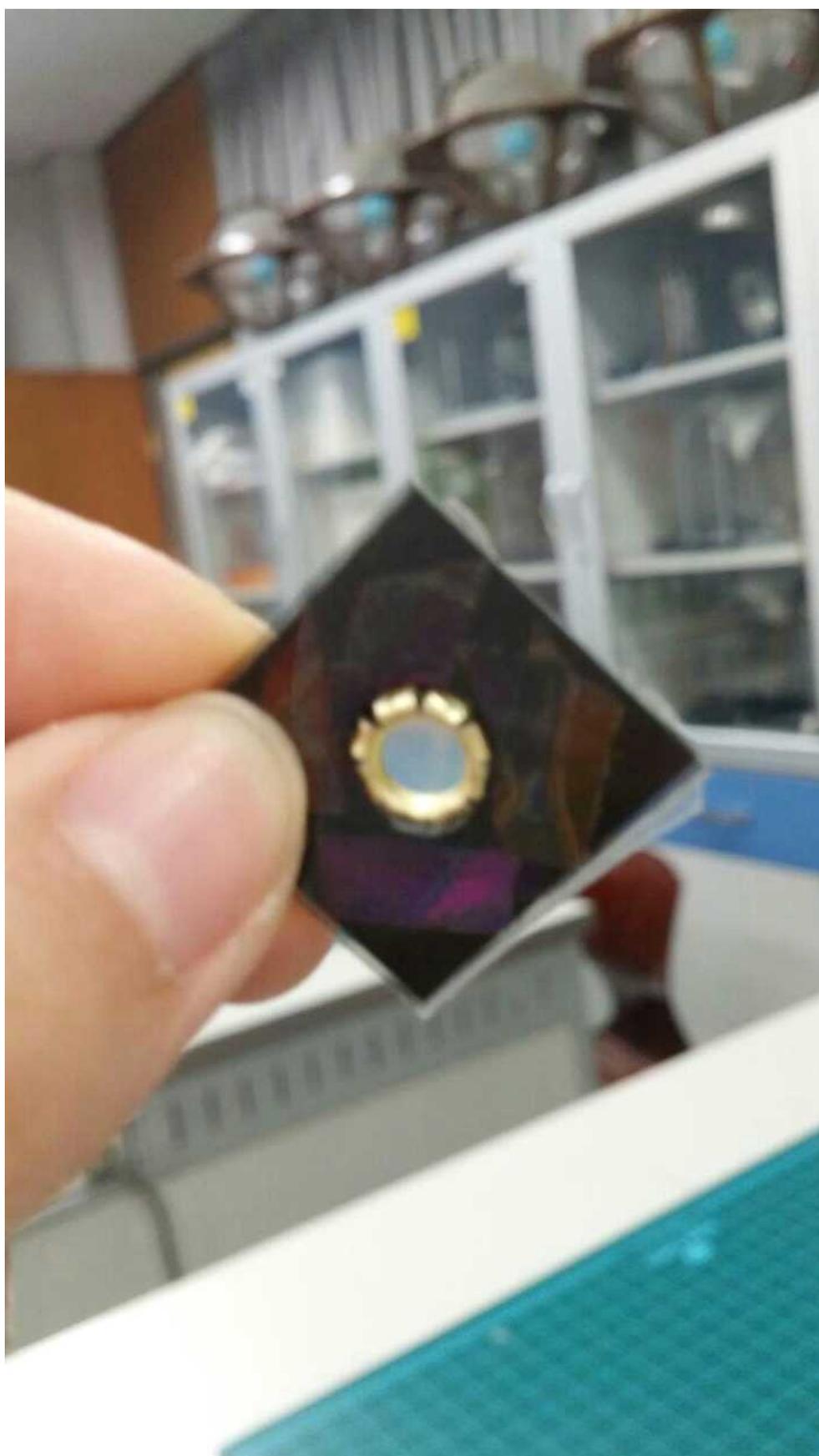
한편 회절격자 필름은 빛의 회절현상을 확인할 수 있는 재료이다. 회절격자 필름을 통하여 손전화의 라이트를 관찰하면 별무리를 볼 수 있다.

이 실험에서는 간단하게 만든 장치로 편광현상과 회절현상을 모두 관찰할 수 있다는 것이 특징이다.

이 실험은 과거에 발표한 적이 없는 새롭고 참신한 창작실험이다. 물론, 과학적 원리를 규명하고 흥미를 자극할 수 있는 내용이다. 그리고 참가자들이 직접 실험에 참여하고 그 활동의 결과물을 가지고 갈 수 있다.







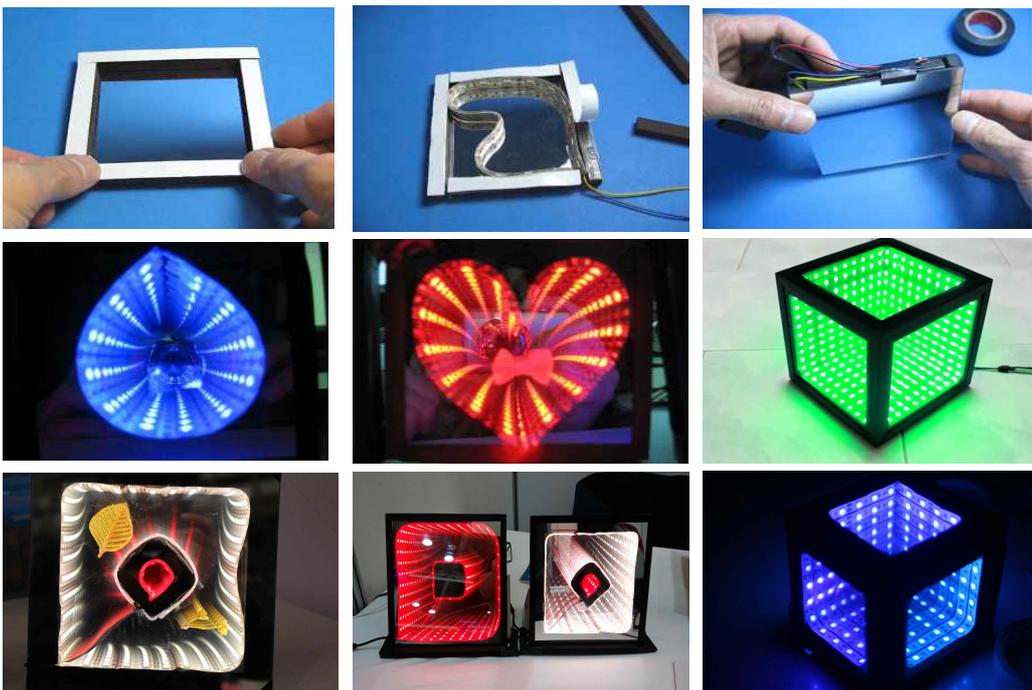
주제7_3D 인피니티 미러(Infinity Mirror)

부천과학교사연구회
성주중학교 전 종 희
chonghee2@naver.com

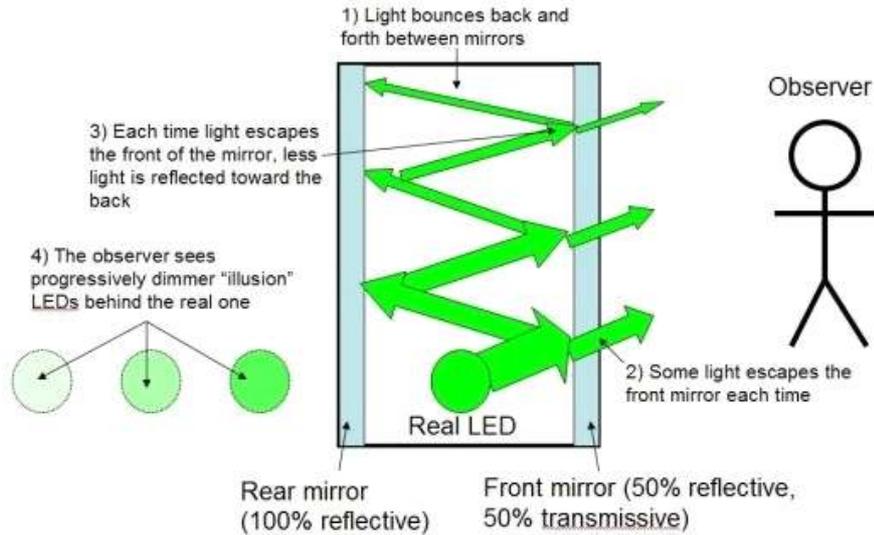
준비물: 아크릴거울, 매직미러, EVA폼, LED바 실리콘형, 9V건전지, 9V건전지 홀더, 양면테이프, 절연테이프, 칼, 가위, 와이어스트리퍼.

과정 및 방법

1. 빛의 반사 터널을 어떤 모양으로 만들어낼 것인지 설계해본다.
2. 아크릴거울 면 외곽에 검정 EVA판을 양면테이프를 이용하여 붙여 놓는다.
3. 아크릴거울에 LED가 안쪽을 향하게 하여 LED바를 넣고, 완성할 모양을 EVA판 조각으로 틀을 잡아 1차로 모양을 만들어 본다.
4. 모양을 결정하였으면 LED바의 양면테이프 보호필름을 떼고 완전고정 시킨다.
5. 건전지 홀더에 건전지를 넣고, LED바의 전선에 +, -극에 맞게 연결해준다.
6. 매직미러를 EVA판에 완전부착 시킨 후 보호필름을 떼어낸다.
7. 절연테이프로 전체 틀을 액자처럼 완성하고, 건전지홀더를 이용하여 지지대를 만든다.
8. 완성된 틀 속의 LED의 모습을 관찰하고 몇 개의 상이 만들어 졌는지 확인해보자.



How an infinity mirror works



[참고자료]

하프미러(Half-mirror)

흔히 반투명 거울, 원웨이 미러, 매직미러 라고도 불린다.

유리표면에 니켈, 알루미늄, 티타늄 등의 금속을 매우 얇게 초박막형태로 레이어를 형성 및 증착하여 빛이 투과되게끔 제작한다. 우주의 진공상태를 인위적으로 만들고 그 진공상태에서 플라즈마 공법을 통하여 생산되는 초정밀 제품이다. 표면 박막의 두께는 평균 100~300 Å 정도이다.(1 Å (옹스트롬) = 1억분의 1cm = 0.1nm) 이로 인해 표면은 일반 거울과 비슷하거나 동일한 색상과 반사율을 갖지만 하프미러 후면에 밝은 광원이 있다면 그 빛이 외부로 투과되어 내부를 볼 수 있는 것이다.

좋은 예로 영화나 드라마에서 볼 수 있는 경찰서 취조실의 경우, 취조실 내부의 창에 하프미러를 부착하고 실내를 환하게 한 후, 취조실 외부는 컴컴하게 유지하면 취조실 내부에서 보이는 하프미러는 일반 거울로만 보이고 밖은 볼 수 없다. 하지만 취조실 외부에 있는 사람은 자신의 노출 없이 취조실 내부를 본 하프미러를 통하여 은밀하게 관찰할 수 있는 것이다.



취조실에만 불이 켜져 있는 경우



취조실 외부에도 불이 켜져 있는 경우

1. 하프미러의 종류

가. LED 도광판용

일반적으로 6 ~ 8% 정도의 광투과율이 적용된다.

하프미러의 광투과율을 낮게 함으로서 후광원이 없을 경우에도 하프미러 뒷면의 광고인쇄물 이미지가 비쳐 보이지 않고 일반 은색 거울로만 보이게 한다.

나. LCD 패널용

일반적으로 20 ~ 30% 정도의 광투과율이 적용된다.

- 하프미러의 광투과율이 낮은 경우, 이를 통해 비쳐 보이는 TFT LCD 패널의 밝기 및 광량 또한 현저히 줄어들게 되어 이미지 및 동영상 재생 시 색감이나 밝기가 희미해져 보인다.

- 하프미러의 광투과율을 높게 함으로서 보다 선명하고 밝은 화면으로 시청할 수 있다.

다. TFT LCD 터치스크린용

터치스크린 제품은 정전용량방식과 적외선 센서방식이 주로 사용된다.

일반적으로 광투과율은 20 ~ 40% 범위 내 적용된다.

A. 정전용량방식 터치스크린

투명필름에 전자회로를 입힌 것으로 터치필름이라 하며 하프미러 배면에 부착하여 사용하는 방식이다. 터치스크린 방식 중 최고가 이지만 설치가 간편하고 슬림하게 제작이 가능하다. 본 방식에 사용하는 하프미러는 반드시 비전도성 제품만을 사용해야 합니다. (비전도성 하프미러)

B. 적외선 센서방식 터치스크린

일반적으로 42인치 이상의 대형 LCD 패널에 주로 사용한다. 정전용량방식에 비해

설치비용이 저렴한 것이 장점이다. 하프미러의 앞면 4방 모서리 부분에 적외선 센서의 입광부, 수광부를 설치한 후 LCD 패널 위에 설치하는 것이 일반적이다.

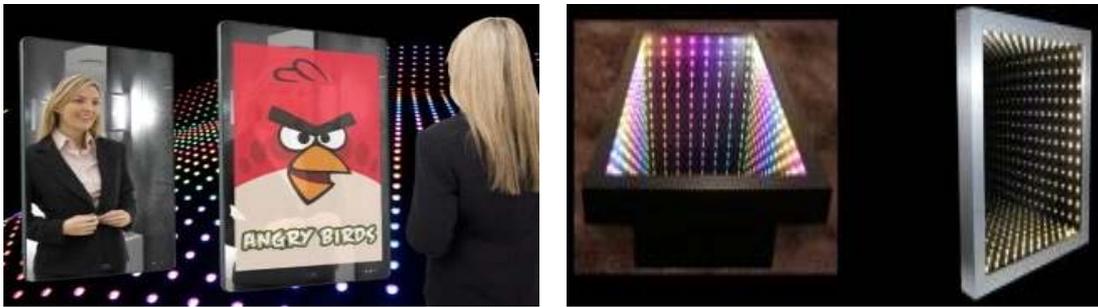
2. 하프미러를 이용한 DIY제품 만들기

가. 평상시에는 거울이지만 사람이 다가서면 원하는 화면 등이 빛과 함께 나타나게 표현

나. 평상시에는 화면 등이 빛과 함께 보여 지지만, 사람이 다가서면 거울로 자동 변환

다. 거실에 있는 TV 화면위에 붙여주면 꺼져 있을 때는 거울, 켜면 TV

라. 무한거울 만들기에 필요한 부품 일체



참고 : <http://atostore.com/>

주제8_ 알지(知)

인천과학사랑교사모임

인천 송덕여자고등학교 안필현

살아있는 단세포의 대표적 예시인 달걀은 식품으로도, 실험에도 자주 사용되는 재료이다. 탄산칼슘으로 이루어진 단단한 껍데기를 중심으로 바깥에는 단백질 코팅이, 내부에는 다공성 구조의 속껍질이 존재한다. 이런 구조를 이용하여 단백질 코팅을 이용한 부활절 달걀 염색, 탄산칼슘을 제거하여 다공성 속껍질과 삼투 현상을 이용한 달걀 분수(왕달걀)만들기 실험이 가능했다. 이에 나아가 달걀 속껍질의 다공성 구조를 이용하여 물질의 이동에 대해 탐구하고, 속껍질을 두 개의 막으로 분리하여 각각의 막 구조의 차이점 및 물질 이동의 차이점에 대해 탐구해 보고자 한다.

실험 1. 달걀 껍데기 구조 관찰하기

날달걀을 일부 구멍을 내어 내용물을 제거한 속껍질이 붙어 있는 달걀 껍데기와 염산이나 식초로 달걀 껍데기를 녹여 만든 속껍질로 물질의 투과성이 각각 어떻게 달라지는지 확인하는 과정이다.



필요한 것은?

달걀 4개, 염산(또는 식초), 약수저, 비커, 핀셋, 광학현미경, 비커(50mL), 프라이팬, 가스버너

A. 속껍질이 있는 달걀 껍데기 만들기

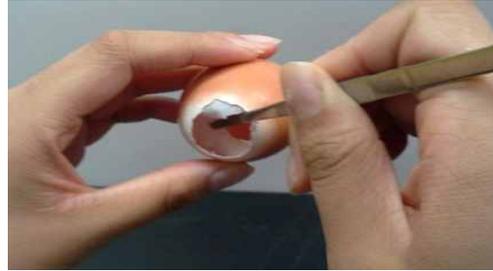
- ① 날달걀을 약수저로 쳐 구멍을 낸 후, 내용물을 뺀다.
- ② 내용물은 달걀 프라이를 해서 먹는다.
- ③ 비어진 달걀 속을 물로 깨끗이 씻는다.
- ④ 이것은 속껍질이 달걀 껍데기에 온전하게 붙어 있다.

B. 속껍질이 없는 달걀 껍데기 만들기

- ① 날달걀의 뾰족한 부분을 약수저로 쳐 구멍을 낸 후, 내용물을 뺀다.
- ② 빈 달걀 속을 물로 깨끗이 씻는다.
- ③ 깨끗이 씻은 달걀을 물속에 하루 정도 담가두었다 끝이 둥근 핀셋으로 속껍질을

제거하거나 속에 손을 넣고 손끝으로 비비면 때밀이로 때가 벗겨지듯 수월하게 속껍질만 제거할 수 있다.

Tip : 이 과정에서 힘 조절을 못하면 달걀 껍데기에 금이 갈 수 있어 섬세함이 요구되면 가능하면 뭉툭한 핀셋으로 살살 긁어 제거하는 것이 좋다. 신선한 달걀보다는 유통기간이 오래 지난 달걀로 하는 것이 속껍질을 분리할 때 수월하다.



C. 껍데기가 제거되어 속껍질만 있는 달걀 만들기

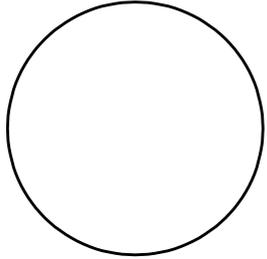
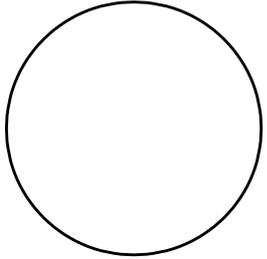
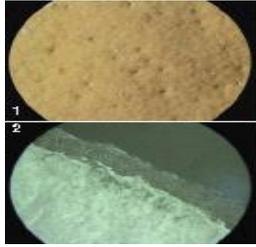
- ① 달걀을 약수저로 쳐 구멍을 낸 후, 내용물을 뺀다.
- ② 내용물을 제거한 달걀 속을 물로 깨끗이 씻는다.
- ③ 구멍을 낸 반대쪽의 뭉툭한 부위를 진한 염산이 담긴 50mL 비커에 일정 부분만 잠기게 하여 껍데기를 녹인다.
- ④ 뭉툭한 부위의 껍데기만 온전히 녹으면 꺼내 물로 깨끗이 씻는다.

D. 속껍질을 I.M과 O.M으로 분리하기

- ① 달걀의 뾰족한 부위를 약수저로 작은 구멍을 낸 후, 내용물을 빼내고 물로 씻는다.
- ② 구멍을 만든 달걀의 뭉툭한 부위를 진한 염산이 담긴 비커(50mL)에 넣는다.
- ③ 빈 달걀을 비커에 바로 세우고 달걀 속에도 진한 염산을 넣는다. 시간이 지나면 껍데기가 녹으면서 많은 양의 거품이 발생한다. 거품으로 인해 기실을 구성하는 두 개의 속껍질이 분리되면서 구멍 위로 안쪽을 이루는 속껍질(I.M)이 위로 부풀어 올라 구멍을 메우게 된다. 이 방법은 두 개의 껍질로 구성된 속껍질을 온전히 분리할 수 있는 방법이다.



4 광학현미경을 통해 각각의 속껍질을 관찰한다.

	속껍질(I.M)	속껍질(O.M)	
현미경 관찰 결과			

☀ **생각 모으기**

1. 염산과 만났을 때 달걀 속껍질이 두 개로 분리될 수 있는 이유는 무엇일까?

2. 관찰한 각각의 속껍질 특징과 차이점을 적어보자.

실험 2. 영양소 검출

상대적으로 크기가 큰 녹말 분자와 크기가 작은 포도당 분자의 투과 정도를 영양소 검출 실험을 통해 확인함으로써 달걀 껍데기와 속껍질의 구조 차이에 대해 생각해 보는데 목표를 두었다.

필요한 것은?

달걀 껍데기(속껍질 0, 실험 A), 달걀 껍데기(속껍질 X, 실험 B), 달걀 속껍질(1.M, 0.M 실험 C), 석고 알, 녹말 수용액, 포도당 수용액, 소금물, 아이오딘 용액, 베네딕트 용액, 질산은 용액, 비커, 스포이트, 시험관, 집게, 알코올램프, 토치, 샬레, 증류수

이렇게 하세요

- 1 샬레에 알을 놓고 알의 밖에는 증류수, 안에는 물질 수용액을 넣는다.
- 2 3분후 샬레에 있는 액체를 스포이트를 이용해 시험관에 옮긴다.
- 3 녹말은 아이오딘 용액, 염화 이온은 질산은 용액을 넣어 검출하고 포도당은 베네딕트 용액을 넣고 가열하여 검출한다.



$\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$

염화나트륨 수용액 + 질산은 용액 → 흰색암금생성

포도당 수용액 + 베네딕트 용액 $\xrightarrow{\text{가열}}$ 황색 계열의 침전물

녹말 + 아이오딘 용액 → 청남색 용액

☀ 생각 모으기

1. 영양소 검출 결과를 기록해 보자.

	달걀 껍데기 (속껍질 0)	달걀 껍데기 (속껍질 X)	속껍질만 (껍데기 X)	석고 알
녹말				
포도당				
소금				

2. 속껍질과 달걀 껍데기(탄산칼슘) 중 구멍의 크기가 큰 것은 무엇일까?

실험 3. I.M과 O.M의 물질 이동 비교

두 개의 막으로 구성된 속껍질을 분리하여 각각이 녹말이나 포도당에 같은 물질의 투과성에 어떤 차이를 보이는지 확인하고자 한다. 이 활동을 하게 되면 속껍질의 새로운 면을 깨닫게 된다.

필요한 것은?

I.M과 O.M, 속껍질(실험 D), 녹말 수용액, 포도당 수용액, 아이오딘 용액, 베네딕트 용액, 물, 가지달린 시험관, 시험관, 고무줄, 비커, 스포이트, 집게, 알코올램프, 토치

이렇게 하세요

- 1 가지달린 시험관 안에 물질 수용액을 넣고 I.M, O.M과 속껍질로 각각 덮어 고무줄로 묶는다.



- 2 비커에 시험관을 뒤집어 넣고 입구가 살짝 잠길 정도의 양의 물을 넣어준다.
- 3 3분후 비커에 있는 액체를 스포이트를 이용해 시험관에 옮긴다.
- 4 녹말은 아이오딘 용액을 넣고 포도당은 베네딕트 용액을 넣고 가열해준다.

☀ 생각 모으기

1. 달걀의 속껍질 종류에 따른 영양소 검출 결과를 기록해 보자.

(0 : 검출, △ : 조금 검출, X : 검출 안 됨)

포도당			녹말		
I.M	O.M	2개로 나뉘지 않은 속껍질	I.M	O.M	2개로 나뉘지 않은 속껍질

2. 속껍질에서 녹말이 검출되지 않은 이유는 무엇일까?



포도당			녹말		
I.M	O.M	속껍질 (I.M + O.M)	I.M	O.M	속껍질 (I.M + O.M)

3. 달걀 속껍질의 구조를 예상하여 간단히 그려보자.

O.M	I.M	속껍질 (I.M+O.M)

실험 4. 달걀 껍데기를 이용한 다니엘 전지

화학에서 이온의 이동을 통한 전지를 눈으로 보여주는 것이 다니엘 전지이다. 이것을 만들려고 하면 염다리가 필요하다. 이것을 준비하는 것이 번거로운데 달걀 껍데기나 석고 알을 가지고 실험하면 손쉽게 다니엘 전지를 보여줄 수 있다.

필요한 것은?

달걀 껍데기(속껍질 포함, 실험 A), 달걀 껍데기(속껍질 제거, 실험 B), 달걀 속껍질(실험 C), 석고 알 조각, 멜로디 키트, 구리판, 아연판, 황산구리 수용액, 황산아연 수용액

이렇게 하세요

1. 비커 안에 달걀 껍데기를 놓고 달걀 안에는 황산구리 수용액, 밖에는 황산아연 수용액을 붓는다.
2. 멜로디 키트에 구리판과 아연판을 각각 황산구리수용액, 황산아연수용액에 넣는다.



✧ 생각 모으기

1. 다니엘 전지 결과를 기록해 보자.

달걀 껍데기 (속껍질 0)	달걀 껍데기 (속껍질 X)	달걀 속껍질 (I.M + 0.M)	석고 알

2. 멜로디 키트의 소리는 일정한가? 일정하지 않다면 그 이유는 무엇일까?

실험 5. 가장 큰 동물의 알은 어떻게 만드는가?

지구상에 존재하는 동물 중에는 생명의 연속성을 유지하기 위해 자신을 닮은 자손을 만들 때 알의 형태로 번식하는 경우가 흔하다. 특히 조류의 경우 건조한 환경에서 생명을 보존할 수 있도록 견고한 껍데기를 지니고 있다. 고고학자들은 땅 속에 묻혀 있는 과거에 생존했던 동물의 알을 채집하여 생명의 비밀을 푸는 열쇠로 활용하고 있다. 조류 같은 동물의 알껍데기는 탄산칼슘으로 이루어져 있는 사실을 토대로 인공적인 다양한 크기의 동물의 알을 제작하고자 한다. 석고와 물의 적당한 비율로 반죽을 하여 풍선에 넣고 돌리면 멋진 석고 알을 완성할 수 있다. 완성된 다양한 크기의 석고 알을 가지고 고고학자처럼 시간 여행을 떠날 수도 있고, 예쁘게 색을 칠해 알 공예를 하는 도구로 활용할 수도 있다. 다양한 면에서 활용할 수 있는 좋은 활동이다. 이제는 여러분의 능력을 발휘하는 시간이 되었으면 좋겠다.

필요한 것들

- 석고(180g) · 물(100mL) · 고무풍선 · 물병(500mL) · 가위 · 전기인두 · 글루건 · 링거줄 · 전자저울 · 신문지 · 비커(100mL) · 붓 · 아크릴 물감 · 깔때기



이렇게 하세요

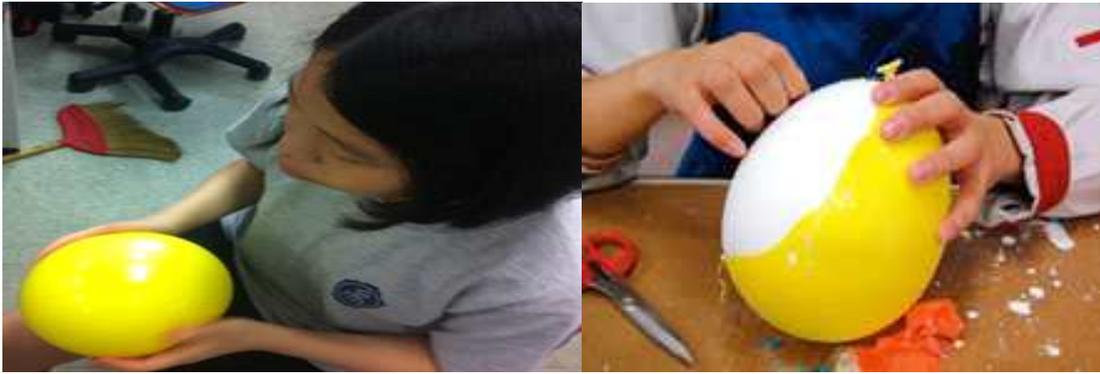
- ① 물병 밑바닥을 전기인두로 중앙에 구멍을 뚫는다.
- ② 링거줄의 주사기 쪽을 물병에 끼우고 글루건으로 밀폐시킨다.
- ③ 마개를 열고 안에서 바깥쪽으로 풍선 입구를 빼내어 마개 중앙에 있는 구멍의 턱에 고정을 시킨다. 풍선이 잘 빠지지 않도록 밑까지 풍선의 입구를 내린다.
- ④ 풍선을 물병에 넣고 마개를 막는다.
- ⑤ 풍선에 잘 들어가도록 링거줄을 입으로 빨아 물병 속의 공기를 빼내 압력을 낮춘다. 그러면 풍선이 크게 부풀게 되면 준비한 석고 180g을 깔때기를 이용하여 풍선 속으로 집어넣는다.



- ⑥ 물 100g을 풍선에 넣고 고무마개를 풍선의 입구를 즉시 막는다.
- ⑦ 손으로 마개를 눌러주면서 물병을 열심히 흔들어 반죽이 잘 되도록 한다. 이 과정에 매우 중요하다. 반죽의 상태가 제대로 되지 않으면 덩어리 형태의 석고 반죽으로 인해 석고 알을 만들 때 균일한 상태의 석고 알을 만들기 어렵게 된다.
- ⑧ 반죽이 잘 되었으면 마개를 열고 풍선을 물병으로부터 빼낸다. 이때 링거줄로 입김을 불어 넣으면 쉽게 빠진다.
- ⑨ 물병에서 빼낸 석고 반죽이 들어 있는 풍선의 입구를 손으로 눌러주고 마개를 분리한다.
- ⑩ 분리된 풍선의 입구에 있는 석고 반죽을 깨끗이 씻은 후에 입김으로 공기를 집어넣어 풍선을 크게 만든다. 대략 15 ~ 20cm 정도의 크기로 만들 수 있다. 실력이 있다면 크게 만드는 것도 가능하지만 익숙하지 않으면 어렵기 때문에 반복이 필요하다. 그리고 이 과정에서 풍선에 있던 석고 반죽이 분출하는 경우가 종종 발생하기 때문에 풍선의 입구를 잘 막고 작업을 하는 것이 매우 중요하다.



- ⑪ 원하는 크기의 풍선이 되면 입구를 묶고 천천히 풍선을 회전시킨다. 고르게 돌려야만 반죽한 석고가 풍선 안쪽에 균일하게 코팅되면서 굳게 된다. 큰 석고의 경우 물을 채운 원형 수조에서 돌리면 좋다. 특히 석고가 굳는 과정에서 열이 발생하는데 이것이 석고와 풍선의 밀착을 떨어뜨려 나중에 석고 알에 금이 가게 하는 요인이 된다. 이것이 물에서 굴리면 열을 쉽게 제거하여 그런 위험성을 방지해 준다.



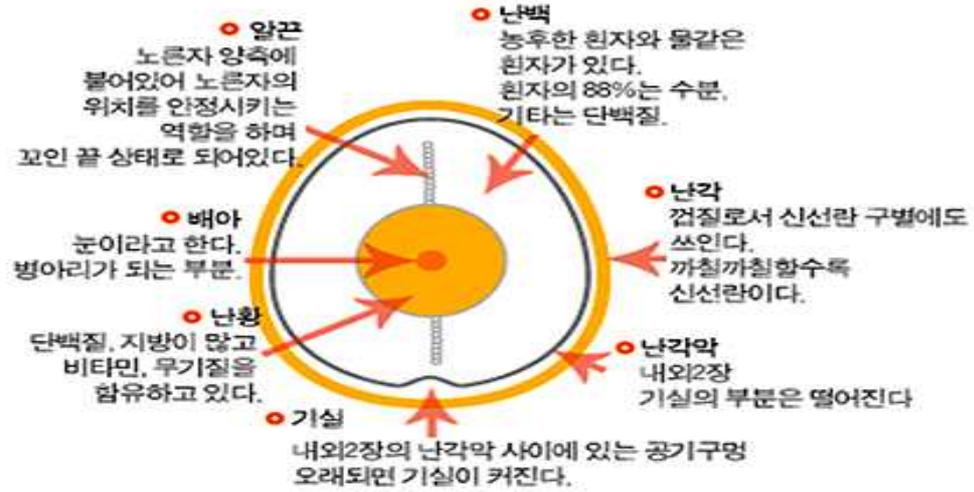
⑫ 시간이 지나 단단해지면 꺼내 책상에서 놓고 커터 칼로 매듭이 있는 풍선의 부위를 잘라준다. 그러면 순식간에 풍선이 벗겨지면서 매끈한 석고 알이 등장한다.

⑬ 완성된 석고 알에 물감을 이용하여 예쁘게 문양을 표현한다.

⑭ 석고 알에 색을 칠해 싶다면, 물에 먹물이나 물감을 넣어 색을 칠한다. 또한, 모래 등을 넣어 알 표면을 거칠게 만들어 현장감이 있게 한다.



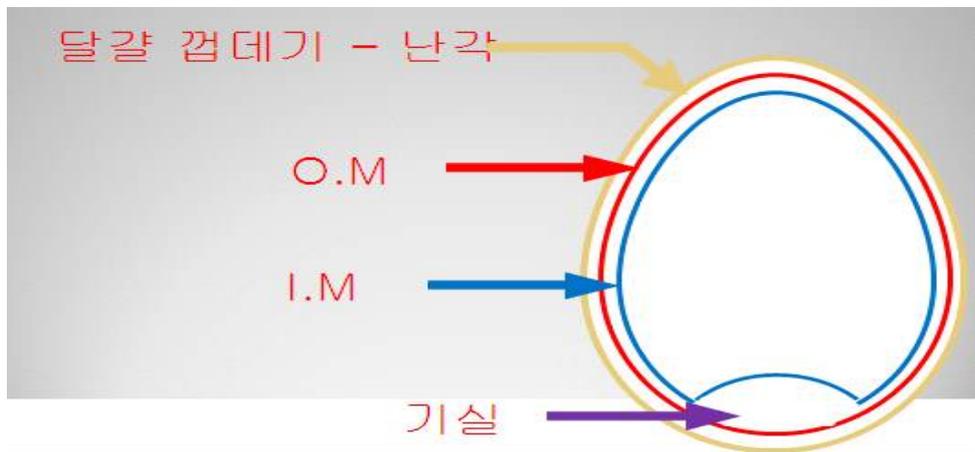
☆ 달걀 껍데기의 구조



수분	단백질	지방	무기질
74.70%	12.30%	11.20%	0.90%

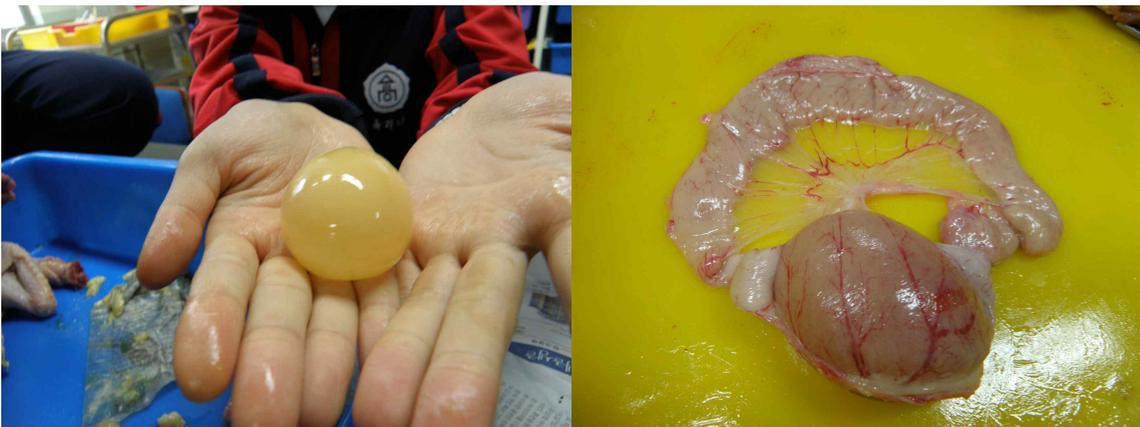
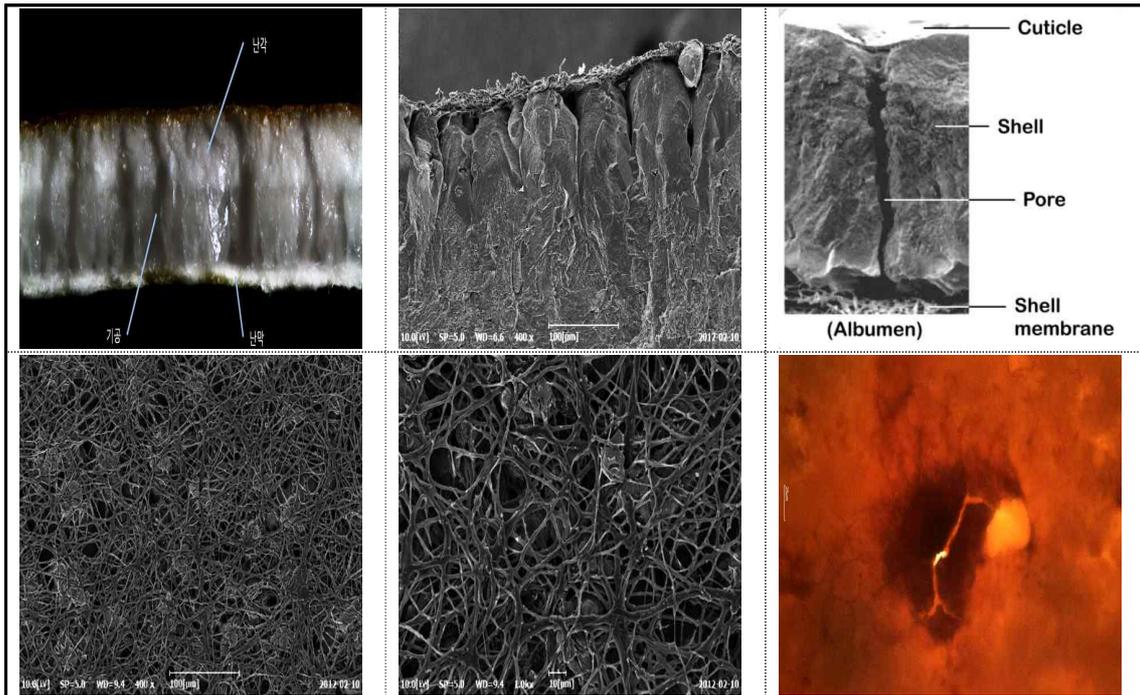
달걀 껍데기는 병아리가 안전하게 자라도록 외부의 위험요소를 철저히 차단해 주는 종합 방어시스템으로, 단면을 현미경으로 보면 매우 두꺼워 보인다. 실제로 달걀 껍데기(난각)은 매우 단단한 석회질로 되어 있어, 달걀 속에서 병아리가 완전히 자랄 때까지 외부의 물리적 충격으로부터 보호해 준다.

그런데 달걀 껍데기는 단단하기만 한 것이 아니라 미세한 구멍이 전반적으로 분포되어 있는데, 특히 둥근 부분에 많이 존재한다. 이는 달걀의 둥근 부분(둔부)에 공기를 저장하는 공간인 기실이 있기 때문이다. 미세한 구멍과 기실은 병아리가 달걀 속에서 자라는 21일 동안 사용하는 산소의 공급 및 이산화탄소의 방출을 담당하며 기실의 위치는 난각막 사이에 있다.



난각막은 섬유소가 여러 겹 겹쳐져서 튼튼한 막을 이룬 것으로 난막이라고도 한다. 난막

은 내외 두 장으로 구분하며 바깥 난각막을 0.M, 안쪽 난각막을 1.M이라고 부르기도 한다. 난막은 공기는 통과시키지만 세균이 통과하기 어려운 아주 효과적인 방어막의 역할을 충실히 해주며, 제1차 방어시스템인 달걀 껍데기를 통과한 세균도 이 촘촘하게 구성된 난막의 필터는 쉽게 통과할 수 없다.





주제9_ 화석조각 만들기

어떤 동물의 뼈일까?

신나는 과학을 만드는 사람들
임혁

s2tes@sen.go.kr

1. 들어가기

다음 활동을 통해 고생물학자들이 하는 일을 경험해보고 과학의 본성(nature of science)에 대해 이야기해봅시다. 또한 화석이 단지 어디에서 발견되고, 어느 시대에 살았는지를 알아보는 것뿐만 아니라 이러한 화석을 과학자들이 실제로 발굴하는 과정을 통해 무엇을 알 수 있는지를 설명하고, 과학자들이 실제 활동하는 모습을 함께 경험해 봅시다.

2. 수업 목표

가. (지식) 고생물학자가 하는 일을 말할 수 있다.

과학의 본성을 말할 수 있다.

나. (탐구) 다양한 생물의 뼈를 바탕으로 화석의 뼈를 맞출 수 있다.

다. (태도) 서로 협력하여 문제를 해결할 수 있다.

3. 수업하기

가. 준비물

- 화석 이미지
- 검정색 도화지(4절지 이상), 가위, 풀, 흰색 도화지, 사인펜, 색연필

나. 수업하기

1) 화석 골격 맞추기

가) 화석 골격 이미지를 자른다.

나) 다른 동물의 골격을 보고 추론하여 골격의 위치를 찾아 맞춘다.

다) 검정색 도화지 위에 붙인다.

2) 어떤 동물이었는지 상상하여 그리기

가) 맞춰진 골격을 보고 어떤 동물이었는지 상상하여 도화지에 그린다.

나) 동물의 이름을 지어주고, 우는 소리, 주 먹이, 사는 환경 등 부연 설명을 덧붙인다.

3) 과학의 본성에 대한 탐구

가) 학습지를 보고 골격 화석을 맞출 때 겪었던 어려움에 대해 이야기 한다.

나) 과학의 본성에 대해 이야기한다.

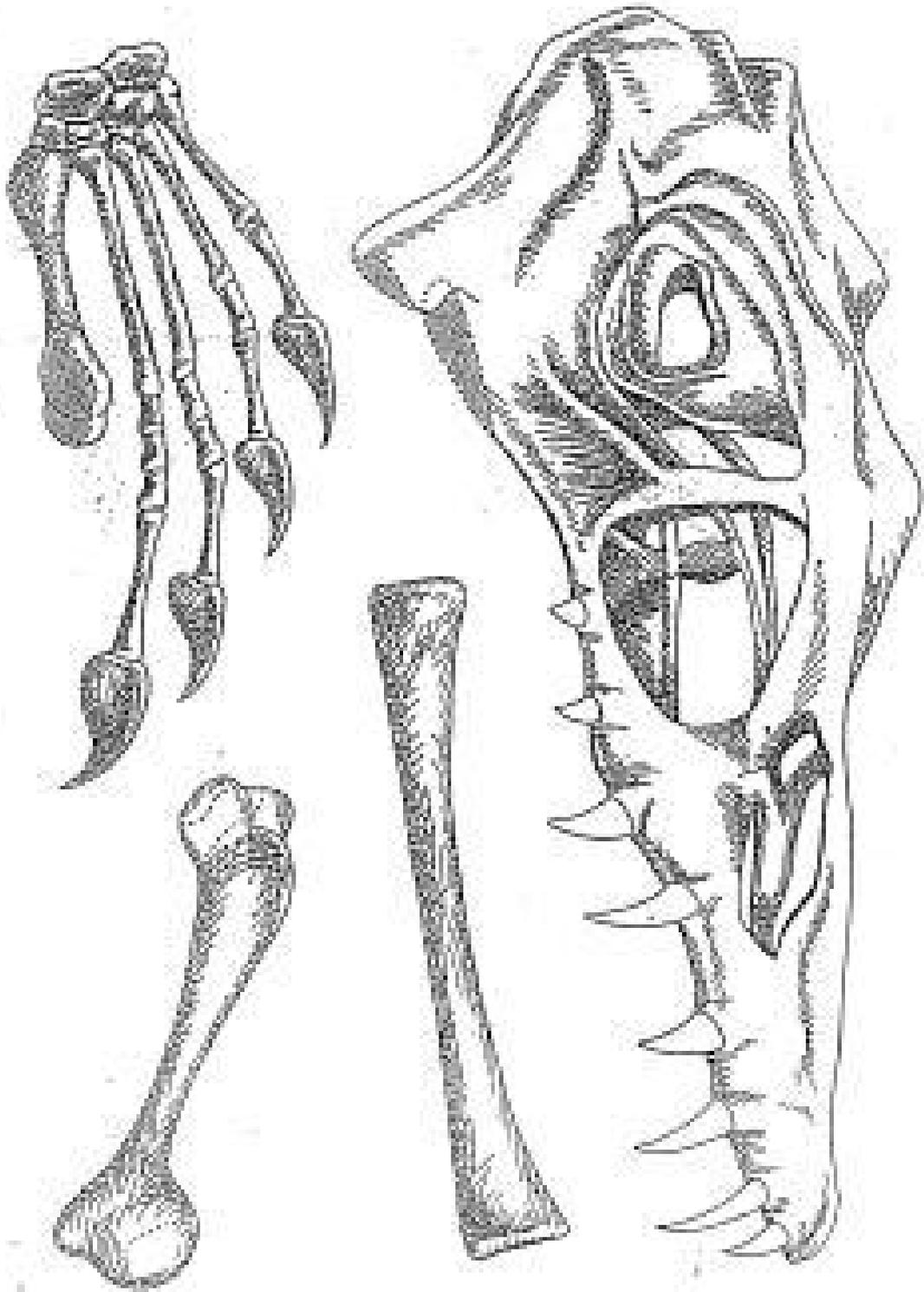
다) 활용 예시

- (1) 고생물학자가 하는 일은 무엇인가?
- (2) 골격 화석으로부터 어떤 동물인지를 유추하는데 어려움을 주었던 선입견이 있었다면 어떤 것이었는지 말해보자.
- (3) 결론에 이르는 과정에서 모둠원들과 의견이 다른 부분이 있었다면 어떤 부분이었는지 말해보자.
- (4) 혼자 이 활동을 했다면 더 쉬웠을까 더 어려웠을까? 그 이유는 무엇일까?
- (5) 결론에 이르는데 가장 결정적인 역할을 하였던 골격의 특징에 대해 말해보자.
- (6) 과학자들도 결론에 도달하는데 똑같은 어려움을 느낄까? 그렇다면 과학자들은 어떻게 그 문제를 해결할까?

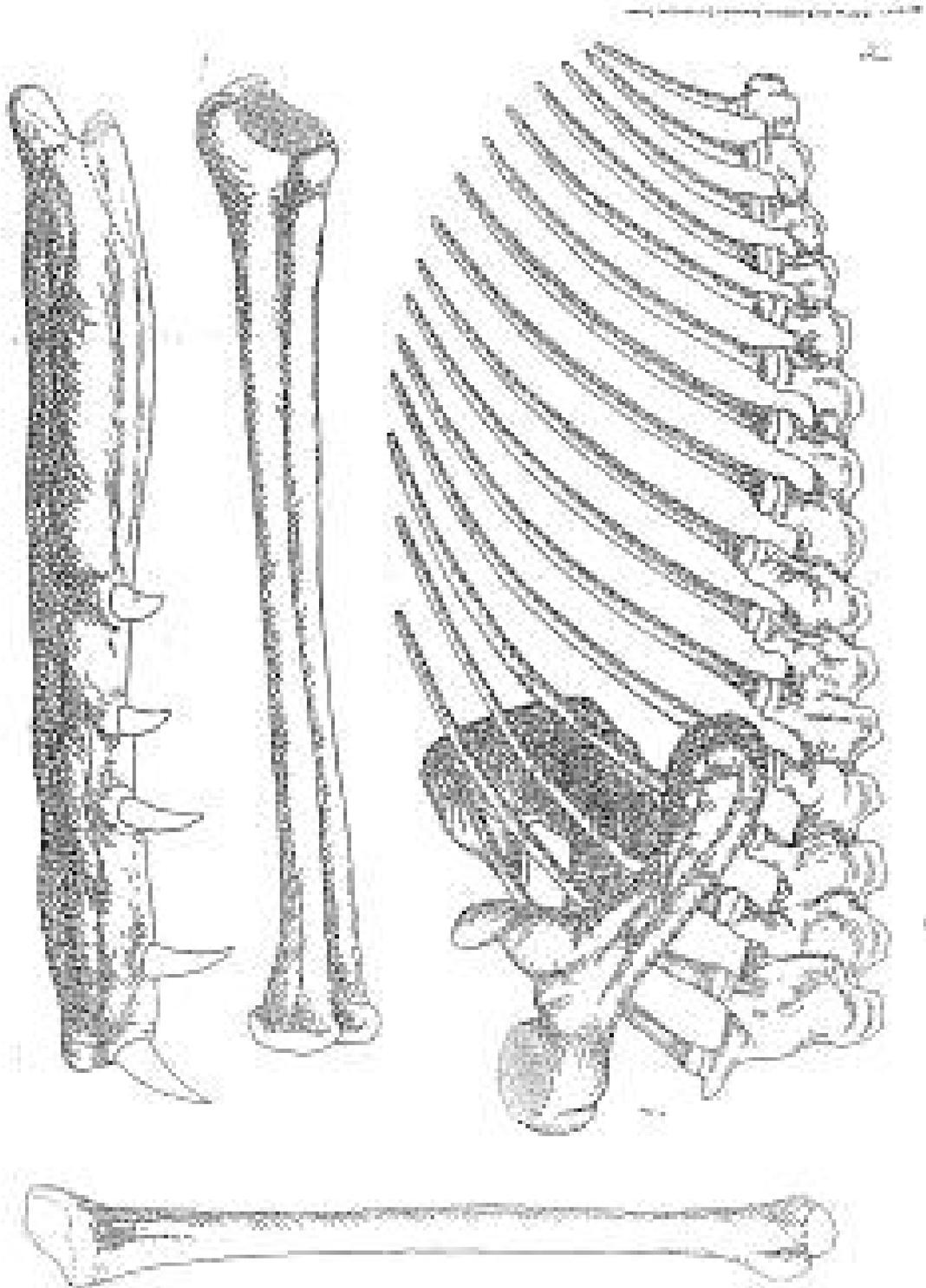
5. 수업 주의 사항

오려낸 화석 골격을 잃어버리지 않도록 조심한다.

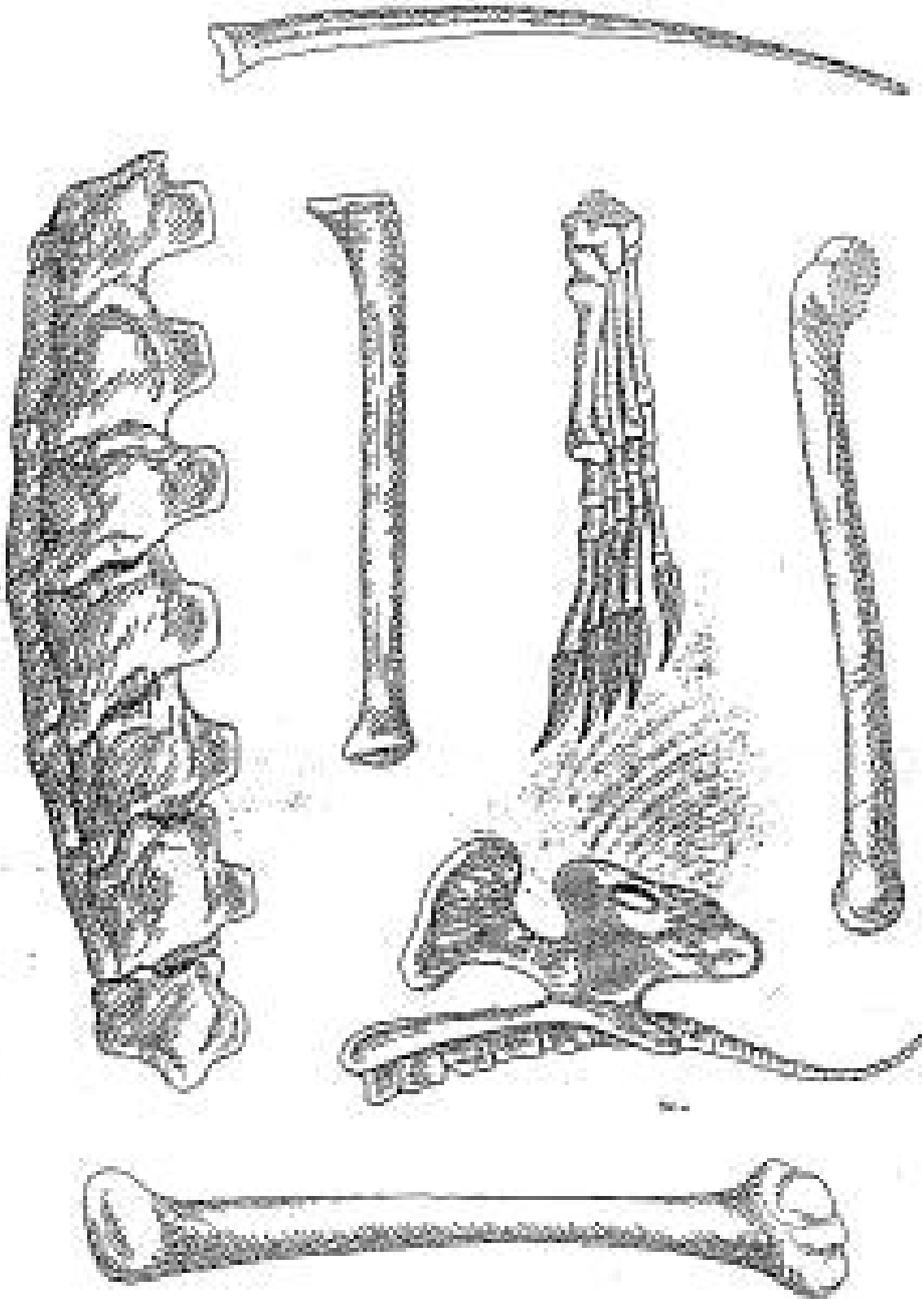
[화석 이미지 1]



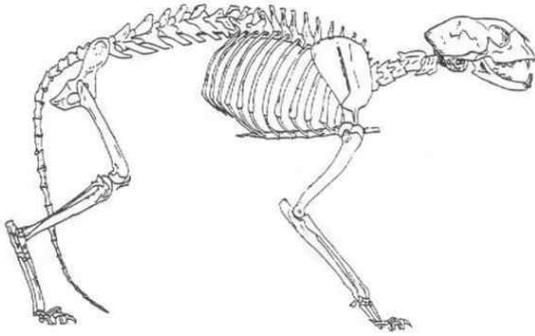
[화석 이미지 2]



[화석 이미지 3]



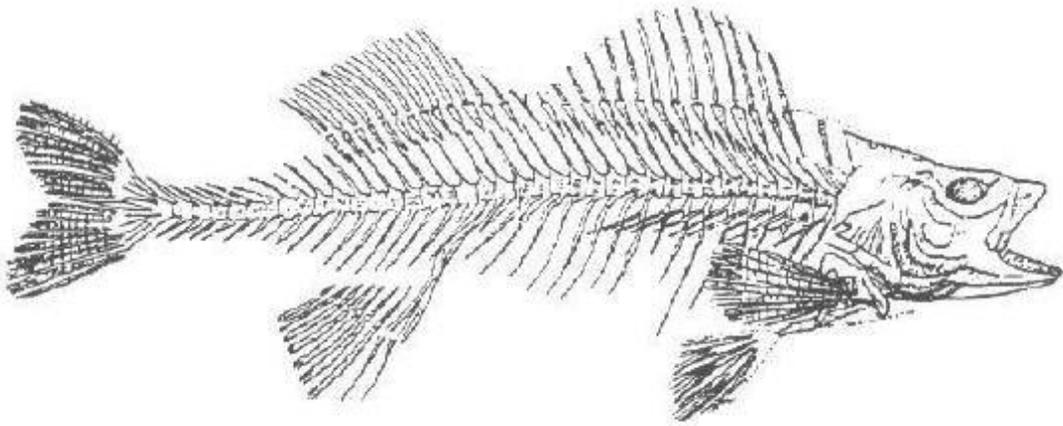
다른 동물의 골격을 보고 추론하기



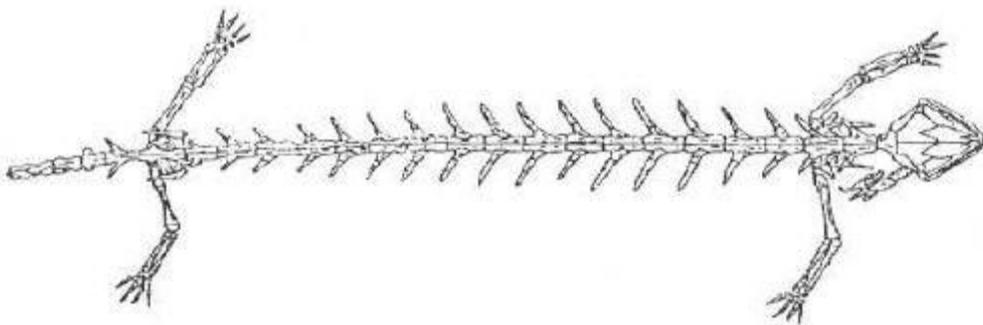
고양이 골격



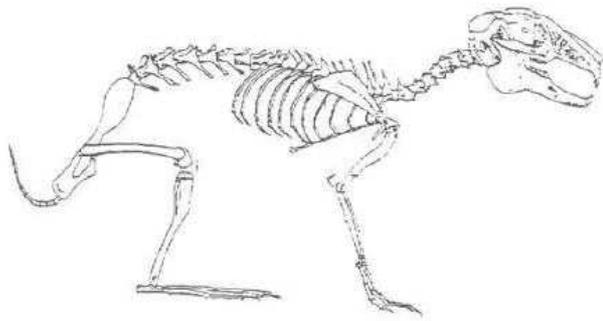
pterosaur 골격



어류의 골격



도롱뇽 골격

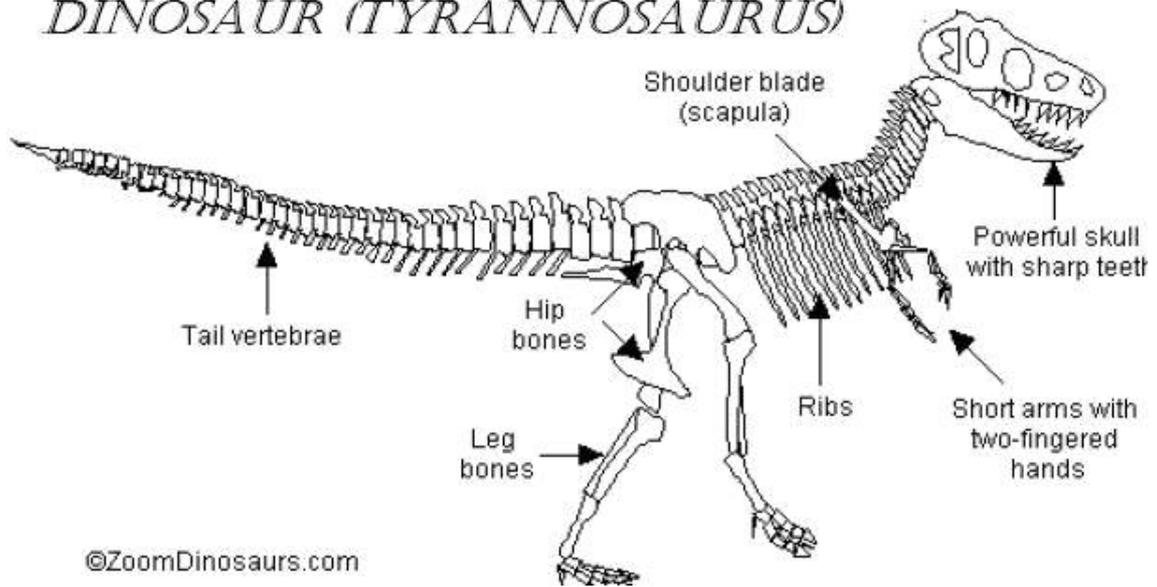


도끼 골격



새 골격

DINOSAUR (TYRANNOSAURUS)



©ZoomDinosaurs.com

공룡 티라노사우루스 골격의 특징

주제10_ Silver Tree 3

신나는 과학을 만드는 사람들
한광중학교 김화중

I. 들어가기



처음 접한 질산은과 구리사이의 산화와 환원반응 실험에 대한 실망은 과학교사라면 한번쯤 격어 보았을 것이다. 그 후 좀 더 개선된 실험으로 질산은 용액에 한천을 첨가하여 구리조각으로 모양을 낸 배지에 담아 반응을 지켜보다보면 이게 은인지 구리인지 초록색 모양 사이에 조금 비치는 은을 볼 뿐이다.

그래서 다시 여러 가지 첨가물(설탕, 황산구리 수용액)을 이용하여 반응을 조절해 보았다. 동그란 플라스틱 배지(페트리디쉬) 바닥에 예쁜 모양을 낸 구리조각 그 주변을 중심으로 은이 눈꽃송이처럼 피어났다.



II. 탐구 활동

TES-2013

이 활동을 하면?

- 산화-환원 반응에 대해 이해할 수 있다.
- 질산은 용액의 한천 배지 속에서 은이 만들어지는 반응을 통해 금속의 반응성 차이를 이해할 수 있다.

TES-2013

무엇이 필요할까?

- 0.1M 질산은용액, Agar, Copper sulfate, 250ml 비이커, 유리막대, 페트리디쉬, 구리테이프, 가위, 연필, 핀셋, 돋보기



어떻게 할까?

1. 구리테이프 뒷면에 나무 그림을 그린 후 오려서 페트리디쉬 안쪽 바닥에 붙인다.
모양편치를 이용한다면 쉽게 작품을 만들 수 있다.



- ※ 초등학생과 같은 저학년을 대상으로 하는 활동에서는
- ※ 중고등학생의 경우 구리테이프의 특성을 알려주고 접착면 사이에서는 반응이 일어나지 않음과 다니엘전지에 사용하였던 염다리의 특징에서 나타난 한천의 특징을 설명해 주고, 모양편치보다는 직접 그림을 그려 작품을 완성할 수 있도록 지도해보자.



2. 250ml 비이커에 0.1M 질산은용액 100ml와 Agar(0.2~0.3g)를 넣고 가열한다.
3. 가열시 기포가 생기기 시작하면 불을 끄고, 40~50°C로 식힌 후, Copper sulfate 과포화수용액(3ml)를 넣고 잘 저어준다.



4. 40°C이하로 식힌 용액을 페트리디쉬에 1/3정도 조심스럽게 붓는다.
※손에 닿지 않도록 조심하고, 테이블 위에서 10분정도 흔들리지 않도록 조심한다.



5. 5분~10분 후 완전히 굳은 한천배지에서 시간이 경과함에 따라 어떻게 변화되는지 관찰해보자.



(위에서 본 모습)



(바닥에서 본 모습)



TES-2013

무엇을 조심할까?

1. 질산은 용액이 손에 묻으면 광반응으로 검게 변하게 되므로 옷이나 피부에 묻지 않도록 주의하자.
2. 최대한 정확한 양을 사용하도록 한다.
3. 가열도구나 핫플레이트를 사용할 때 화상을 입지 않도록 지도한다.

TES-2013

생각해 볼 꺼리

1. 시간이 지날수록 구리조각의 모양에 어떤 변화가 생기는가?

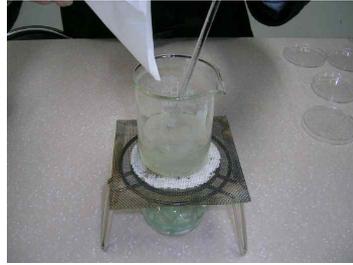


2. 시간이 지날수록 페트리디쉬 안에 색깔은 어떻게 변화되는가?



1. 질산은 한천배지 만들어 보기

준비물 : 0.1M 질산은 용액, Agar, Copper sulfate, Sugar, 알코올램프, 약수저, 유리막대, 면장갑, 페트리디쉬(90mm, 45mm)



- ① 비커에 0.1M 질산은 용액 100mL를 넣고 가열한다.
- ② 용액이 따뜻해지면 Agar, Sugar를 넣고 가열하며 잘 저어준다.
 - ☞ 한천은 약 90°C에서 녹는다. 투명하게 완전히 녹으면 가열을 멈춘다.
 - ☞ 녹을 때까지 천천히-계속 저어주어야 합니다.
 - ☞ 설탕은 은의 생성 속도를 느리게 해주는 역할을 한다.
- ③ 질산은 한천용액에 황산구리 수용액을 넣고 잘 저어준 후, 혼합용액이 약 40°C에서 굳기 시작하므로 그 전에 페트리디쉬에 1/3정도 부어준다.
 - ☞ 거품이 생기지 않도록 조심해서 부어주고, 거품이 생기면 약수저로 걷어낸다.
 - ☞ 굳어지는데 걸리는 시간은 10분정도



2. 금속의 반응성

(칼륨 칼슘 나트륨 마그네슘 알루미늄 아연 철 니켈 주석 납 구리 수은 은 금)

$K > Ca > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Ni > Sn > Pb > Cu > Hg > Ag > Au$

반응성 크다.

반응성 작다.

산화 잘 일어남 ←

→ 환원이 잘 일어남

전자 잃고 양이온으로

전자 얻어 금속으로

※ 금속과 금속이 녹아있는 용액(금속 수용액)의 반응 결과로부터 금속의 반응성

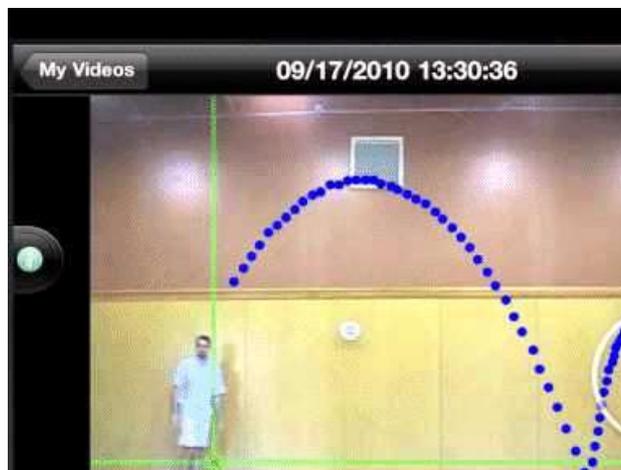
비교 → 반응성이 작은 것이 석출

주제11_ 프로세싱을 이용한 운동 분석

참과학
강릉 관동중 이동준
자바실험실(JavaLab.org) 이동준

1. 개요

등속 운동, 포물선 운동 등 고전역학을 설명하기 위해 비디오 분석을 활용한 예는 많이 찾아볼 수 있습니다. 예를 들어, 아래 앱은 아이폰에서 찍은 비디오를 분석할 수 있도록 도와줍니다.



위와 같은 앱의 단점은, 찍으면서 동시에 분석하는 것이 아니라 찍고 난 후에 별도의 분석 과정을 거쳐야 한다는 것입니다. 즉, 연속적인 장면을 하나하나의 스틸 이미지로 변환한 다음에 물체를 일일이 터치하여 매 순간의 위치를 수작업으로 잡아 주어야 한다는 것입니다. 그래서 실시간으로 물체의 운동을 분석할 수 있는 프로그램을 만들어 보기로 하였습니다.

2. 프로세싱 Processing

프로세싱(Processing) 언어는 자바(Java) 언어에서 파생된 프로그래밍 언어입니다. 자바를 기반으로 만들어 졌지만, 복잡하지 않고 손쉽게 사용할 수 있습니다. 초보자나 디자이너, 미디어 아티스트들이 쉽게 사용할 수 있도록 개발되었습니다. 프로세싱은 C나 C++, Java 등의 복잡한 개념을 숨겨서 간략하게 만들었습니다. 그래픽이나 이미지, 비디오, 사운드를 쉽게 다룰 수 있는 명령어들을 내장하며, 라이브러리를 이용해 3D나 PDF, Video 출력 등을 쉽게 확장할 수 있습니다.

프로세싱의 장점을 나열하면 다음과 같습니다.

- 도형을 그리기 쉽다.
- 3차원을 쉽게 구현할 수 있다.
- PDF로 데이터를 저장할 수 있다.
- 영상처리가 매우 쉽다.
- 여러 가지 영상 포맷을 지원한다.
- 사운드 처리가 쉽다.
- 카메라를 연결하고 비디오를 바로 처리할 수 있다.
- 웹과 네트워크의 연결이 쉽고 자유롭다.
- 동영상 제작이 쉽다.
- 파일 입출력이 자유롭다.
- 아두이노 하드웨어와 쉽게 연동할 수 있다.
- 안드로이드 프로그래밍이 가능하다.

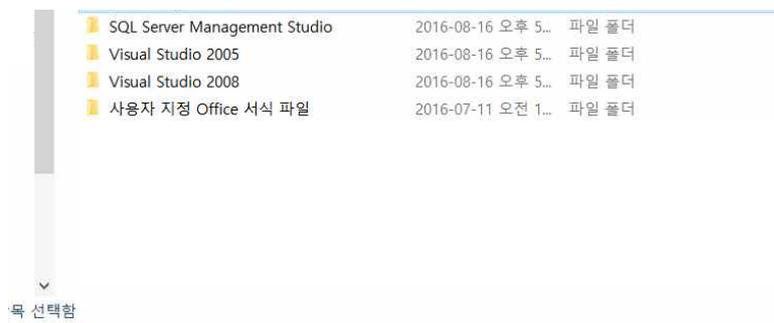
3. 프로세싱의 설치

프로세싱은 무료 소프트웨어로 <http://processing.org> 에서 다운받아서 쉽게 설치할 수 있습니다.

1. Click
2. Click

Windows OS용 프로세싱은 압축된 파일(processing-0.0.0-windows32.zip) 형태로 제공됩니다. 사용하고 있는 윈도의 종류에 따라 32비트와 64비트 버전을 다운받을 수 있습니다. 64비트 버전은 64비트용 윈도에서만 실행되지만 32비트 버전은 어떤 시스템에서든지 사용할 수 있습니다.

설치 방법은 간단합니다. 압축파일을 적당한 폴더에 풀어 놓은 다음 processing.exe 파일을 실행시키면 바로 사용할 수 있습니다.

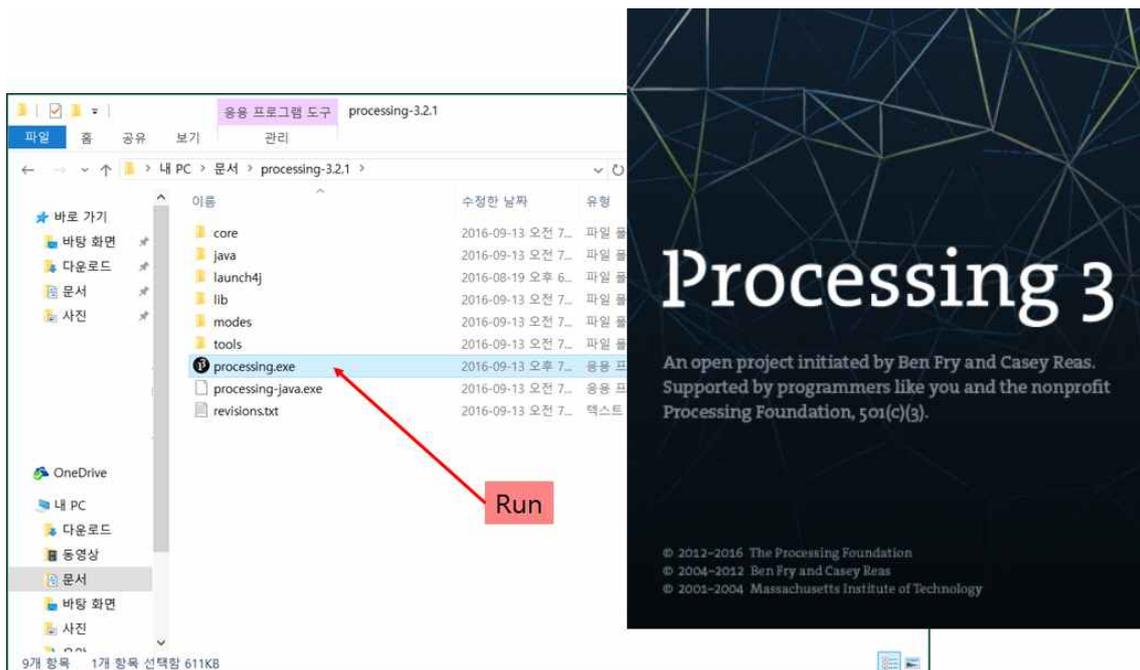


4. 비디오 분석 프로그램 설치

비디오 분석 프로그램(이하 '프로그램')은 <http://javalab.org/lee/processing/traceBall.zip> 에 접속하여 zip 파일 형태로 다운받을 수 있습니다. 이렇게 다운받은 압축 파일을 컴퓨터의 문서 폴더에 압축을 풀어 놓습니다.

Arduino	2016-07-21 오후 8...	파일 폴더
FineDrive	2016-07-13 오후 5...	파일 폴더
Integration Services Script Component	2016-08-16 오후 5...	파일 폴더
Integration Services Script Task	2016-08-16 오후 5...	파일 폴더
Processing	2016-07-05 오후 6...	파일 폴더
processing-3.1.2	2016-08-15 오후 1...	파일 폴더
processing-3.2	2016-08-19 오전 7...	파일 폴더
processing-3.2.1	2016-09-13 오전 7...	파일 폴더
SQL Server Management Studio	2016-08-16 오후 5...	파일 폴더
traceBall	2016-10-24 오후 5...	파일 폴더
Visual Studio 2005	2016-08-16 오후 5...	파일 폴더
Visual Studio 2008	2016-08-16 오후 5...	파일 폴더
사용자 지정 Office 서식 파일	2016-07-11 오전 1...	파일 폴더
카카오톡 받은 파일	2016-10-17 오후 1...	파일 폴더

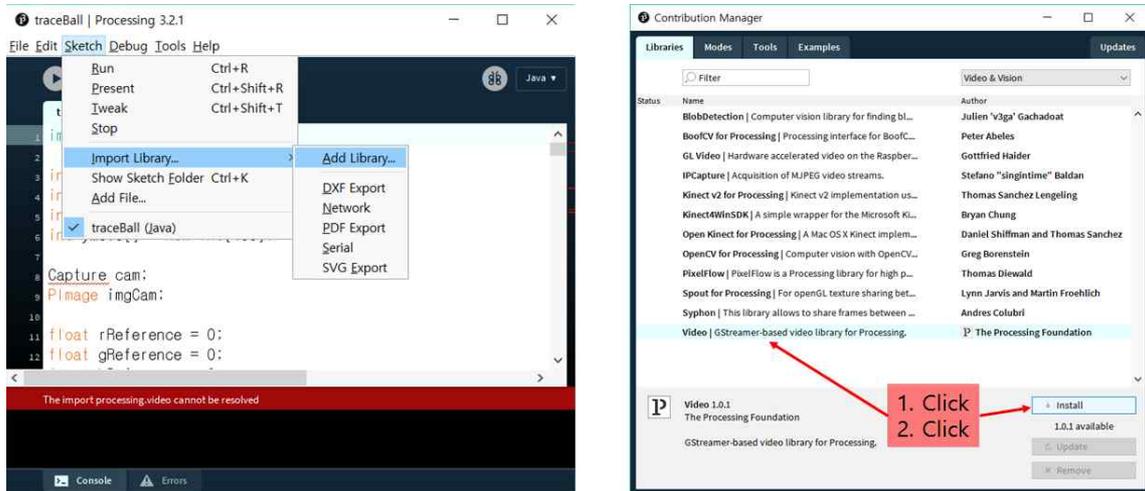
traceBall 폴더에 들어가보면, 폴더명과 같은 이름의 파일이 보입니다. 파일명은 'traceBall.pde'입니다. 이 파일을 더블클릭하면 프로세싱이 자동으로 실행되면서 프로그램이 로드됩니다.



5. 비디오 라이브러리 추가하기

프로세싱은 기본적으로 간단한 코어상태로 제공되는 것이며, 외부에 다양한 기기를 추가해서 사용할 경우 추가 라이브러리 설치가 필요합니다. 이 프로그램에서는 컴퓨터에 연결된 웹캠을 이용할 것이므로, 비디오 라이브러리(Video Library)를 추가해 주어야 합니다. 이 작업은 초기 설치시 단 한번만 해주면 됩니다.

프로세싱 메뉴 '스케치-내부라이브러리-라이브러리추가하기'를 선택하면 추가할 수 있는 여러 가지 라이브러리가 보입니다.



수많은 라이브러리 중에 'Video' 라이브러리를 찾아 [Install] 버튼을 클릭해 줍니다. 라이브러리는 인터넷을 통해 자동으로 다운로드되기 때문에 시간이 조금 필요합니다.

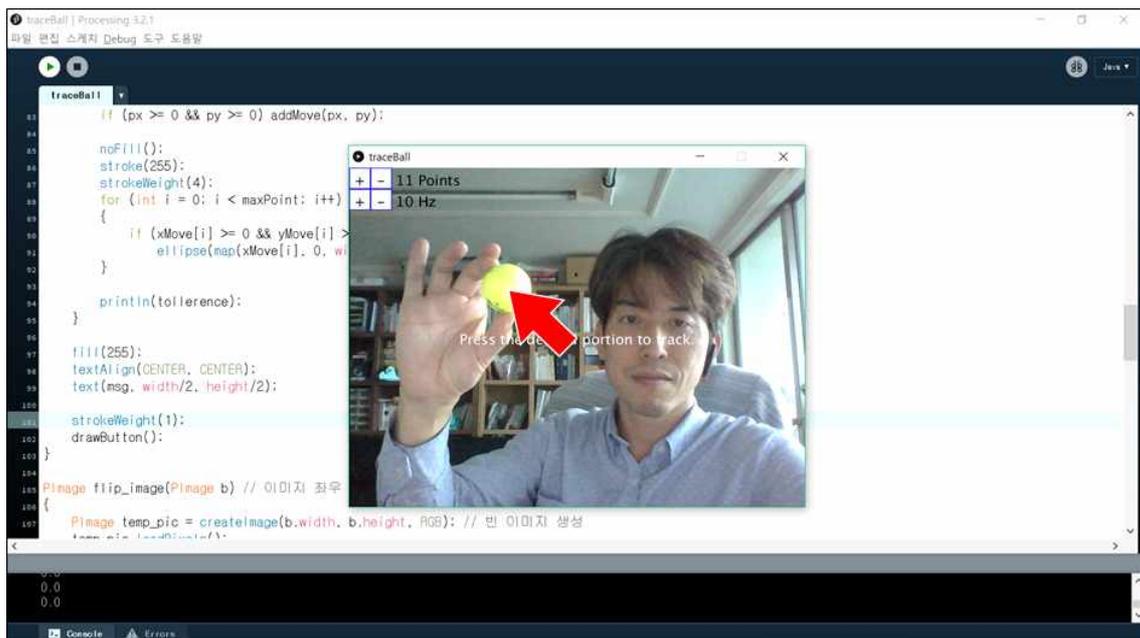
6. 프로그램 실행하기

'Ctrl+r'키를 누르거나, 플레이(▶) 버튼을 누르면 프로그램이 실행됩니다.

5. Run

```
1 import processing.video.*;
2
3 int maxPoint = 11;
4 int iRate = 10;
5 int xMove[] = new int[100];
6 int yMove[] = new int[100];
7
8 Capture cam;
9 PImage imgCam;
10
11 float rReference = 0;
12 float gReference = 0;
```

프로그램이 실행되면 제일 먼저 추적할 물체를 마우스로 클릭해 줍니다.
추적할 물체는 주변과 다른 독특한 색깔을 가진 물체일수록 좋습니다.
만약 배경색이 추적할 물체와 비슷한 색깔을 가졌다면 물체를 추적하는데 어려움을 겪을 수도 있습니다.



좌측 상단의 버튼을 누르면 1초 동안 추적할 빈도수(Hz)와 추적회수(Points)를 조절할 수 있습니다.



7. 활용시 주의사항

- 가. 추적할 물체는 주변 배경과 확연히 구분되는 색깔이 되도록 하면 좋습니다
- 나. 가급적 고성능의 노트북을 추천합니다. (코어 i3이상)
- 다. 지나치게 빠른 물체의 움직임은 추적에 실패할 수 있습니다. 예를 들어 수직으로 낙하시키는 경우 고성능 노트북이 아닌 경우 추적에 실패합니다. 이런 경우 빔면에서의 가속도 운동 등으로 속도를 감소시켜 측정할 필요가 있습니다.
- 라. 기본적으로 거리를 측정할 수 있는 방법이 제공되지 않습니다. 거리를 표시한 빔면에서 공을 굴리는 등 측정은 자체적으로 해결해야 합니다.

주제12_ 미니 기주공명실험장치로 공기 중에서 소리 속도 측정하기(파동)

참과학
부천 정명고 김성규

I. 미니 기주공명 실험의 개요

1. 실험의 주제

- 가. 실험 목적 : 기주공명 실험을 통한 음속 측정
- 나. 실험 소요 시간 : 50분
- 다. 관련 단원 : 고등학교 물리II '빛과 파동'
- 라. 실험 설명 : 소리의 속도를 측정하는 실험인 기주공명실험을 소규모 장치와 스마트기기를 통해 손쉽게 할 수 있다. 또한, 폐관에서의 정상파의 특징을 간단하게 학습할 수 있다.

II. 미니 기주공명 실험의 내용

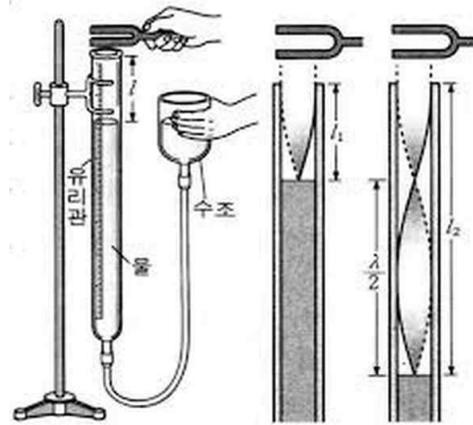
1. '기주공명실험'이란?

기주공명 실험은 2가지의 물리량을 확인하는 데에 사용되는 실험이다.

첫번째, 알고 있는 진동수의 음파를 이용하여 공기 중에서 음파의 속력을 측정하는 것이다.

두번째, 공기 중에서의 음파의 속력을 알고 있을 때 소리굽쇠 또는 어떤 음원에서 발생하는 음파의 진동수를 측정하는 것이다.

소리굽쇠는 항상 일정한 한 개의 진동수를 가진 음파를 만들어 낸다. 어떠한 상황에서도 이 진동수의 변화는 없다. 긴 유리관에 물이 담긴 기주공명관은 위쪽이 열려있고 아래쪽은 물 때문에 막혀 있어서 폐관(한쪽만 막힌 관을 폐관이라 한다.)에 해당한다. 아래에 연결된 고무관을 통해 물통이 연결되어 있는데, 이 물통의 수면과 기주공명관의 수면의 높이는 기압에 의해 같다. 이 물통의 높이를 조절하면 수면의 높이가 변하는 것이다.



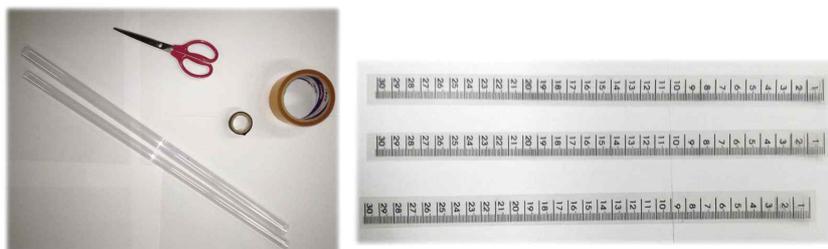
소리굽쇠가 만드는 음파는 유리관 내부에 들어있는 공기를 진동시킨다. 이 때 관 내부에서 진행되는 소리는 관의 길이에 따라 특정 위치에서 공명을 하게 된다. 즉, 관의 길이에 따라 공명을 일으키는 진동수가 달라지게 된다는 것이다. 공명상태(물의 높이를 바꾸면서 큰 소리가 나는 순간)가 되면, 폐관의 공명 진동수와 소리굽쇠의 진동수가 일치되었다는 것을 의미하는 것이다. 그런데, 진동수가 고정된 소리굽쇠의 음파가 폐관 안으로 들어가면 폐관에서는 폐관의 길이에 따라 첫째 공명, 둘째 공명이 차례로 나타난다. 첫 번째 공명과 두 번째 공명의 지점 사이의 거리($l_2 - l_1$)를 구하면 공명이 일어나는 조건에 의해 그 값이 음파의 반파장에 해당하는 길이라는 것을 알 수 있고, 이를 통해 음파의 파장이 $\lambda = 2(l_2 - l_1)$ 이라는 것을 알 수 있다.

2. 기주공명실험을 통한 소리의 속도 측정 실험

가. 실험 목표

- (1) 폐관에서의 정상파 원리를 이용하여 소리의 속도를 측정한다.
- (2) 유리재질이고 길이가 1m정도이면서 물을 사용하는 기존의 기주공명실험장치의 원리를 그대로 사용하면서 보다 간단하게 실험할 수 있음을 알 수 있다.

나. 실험 준비물 : 가위, 지름 2cm의 플라스틱 관(길이 50cm정도) 1개, 지름 1.5cm의 플라스틱 관(길이 60cm정도), 스카치테이프, 투명자, 스마트패드(톤발생 App설치)



다. 실험 과정

- (1) 지름 2cm의 플라스틱 관의 바깥쪽에 투명자를 스카치테이프로 부착한다 (필요에 따라 자를 부착하지 않고 실험할 수도 있다).
- (2) 지름 1.5cm의 플라스틱 관의 한쪽을 스카치테이프로 막고, 그 부분에 테

이프를 감아서 지름 2cm인 플라스틱 관의 내경에 맞춘다.

- (3) 스마트패드(아이패드나 스마트폰)에서 톤발생 어플을 사용해서 일정한 진동수의 음파를 발생시키고, 스피커를 플라스틱 관의 입구에 위치한다.(스마트폰 앱은 안드로이드에서는 'Function Generator', iOS에서는 '톤 생성기'를 추천한다.)



[안드로이드 Function Generator]

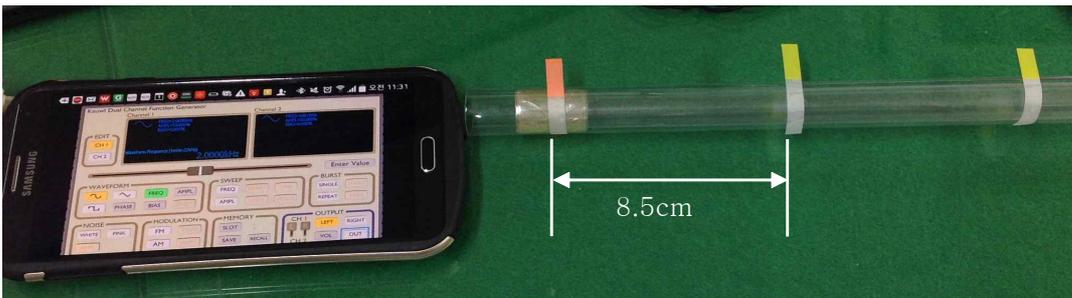


[iOS 톤 생성기]

- (4) 큰 지름의 관은 고정하고, 내부의 작은 지름의 관을 천천히 밖으로 빼면서 소리의 변화를 파악한다.
- (5) 처음으로 소리가 갑자기 커지는 부분의 위치를 표시하고, 계속 작은 지름의 관을 밖으로 빼면서 두번째로 소리가 커지는 위치를 표시한다.
- (6) 소리가 커지는 두 지점간의 거리는 스피커에서 발생하는 음파의 반파장의 길이에 해당되므로 그 길이를 2배로 하면 음파의 파장이 측정된다.

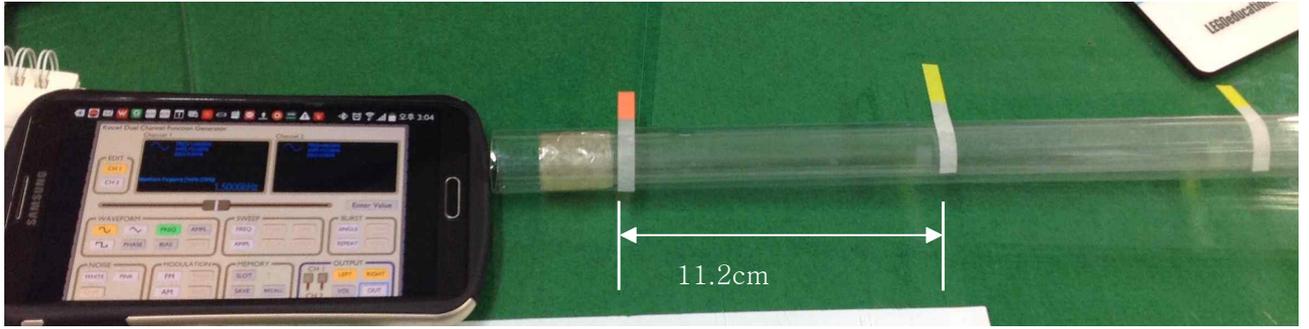
라. 실험 결과 및 정리

(1) 2000Hz로 실험한 결과



각 공명지점 사이의 거리는 약 8.5cm로 일정하게 나타났다. 따라서, 2000Hz의 소리의 파장은 약 17cm라는 것을 알 수 있다. 파동의 속도는 진동수와 파장의 곱($v = f\lambda$)이므로, 소리의 속도는 340m/s로 측정되는 것을 확인할 수 있다.

(2) 1500Hz로 실험한 결과



각 공명지점 사이의 거리는 약 11.2~11.6cm로 나타났다. 따라서 1500Hz의 소리의 파장은 약 22.4~23.2cm정도가 되며, 소리의 속도는 336~348m/s이며, 평균적으로 보면 약 340m/s임을 역시 확인할 수 있다.

알루미늄 봉을 이용한 고체 내에서의 소리 속도 측정하기(파동)

1. 서론

일반적인 고등학교 물리 교육과정에서 정상파에 대한 수업이 진행될 때, 양 끝이 고정되어 있는 줄(현)에서의 정상파 또는 관(폐관과 개관)에서의 정상파에 대한 이론이 소개된다. 교과서에서 언급되는 현에서의 정상파는 현을 통해 전달되는 횡파적 특성에 의한 정상파이론이고, 관에서의 정상파는 관 내부를 채우고 있는 공기를 통해 전달되는 음파의 종파적 특성에 의한 정상파이론이다. 현에서의 정상파에 대한 내용을 통해 기타줄과 같이 가늘고 긴 매질을 통해 횡파가 이동할 때 정상파를 만드는 원리와 현의 장력에 따른 횡파의 이동속도변화의 관계와 같은 개념들을 학습할 수 있다. 관에서의 정상파에 대한 내용을 통해서는 공기와 같은 매질을 통해 음파가 이동하는 속도를 구하거나, 관 내부에서 음파가 정상파를 만드는 조건과 같은 개념들을 학습할 수 있다. 이 두 가지 현상은 정상파를 이해하기에 도움을 주기는 하지만 서로 연계성이 없어서 학생들이 개념을 받아들이는 데에 어려움을 느끼는 것을 자주 만날 수 있다. 본 연구에서는 지름 10mm, 길이 1,000mm인 알루미늄 봉을 이용해서 고체인 매질을 통해 이동하는 음파 때문에 나타나는 정상파 현상을 확인하는 실험을 제안하고, 나아가 매질의 상태(기체, 고체)에 따라 매질을 통해 전달되는 음파 속도를 간편하게 측정할 수 있는 실험방법을 제안하고자 한다.

2. 이론적 배경

정상파(standing wave)란 같은 진폭과 파장을 갖는 두 개의 파동이 한 매질(닫혀진 공간) 내에서 서로 반대방향으로 진행하면서 연속적인 중첩이 이루어지며 배와 마디를 만들고, 마치 진행하지 않고 제자리에서 진동만하고 있는 것처럼 느껴지게 되는 파동적 현상을 말한다(그림1).

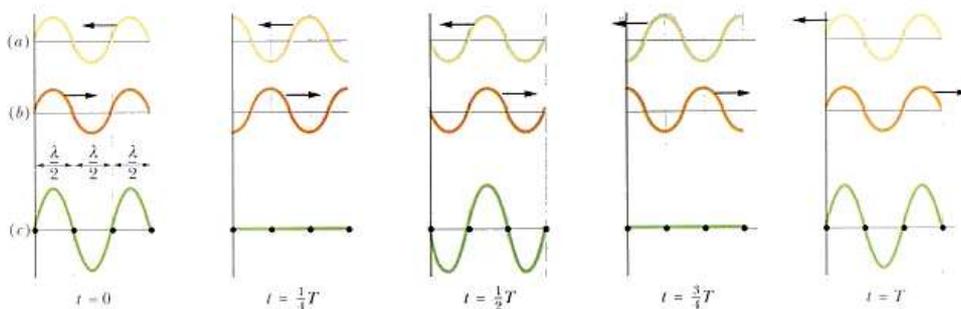


그림 1. 정상파가 만들어지는 원리

(그림 출처 : http://ora24.cafe24.com/Science/CyberExp/standing_wave_2.htm)

1) 줄(현)에서의 정상파

줄(현)에서의 정상파는 그림 2와 같이 항상 양쪽 끝이 고정되어 있는 상태에서 나타나게 되며, 이 줄을 튕겼을 때 매질은 줄에 수직되는 방향으로 진동하는 횡파를 만들게 된다. 이 횡파가 줄을 통해 진행하다가 양쪽 끝부분에서 반사되어 되돌아오게 되고, 이 과정 때문에 줄 위에서 동일한 파동이 서로 반대방향으로 진행하며 연속적으로 만나게 되는 것이다. 줄을 튕기는 과정에서 다양한 진동수의 파동이 형성이 되지만 줄의 양쪽에 있는 고정점이 갖는 경계조건(양쪽 끝부분은 항상 마디를 형성)에 만족하는 특정 진동수의 파동들만이 소멸되지 않고 남아서 정상파를 만들게 되는 것이다. 이 때 만들어지는 파동이 줄을 따라 이동하는 속도는 줄의 장력에 영향을 받게 되므로, 같은 길이의 줄이라도 장력에 따라 정상파를 만드는 진동수가 달라지게 된다.

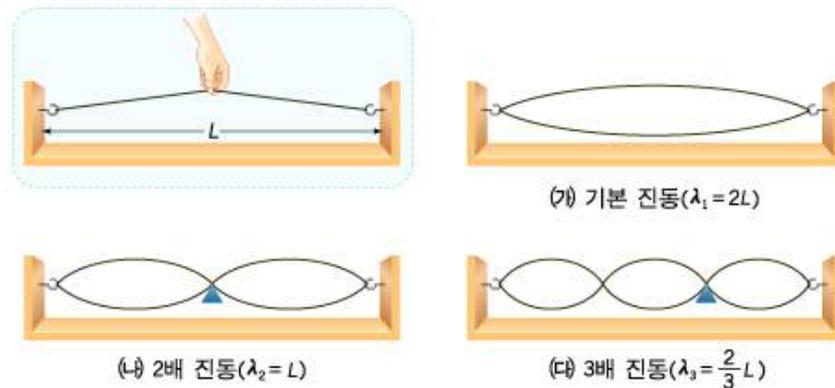


그림 2. 줄(현)에서의 정상파

(그림출처 :

<http://newdle.noonoppi.com/viewImage3.aspx?dataclass=2&enid=32656>)

2) 관(pipe)에서의 정상파

관(pipe)에서의 정상파는 관 내부의 공기기동을 통해 진행하는 소리가 관이 가지고 있는 경계조건에 의해 정상파가 만들어지는 것이다. 그림 3에서 볼 수 있는 것처럼, 폐관과 같이 한쪽 끝이 막혀있으면 마디가 되고, 개관과 같이 열려있는 끝에서는 항상 배가 되는 조건을 만족하는 파동만 정상파를 만들게 되는 것이 경계조건이다. 사실 음파는 종파이기 때문에 배와 마디를 그림으로 표현되기 어렵다. 그 때문에 그림 3에서 표현되는 정상파의 형태는 종파를 횡파처럼 표현해 둔 것이니 유의해야 한다.

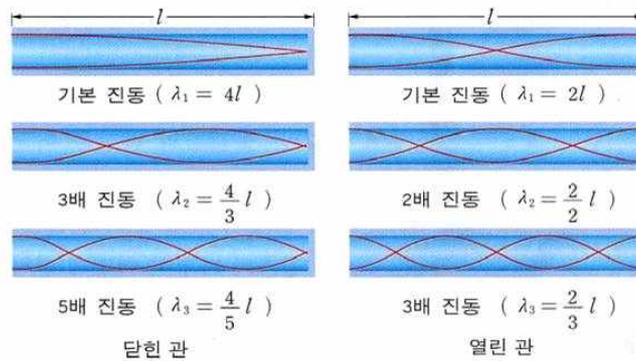


그림 2. 관에서의 정상파

(그림출처 : <http://www.sciencecom.co.kr/goods/view?no=414>)

3) 고체매질을 통해 파동이 전달되는 방식

고체매질을 통해 파동이 전달되는 방식은 3가지가 있다. 그림 3과 같이 길이방향, 비틀림방향, 가로방향이 그것이다.

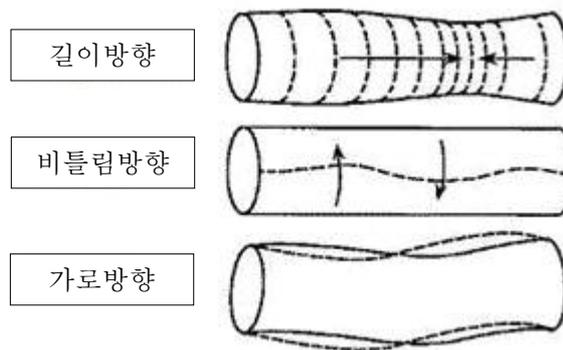


그림 3. 고체매질을 통해 파동이 전달되는 방식

기타줄과 같이 가늘게 만들어진 고체매질의 경우에는 가로방향의 진동이 매질을 통해 전달되며, 이런 경우 매질을 통해 전달되는 파동은 횡파의 형태를 갖게 된다.

굵기를 무시할 수 없는 고체매질의 경우에는 길이방향의 진동이 매질을 통해 전달되는 성질이 두드러지며, 이런 경우 매질을 통해 전달되는 파동은 종파의 형태를 갖게 된다. 본 연구에서 실험되는 내용이 바로 이 경우에 해당된다.

비틀림방향의 진동이 전달되는 경우는 흔히 찾아보기 어려운 상황이니 이 연구에서는 언급하지 않는다.

3. 실험 및 결과 분석

먼저 길이가 1m(1,000mm)이고 지름이 10mm인 알루미늄 봉을 준비한다. 이 알루미늄 봉을 엄지와 검지 손가락을 이용하여 잡은 후, 두드릴 수 있는 물체로 알루미늄

미늄 봉을 두드리거나 송진을 바른 손으로 문지르면 재미있는 현상을 발견할 수 있다. 송진에 의해 미세한 마찰이 연속적으로 일어나게 되고, 이 때 만들어진 진동이 알루미늄 봉을 따라 이동하다가 양쪽 끝부분에서 반사되며 왕복하게 된다. 그 과정에서 연속되며 만들어진 진동과 중첩되면서 그림 4와 같이 정상파를 만드는 조건에 만족하는 진동수는 진폭이 더해지면서 그 소리가 더욱 커지게 되고, 알루미늄 봉에서 안정적으로 진동하게 되면서 오랫동안 그 진동이 유지될 수 있다. 그러나 이런 현상을 관찰하려면 반드시 마디에 해당하는 위치를 잡아야하고, 그 마디에 해당하는 진동수만 정상파를 만들며 오랫동안 그 음파가 유지된다. 정상파를 만들 수 있는 마디가 아닌 위치를 잡으면 알루미늄 봉을 따라 움직이는 음파들은 손가락에 의해 그 진동에너지가 흡수되어 금방 소리가 사라지게 된다. 알루미늄 봉을 따라 길 이방향으로 이동하는 음파는 종파이고, 음파의 입장에서 볼 때 알루미늄 봉은 개관과 같은 역할을 하게 된다. 따라서 개관의 경계조건은 양쪽 끝이 항상 배가 된다는 조건을 만족하는 파장만 정상파를 만들게 된다는 것이며, 이 조건에 따라 마디가 되는 지점을 확인할 수 있게 된다.

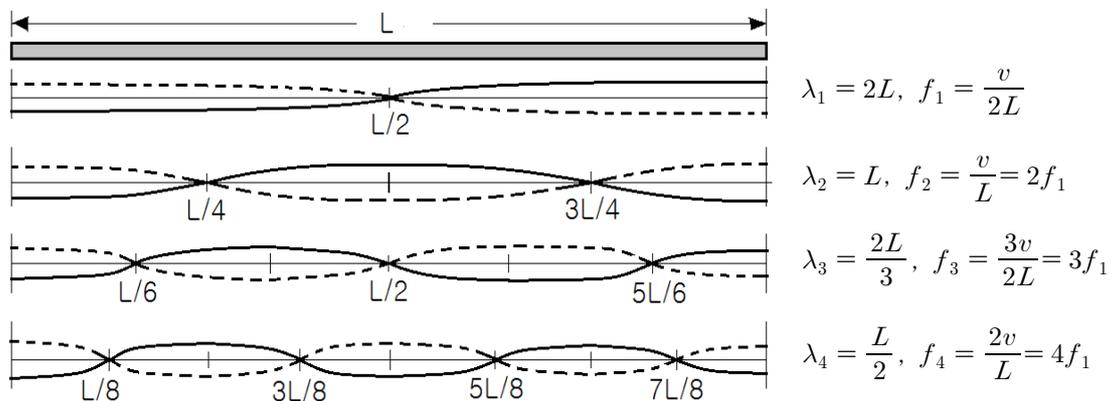


그림 4. 알루미늄 봉에서 정상파가 만들어지는 조건

길이가 1m인 알루미늄 봉에서 정상파를 만들었을 때 마디가 되는 지점의 위치는 $50\text{cm}(\frac{L}{2}), 25\text{cm}(\frac{L}{4}), 16.6\text{cm}(\frac{L}{6}), 12.5\text{cm}(\frac{L}{8}), 10\text{cm}(\frac{L}{10})$ 지점 순으로 확인된다.

각 지점을 손가락으로 잡고 정상파를 발생시켰을 때 발생하는 음파의 진동수를 확인하고 표 1에 정리하였다. 또한 각 지점별 정상파를 만드는 파장을 구하고 파동의 속도를 구하는 식인 $v = f\lambda$ 에 적용하여 각 진동수별, 파장별 진행속도를 구해서 표 1에 함께 정리하면 다음과 같다.

표 1. 각 마디별 발생하는 음파의 진동수(진동수 측정은 스마트폰 어플인 frequency analyzer를 사용했음)

잡은 지점(cm)	50	25	16.6	12.5	10
-----------	----	----	------	------	----

정상파 파장(m)	2	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{5}$
진동수(Hz)	2,540	5,080	7,620	10,160	12,700
음파의 속도(m/s)	5,080	5,080	5,080	5,080	5,080

이를 통해서 확인되는 알루미늄 봉을 따라 이동하는 음파의 속도는 5080m/s인 것으로 확인되며, 실험환경은 25°C였다. 즉, 음파의 파장이나 진동수에 관계없이 알루미늄 봉을 따라 이동하는 음파의 속도는 일정하다는 것을 알 수 있다.

일반적으로 알루미늄에서의 소리의 속도는 20°C에서 6,320m/s로 알려져 있다.(참고 자료 :

<http://www.ck12.org/user:Whakuklee/book/%EC%A4%91%ED%95%99-%EA%B3%BC%ED%95%99%EB%AC%BC%EC%83%81/section/5.33/>) 이는 본 연구에서 측정된 자료와 1,240m/s의 오차를 갖고 있다는 것을 알 수 있고, 이 차이에 대한 깊이 있는 연구가 필요한 것으로 보인다.

속도차이에 대한 하나의 원인으로 추정되는 것은 실험환경(약 25°C)과 참고자료의 환경(20°C)의 온도차이인데 실제로 20°C이하의 환경에서 실험을 해봐도 주파수에 있어서 큰 차이가 없는 것으로 확인되었으므로 온도의 영향은 아닌 것 같다.

다른 원인으로 추정되는 것은 알루미늄 봉의 밀도인데, 실제로 밀도에 따라 고체 매질을 통해 이동하는 음파의 속도는 크게 달라질 수 있다. 특히 등방성인 고체를 통해 이동하는 음파의 속도는 식(1)과 같이 영률(길이탄성률, Y)과 밀도(ρ)에 의해 결정된다.

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} \quad (1)$$

위키피디아에서 제시되어 있는 알루미늄의 물리적 성질을 식(1)에 적용하여 음파의 이동속도를 구해보면 본 연구에서 측정된 값과 큰 차이가 없다는 것을 표 2와 같이 확인할 수 있다.

표 2. 알려진 알루미늄의 물리적 특성과 실험에 사용된 재료의 물성비교

	위키피디아 자료	실험한 알루미늄 봉
밀도(g/cm ³)	2.7	약 2.72 (지름 1cm, 길이 1m, 질량 214g)
영률(GPa)	70	70.2((1)식에 의해 유도됨)
음파 속도(m/s)	약 5,092((1)식에 의해 유도됨)	5,080(표 1에서 측정된 값)

4. 결론 및 제언

지름이 1cm이고 길이가 1m인 알루미늄 봉을 길이방향으로 마찰시켰을 때 정상파를 만들어내는 경계조건이 존재함을 확인하였고, 마치 개관에서의 정상파와 동일하게 그 현상이 나타난다는 것을 확인할 수 있었다. 뿐만 아니라 정상파의 파장과 발생하는 소리의 진동수를 통해 알루미늄을 따라 진행되는 음파의 속도가 약 5,080m/s라는 것을 알 수 있었다. 이 값은 알루미늄의 밀도와 영률의 공개된 값을 통해 이론적으로 계산되는 음파의 속도인 약 5,092m/s와 거의 일치됨을 알 수 있다. 이 값은 인터넷에서 검색되는 알루미늄에서의 음파 속도인 약 5,100m/s와도 큰 오차없다는 것이 확인된다. 그러나 다른 곳에서는 알루미늄에서의 음파 전달속도를 6,320m/s로 안내하고 있는 경우도 있기 때문에 어떤 차이가 있는 것인지 확인해 볼 필요가 있다. 그렇지만 정상파에 의한 마디와 배의 위치를 정확하게 파악할 수 있기 때문에 정상파에 대한 개념을 이해시키는 실험자료로 매우 효과적이라고 말할 수 있다.

인터넷에서 소개되는 알루미늄에서의 음파 속도

* 5,100m/s

출처 :
<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1273474&cid=40942&categoryId=32237>
* 6,320m/s
출처 :
<http://www.ck12.org/user:Whakuklee/book/%EC%A4%91%ED%95%99-%EA%B3%BC%ED%95%99%EB%AC%BC%EC%83%81/section/5.33/>

주제13_ 마름모의 화려한 변신

경북과학교사모임
임동중학교 양호근

이 실험은

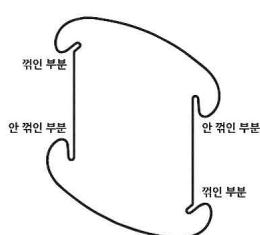
IQ 라이트는 마름모 형태의 조각을 서로 연결하여 다양한 다면체를 형성한다는 데서 착안해서 만든 조명이다. 어느 공간에도 잘 어울리며 조립과 분해가 용이하다는 특징을 가지고 있으며 일반적인 다면체와는 다른 형태를 경험하고 스스로 조립하여 완성하는 즐거움을 체험할 수 있다.

필요한 것들은

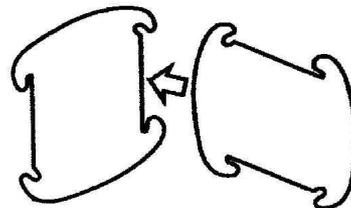
IQ 라이트 조각 30개, led 티라이트 1개, IQ 라이트 전개도

이렇게 하세요

이 조명은 마름모 30면체를 응용하여 만든 것으로 마름모 30면체의 한쪽 폭을 원래의 치수보다 조금 넓게 만든 후 조립하는 과정에서 구부러지게 해 웨이브를 준 디자인이다. 조명을 통해 수학이 얼마나 아름다울 수 있는지 여실히 보여주는 사례라 할 수 있다.



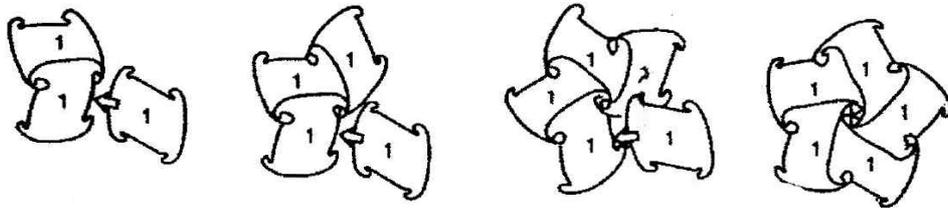
각 조각에는 4곳의 홈이 있으며 끼인 부분과 안 끼인 부분을 잘 확인한다.



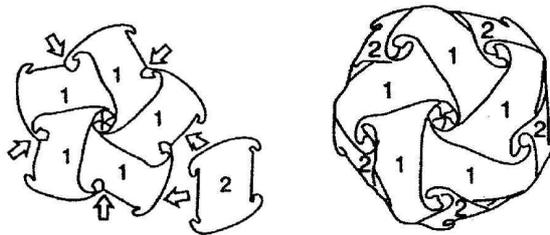
끼인 부분은 끼인 부분과 안 끼인 부분은 안 끼인 부분과 연결한다.(제일 중요!!).

사용하는 조각의 수에 따라 다른 모양이 나온다. 신기한 퍼즐 놀이와 함께 인테리어 소품도 만들어 볼 수 있는 IQ light 만들기를 해보자.

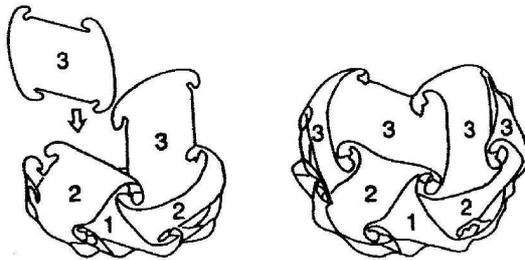
<p style="text-align: center;"><30개 조각의 IQ light 전개도></p>	<p>1번 줄 : 5조각 2번 줄 : 5조각 3번 줄 : 10조각 4번 줄 : 5조각 5번 줄 : 5조각</p>
---	--



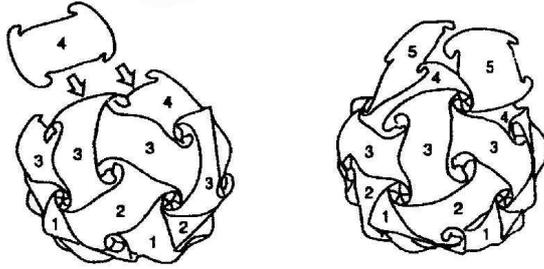
1. 꺾인 부분이 가운데 중심이 되도록 5개의 조각을 끼워나가면 첫 번째 줄은 장미꽃 모양이 된다. (나중에 끼우는 조각이 밑에 가도록 끼운다.)



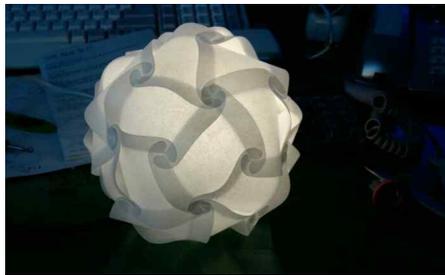
2. 장미꽃 모양의 첫 번째 줄을 중심으로 두 번째 줄의 5조각을 끼워나간다.



3. 두 번째 줄까지 완성되면 장미꽃 모양을 뒤집어서 3번 줄의 10조각을 두 번째 줄에 맞추어 끼워나간다.



4. 구모양이 될 때까지 같은 방법으로 나머지 부분을 끼워나간다. 4번 줄은 좁게하고 5번 줄은 단아나간다.



5. 완성된 모습



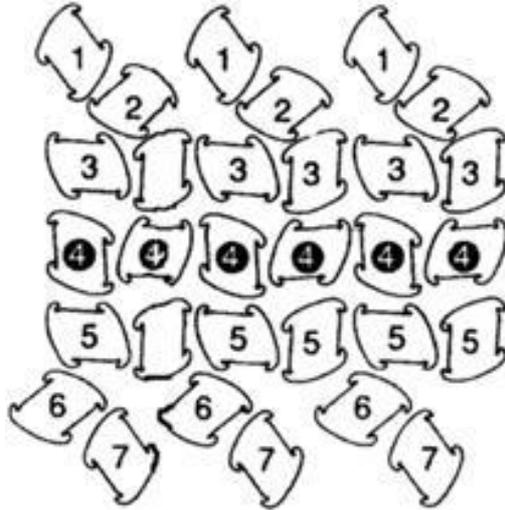
6. 전구에 따라 다양한 조명을 연출할 수 있다.

유의 사항

1. 꺾인 부분은 5개 조각이 안 꺾인 부분은 3조각이 만나게 끼운다.
2. 꺾인 부분과 꺾인 부분을 끼울 때 무리한 힘을 가해 찢어지지 않도록 한다.

한 걸음 더

1. 또 다른 모양의 조명 만들기에 도전해 보세요.

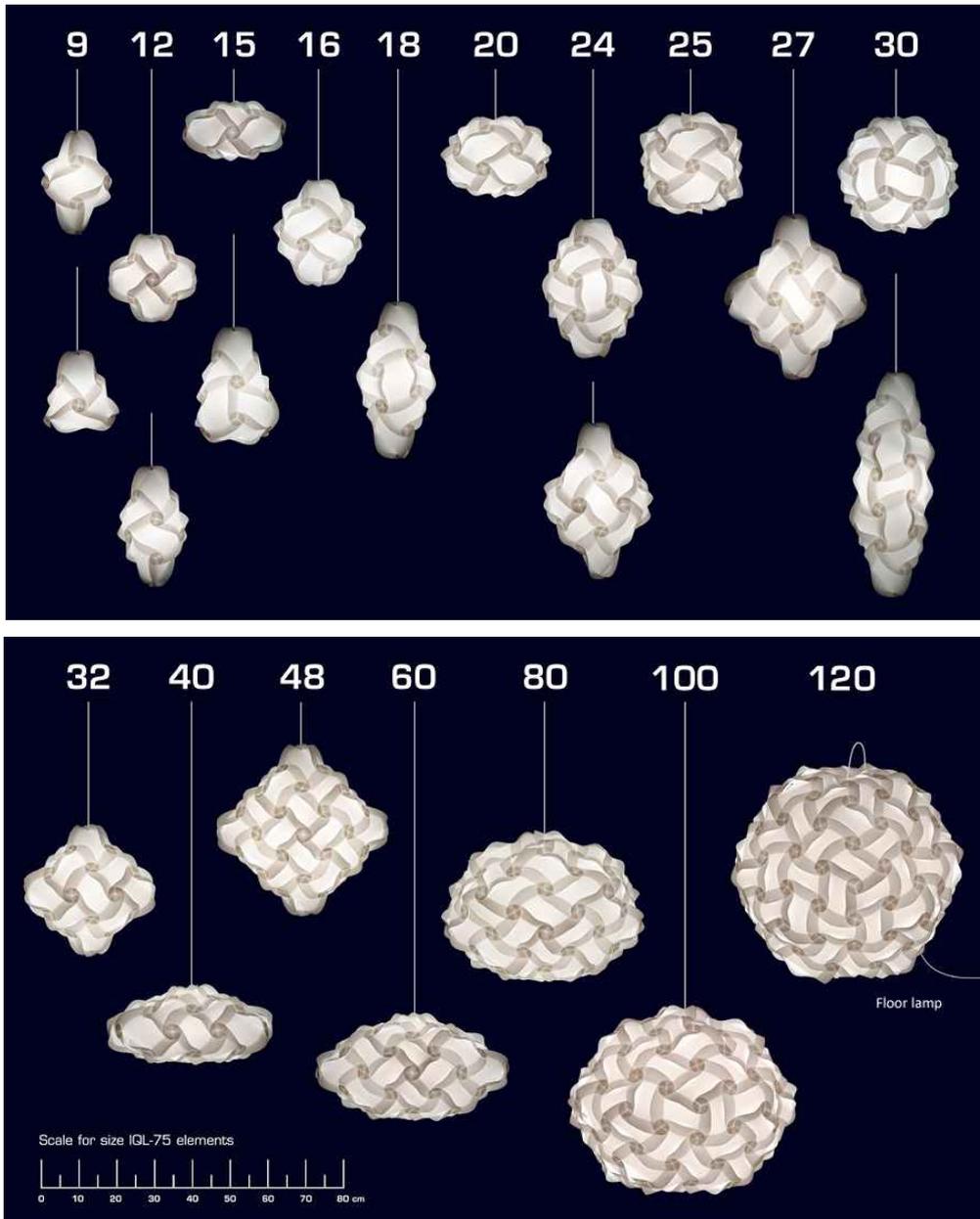


<30개 조각의 IQ light 전개도>

2. I.Q. Light

IQ 라이트 또는 IQ lampe (Jigsaw, IQ, Smart, Ze lighting)는 마름모 형태의 조각을 서로 연결하여 사면체(Interlocking Quadrilaterals)를 형성한다는 데서 IQ란 이름 붙여진 전등의 깃이다. 덴마크 디자이너 홀거 스트롬이 골드버그 다면체에서 영감을 얻어 정다면체(플라톤의 입체-정다면체)와 유사다면체(아르키메데스의 입체-준정다면체)를 응용하여 만들었다. 조명을 통해 수학이 얼마나 아름다울 수 있는지 여실히 보여주는 경우라 할 수 있다.

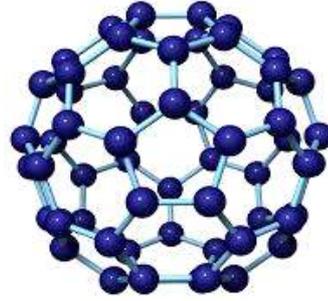
IQ 라이트는 마름모꼴의 조각의 수를 달리하여 22개의 다양한 조명 디자인을 연출할 수 있다. 조각 수에 따라서 완성된 모양이 달라지고 직소퍼즐(서로 연결 가능한 여러 조각들로 조립한 것)처럼 만들어요. 모양을 만들고 안쪽에 전등을 연결하면 훌륭한 조명기구가 된다. 또한 30개 조각으로 하나의 조명뿐 만 아니라 두 가지 종류(15+ 15)의 조명, 세 가지의 조명(9+ 9+ 12)을 만들 수도 있다. 또한 홀거는 전형적인 기하학 형태인 마름모를 이용하여 구에 가장 가까운 형태를 형성할 수 있게 하였다. 120개의 피스를 조립하면 하나의 구 형태를 한 조명을 완성할 수 있다.



3. 아르키메데스의 준정다면체(archimedean Semi-regular polyhedra)

아르키메데스의 준정다면체는 여러 면으로 이루어진 볼록한 3차원 물체로, 플라톤 입체와 마찬가지로 모든 변이 변의 길이와 각도가 동일한 다각형이다. 하지만 이것은 각 면이 종류가 다른 정다각형으로 되어 있다.

32면으로 된 깎은 정이십면체는 특히 매혹적인데, 현대의 축구공은 바로 이 아르키메데스의 입체를 기반으로 만들어졌다. 2차 세계 대전 당시 일본에 떨어진 원자 폭탄 ‘팻맨’의 기폭장치에서도 충격파를 집중시키도록 폭탄들을 배치할 때 이 배열 활용했다고 한다.



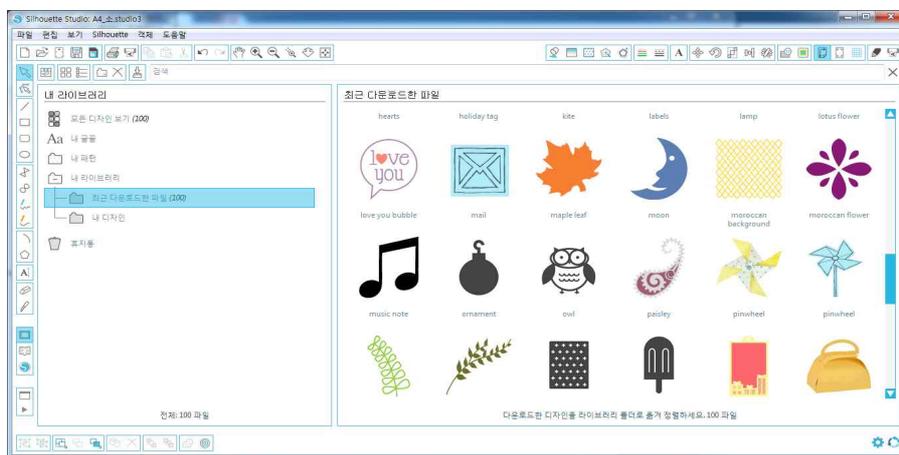
1980년대 화학자들은 원자 60개를 꼭짓점으로 해서 깎은 정이십면체를 이루는 탄소 분자, 세계에서 가장 작은 축구공을 만드는 데 성공했습니다.

이 ‘버키볼이라는 별명을 가진 버크민스터폴러렌 분자는 화학적, 물리적으로 매력적인 특성을 가지고 있어 화장품과 전자 재료에서 에이즈 치료약까지 그 응용법이 다양하게 연구되고 있다.

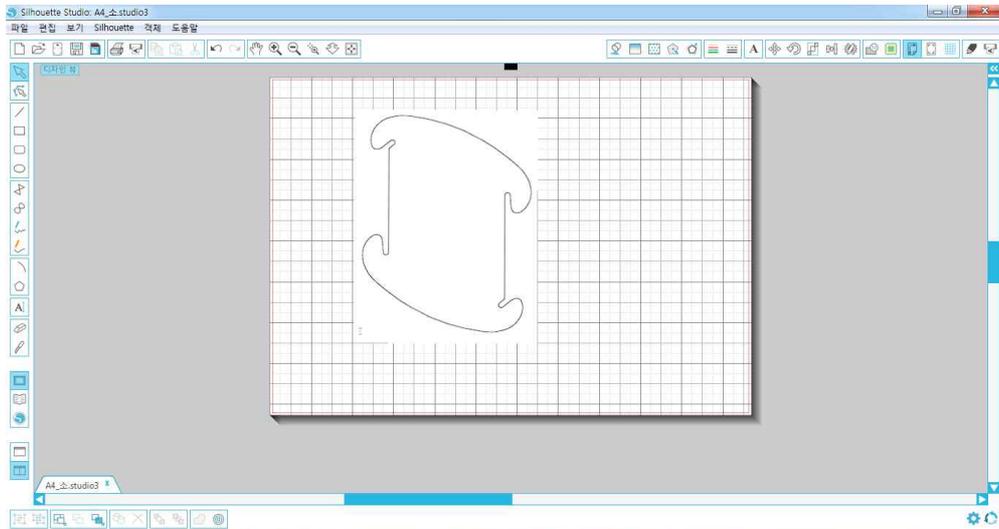
[출처] 수학상식 : 아르키메데스의 준정다면체 (archimedean Semi-regular polyhedra, asrp)|작성자 NE 능률의 수학연구소

4. 커팅프린터

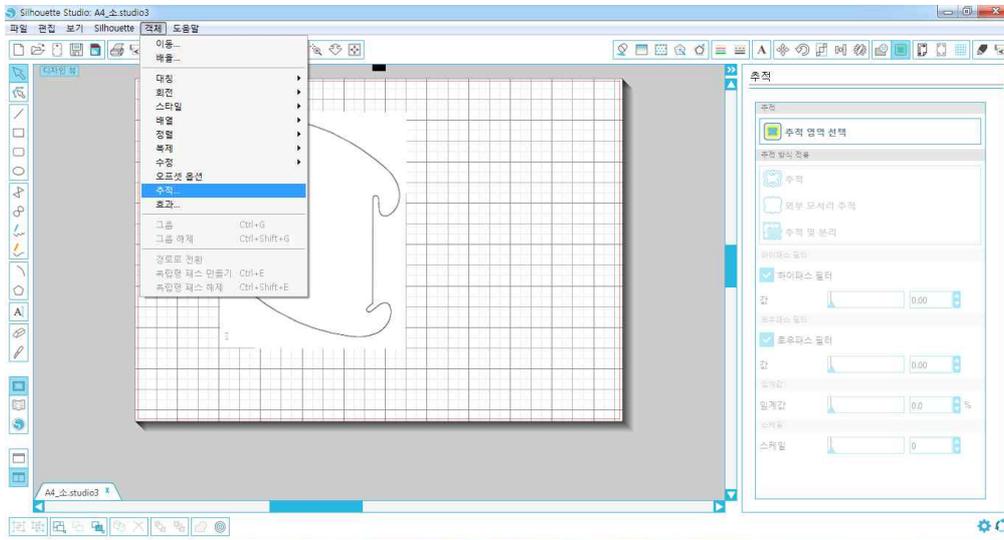
개인사용을 위한 전자 커팅 도구입니다. 가정용 프린터와 마찬가지로 USB 또는 블루투스를 사용하여 컴퓨터에 연결된다. 그러나 인쇄 대신, 모니터에 나온 그대로 다양한 재료(종이, 천, 비닐 등)를 작은 칼로 잘라내는 장치이다. 커팅프린터로 수학 도형 제작, 비닐장식, 유리에칭, 스텐실 도안, 임시문신, 종이공예 등 활용할 수 있다.



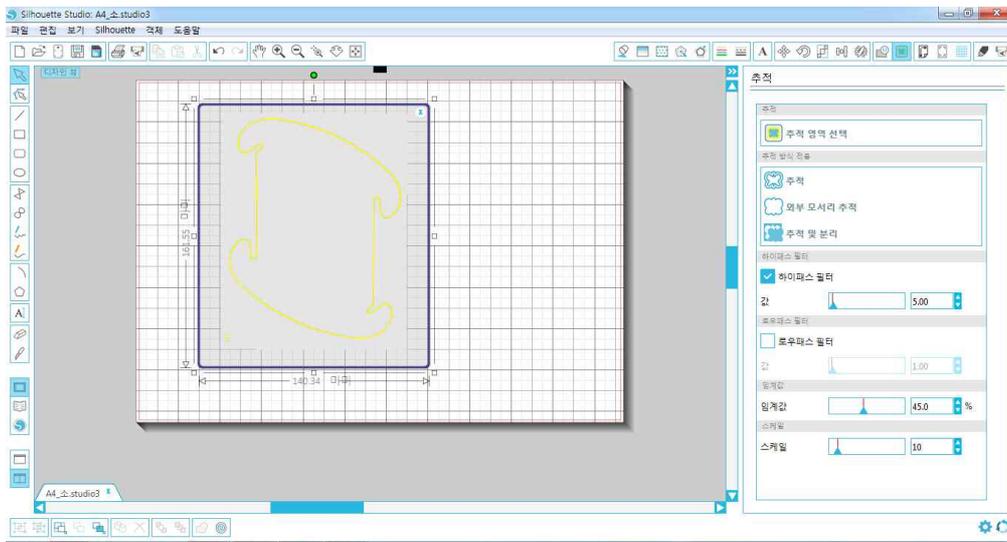
라이브러리에 있는 도안을 활용할 수 있다.



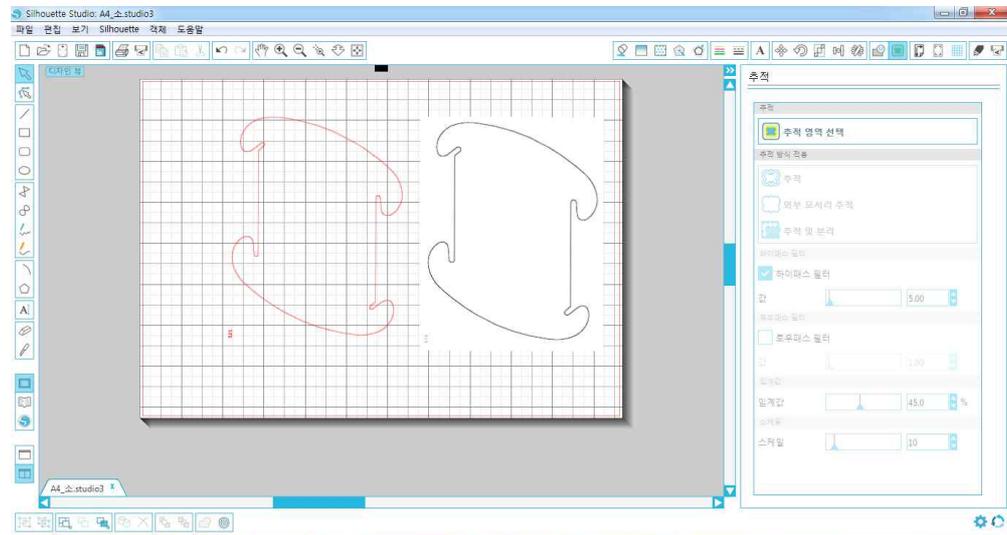
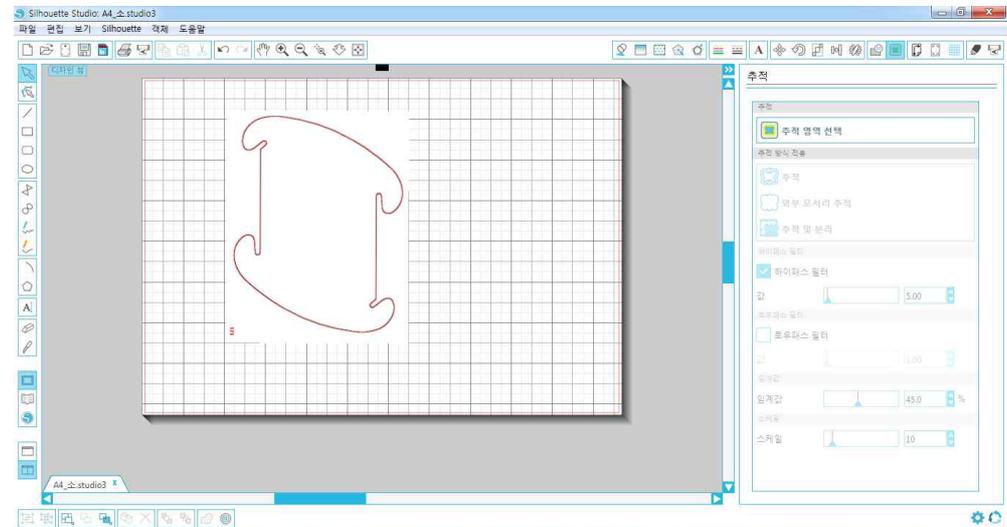
원하는 도안의 파일(*.jpg)을 가져온다.(파일-열기)



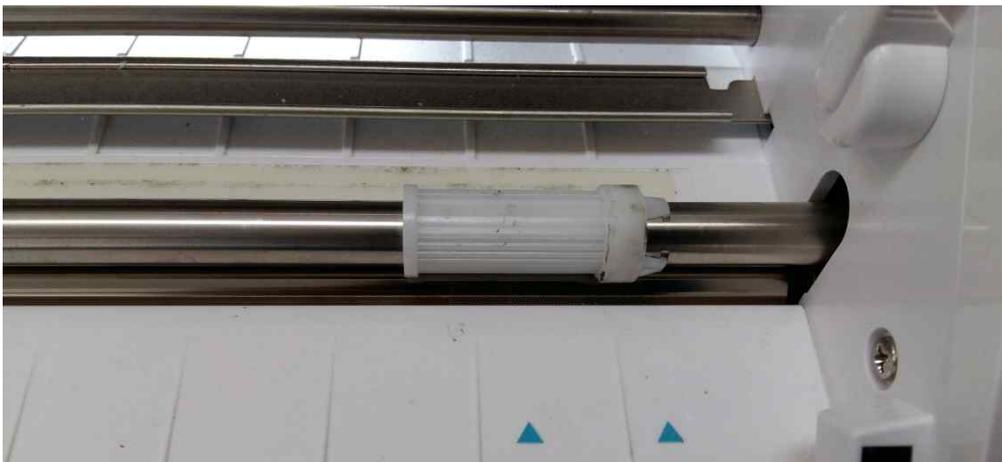
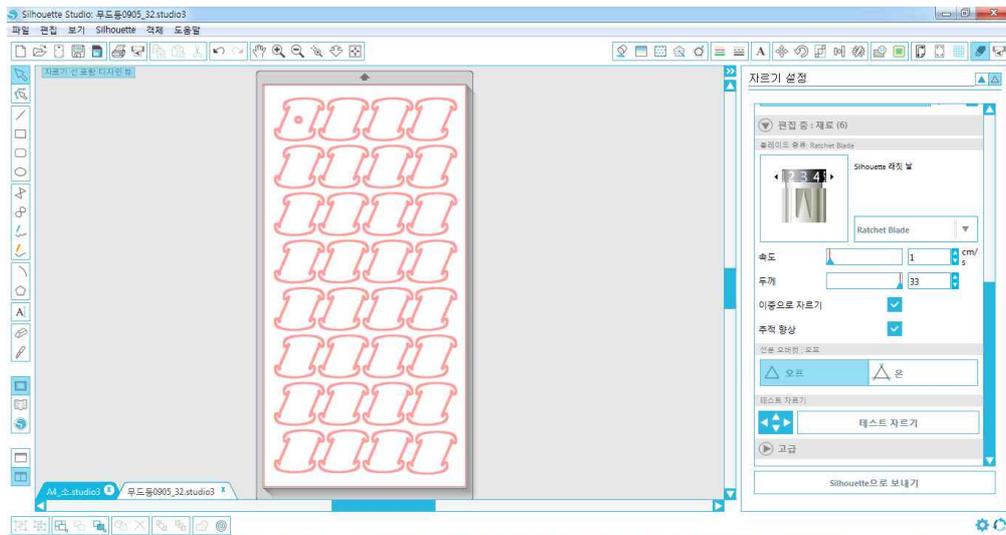
추적 메뉴 선택



추적 영역 선택 후 외부모서리 추적을 한다.



추적을 마친 붉은색의 객체가 생성되면 기존의 jpg 도안은 삭제한다.



*참고문헌

<http://www.iqlight.com/>

<http://www.puzzleslamps.com>

주제14_ 과학교사의 아이디어 어떻게 보호 받을 수 있을까?

경기 과교연
경기 평내고 배중연

‘유명하지만 조용히 살고 싶고, 조용히 살지만 잊혀지긴 싫죠.’ 이 말은 결혼 후 제주도에 정착한 가수 이효리가 2014년 자신의 블로그에 쓴 ‘모순’이라는 글 중의 일부분이다. 화려한 연예인의 삶을 뒤로하고 자연에 묻혀 지내는 그녀의 삶 자체가 화제가 되다보니, 블로그를 직접 들어가 본 것도 아닌데, 다른 기사를 통해 이 글을 접하게 되었다. 대중의 관심을 먹고 사는 연예인이 자신을 솔직하게 들어냈다는 것이 신선하기도 하였지만 그보다도 자신에게 존재하는 모순을 정확하게 짚어내고 간결하게 정리한 솜씨가 놀라웠다. 난 이 글에 기대여 내 마음 속에 존재하는 모순을 볼 수 있었다.

긴 교직 생활은 아니지만 그 동안 훌륭한 선배, 동료 선생님들과 교류하며 다양한 방면에서 여러 연구 활동을 부지런히 해온 편이라 자부하고 있다. 여러 가지 연구 활동 중에서, 스스로 생각하건데 새로운 실험을 개발하는 데는 나름 재주가 있는 것 같다. 학생들과 과학 체험 부스를 운영하는 경우만 생각해 보아도, 다른 곳에서 볼 수 있거나 시중에 키트로 파는 것을 사다가 하는 것에 만족하지 못하고 무엇이라도 새로운 것을 만들려 애쓰는 편이다. 그렇게 해서 학생들이 제법 좋아하는 새로운 실험들을 개발한 경력이 있다. 어찌 보면 성격이 오만 방자한 것으로 보일 수도 있겠지만, 끊임없이 새로운 것을 찾아내려는 도전정신의 발로라고 이해 받을 수 있으면 좋겠다.

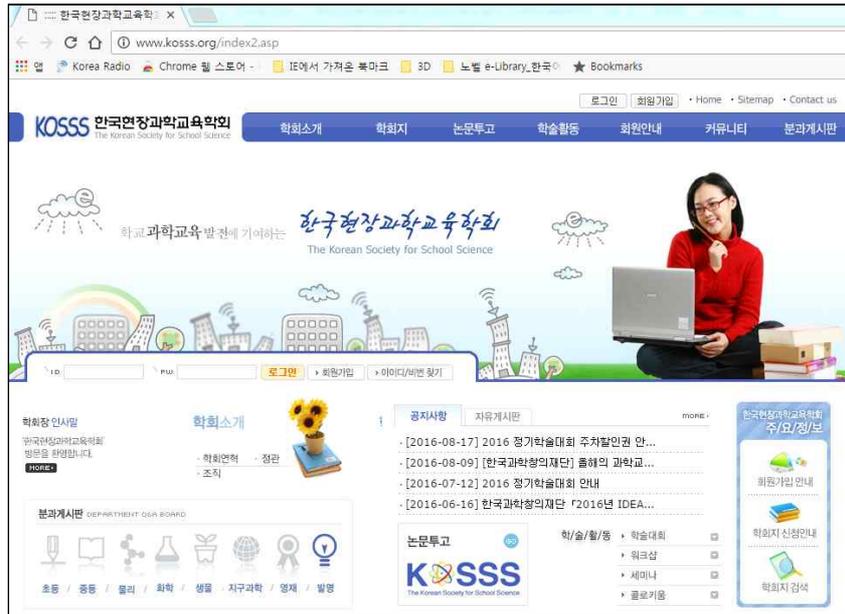
새로운 것에 대한 도전정신 못지않게 관심을 기울이는 것은 ‘공유’ 문화이다. 교직을 갓 시작했을 때 운 좋게도 전국의 여러 과학교사연구모임 자리를 찾아다닐 기회가 있었는데, 열정으로 가득 찬 자리마다 공통적으로 발견할 수 있었던 것은 함께 나누는 즐거움과 이를 통해 서로 발전할 수 있다는 희망이었다. 그 때 보고 배운 영향으로 현재 경기도 구리·남양주 지역을 중심으로 화학교사 연구모임을 이끌고 있다. 전국과학교사협회(전과협)가 만들어진 이유도 이러한 공유를 전국적으로 확산하여 우리나라 과학교육 발전에 이바지하자는 것이 아니겠는가.

그런데, 자료를 공유하는 것은 그 자료를 개발한 사람의 입장에서 무단 도용과 표절의 위험을 감수해야하는 부담이 뒤따른다. 이 문제는 새로운 자료를 개발하는 사람들의 도전 의욕을 저해하고, 교사들 사이의 공유 문화가 확산되는데도 걸림돌이 될 수 있다. 개인적으로 잘 아는 지구과학 선생님이 다른 교사의 강의를 듣는데, 자신이 정성들여 개발한 사진자료가 버젓이 사용되는 것을 보고 놀랐다는 이야기를 들은 적이 있고, 비슷한 경험을 한 복수의 다른 선생님들의 경우에도 개발한 자료를 공개하는 것을 점점 꺼려하기 시작한다는 이야기를 전해들은 적도 있다.

‘내가 개발한 자료가 널리 쓰이길 바라지만, 내 이름이 지워지는 것은 바라지 않죠.’ 내 마음 속의 모순을 이효리 스타일로 정리한다면 이렇 듯하다. 내가 존경하는 어떤 선생님은 어차피 새롭게 개발한다고 하는 자료더라도 누군가의 아이디어에 바탕을 두고 개발한 것이니 본인은 미련 없이 모두 공개한다는 호인의 기상을 들려주었다. 하지만 소인배의 소갈머리

밖에 되지 않는 나로서는 그것은 따라갈 수 없는 수준이기에 어떻게든 해결 방법을 찾으려 애써왔다. 그 결과로 찾은 나름대로의 방법을, 이번 전과협 큰모임을 통해 소개하고자 한다. 더불어 그 동안 개발한 몇 가지 실험을 함께 소개드리려 하니 듣는 분들이 지루하지는 않으실 것 같다.

한국현장과학교육학회(www.kosss.org)



<p>교육자료 현장과학교육 6(1) pp.95~101(2012년 2월)</p> <h2 style="text-align: center;">2NO₂ ⇌ N₂O₄ 평형 반응 관찰하는 방법</h2> <p style="text-align: center;">배중연¹ 전철고등학교</p> <p>화학 평형은, 교육과정에서 여러 차례 바뀌었음에도, 고등학교 화학 II 교과에서 항상 중요하게 다뤄지는 단원이다. 2009년 개정 교육과정에서는 자유에너지 개념이 처음 도입되어, 이를 이용하여 화학 평형을 정의할 수 있게 되었다. 그리고 화학 평형 단원이 별도의 대단원으로 편성됨에 따라 그 비중이 더욱 높아졌다(교육과학기술부, 2009). 화학 평형 단원은 추상적인 개념을 다루기 때문에 학생들이 어려워하는 단원 중의 하나이다.</p> <p>의 농도가 떨어지는 것을 관찰할 수 있다. 그렇기 때문에 많은 양의 NO₂를 발생시켜 반응 용기 내부를 진한 갈색으로 채우거나, 반응 용기에 연결되어 있는 별도의 용기에 옮겨 담은 것은 쉬운 일이 아니다. 위 반응은 완결되는 반응이 분명하기 때문에 즉시 사용한 반응물의 양이 부족해서 그런 것은 아닌가 싶어 반응 규모를 키워도 같은 결과를 얻을 뿐이다. 결국 위의 반응을 이용하여 진한 농도의 NO₂를 얻는 것은 어려운 일이다.</p>	<p>교육자료 현장과학교육 7(1) pp.94~95(2013년 2월)</p> <h2 style="text-align: center;">기체반응법칙 실험장치 개발</h2> <p style="text-align: center;">배중연¹ 전철고등학교, 경기도 472-863</p> <p style="text-align: center;">서 론</p> <p>학생들이 화학을 학습하는데 어려움을 겪는 원인에는 여러 가지가 있을 수 있겠으나 화학 반응식의 개념을 이해하고 작성하는 것이 어려운 것도 그 원인 중 하나가 아닐까 생각한다. 화학 반응의 계수의 의미를 이해하는 것은 학생들 입장에서 쉬운 일이 아니다. 중학생들의 인자수준과 과학교과 내용과의 관련</p> <p>세로 쓰여진 2009 개정 교육 과정의 교과서를 비롯하여 그 이전 교육과정의 교과서들을 살펴보면 기체반응법칙을 설명할 때 모형틀을 이용하거나, 탐구 활동이라 하더라도 실험 데이터 분석에 그치고 있다. 형식적 조작기에 도달하지 않은 학생들을 고려할 때 실험이 병행되지 않을 경우 기체 부피가 변하는 화학 반응 자체가 추상적으로 받아들여질 수밖에 없어 기체반응법칙을 이해하는 것 자체가 어렵고, 결과적으로 많은 학생</p>
---	--

<p>교육자료 현장과학교육 8(2) pp.178~198(2014년 6월)</p> <h2 style="text-align: center;">아두이노를 활용한 STEAM 수업 아두이노(arduino)를 활용한 저비용 MBL실험</h2> <p style="text-align: center;">배중연¹, 전현석², 고은미³, 김기혁⁴, 박준⁵</p> <p>¹전철고등학교, 남양주시 472-863 ²경기과학고등학교, 수원시 440-800 ³경기북부과학고등학교, 의정부시 480-825</p> <p style="text-align: center;">서 론</p> <p>한 소당 40여만 원의 비용(노드북 제외)이 예상되는 반면, 센서를 직접 만들고 아두이노를 이용한다면 5만 원 이하의 예산으로 가능하다. 최근 몇몇 MBL 제조사에서 인터페이스가 필요 없는 온도센서를 개발 보급하고 있지만 일부 센서를 제외하고</p>	<p>교육자료 현장과학교육 9(3) pp.225~232 (2015년 10월)</p> <h2 style="text-align: center;">고등학교 화학II 고체 단원에서 최조밀 채움(Closest Packing) 설명 방법</h2> <p style="text-align: center;">배중연¹ 풍양중학교, 경기도 남양주시, 12055</p> <h3 style="text-align: center;">A Method to Explain Closest Packing Structure for High School Students</h3> <p style="text-align: center;">Joongyeon Bae¹ Poongsang Middle School, Gyeonggi-do Namyangju, 12055</p>
---	---

Review Article | 현장과학교육 10(2) pp.117~123 (2016년 6월)

최신 IUPAC 주기율표의 원자량 표기법에 대한 이해

배중연¹
명내고등학교, 경기도 남양주시 12225

Understanding the Notation System of Atomic Weight in the Latest IUPAC Periodic Table

Joongyeon Bae¹
Pyeongnae High School, Gyeonggi-do 12225, Korea

주제15_ 부산 과학체험관을 통해 본 체험형 과학관의 필요성

부산 어메니티 과학교육연구회
이 성 현(hunikkeo@hanmail.net)

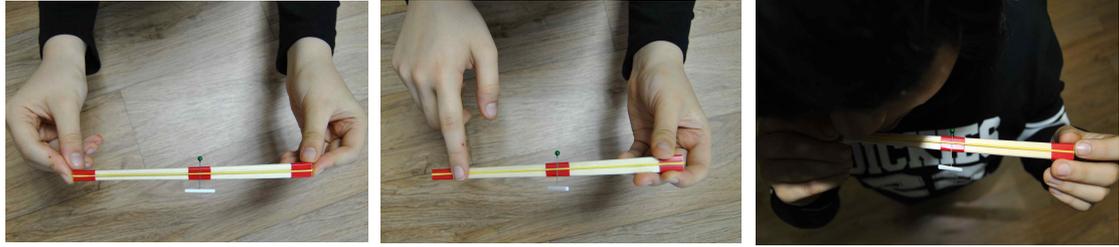
2016년 10월 20일 부산광역시 동구 초량동에 부산과학체험관이 개관을 했다. 국내 유일의 100% 체험중심 과학관을 목표로 3년여의 준비 끝에 드디어 개관을 한 것이다. 이 글에서는 일본과 우리나라의 기존 과학관을 비교해 보고, 체험형 과학관이 왜 필요한가를 살펴보고자 한다. 또한 부산과학체험관의 주요 체험물을 소개하고 체험형 과학관이 나아가 할 방향을 함께 고민해 보고자 한다.

“과학”이라는 주제로 일본을 생각하면 제일 먼저 떠오르는 것이 노벨상이다. 우리 나라에는 아직 한 명도 없는 과학 분야의 노벨상 수상자가 일본에는 벌써 19명이나 된다. 그 이유는 여러 가지가 있겠으나 일본의 과학관을 시찰하며 느낀 것을 먼저 소개하고자 한다.

오사카 시립 과학관은 외관만 봤을 때는 우리나라 과학관과 그리 달라 보이지 않았다. 하지만 내부로 들어갔을 때는 사뭇 느낌이 달라졌다. 너무도 기본적이고 누구나 다 아는 것이어서 과학교과서에도 간단히 한 줄 정도로 설명되는 과학현상을 다양한 각도에서 체험해 볼 수 있도록 체험중심의 전시물이 설치되어 있었다. 내용이 뻔하고 누구나 다 아는 것에 왜 이렇게 많은 공간을 낭비할까 싶을 정도였지만 조금만 자세히 보면 하나도 같은 것이 없이 다양한 조건에서 동일한 결론을 얻을 수 있도록 구성되어 있음을 알 수 있었다.

우리나라 학생들과 과학 수업을 하다보면 알고 있는 것은 많지만 확실히 아는 것은 없다는 생각이 든다. 과학 수업에서 중요한 실험 수업이 정답을 확인하는 수준에서 끝나기 때문일 것이다. 학생들은 자신이 알고 있는 지식을 실험에서 확인하면 거기서 끝난다. 거기에는 자신의 생각이나 판단이 끼어들 여지가 없다. 그렇다보니 실험을 통해 관찰한 결과도 “정답”이 아니면 쉽게 버리고 “정답”에 맞게 끼워 맞춰버린다. 결국 자신의 생각이나 판단이 결여된 실험은 알팍한 지식으로 끝나기에 정확한 개념이나 인과의 논리적 판단체계가 세워지지 못한다.

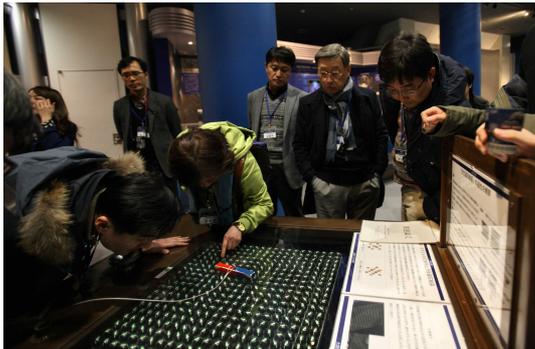
한 가지 예로 나무젓가락에 고무밴드를 가로로 길게 끼우고 그 사이에 작은 바람개비가 달린 핀을 중간쯤에 넣고 고무밴드를 당길 때의 현상을 관찰하는 실험을 들어보겠다. 한쪽 끝에서 고무밴드를 당기면 당기는 쪽으로 바람개비가 회전하는 현상을 관찰할 수 있다. 학생들에게 나무젓가락의 왼쪽과 오른쪽에서 고무줄을 당겨보는 실험을 하게 하며 어느 쪽으로 바람개비가 회전하는지 관찰하게 한 후, 한 쪽에서 고무밴드에 입김을 불어 고무밴드를 따뜻하게 하면 어떻게 되는지 알아보는 실험을 한다. 그러면 입김을 분 쪽으로 바람개비가 돌아간다. 왜 이런 현상이 일어나는지 물으면 대부분의 학생들이 “따뜻하면 고무줄이 늘어나기 때문에”라고 대답한다. 방금 고무밴드를 당긴 쪽으로 바람개비가 회전하는 현상을 관찰했음에도 불구하고 “온도가 높아지면 팽창한다”는 지식으로 문제를 해결하는 것이다. 실험을 통한 관찰이 자연에 대한 탐구가 아니라 지식의 확인이기에 앞의 실험 결과에 대한 고민 없이 논리적인 모순도 모른 채 자신이 아는 지식으로 해결하려는 것이다.



우리는 급하게 달려왔다. 그래서 빠른 시간에 현재와 같은 경제성장과 국가발전을 이뤄왔다. 이를 위해 지식전달에 가장 효과적인 연역적 방법으로 학습해 왔다. 하나를 가르치면 열을 알 수 있는 연역적 방법은 그 동안 우리나라를 세계적인 수준으로 올려 놓았다. 하지만 연역적 방법은 기존의 틀을 깨는 혁신이나 창조적 사고에 취약하다. 또한 연역적 체험은 “지식”이라는 선입견을 가지고 체험을 하기에 다양한 상황에서도 결과는 똑같아 보인다. 연역적인 전시 방식을 취하는 우리나라 과학관에서는 같은 결과를 보여주기 위해 다양한 체험을 하는 것은 낭비라고 생각한다. 그래서 친절하게(?) 원리를 설명해 놓고 그것을 확인하는 체험물을 하나 씩 전시해 놓았다. 하지만 오사카 시립과학관뿐 아니라 고베 청소년과학관 등 일본의 과학관은 체험물의 전시 방식이 귀납적이었다. 귀납적 체험은 다양한 상황 속에서 비슷한 결과를 경험하면서 보편적인 원리를 깨달아가도록 구성된다. 이때 같은 과학적 원리도 상황에 따라 약간씩 차이가 있음을 경험하게 된다. 과학적 원리가 획일적으로 똑같이 적용되는 것이 아니라 상황에 따라 다른 방식으로 적용되고 있음을 알게 되는 것이다. 이것은 실험수업에서 학생들의 반응을 보면 분명해진다. 연역적으로 공부한 학생은 실험결과가 과학적 원리에 따라 계산한 것과 얼마나 정확하게 일치하는지를 확인한다. 그리고 실험의 오차를 자신의 실수라고 생각한다. 하지만 귀납적으로 공부한 학생은 실험결과가 정확한가 보다는 실험과정의 어떤 요인들이 실험결과에 영향을 미쳤는지 고민하게 된다. 이러한 고민의 결과는 상황에 흔들리지 않는 확고한 과학적 지식으로 자리잡는다. 기초가 흔들리면 그 위에 높은 탑을 쌓을 수 없듯이 기본이 되는 과학지식이 명확히 정립되어있지 않으면 더 높은 수준의 과학현상을 제대로 이해할 수 없고, 높은 수준의 과학현상을 유추할 수 없다. 일본의 과학관은 귀납적 전시 방식을 통해서 과학의 기본 개념을 상황에 따라 개방적이지만 그 근본은 흔들리지 않는 확고한 신념으로 심어주고 있다.

한국에서 학생들을 인솔하여 과학관에 가면 30분이 채 안돼서 전시물을 다 보고 스마트폰으로 게임을 하는 학생들을 쉽게 발견한다. 학생들이 과학에 흥미가 없어서인 까닭도 있겠지만 한국의 과학관은 잘 알려진 과학 지식을 전시하고 있기 때문이다. 그래서 처음에는 흥미를 갖고 보지만 곧 “알겠다.”로 끝나버린다. 지식은 있지만 의문이 없고, 의문이 없으니 탐구가 없는 것이다. 한국의 과학관은 교과서에서 배운 지식을 확인하는 보조교재 역할밖에 못하는 것이다. 반면 일본의 과학관은 “알았다”가 아니라 “왜 그렇지?”로 끝나는 전시설계가 매우 인상적이었다. 같은 과학적 원리도 상황에 따라 조금씩 다른 결과를 나타낸다. 그 차이를 발견하고 이유를 생각하다보면 학생 수준에 맞는 해석과 의문이 따라오게 되어 있다. 이런 사고를 일으키기 위해 과학적 원리를 확산시키면 연구논문으로까지 갈 수 있음을 보여주는 체험물을 전시하고 있었다. 누구나 아는 기본적인 과학 지식도 좀 더 깊이 들어가면 논문으로 발표될 정도로 난해한 현상과 연결되어 있음을 보여줌으로써 당연하다고 생각해서 쉽게 지나쳐 버리는 과학현상을 다시 한 번 생각하도록 만들어 놓은 것이다. 대표적인 전시물이 나침반의 원리이다. N극과 S극의 인력이라는 간단한 원리의 나침반을 다양한 형태의

자기장 속에서 경험하도록 하였고, 나침반의 결정형에 따른 자기적 특성을 연구한 논문까지 관련 체험물과 함께 전시함으로써 지식을 아는데서 끝나는 것이 아니라 새로운 의문을 일으키는 것이다.



[방위자석의 결정구조에 따른 자기적 특성을 체험하는 전시물과 관련 논문]



[진동하는 병에서 상하 운동하는 공 전시물]

일본 학술시찰과정 중에서 가장 인상적이었던 것은 고베 청소년과학관의 출구에 있는 전시물이었다. 수직으로 세워진 긴 병의 진동에 따라 두 개의 공이 회전하며 오르락 내리락하는 전시물이었는데, 단순해 보이지만 계속 보고 있으면 다양한 의문이 생긴다. 여러 개의 병에서 불규칙적으로 공이 오르내리는 것이 재미있으면서도 신기하게 느껴졌다. 우리 시찰단 교사들은 그 원리를 다양한 이론으로 설명해 보며 그 곳 도슨트에게 원리를 물어 보았다. 하지만 도슨트는 병이 진동하고 그것에 맞춰 공이 오르내린다는 매우 기초적인 답변만 하였다. 우리에게 매우 불만족스러운 답변이었다. 그렇게 불규칙적이고 다양하게 움직이는 현상을 너무 단순하고 원론적으로만 답했기 때문이다. 그래서 다음 시찰장소로 이동하는 동안 계속 그 원리를 생각해 보았다. 지금 생각해 보면 과학관의 도슨트의 설명이 가장 현명한 답변이고, 일본적인 답변이었던 것 같다. 기본 원리는 간단하다. 다만 각 병과 그곳에 매달린 공의 상황이 제각각 다르기에 불규칙적이고 다양하게 현상이 나타나는 것이었기 때문이다. 현상 하나 하나에 대한 해석은 도슨트의 몫이 아니라 관람객인 우리의 몫이었다. 그래서 우리는 그곳을 떠났지만 생각은 여전히 그곳에 머물러 의문을 해결하려고 애쓰게 된다. 이렇듯 일본의 과학관은 의문으로 끝나기에 관람은 끝났지만 과학적인 사고의 체험은 계속 되도록 전시설계되어 있었다.

우리나라의 과학관은 주로 지식 전달을 위한 과학관으로 운영되어 왔다. 지식을 알려주기 위한 전시방식의 과학관은 지속적인 사고나 창의적인 사고를 만들어 내지 못한다. 최근 기존의 과학관들도 체험중심의 전시물로 교체하는 추세에 있다. 하지만 단추를 누르는 방식에서 기어를 관람객이 직접 돌리는 방식으로 전시물을 교체하는 것만으로는 지속적인 사고나 창의적인 사고를 만들어 낼 수 없다. 과학관을 운영하는 마인드가 바뀌어야 한다. 그런 점에서 2016년 4월에 개관하는 부산과학체험관에 큰 기대를 갖게 된다. 체험 중심, 놀이 중심의 과학관을 표방하며 개관하는 부산과학체험관은 여러 가지 면에서 기존의 과학관과 차별화된다. 먼저 미술관이나 전람회를 관람하듯 아름답게 디자인된 전시물을 단추 하나 눌러 동작을 보는 수동적인 과학관이 아니라 걸모습은 투박하지만 모든 전시물이 돌리고, 던지고, 밀고 당기는 등 관람객이 직접 체험물을 움직이며 현상을 관찰하도록 구성되어 있다. 또한 전시물 옆에 과학적 원리를 상세하게 설명하는 판넬을 설치한 친절한 과학관이 아니라 체험

물의 동작 방법만 안내하여 체험과정에서 다양한 경험을 하고 그에 따른 의문을 갖도록 운영하고 있다. 그리고 한 번 와서 학습하고 가는 과학관이 아니라 놀이터처럼 계속 와서 놀 수 있는 과학관을 목표로 하고 있다. 마지막으로 한 전시물에서 한 가지 방법으로만 체험하는 것이 아니라 관람객 스스로가 다양하게 변화를 주며 즐길 수 있도록 체험물을 구성하고 있다. 부산과학체험관이 이러한 전시설계를 선택한 것은 기존의 지식 전달을 위한 과학관이 아니라 과학체험물을 가지고 노는 가운데 몸에서부터 체득하고, 놀이 가운데 과학 현상에 대한 의문을 갖게 되고 학생 스스로가 탐구하는 가운데 의문을 해결하는 과학관 운영 철학이 밑바탕되어 있기 때문에 가능한 것이었다. 부산과학체험관의 이러한 운영 철학이 체험물에 잘 녹아들어간다면 학생들은 지식이 아닌 다양한 경험을 얻어 갈 수 있고, 그 경험들은 학생들이 직면하게 될 다양한 문제 상황에 창의적이고 혁신적인 해결책을 내는 모태가 될 것이다.

부산과학체험관은 3개 층의 체험실과 야외체험물에서 상시 체험이 가능하고, 과학시연실과 2개의 사이언스랩에서 체험프로그램을 운영하고 있다.

구분	주제	주요 전시물
2층	빛	나만의 거울, 나를 뺀 거울 등 거울의 원리 체험과 빛의 다양한 특성을 알아보는 40개의 체험물이 있음
	전자기	번개를 보여주는 테슬러 코일, 자석과 전기의 관계를 알아가는 26개의 체험물이 있음
3층	소리·파동	소리와 청각에 대한 다양한 체험과 파동을 보여주는 27개의 체험물로 구성되어 있음
	지구생명	인체의 신비와 날씨변화, 지형의 형성과정 등을 보여주는 31개의 체험물이 있음
4층	열과 역학	힘, 가속도, 운동량보존법칙 등을 체험할 수 있는 42개의 체험물이 있음
	수학 및 융합과학	재미있는 반사도형, 신기한 당구대 등 수학의 여러 개념을 재미있게 알아가는 체험물 33종이 있음
야외체험물	과학놀이터	재미있게 뛰어놀며 자연스럽게 알아가도록 구성된 11개의 체험물이 배치되어 있음

부산과학체험관은 미국 샌프란시스코의 익스플로러토리움에서 많은 아이디어를 얻어 왔기 때문에 시·공간적으로 현재 우리와는 맞지 않는 부분들도 종종 있었다. 그러나 지속적으로 우리의 현실에 맞게 개선해 나감으로써 우리나라의 특색이 살아 있는 체험과학관으로 다듬어 가고 있다.

현재의 우리나라 과학 교육은 알려져 있는 정답을 맞추는 방식으로 되어있어서 학생들의 창의적 생각을 유도하지 못하는 측면이 많이 있다. 정답을 찾기보다 의문을 찾는 방식으로 수업의 방향이 바뀐다면, 그리고 지식을 알려주기보다 부산과학체험관과 같이 다양한 체험속에서 스스로 원리를 발견하고 새로운 의문을 갖도록 하는 과학관이 많아진다면 우리나라에서도 보다 창의적인 사고력과 혁신적인 아이디어로 노벨상을 수상하는 과학자가 나올 것이라는 희망을 품어 본다.

주제16_ CO₂ 성질을 이용한 창조적 학습

부산 어메니티과학교육연구회
CASE 김 옥 자

1. 신념대로 경험한다.

- 언어가 생각을 규정한다. (비트겐슈타인)

생각=언어

나의 언어의 한계가 곧 나의 세계관의 한계다.

내가 표현할 수 있는 언어가 바로 자기 생각을 규정한다.

말로 정립이 안 되는 생각은 개념으로서의 의미가 없다.

말, 언어로 표현되어야지 그 언어에 맞는 실체가 있다.

말 할 수 없는 것에 대해서는 침묵해야 한다.

- 모든 사람은 자신의 신념대로 경험한다. (해리 팔머)

신념=경험

2. 참과 거짓

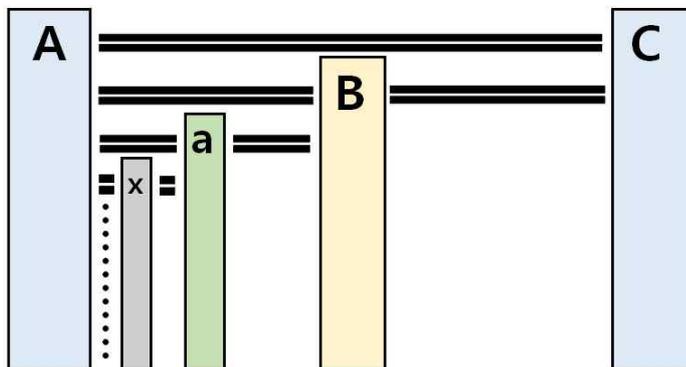
- 참 : 생각=언어, 신념=경험

사적언어(오직 말하는 사람 본인만 이해할 수 있고 말할 수 있는 언어)도 참이다.

- 거짓 : 생각≠언어, 신념≠경험

3. 과학교사의 언어

- $A=B$ 이고, $B=C$ 이면, $A=C$ 이다.



- 참의 합만이 참이다.

4. 창조적 학습

- 조직하기
- 갈등하기
- 재구성하기
- 미루어 알기

<실험 1> 늘어난 고무줄이 열을 받으면?

▣ 준비물

: 나무젓가락, 고무 밴드, 봉 달린 핀, 야쿠르트 빨대 조각, 전기테이프, 가위.

▣ 실험 과정

- 나무젓가락(두 짝 붙어 있는 그대로)의 양끝과 가운데쯤에 전기 테이프로 두어 번 감는다.
- 빨대를 2cm 정도 잘라 가운데 핀 끝이 반대편에 조금 빠져나오도록 꽂는다.
- 고무 밴드를 나무젓가락에 길이로 걸쳐놓는다.
- 빨대 꽂힌 핀을 나무젓가락의 가운데 전기테이프와 그 위를 지나는 고무 밴드 사이에 수평되게 놓는다.
- 그리고 엄지손가락으로 눌러서 빨대 양옆의 고무줄을 번갈아 가면서 당겨 보자. 빨대는 어느 방향으로 회전하는가? (고무줄이 늘어나는 방향?, 줄어드는 방향?)
- 정확하게 관찰하였으면, 이제 사진처럼 빨대의 한쪽 방향을 선택하여 그 쪽 고무줄에 입김을 쏘여보자.
- 빨대는 어느 쪽으로 회전하는가? 고무줄이 늘어나는 쪽인가, 고무줄이 줄어드는 쪽인가?



▣ 왜 그럴까?

<실험 2> CO_2 의 성질

1) CO_2 속 연소

▣ 준비물

: 식초, 식소다, 마그네슘 리본, 수조, 알코올램프, 집게, 라이터.

▣ 실험 과정

- 수조 바닥에 식소다를 뿌린다.
- 식소다에 식초를 뿌리고 반응이 끝나도록 기다린다.
- 집게로 마그네슘 리본을 집어서 알코올램프에 가열하여 수조 속에 넣어 보자.

▣ 왜 그럴까?

2) CO_2 속에 둔 풍선의 부피는?

▣ 준비물 : 작은 풍선, 투명한 비닐봉지, 드라이아이스.

▣ 실험 과정

- 작은 풍선을 크게 불어 입구를 꼭 묶는다.
- 투명한 비닐봉지에 드라이아이스 조각과 부풀린 작은 풍선을 함께 넣고 역시 입구를 꼭 묶는다.
- 시간이 지나면 비닐봉지 속의 풍선은 어떻게 되겠는가?
부피가 줄어들겠는가, 부피가 늘어나겠는가?



▣ 왜 그럴까?

<자료 해석 1> 매질의 밀도와 소리의 전달속도는?

	공기	물	땅
매질의 밀도	0.0013g/cm ³	1g/cm ³	2.8g/cm ³
소리의 전달속도	340m/s	1500m/s	5000m/s
결론	소리의 전달 속도는 매질의 밀도가 클수록 빨라진다?		

<자료해석 2> 원자가전자수와 이온화 에너지의 크기는?

	Li	Be	B	C	N	O	F
원자가전자수	1	2	3	4	5	6	7
이온화에너지 (kcal/mol)	110	220	190	250	330	310	400
결론	원자가전자수가 많을수록 이온화 에너지 값이 커진다?						



가스검지관을 이용한 실험프로그램

학교나 그룹활동에 있어서의 참여형 환경 교육 보조 시스템인 검지관 시스템을 활용함으로써 환경에 대한 이해를 쉽게 합니다.

예를들면 아래에 3가지 종류의 실험을 간단하게 실시할 수 있습니다!

실험실례 1

사람의 호흡에 의한 산소·이산화탄소의 변화

1. 흡입할 때의 주머니에 일산화탄소를 넣고, 흡입기를 잘린 후에 기체로 인해 변형된 실리코네(실리콘) 그릇에 공기나 새끼 물고기 등을 넣어 관찰하십시오.
2. 흡입을 중단하면 실리코네 공기를 주입하고, 흡입기를 잘린 후 그대로 두십시오.
3. 지체대위기에 의한 산소와 이산화탄소의 변화. 다른 기체검지관에 산소검지관을 연결합니다. 일산화탄소를 채고, 흡입기를 잘린 후 지체대위에 끼워서 관찰을 하며 일산화탄소의 이산화탄소 농도를, 검지관으로 산소 농도를 측정하여 기록합니다.
4. 고구마를 삶고, 물에 담근 배실험기에 물과 함께 끓여 넣고, 물이 끓기 전부를 고구마위로 옮깁니다.
5. 검지관 및 검지관 캡은 다수가 이와 동일하게 판매됩니다.

분류의 대위비 예	
기준	일산화탄소
1회용	약 21% 약 0.05%
대량 구매 (100개 이상)	약 16% 약 0%

실험실례 2

광합성에 의한 이산화탄소·산소의 변화

1. 물고기가 연한 비공명상태를 발현하면 비닐을 씌우고, 물고기를 발광하는 물고기(발광박테리아)를 넣어 관찰합니다. 수생식물과 물고기를 함께 넣어 관찰합니다. 빛이 5~10cm 이내로 비닐을 씌워서 2~3시간, 비닐을 씌워서 관찰합니다.
2. 지체대위기에 의한 산소와 이산화탄소의 변화. 다른 기체검지관에 산소검지관을 연결합니다.
3. 일산화탄소를 채고, 흡입기를 잘린 후 지체대위에 끼워서 관찰을 하며 일산화탄소의 산소 농도를 측정하여 기록합니다.
4. 물고기를 빨아들여, 물고기를 시판용에 끼워서 관찰을 하며 일산화탄소의 산소 농도를 측정하여 기록합니다.

분류의 대위비 예 (분리관을 이용한 실험)	
기준	일산화탄소
1회용	약 21% 약 0.05%
대량 구매	약 16% 약 0%

실험실례 3

연소에 의한 산소·이산화탄소의 변화

1. 비닐을 지체대위에 씌워서 관찰합니다.
2. 지체대위기에 의한 산소와 이산화탄소의 변화. 물고기를 빨아들여, 물고기를 시판용에 끼워서 관찰을 하며 일산화탄소의 산소 농도를 측정하여 기록합니다.
3. 산소검지관을 이용하여, 검지관으로 산소의 농도를 기록합니다.
4. 연소를 통해, 비닐을 씌우고, 연소를 통해 관찰을 합니다.
5. 다른 기체검지관에 의한 산소와 이산화탄소의 변화. 물고기를 빨아들여, 물고기를 시판용에 끼워서 관찰을 하며 일산화탄소의 산소 농도를 측정하여 기록합니다. 같은 실험으로, 연소를 통해 관찰을 하며 기록합니다.

분류의 대위비 예	
기준	일산화탄소
1회용	약 21% 약 0.05%
대량 구매	약 16% 약 0%

GV-50PS 내용



- 케이스
- 취급설명서
- 기체채취기 GV-50P
- 커버고무
- 음활재
- 팁 홀더

* 검지관은 별도 판매입니다.

주식회사 가스테크

GASTECKO CO.,LTD.

서울시 종로구 창경궁로 117 더케이손해보험빌딩 12층

TEL : 02-2272-5053 / FAX : 02-2279-2815

http://www.gastekorea.co.kr



생명과학 실험교실

생명과학 꿈나무들이
바이오세상 에듀와 함께 하고 있습니다.
충북대학교와 MOU를 체결하여, 매년
개최되는 국제바이오 의과학실험경연 대회를
(주)바이오세상 에듀가 함께 합니다.

1 찾아가는 생명과학 실험 교실

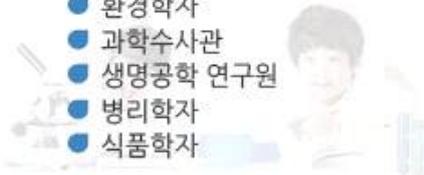


- * 관찰, 실험, 토론 활동을 통한 과학적 탐구방법
- * 생명과학 개념의 통합적 이해
- * 자연 현상과 과학 학습에 대한 흥미 유발
- * 과학적 사고 및 문제해결 방법 학습
- * 생명과학 지식과 탐구방법을 활용한 합리적 의사결정 능력 학습
- * 생명과학 전공 연구원들과 함께하는 생생한 실험교실

똑같은 교육법은 없다!
바이오세상 에듀만의 생명 과학 실험 탐구

2 진로체험 교육

- 분석화학자
- 화학공학자
- 유전공학자
- 환경학자
- 과학수사관
- 생명공학 연구원
- 병리학자
- 식품학자



바이오세상에듀 홈페이지
www.biosesangedu.com

대표전화
1577-2390

[13511] 경기도 성남시 분당구 판교로 697
분당테크노파크 A-507 (주)바이오세상
Tel. 031-707-2300 Fax. 031-707-2520

한도움 사이언스
www.handoum.com

학교 현장의 교사들과의 교류를 통해
학교수업에 필요한 각종 교구를
개발 보급하고 있습니다.
한도움마트는 과학실험에 필요한 어떤 기구나
재료라도 구할 수 있는 교육기관을 위한
과학 전문 쇼핑몰입니다.
“한도움” 문자 그대로 크게 돕는다는 뜻입니다.
수익보다는 연구개발에 더 많은 투자를 통해
과학교육의 저변확대에 기여하고자 합니다.
신나는 과학, 정확한 과학을 추구하는
한도움이 되도록 더 노력하겠습니다.

대한민국 최고의 과학 교육기자재 전문 쇼핑몰



한국교육기자재(주)
www.handoum.com

서울시 영등포구 영림로21길 26
(영림동 5가 3-1) 선유도 1차 IS 비즈타워 B106호
T. 02-3141-4001 F. 02-3141-5111



찾아오시는 길

- ◆ 주소 - 전라북도 전주시 완산구 서신동 백제대로 442
- ◆ 전화 - 063 274 2162
- ◆ 버스) 1, 2, 3-1, 5-1, 105, 161, 309번을 이용하시고,
이마트에서 내리신 후 지하보도를 통해 건너시면 됩니다.



제14회 전국과학교사큰모임 집행위원회

■ 위원장

이재면 (전주한일고, sd0691@hanmail.net)
(사)과학교사과학문화협회 및 전국과학교사협회 회장

■ 위원(가나다순)

고성우 (제주청소년과학탐구연구회, 제주영평초, thanku365@naver.com, 이사)
김도엽 (강원과학교육연구회, 평창고, dofaree@hanmail.net, 이사)
김성규 (참과학, 정명고, tjdrb333@nate.com, 이사)
류제인 (과학을사랑하는사람들, 나주산포초, ryujaein@hanmail.net, 이사)
박동희 (울산청소년과학탐구연구회(울과연), 이사)
박현우 (인천과학사랑교사모임, hwp55@hanmail.net, 이사)
배중연 (경기도과학교과연구회, 평내고, gybae700@hanmail.net, 이사)
성종규 (시과세봉, 부산대지구과학교육과, ignimbrite@hanmail.net, 이사)
심정애 (부산어메니티, 연제고, chemmania@hanmail.net, 이사)
양호근 (경북과학교사모임, 안동여중, yanghk05@naver.com, 이사)
오현준 (전북과학교사교육연합회, 임실동중, sciencelove21@hanmail.net, 이사)
이선희 (사랑의 과학나눔터, esunny21@hanmail.net, 이사)
이학천 (화학을사랑하는사람들의모임, haksky@korea.kr, 이사)
전중희 (부천과학교사실험연구회, 성주중, chonghee2@naver.com, 이사)
전화영 (신나는과학을만드는사람들, 자양고, chemijhy@hanmail.net, 이사)
박교선 (전북과학교사교육연합회, 감사)
임혁 (신나는과학을만드는사람들, 감사)
이동준 (참과학, 강릉관동중, jorland@hanmail.net, 웹부장)

■ 실무위원(가나다순)

나미은 (전북과학교사교육연합회, 임실치즈과학고)
문연주 (전북과학교사교육연합회, 삼례공고)
서주리 (전북과학교사교육연합회, 전주서중)
신배완 (전북과학교사교육연합회, 함열여자고)
유효중 (전북과학교사교육연합회, 전주전일고)
이승완 (전북과학교사교육연합회, 세인고)
황문규 (전북과학교사교육연합회, 이리고)

■ 고문(가나다순)

김옥자(어메니티, 부산고) amescien@hanmail.net
전석천 (신과람, 승문고) jeonsch@unitel.co.kr
임웅목 (화사모, 전남과학고) wmook@hanmail.net
현종오 (신과람, 창덕여고) johhyun@hanmail.net

제14회 전국과학교사큰모임

발행일 2016년 11월 14일
인쇄일 2016년 11월 14일
발행처 (사)과학교사과학문화협회
전국과학교사협회(<http://www.k-sta.org>)