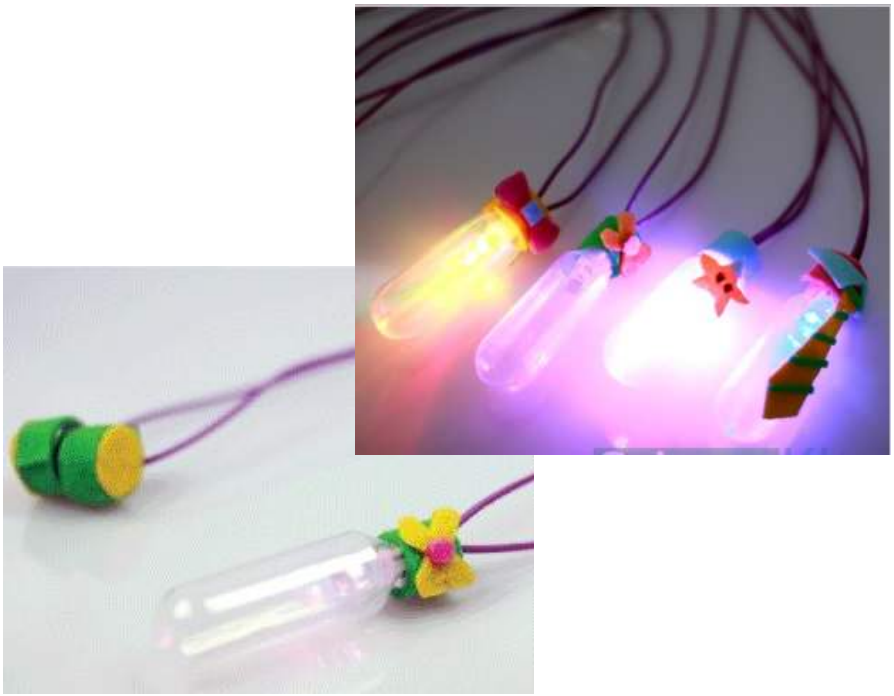
1. 반짝이는 목걸이



관련교육과정	초3 자석의 이용, 초5 전기 회로, 중3 전기와 자기
소요 시간	50분
적용 학년	초등 2~4학년
학습목표	• 자석의 특징을 이해한다. • 전기회로를 꾸미는 방법을 설명하고 전지, 전구, 전선 등을 연결하여 전구에 불을 켤 수 있다. • 단힌회로와 열린회로의 개념을 이해한다.
수업 흐름도	**동기유발** • 자석이 무엇인지 이야기하기 • 전지, 전구, 전선을 연결하여 불 켜보기 **주요활동 내용** • LED, 전선, 수은전지 연결하기 • 자석의 성질을 이용하여 스위치 만들기 • 나만의 목걸이 꾸미기 **정리하기** • Q&A 및 과학일기 쓰기

나의 수업 스케치

"안녕하세요? 근데 얘는 누구에요?"

"응~ 선생님 아들"

1년 육아휴직 중인 나는 올해도 **지역 아동센터 과학수업을 했다. 둘째를 봐줄 사람이 없어 같이 데리고 가 수업을 하기로 했다. 작년까지는 초등학교 고학년과 중학생을 대상으로 수업을 했었는데 올해부터는 초등학교 저학년 10명과 수업을 한다. 오늘이 그 수업 첫날. 어떤 아이들을 만날까 설레기도 하고 왠지 모를 약간의 두려움으로 아이들을 만났다.

"자석에는 어떤 성질이 있을까?"

"서로 붙어요!"

"서로 밀어내요!"

"쇠를 끌어당겨요!"

아이들은 목청 높여 대답을 한다. 참새처럼 재잘대는 아이들의 모습이 정말 귀엽다. 유난히 대답도 잘하고 똘똘한 모습을 보여주는 민*는 눈에 띄는 아이였다. 두뇌회전이 매우 빨랐는데 또래 친구 중, 순하고 행동이 느린 친구를 놀리고 무시하는 모습을 보인다. 주의를 주고 타일러도 버릇없는 말을 뱉어낸다. 종종 센터에서 수업을 하면서 사랑을 제대로 받지 못해 엇나가는 행동들을 보이는 학생을 볼 때면 안타깝다. 잠시 과학수업을 하는 내가 그 아이들의 그 엇나간 행동을 위해 무엇을 해줄 수 있을지 하는 생각이 든다. 다음번 수업하는 선생님에게도 민*이의 이야기를 잘 전달해서 좀 더 관심을 갖고 지켜봐야겠다는 생각이 든다.

이번 활동에서 만드는 목걸이에는 LED가 포함된다. 아이들은 의외로 LED에 대해서 꽤 알고 있었다. 회로 연결도 잘 이해하고 있고. 아직 학교에서 배우지 않은 더 어린 학생들은 열심히 귀를 기울이고 따라서 만든다.

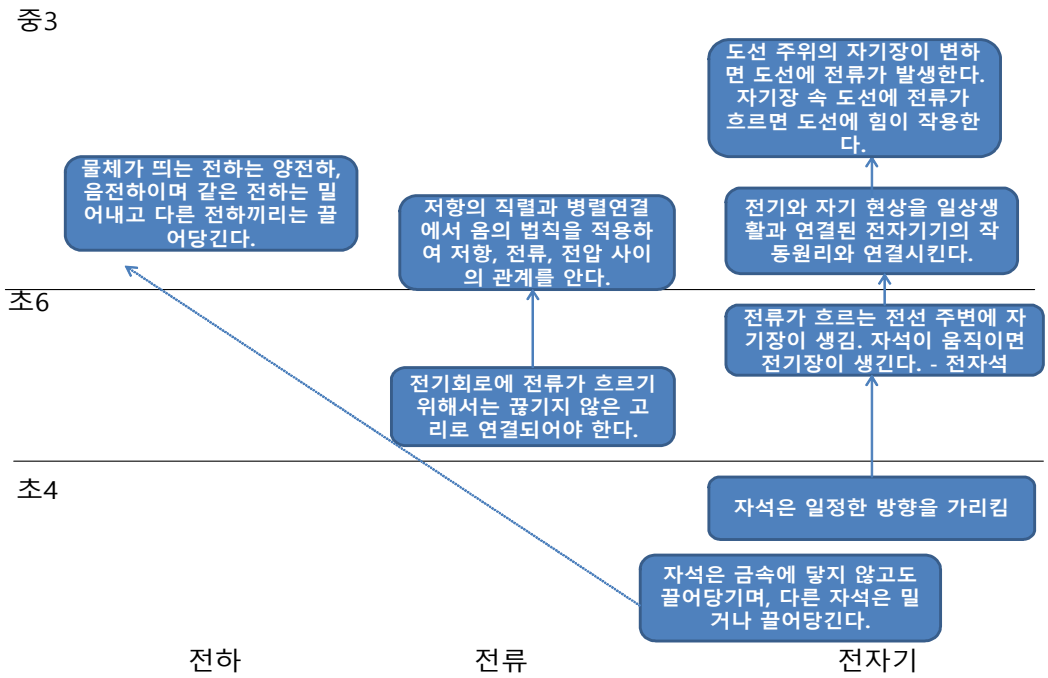
드디어 목걸이 완성!! 불이 들어오는 것을 보고 환호한다. 한 명은 불이 안 들어온다고 울상이다. 흐흐 귀여운 것들. 그 학생은 도우미 일일 교사로 참석한 **고등학교 여학생 2명의 도움을 받아 잘 마무리할 수 있었다.

완성한 목걸이에 스티커도 붙이고 펠트지로 예쁘게 꾸며 아이들은 집으로 가져간다. 집에 그 목걸이를 보면서 오늘 수업한 모습들을 떠올리겠지? 조금은 아주 조금은 과학 원리와 연결해서 생각할 수 있겠지? 그래서 과학에 대한 흥미가 생겨나고 조금은 아주 조금은 과학을 좋아하는 아이들로 자랐으면 좋겠다.

데려간 둘째 아이(초2) 수업에 방해되지 않게 잘 참아주고 기다려줘서 고마웠던 하루다. '엄마가 수업하는 모습을 보면서 우리 아들도 뭔가를 배우고 느끼겠지?'하는 생각에 스르르 미소가 지어진다.

교육과정과의 연계 ; 비전공자들을 위한 안내

[활동과 관계된 교육과정 연계표]



1. 초3학년 교육과정

자석의 이용 단원에서는 물체, 자석과 자석 사이에 나타나는 현상으로부터 자석의 성질을 이해하고, 일상생활에서 자석을 이용하는 물체를 찾아 자석의 성질을 어떻게 이용하였는지에 대해 다룬다. 그리고 자석을 이용한 장난감을 만드는 활동을 함으로써 학생들의 경험이 개념과 잘 연결될 수 있도록 구성되어 있다. 이 단원은 3~4학년군의 '혼합물의 분리', 5~6학년군의 '전기의 작용'과도 연계된다.

지도시 주의점

위의 교육과정을 참고하여 초3 이하 학생에게는 자석의 가장 기본적인 특징인 N극과 S극에 대한 설명과 미는 힘과 당기는 힘에 대한 경험을 통해 자석의 성질에 대해 탐구할 시간을 갖는 것이 좋다. 초3 이상은 자석의 성질에 대해 얼마나 알고 있는지 확인해 보는 과정이 필요하겠다.

2. 초5학년 교육과정

학생들은 초5학년에 처음 전기를 배우게 된다. 이 단원에서는 전지, 전선, 전구, 스위치 등을 이용하여 전구에 불이 켜지도록 전기회로를 꾸미고, 이와 관련하여 전기회로도 및 전지와 전구의 연결 방법에 대해 배운다. 이 단원은 중학교 1~3학년군의 '전기와 자기'의 전기 회로와 자기장 개념과 연계된다.

3. 중3학년 교육과정

초기의 과학자들은 전기와 자기 현상을 서로 관련이 없는 별개의 것으로 이해하였지만, 실험을 통하여 전류가 흐르는 전선 주변에 자기장이 생긴다는 것을 확인하고 이들이 서로 밀접한 관련이 있음을 알게 되었다. 이 단원에서는 전기와 자기 현상에 대한 이해를 통해 일상생활과 밀접한 관계가 있는 전자 기기들의 작동 원리를 알 수 있다.

준비물

3색 LED, 2P 커넥터, 커넥터용 전선, LED캡, 네오디뮴 자석, 수은전지, 알루미늄 호일, 접착펠트지, 장식용 스티커, 가위

순	재료명		수량	비고
1		3색 LED	1명당 1개	모든 재료는 한도움마트 (T.02-3141-4001)에서 주문 가능함.
2		2P 커넥터	"	모든 재료를 개별로 구입해도 좋지만 사이언스 키트에서 키트로 구입하면 편리함. 키트는 한도움마트에서도 구입 가능함. (10인기준 29,700원, 스티커를 제외하고 모든 재료가 포함됨)
3		커넥터용 전선 (길이 약27cm)	1명당 2가닥	
4		LED 캡 (지름 1cm, 높이 4cm)	1명당 1개	1회용 플라스틱 스포이트 막대부분을 1cm 남기고 잘라서 사용하면 됨.
5		네오디뮴 자석 (지름 1cm)	1명당 2개	
6		수은 전지 (LR44, 지름1cm)	"	

7		알루미늄호일 테이프 (2.5cm x 4cm)	1명당 1개	
8		접착펠트지 원형 (지름1cm)	1명당 2개	
9		접착펠트지 직사각형 (7mm x 4.5cm)	1명당 6개	
10		스티커	10명당 1장	모양이 예쁜 장식용 스티커, 드림디포나 일반 문방구에서 구입
8		꼬마전구 (1.5V용)	2명당 1개	
8		건전지 (1.5V,C형)	2명당 1개	
11		가위, 네임펜	1명당 1개	

수업 전 준비사항

1. LED는 간혹 불량이 있으므로 학생 수보다 넉넉히 준비한다.
2. 네오디뮴 자석도 자력이 세서 취급하다 서로 부딪히면서 깨지는 경우가 종종 발생하므로 여유분을 준비한다.
3. 접착 펠트지도 학생들이 오리다가 실수하는 경우가 있으므로 여유분을 준비한다.
4. 꼬마전구 필라멘트가 약해 쉽게 끊어져 불이 전지에 연결해도 불이 들어오지 않는 경우가 종종 있으니 이것 또한 여유분을 준비하는 것이 좋다.

지도시 주의점

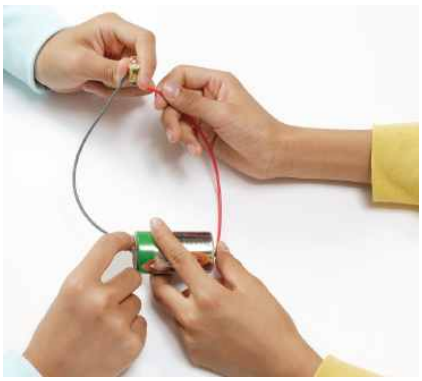
특히, 네오디뮴 자석은 자력이 매우 센 편이어서 다루다가 자석 두 개가 붙으면서 학생들 손가락 끼여 상처를 입을 수 있으니 각별히 주의해서 다룰 수 있도록 지도한다.

키트로 구입하지 않고 개별로 구입하면 가격 면에서는 이익이다. 하지만 접착 펠트지를 크기에 맞게 미리 잘라놓아야 하며, 커넥트용 전선도 27cm로, LED 캡으로 사용할 1회용 스포이트도 필요한 수량만큼 잘라 놓아야 한다. 키트로 구입했을 때의 모습은 오른쪽 사진과 같다.



본 활동 내용

1. 학생 2명 당 전지, 전선 두 가닥, 꼬마전구를 나눠준다.
2. “어떻게 하면 전구에 불이 들어올까?”라는 질문을 던지고 회로를 직접 연결해 보도록 한다. 학생들이 아래 사진과 같이 연결했는지 확인해보고 불이 들어오지 않는 학생들에게는 전지와 전선, 전구의 기능을 가르쳐준다.



지도시 주의점

위의 활동은 2명씩 하는 것이 가장 효율적이다. 이 활동을 통해 자연스럽게 학생들은 닫힌회로에 대한 개념을 익힐 수 있게 한다. 전선, 전지, 전구가 끊이지 않고 순서에 맞게 연결되면 닫힌회로, 어딘가가 끊겨서 완전히 연결이 안 되면 열린회로가 됨을 알려주고, 열린회로에서는 불이 들어오지 않는 이유에 대해 얘기해보는 시간을 가져도 좋다.

3. 자석의 특징에 대해 질문하고 대답을 듣는 시간을 갖는다.
4. 그 밖에 반짝이는 목걸이의 재료인 LED, 네오디뮴 자석에 대해 알고 있는지 질문하고 간단히 특징을 정리해주는 시간을 갖는다.

지도 팁!

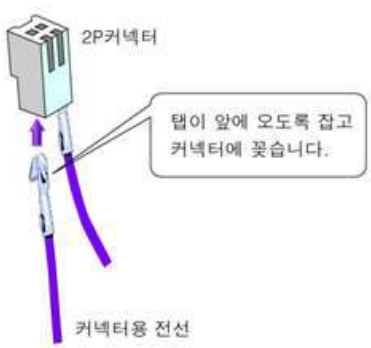
* LED(Light Emitting Diode; 발광다이오드)
  - 적색, 녹색, 황색, 청색 등 다양한 색의 LED가 있음.
  - 전극을 바르게 연결해야 작동함. LED의 긴 다리를 (+), 짧은 쪽을 (−)에 연결해야 함
  - 특정 전압 범위에서만 작동함. 대체로 2.2~3.5V
  - 장점 : 작고 수명이 길고, 소비 전력이 적고, 빛의 밝기가 세고, 다양한 빛의 색깔을 방출하고, 응답속도도 빠르고, 다양한 모양의 발광체를 만들 수 있는 있음.
  - 단점 : 주변 온도에 영향을 받고, 전압에 민감하고, 빛의 색감이 푸른색이어서 차가운 느낌을 줌
  - 조명, 액정화면, 자동차의 여러 가지 전구, 식물 재배 등에 이용됨.
* 네오디뮴 자석
  - 지구상에서 현재 사용되는 자석 중 가장 강한 자력을 지님.
  - 가공하기가 쉽고 비슷한 자력을 가진 자석에 비해 가격이 저렴함.
  - 네오디뮴, 철, 붕소를 2:14:1의 비율로 섞어 만들며 녹이 잘 슬어 표면을 니켈로 도금하여 사용함.
  - 열에 의해 자성이 쉽게 약해짐. 그러나 2000년대 들어 디스프로슘을 200℃까지 높여도 자성을 잃지 않음.

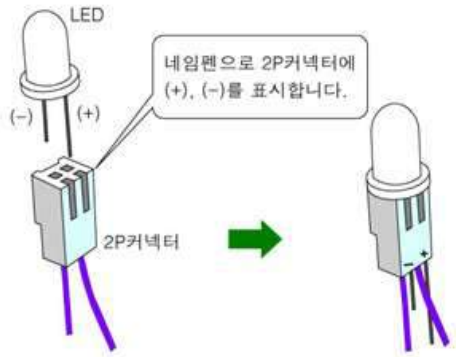
5. 오늘 만들 목걸이는 꼬마전구 대신 LED를, 건전지 대신 수은전지를, 앞서 얘기한 자석 등을 사용하여 반짝이는 목걸이를 만들게 됨을 얘기해준다.

지도시 주의점

LED와 수은전지에 대해 생소한 학생이 있을 수 있으므로 앞서 활동한 전지로 전구 켜기와 비교하여 수은전지와 LED의 역할을 설명해준다.

6. 한번 만들어볼까요? 우선, 꼬마전구 소켓에 해당하는 2P커넥터에 커넥터용 전선을 '딸깍' 소리가 날 때까지 꽂는다.



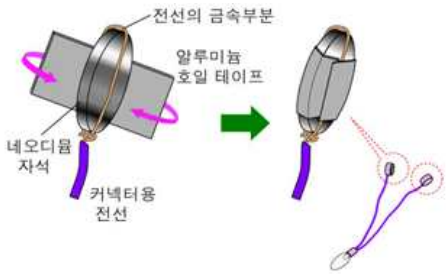


7. 전선이 연결된 2P커넥터에 LED를 꽂은 뒤 커넥터 아래로 나온 LED의 다리는 양쪽으로 꺾어 올린다. → **꼬마전구를 소켓에 돌려 꽂은 것과 같은 상태임.**

지도시 주의점

전구는 (+)와 (-) 방향이 따로 없이 연결해도 되지만 LED 다리가 긴 쪽을 전지의 (+)극에 연결하고 다리 짧은 쪽은 전지의 (-)극에 연결해야지 불이 들어온다는 사실을 알려주도록 한다.

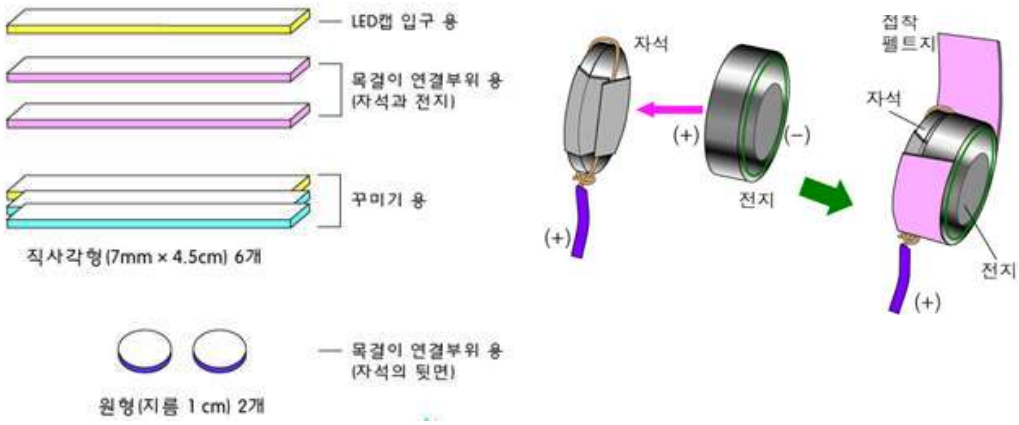
8. 커넥터용 전선의 피복이 벗겨진 금속부분으로 네오디뮴 자석을 돌려서 매듭을 짓고 알루미늄호일 테이프로 고정한다.



지도 팁!

알루미늄 호일 테이프를 세로방향으로 절반을 잘라 사용하며 전선, 네오디뮴 자석이 각각 2개씩 이므로 2개가 완성된다.

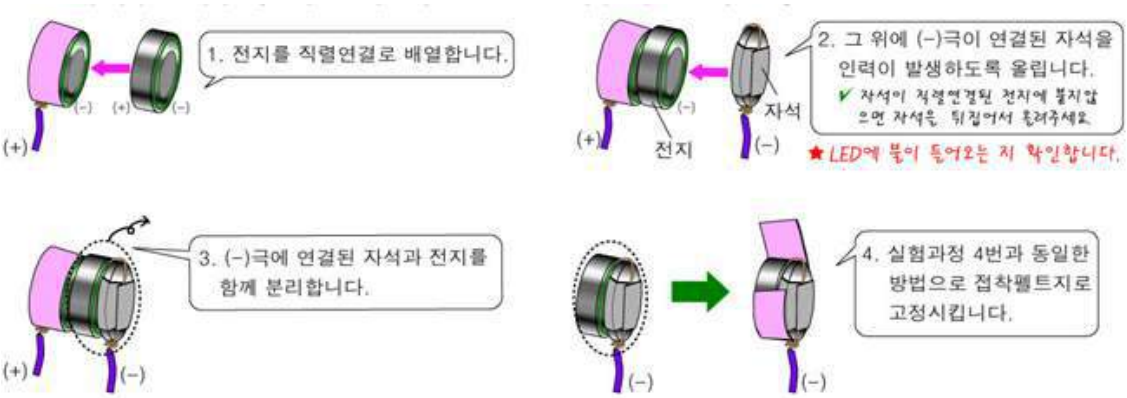
9. 아래 사진의 접착펠트지가 모두 있는지 확인한다.
10. LED의 (+)극이 연결된 자석에 전지의 (+)극이 닿도록 하여 붙이고 직사각형 접착펠트지로 자석과 전지를 고정한다.



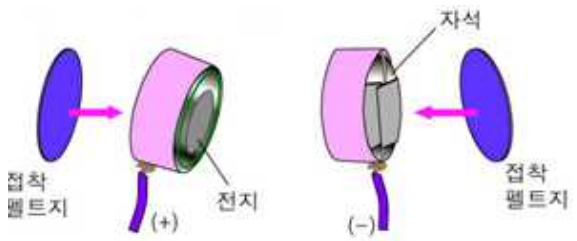
지도 팁!

수은전지는 평평한 쪽이 (+)극, 약간 볼록한 면이 (-)극임을 알려준다. 학생들에게 전지의 어떤 극과 어떤 극을 연결해야지 불이 켜지는지를 생각하게 하고, 전지에 붙은 자석의 역할에 대해 서로 얘기해보도록 한다.

10. LED의 (-)극이 연결된 자석에 9의 순서와 같이 전지의 (-)극이 닿게 접착펠트지로 고정한다. → **전구를 전지에 연결한 것과 같은 상태, 단 자석을 수은전지에 붙어 스위치 역할을 하게 하는 것임.**



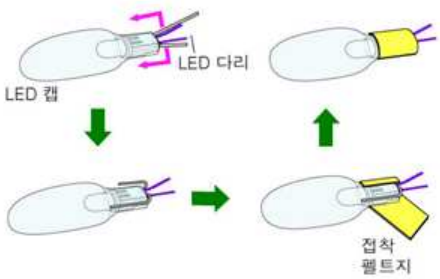
11. 원형 접착펠트지를 전선 끝에 연결된 자석 2개에 각각 붙여 마감한다.



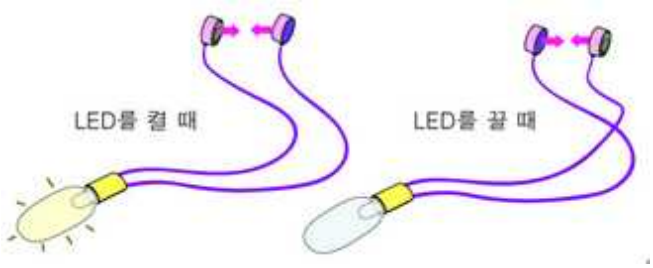


펠트지를 붙이는 이유는 전기가 통하지 않는 부도체로 목걸이를 사용할 때 안전하게 해주며, 미적인 효과도 있다.

12. LED캡을 LED에 꽂은 후, LED 다리를 꺾어 올리고 LED 캡의 윗부분을 접착펠트지로 감싼다.



13. 전지끼리 마주보도록 하여 붙여주면 드디어 불이 들어온다. 스티커와 접착펠트지를 이용하여 예쁘게 꾸며준다.



지도시 주의점

1. 커넥터를 조립할 때는 방향에 유의하여 전선을 끼우고, 딸깍 소리가 날 때까지 끼운다. 반대로 당겨보아 빠지지 않아야 한다.
2. LED는 극을 잘 확인한 후 연결해야한다. 다리가 긴 쪽이 전지의 (+)극과 연결되도록 유의한다.
3. 전지의 극을 잘 확인한 후 고정시켜야한다. 두 번째 전지와 자석을 고정시키기 전에 LED에 불이 들어오는지 확인하도록 한다.
4. 자석의 극을 잘 확인한 후 고정시켜야한다. 네오디뮴 자석에는 N극과 S극이 표시되어있지 않으므로 두 번째 전지와 자석을 고정시키기 전에 LED에 불이 들어오는지 확인하도록 한다.
5. 자석과 전지를 감싼 접착펠트지의 끝이 사용하다보면 자꾸 떨어지는 경우가 있다. 글루건을 이용하여 고정을 시켜주면 좋다.

14. 과학일기나 소감문을 쓰면서 활동을 마무리 짓는다.

완성품 및 활동장면

1. 완성품



2. 활동장면



핵심용어 정리

1. 전기회로

전지, 전선, 전구, 스위치, 전동기 등을 적절하게 연결하여 전구에 불이 켜질 수 있게 연결한 것을 뜻함.

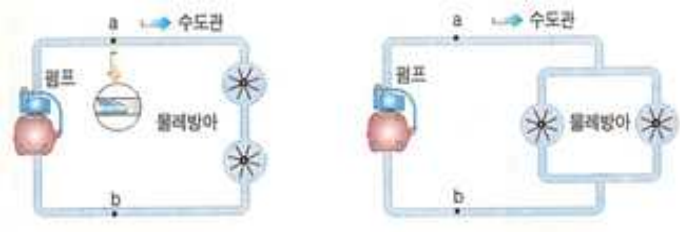
2. 전류

간단한 전기 회로에서 스위치를 닫을 때 전구에 불이 켜지면 전기 회로에 전류가 흐른다. 전기 회로에 전류가 흐르지 않으면 전구에 불이 켜지지 않는다. 전류는 '전자'라고 하는 작은 입자가 전선을 따라 흘러가는 현상이지만, 초등학교에서는 원자, 분자, 전자 개념을 도입하지 있지 않기 때문에 '전자'로 설명하지 않는다.

3. 도체와 부도체

전기가 통하는 물질을 '도체라고 하고, 전기가 통하지 않는 물질을 '부도체'라고 한다. 도체에는 금속 물질은 금, 은, 구리, 알루미늄, 철, 아연 등과 액체 상태인 산, 알칼리, 소금 수용액 등이 있다. 부도체에는 유리, 고무, 나무, 종이, 플라스틱

등이 있다.



전기 회로에 흐르는 전류를 물의 흐름에 비유

읽 기 자 료

1. 자석에 대한 이야기

자석을 영어로 마그넷(magnet)이라고 하지만, 특히 천연 자석은 로드 스톤(loadstone 또는 lodestone)이라고 한다. 자연에서 발견되는 천연 자석은 주로 자철석을 말하며 주성분은 사산화삼철(Fe_3O_4)이다. 마그넷이라는 용어의 기원은 두 가지 설이 있다. 하나는 천연 자석을 '마그네시아(magnesia)의 돌'이라고 부르는 것에서 유래되었다는 것이고, 다른 하나는 천연 자석을 처음 발견한 '마그네스(magnes)'라는 목동의 이름에서 유래되었다는 것이다.

(1) 마그네시아와 관련된 이야기

이 이야기는 로마의 시인 루크레티우스(Lucretius Carus, Titus)가 쓴 '사물의 본질에 대하여'라는 시에서 유래되었다. 그는 철을 끌어당기는 능력을 지닌 돌이 "마그네테스 족의 나라에서 처음 발견되었기 때문에 그것이 생산되는 지역의 이름을 따서 그리스 인이 마그넷이라고 부른다."라고 설명하였다. 원래 마그네시아는 에게 해 서쪽 연안 그리스 중부 한 지역의 이름이다. 이 지역에 마그네테스(magnetes)라는 고대 그리스 종족이 거주하였기 때문에 이들이 사는 곳을 마그네시아라고 불렀다. 이들은 에게 해를 건너 현재 터키 영토인 소아시아에 식민지를 건설하고, 도시에도 마그네시아라는 명칭을 붙였다. 오늘날 그리스에는 마그네시아가 행정 구역의 이름으로 남아 있으며, 금속 마그네슘(Mg)의 명칭은 과거 이 지역에서 생산되던 광석에서 유래하였다(마그네슘은 자석과 관계가 없다.). 많은 책에서 마그넷이라는 용어가 소아시아의 마그네시아에서 유래되었다고 하지만 확실한 것은 아니다.

(2) 마그네스와 관련된 이야기

로마의 군인이자 박물학자였던 플리니우스(Plinius Secundus, Gaius)가 저술한 "박물지"에서 사람들이 '살아 있는 철' 또는 '헤라클레스의 돌'이라고 부르는 천연 자석에 대하여 설명한 것에서 유래된다. 그는 크레타 섬의 이다 산에서 마그네스라는 목동이 신발의 못과 지팡이의 끝이 땅에 달라붙는 것을 보고 천연 자석을 발견하였다는 이야기를 전하고 있다.

2. 자석에 대한 여러 가지 이야기

⑴ 자석의 영혼에 대한 이야기

그리스의 철학자 탈레스(Thales)는 자석이라는 돌에는 영혼이 있어 철을 끌어당긴다고 말하였고, 아리스토텔레스(Aristoteles)도 자석의 영혼에 대하여 이야기했다. 그리스의 철학자 플라톤(Platon)은 그의 저술에서 “자석이 쇠 반지를 끌어당길 뿐만 아니라 그 힘을 반지에 나누어 주어 다른 반지를 끌어당기게 한다. 또 서로 연결하여 긴 사슬을 만들기도 한다.”라는 소크라테스(Socrates)의 이야기를 전하고 있다. 실제로 에게 해에 있는 사모트라키 섬의 한 사원에서는 종교 의식에서 자석과 함께 사용하였던 쇠 반지가 출토되었다.

⑵ 자석 산이나 자석 섬에 대한 이야기

유럽에서는 자석에 대한 이야기가 과장되면서 자석으로 된 섬이나 산에 대한 이야기가 생겨났다. 지중해를 오가던 배들이 어떤 섬 근처에만 가면 배가 섬 쪽으로 끌려가는 것이 이상하여 알아보았더니 섬이 큰 자석으로 되어 있었다는 이야기이다. 나중에는 상상이 더해져 어느 도시에서는 자석으로 된 돔이 청동상을 공중에 띄우고 있다거나, 북쪽의 산에는 큰 자석이 있어 배의 쇠못을 모두 뽑아 버리기 때문에 나무못으로 배를 만들어야 한다는 이야기도 있었다. 심지어 그리스의 과학자였던 아르키메데스(Archimedes)가 로마 군함이 쳐들어왔을 때 큰 자석으로 군함의 못을 모두 뽑아 버려 배를 침몰하게 만들었다는 이야기도 있다. 그러나 천연 자석은 쇠못을 뽑을 수 있을 정도로 강력하지 않으며, 나무로 만든 배에 쇠못이 박혀 있다고 하더라도 배를 끌어당길 정도로 강력하지는 않다. 또 자석은 구리의 합금인 청동을 끌어당기지 않는다.

3. 지구 자석

1600년 영국의 길버트는 “자석에 대하여”라는 책에서 지구가 하나의 큰 자석과 같다고 주장하였다. 그는 나침반 바늘이 항상 남북을 가리키는 까닭이 지구의 남쪽과 북쪽에 나침반을 끌어당기는 힘이 있기 때문이라고 생각하였다. 자석이나 나침반에서 북쪽을 가리키는 부분을 N극이라고 부르는데, 자석은 서로 다른 극끼리 끌어당기기 때문에 지구 북쪽에는 S극에 해당하는 극이 있는 것이다. 자기적 북극은 현재 캐나다 북쪽에 있으며, 시간에 따라 위치가 변하고 있다. 나침반이 가리키는 북쪽을 ‘자북’이라고 부르고, 지구의 자전축에 의하여 결정된 지리적 북쪽을 ‘진북’이라고 부른다.

자기적 남북과 지리적 남북의 위치가 일치하지 않기 때문에 두 방향의 차이를 ‘편각’이라고 한다. 자기적 북극으로 갈수록 나침반의 바늘이 아래로 기울게 되는데, 이 각도를 ‘복각’이라고 한다. 서울의 경우 2012년 편각은 서쪽으로 약 7.5 °이고, 복각은 수평에서 아래 방향으로 약 55 °이다.

4. 나침반

나침반은 자화된 바늘로 방향을 알아내는 장치이다. 지구가 하나의 큰 자석이라는 점과 자석끼리 서로 밀거나 끌어당기는 힘이 작용한다는 원리를 이용하여 방향을 찾는다. 나침반의 기원에 대해서는 기원전 4세기 무렵 중국 춘추 전국 시대의 문헌 “귀곡자”에서 “정(鄭)나라의 사람들은 옥(玉)을 가지러 갈 때 길을 잃지 않기 위하여 반드시 사남(司南: 남쪽을 가리키는 기구)을 가지고 갔다.”는 내용이 가장 오래된 기록이라고 한다. 12세기 무렵부터는 유럽이나 아라비아에서 나침반을 사용하였다는 기록이 등장한다. 나침반을 항해에 사용하기까지는 배의 흔들림 때문에 다소 어려움이 있었는데, 회전할 수 있는 두 개의 축에 나침반을 직각으로 연결하여 문제를 해결할 수 있었다. 나침반은 영어로 compass라고 하며 동양에서는 남쪽을 가리킨다는 뜻으로 ‘지남철’이라고도 한다.

<활동지>

활동내용 기록하기

1. 전기회로란 무엇인지 자신의 생각을 써보세요.

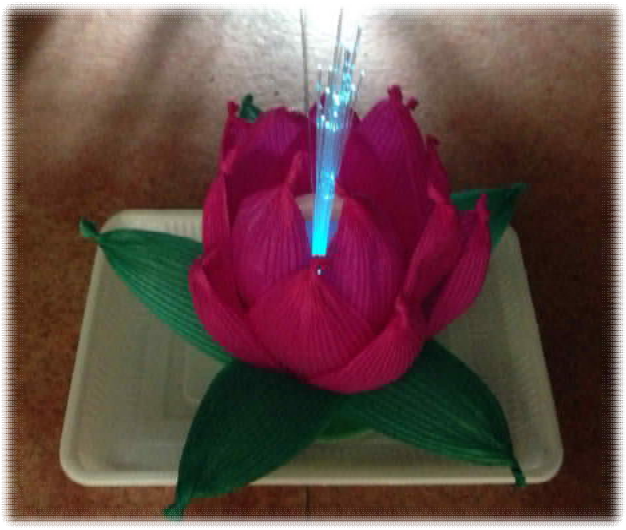
정답예시) 전기가 흐르는 것을 전류라고 하고, 전류가 잘 흐르도록 전기부품을 연결한 것을 전기 회로라고 한다.

2. 다음 문장에서 올바른 단어에 동그라미를 쳐보세요.

반짝이는 목걸이에서 LED에 불이 들어오는 회로는
(열린회로, 닫힌회로)이고 불이 들어오지 않는 회로는
(열린회로, 닫힌회로)이다.

** 이 자료는 **2014년도 정부**(과학기술진흥기금/복권기금)의 **재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된** 성과물입니다.

2. 전해질 탐지 광섬유 연등



관련교육과정	초3 빛의 직진, 초5 전기 회로, 중3 전해질과 이온
소요 시간	60분
적용 학년	초등 3~6학년
학습목표	• 전기회로를 바르게 연결하여 전해질 탐지 연등을 만들 수 있다. • 용액에 전해질 탐지 연등을 띄워 전해질 용액을 찾을 수 있다. • 광섬유 연등을 통해 전반사의 원리를 이용한 광섬유의 특징을 확인할 수 있다.
수업 흐름도	**동기유발** • 금속 도체를 이용하여 열린회로인 연등의 불 켜보기 • 전해질 용액에 띄워 전기가 통하는 용액도 있음을 확인하기 **주요활동 내용** • LED, 전선, 건전지를 연결하여 전해질 탐지 회로 만들기 • 종이컵과 연잎을 사용하여 나만의 연등 만들기 • 여러 가지 용액 중 전해질 용액 찾아내기 • 광섬유를 통해 빛이 나오는 현상 관찰하기 **정리하기** • Q&A 및 과학일기 쓰기

나의 수업 스케치

**지역 아동센터는 복지관, 의원, 약국 등 독립된 세 개의 기관이 지역사회복지 실현을 목적으로 하는 의료사회복지기관에 속해있다. 이 곳 학생들은 방과후에 잘 마련된 독립적 공간에서 다양한 수업을 들으며 생활하고 있었다. 나는 올해 처음으로 이곳에서 과학 수업을 하게 되었는데, 체계가 잡혀 있는 학습 분위기 속에서 안정적으로 수업에 임하는 학생들을 만날 수 있었다.

"안녕~ 얘들아. 선생님은 ** 고등학교 화학 선생님예요. 만나서 반가워요."

"안녕하세요. 오늘은 무슨 실험 하는 거예요?"

새로운 선생님, 새로운 실험 수업에 대한 호기심 어린 똘망똘망한 눈빛 그리고 명랑한 목소리를 들으니 힘을 내서 즐거운 수업을 해야겠다는 의지가 불타올랐다.

"오늘은 선생님과 함께 나만의 연등을 만들 거예요."

"선생님, 그럼 연등 만들어서 가져가도 돼요?"

"물론이지. 자 그럼 이 연등을 한번 잘 살펴봅시다."

오늘 수업을 통해 만들게 될 전해질 탐지 광섬유 연등 샘플을 아이들에게 보여주며 자세히 관찰할 수 있게 해주었다. 그리고 연등을 알루미늄 호일 위에 올려놓았다. LED 전구에 불이 들어오면서 이 빛이 광섬유를 통해 연등 사이로 타고 올라온다. 여기저기서 들려오는 환호성. 이로써 아이들은 충분히 오늘의 실험에 몰두할 준비가 된 것 같다.

사실 오늘 실험의 원리는 매우 간단하다. 전해질 탐지 연등은 바닥의 두 할핀(머리가 둥그렇고 다리가 두 개인 핀으로, 두 갈래로 분할되어 있어 압정이나 일반 핀 류와는 달리 한 번 고정하면 잘 떨어지지 않음)이 떨어져 있어 이 부분을 도체가 이어줘야 닫힌회로가 되어 LED 전구에 불이 들어오는 것이다. 학생들이 단순히 만드는 방법을 따라 제작하는 것이 아니라 오늘 실험의 목표를 달성할 수 있도록 사전에 하는 활동이 중요하다. 나는 아이들이 실험과 관련된 지식을 어느 정도 가지고 있는지 확인하기 위해 몇 가지 질문을 했다.

"LED 전구, 들어봤거나 사용해 본 적 있나요? 이 투명한 것(광섬유)이 무엇인지 혹시 아는 사람?"

아동센터에서 꾸준히 실험을 해서일까, 학교에서 이런 재료를 이용한 실험을 많이 하는 걸까. 아이들은 실험 재료들의 이름과 특징을 꽤 알고 있었다. LED 전구의 서로 다른 다리 길이, 광섬유의 특징에 대해 가볍게 언급했다.

그러고 나서 연등 바닥의 양쪽 할핀을 가위, 칼 등의 금속 도체로 연결해 불이 들어오는 것을 보여주며, 연등이 열린회로이기 때문에 금속으로 연결해줘야 한다는 생각을 할 수 있게 이끌었다. 그렇다면 이제는 도체에 관한 개념을 확장할 차례이다. 미리 준비한 소금물에 연등을 띄웠다. 금속으로 연결하지도 않았는데 연등에 불이 들어온다는 사실에 학생들은 놀라워했다.

"견우와 직녀 알아요? 서로 사랑하는 둘을 만날 수 있게 도와줬던 새가 뭐였죠?"

“까치요~ 까마귀요~”

“맞아요. 지금 이 용액 속에는 견우와 직녀를 이어준 까치처럼, 끊어져 있는 회로를 이어주기 위해 이동하는 +, - 입자(이온)들이 있어요. 이런 이온들이 있는 용액을 전해질 용액이라고 한답니다. 우리는 오늘 용액이 전해질인지 아닌지를 탐지할 수 있는 전해질 탐지 연등을 만드는 거예요.”

초등학교 학생들에게는 어려울 수 있는 전해질과 이온의 개념을 견우와 직녀를 이어준 까치에 비유하여 설명해주었다.

“이제 본격적으로 나만의 연등을 만들어 봅시다!”

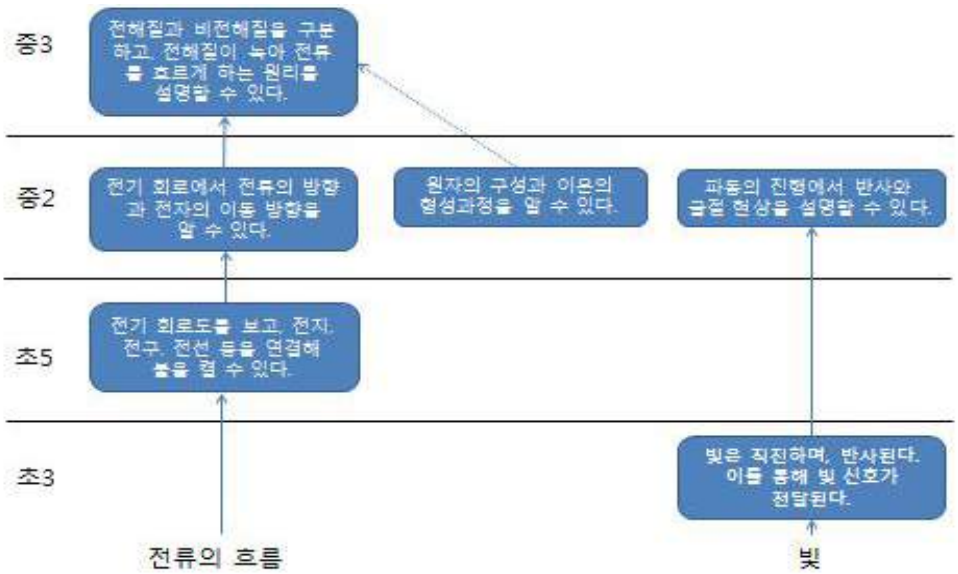
연등은 자유롭게 만들어도 되지만 회로는 잘 연결되어야만 하기에 ‘전해질 탐지 회로 만들기’ 과정은 PPT 화면을 띄워 놓고 함께 차근차근 만들어 보았다. 고사리 같은 손으로 열심히 전선을 연결하는 모습이 귀엽기만 하다. 혹시라도 잘못 만드는 건 아닐까 노심초사하며 끊임없이 질문한다. 이런 열정적인 모습이라니.

전해질 탐지 광섬유 연등을 완성한 후, 준비한 여러 가지 용액에 띄워보았다. 전해질, 이온 등의 용어와 개념을 완벽히 이해하는 것보다 액체 중에도 전류를 통하는 것이 있음을 알게 하는데 초점을 맞추었다. 중학교 3학년에 올라가 전해질과 이온을 배울 때가 되면 어렴풋이 이 실험을 떠올려 줄까? 그 때도 지금처럼 과학을 좋아하고, 수업에 열심히 참여해주길 바라며 오늘의 수업을 마무리 했다.

집에 가서 엄마에게 보여드리겠다며 신나게 연등을 챙겨가는 아이들을 보니 내가 더 신이난다. 나도 오늘 우리 엄마한테 보여드려야지. 내가 이런 걸 아이들에게 가르쳐 주고 왔다고.

교육과정과의 연계 ; 비전공자들을 위한 안내

[활동과 관계된 교육과정 연계표]



1. 초3학년 교육과정

거울과 그림자 단원에서는 빛의 기본 성질인 빛의 직진과 빛의 반사를 다루며 빛이 나아가는 모습을 추리하는 탐구 활동으로 논리적인 사고와 과학적인 태도를 기르도록 구성되어 있다. 빛을 이용한 신호 전달 놀이 활동을 통해 굽은 길을 따라 신호를 전달하기 위해서는 새로운 빛 신호를 보내거나 거울이 빛을 반사하는 성질을 이용해야 함을 깨달을 수 있도록 한다. 이 단원은 5~6학년군의 '렌즈의 이용', 중학교 1~3학년군의 '빛과 파동'과도 연계된다.

지도시 주의점

위의 교육과정을 통해 초3 이상의 학생들은 빛의 직진성과 반사에 대해 알고 있다. 실험에서 LED 전구의 빛을 광섬유를 통해 전달하는데, 이 과정을 통해 빛의 직진과 반사(전반사)에 대해서도 생각해볼 수 있다. 광섬유는 빛의 전반사를 이용한 것으로, 빛의 손실을 최소화하면서 빛 신호를 멀리까지 전달해주는 역할을 한다.

2. 초5학년 교육과정

학생들은 초5학년에 처음으로 전기에 대해 공부하게 된다. 이 단원에서는 전지, 전선, 전구, 스위치 등을 이용하여 전구에 불이 켜지도록 전기회로를 꾸미고, 이와 관련하여 전기 회로도 및 전지와 전구의 연결 방법에 대해 배운다. 이를 통해 전기 회로를 사용하여 전기가 통하는 물체와 통하지 않는 물체, 즉 도체와 부도체를 구별할 수 있다. 또한 전기 회로에서 발광 다이오드(LED)의 극성을 이용하여 불을 켜 보고 전류의 방향을 설명하는 수업도 진행된다. 이 단원은 중학교 3학년의 '전기' 단원과 연계된다.

지도시 주의점

위의 교육과정을 통해 초5 이상의 학생들은 전기 회로를 이해하고, 도체와 부도체를 구별할 수 있다. 또한 LED 전구의 극성에 맞게 전기 회로를 구성해야 전구에 빛이 들어온다는 것을 실험적으로 알고 있다. 이러한 지식을 바탕으로 전해질 탐지 회로를 연결하고 이해할 수 있을 것이다.

3. 중3학년 교육과정

중2학년에서 원자의 구성과 이온의 형성 과정에 대해 배운 것을 바탕으로 중3학년 '전해질과 이온' 단원에서는 물에 녹아 전류를 흐르게 하는 물질인 전해질에는 어떤 물질이 있으며, 어떤 원리로 전류를 흐르게 하는지 알아본다. 이를 통해 전해질과 비전해질을 구분할 수 있으며, 전해질이 모두 고체가 아님을 알게 깨닫고 수용액에서 전해질이 이온화 되어 이온의 이동을 통해 전류를 흐른다는 사실을 배운다.

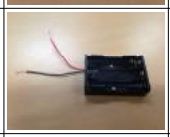
지도시 주의점

중학교 3학년에 올라가면 초등학교 때 배웠던 도체의 개념에 물에 녹아 전류를 흐르게 하는 물질인 전해질까지 포함시킬 수 있으며, 전류가 흐르는 원리도 설명할 수 있게 된다.

준비물

종이컵, 연등 연잎(자주색, 녹색), 건전지, 건전지 끼우개, EVA 원형 판(큰 것, 작은 것), 할핀, 전선, 양면 스티커, LED, 빨대, 광섬유, 진주 핀, 여러 가지 금속 도체(알루미늄호일, 가위 등), 여러 가지 전해질과 용액, 용액 담을 용기, 딱풀, 가위, 칼

★ **설탕, 포도당 같은 비전해질을 증류수에 녹여야 불이 안 들어온다. 수돗물이나 생수에 녹일 경우, 약하게나마 불이 들어오므로 비전해질 용액을 실험에서 사용하고 싶은 경우에는 증류수를 준비해야 한다.**

순	재료명		수량	비고
1		종이컵	1인당 1개	▪ 모든 재로를 개별로 구입해도 좋지만 '한도움마트'에서 키트로 구입하면 편리함. ▪ 1인용 키트 가격 : 3,300원 (칼, 가위, 딱풀, 도체, 전해질, 용액, 용액을 담을 용기를 제외한 모든 재료가 포함되어 있음.)
2		연등 연잎 (자주색,녹색)	1인당 자주색 약15장, 녹색 약5장 (개인차 있음)	▪ 크기: 가로 4.5cm, 세로 약 10cm ▪ 한 묶음에서 얇은 연잎을 떼어내서 사용하는 것 ▪ 실험에 사용한 단색 연잎 외에 그라데이션이 있는 종류도 있음. 연잎 색도 노랑, 분홍, 주황, 빨강 등 다양하므로 여러 가지를 준비하여 학생들이 원하는 연등을 만들게 할 수 있음. ▪ 연잎은 학생별로 사용하는 양에 차이가 있음. (연잎이 빽빽하게 차 있는 것을 원할 경우 자주색 15장, 녹색 5장 정도를 사용함.)
3		AAA 건전지	1인당 3개	
4		건전지 끼우개 (AAA 3구)	1인당 1개	
5		EVA 원형판 (대)	1인당 1개	지름 9cm, 두께 1cm
6		EVA 원형판 (소)	1인당 1개	지름 5cm, 두께 0.5cm

7		할핀	1인당 2개	
8		전선	1인당 1개	약 7cm
9		양면 스티커	1인당 2장	
10		LED	1인당 1개	
8		빨대	1인당 1개	
8		광섬유	1인당 약 3m	다양한 길이로 잘라 쓰는 것이므로 1인당 2m 이상만 되면 사용하는데 무리가 없음.
11		진주핀	1인당 3개	
12		전해질		염화나트륨(소금), 황산나트륨, 질산칼륨 등 준비할 수 있는 전해질을 사용하면 됨.
13		여러 가지 용액		전해질 탐지 연등을 띄워 볼 우리 주변의 용액을 다양하게 준비 예) 주스, 우유, 간장, 식초, 이온 음료 등
14		알루미늄 호일	소량	회로 연결이 잘 되어 연등에 불이 잘 켜지는지 확인하는 용도
15		용액 담을 용기	사용할 전해질 용액 당 1 개	수조, 1회용 도시락 용기 등 연등을 띄울 수 있는 것이면 어떤 것을 사용해도 괜찮음.
16		딱풀, 가위, 칼	1인당 각1개	조별로 함께 사용하도록 준비해도 괜찮음.

수업 전 준비사항

1. LED는 간혹 불량이 있으므로 학생 수보다 넉넉히 준비한다.
2. 전선의 끝에 피복이 벗겨져 있는 부분이 짧으면 연결이 쉽지 않으므로, 미리 가위나 칼 등을 이용하여 피복을 충분히 벗겨둔다.

본 활동 내용

[사전 활동]

지도시 주의점

사전 활동을 통해 우리가 만들게 될 연등이 열린 전기회로임을 확인할 수 있도록 지도한다. 열린회로인 연등에 불이 들어오게 하려면 어떻게 해야 하는지 확인하는 과정을 통해 학생들이 도체에 대한 개념을 생성 또는 확립할 수 있게 한다. 또한 실험을 통해 도체에는 고체인 금속 외에 액체인 전해질 용액도 있다는 사실을 확인하면서 도체 개념을 확장시킬 수 있도록 지도한다.

1. 전해질 탐지 광섬유 연등의 완성품을 학생들에게 보여준다.
2. 알루미늄 호일 위에 광섬유 연등을 올린 후, 광섬유를 통해 빛이 나오는 것을 보여준다.
3. 연등 바닥을 보여주며, “무엇을 갖다 대면 방금처럼 빛이 나올까?”라는 질문을 하고, 학생들의 대답을 들어본다.
3. 학생들이 연등 바닥의 양쪽 할핀을 도체로 연결하면 불이 들어온다는 사실을 깨달을 수 있도록 가위, 금속 자, 의자의 쇠 부분 등 주위에 있는 금속에 연등을 갖다 대어 확인시켜준다.
4. “그 밖의 어떤 것을 갖다 대면 빛이 나올까?” 라는 질문을 통해 학생들이 금속 도체의 개념을 제대로 이해하고 있는지 확인한다.
5. 이번에는 연등을 미리 준비한 전해질 용액(소금물)에 띄워 보며, 금속뿐만 아니라 용액 중에도 이처럼 전기를 통하는 것이 있음을 알게 한다.
6. “지금부터 나만의 ‘전해질 탐지 광섬유 연등’을 만들어 여러 가지 용액 중, 전기를 통하는 용액을 직접 찾아내보자.” 라고 하며 학생들의 동기를 유발한다.

지도시 주의점

다음과 같은 비유를 통해 ‘전해질’이라는 추상적인 개념을 이미지화하여 이해할 수 있도록 할 수 있다. 단, 비유를 통한 오개념이 생성되지 않도록 ‘전기회로의 흐름을 이어주는 전해질’ 이라는 부분에만 초점을 맞추어 적용한다.



[본 활동1 _ 전해질 탐지 회로 만들기]

1. 오늘 만들 연등의 재료인 LED, 광섬유에 대해 알고 있는지 질문하고 간단히 특징을 정리해주는 시간을 갖는다.

지도 팁!



*** LED(Light Emitting Diode; 발광다이오드)**

- 적색, 녹색, 황색, 청색 4종류가 있음
- 긴 다리가 전지의 (+)극에, 짧은 다리가 전지의 (-)극에 연결되어야 불이 켜짐
- 일정 적정 전압 이상이 걸려야 전류가 흐르는데 일반적으로 우리가 사용하는 것은 2V 이상이 걸려야 하는 것이 많음.
- 작은 전류가 흘러도 빛이 나며, 사용하는 전기 에너지 대부분을 빛으로 전환하므로 인반 전구보다 전기 에너지의 소모가 적음.
- 조명, 액정화면, 자동차의 여러 가지 전구, 식물 재배 등에 이용됨.

***광섬유**

- 투명도가 아주 높은 석영 유리로 만든, 1/100㎜ 굵기 정도의 가느다란 선
- 내부 전반사를 통하여 빛을 한 쪽에서 다른 쪽으로 전달시킴.
- 빛은 광섬유가 휘어져 있어도 내부 전반사를 통하여 안쪽 벽면을 따라 반사되어 나아감.
- 광섬유는 빛의 진로를 마음대로 유도할 수 있어 장식용 램프, 내시경, 광통신 등에 널리 이용됨.

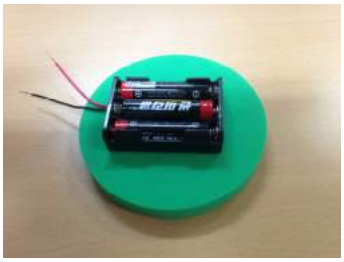
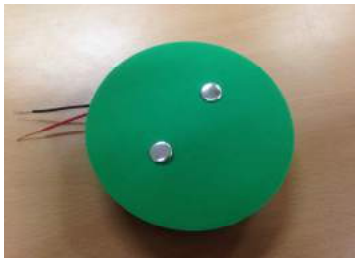
☞ 빛이 내부를 통과할 때, 거의 100% 반사되므로 LED 전구의 빛이 광섬유의 끝부분까지 손실 없이 전달되는 것이다.

2. 양면 스티커를 이용하여 EVA 원형판(대) 중심에 건전지 끼우개를 붙인다.
   → 이 때 무게 중심이 한 쪽으로 쏠리지 않도록 균형감 있게 만든다.

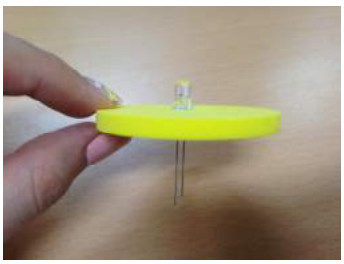
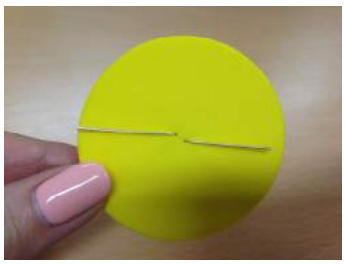
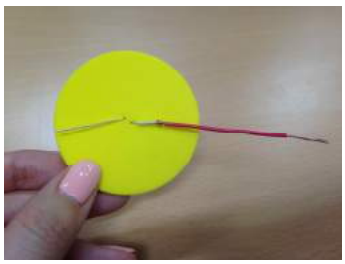
지도 팁!

EVA 원형판(대) 대신 스티로폼 판을 이용할 수 있다. 단, 연등을 띄울 수 있을 만큼의 부력을 갖는 두께의 스티로폼을 사용해야 한다.

3. 건전지 양 옆에 할핀 2개를 꽂는다.

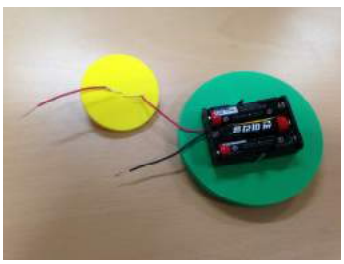
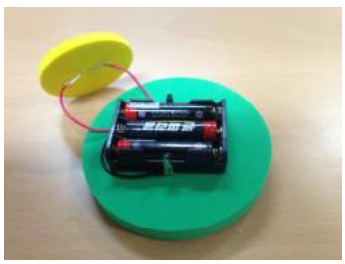
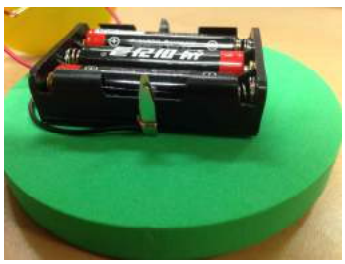

4. EVA 원형판(소) 중심에 LED 전구를 꽂고, 아래의 그림처럼 양 다리를 옆으로 구부린다.
5. LED의 짧은 다리(-)를 반으로 접은 후, 전선을 꼬아서 연결한다.

6. 건전지 끼우개의 붉은 전선을 LED 긴 다리(+)에 연결한다.
7. 건전지 끼우개의 검은 전선과 LED 짧은 다리(-)에 연결된 전선을 각각 양쪽 할핀에 연결한다.



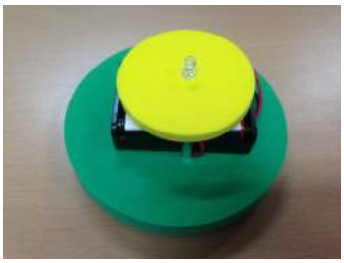
- LED와 전지의 극성이 잘 맞도록 연결해야 한다.
- 학생들에게 LED 다리가 긴 쪽을 전지의 (+)극에 연결하고 다리 짧은 쪽은 전지의 (-)극에 연결해야 불이 들어온다는 것을 확인시켜 주는 것도 좋다.

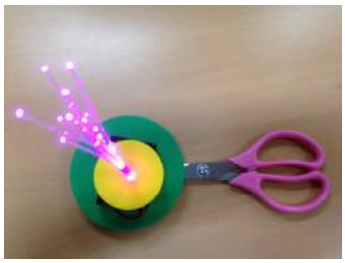




8. 양면 스티커를 이용해 EVA판을 건전지 위에 고정하고, LED 전구에 빨대를 꽂는다.
9. 광섬유를 적당한 길이로 잘라 빨대에 꽂은 후, 금속 도체를 이용해 회로가 잘 연결되었는지 확인한다.

지도 팁!

광섬유는 짧은 것부터 다양한 길이로 잘라도 되며, 빨대에 광섬유가 가득 차 흔들리거나 빠지지 않도록 하는 것이 좋다. 이때 광섬유 여러 가닥을 한꺼번에 자르면 자른 단면에 굴곡이 생길 수 있으므로 광섬유 단면이 편평할 수 있게 자른다.





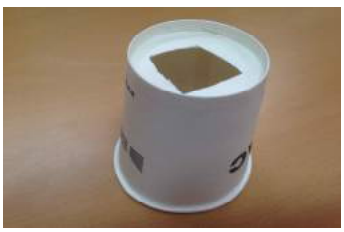
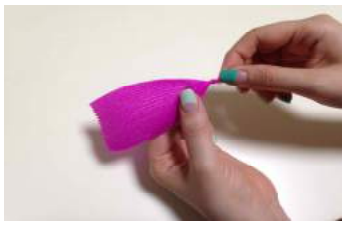
[본 활동2 _ 연등 만들기]

1. 칼로 종이컵의 가운데 부분을 뚫는다.

→ **너무 작게 뚫게 되면 이 구멍을 통해 광섬유를 빼내기 힘들다.**

2. 연잎 종이를 한 장 씩 떼어 내 엄지와 검지로 끝을 잡아 말아준다.

→ **자주색 15장, 녹색 5장 정도면 종이컵에 연잎을 빽빽하게 붙일 정도가 된다.**

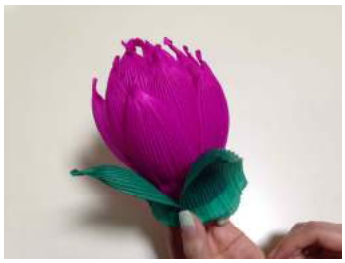




3. 자주색 연잎의 안쪽 아랫부분에 2cm 정도 풀칠을 하여 붙여준다.





4. 녹색 연잎에는 바깥 쪽 아랫부분에 풀칠을 하여, 아래와 같이 연꽃을 완성한다.
5. 연잎을 손으로 눌러주며 연등 모양을 완성한다.


6. 완성된 연꽃을 전해질 탐지 회로 위에 씌우고, 진주핀으로 고정한다.

지도 팁!

진주핀으로 고정할 때 비스듬하게 꽂아 EVA 원형판(대) 바깥으로 진주핀 끝이 빠져 나오지 않도록 주의한다. 이 때 학생들이 손을 다치지 않게 주의시킨다.

7. 금속 도체를 이용하여 연등이 작동하는지 확인한다.





8. 여러 가지 용액에 연등을 띄워보며 빛이 들어오게 하는 전해질 용액을 찾아본다.

지도시 주의점

- 비전해질 용액을 먼저 확인한 후, 전해질 용액을 확인하는 것이 좋으며, 용액을 바꾸어 실험할 때는 휴지로 단자를 깨끗이 닦은 후 사용한다. (단자에 이전에 사용한 전해질이 남아 있을 수 있기 때문)
- 연등을 띄울 때, 전지와 LED 부분이 용액에 닿지 않도록 한다.

지도 팁!

- 생수나 수돗물에도 소량의 이온이 녹아 있으므로 비전해질을 녹일 때는 증류수를 사용한다.
- 전해질과 비전해질을 구별하는 것을 조별로 실험할 경우, 각 연등을 하나의 용액에만 담가 보도록 하는 것이 정확한 실험을 위해 좋다.
- 전해질 용액: 소금물, 황산구리 용액, 질산칼륨 용액, 아세트산 용액, 식초, 우유, 간장, 주스 등
- 비전해질 용액: 설탕물, 포도당 용액, 아세톤, 에탄올 등 ☞ **증류수**에 녹이기!!

9. 광섬유를 휘어 보았을 때, 빛이 어디에서 어떻게 관찰되는지 확인한다.

10. 과학일기나 소감문을 쓰면서 활동을 마무리 짓는다.

완성품 및 활동장면

1. 완성품





2. 활동장면






핵심용어 정리

1. 전기회로

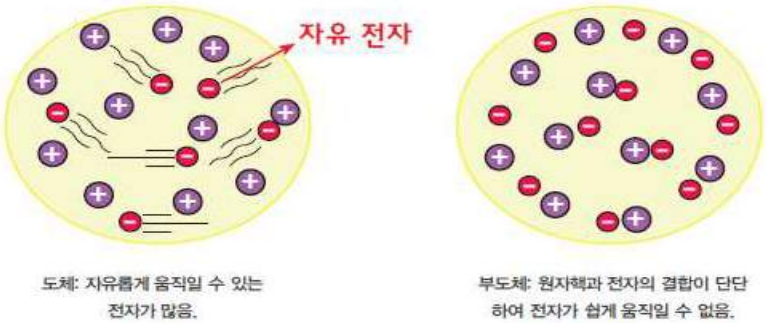
전지, 전선, 전구, 스위치, 전동기 등을 적절하게 연결하여 전구에 불이 켜질 수 있게 연결한 것

2. 전류

간단한 전기 회로에서 스위치를 닫을 때 전구에 불이 켜지면 전기 회로에 전류가 흐른다고 한다. 전기 회로에 전류가 흐르지 않으면 전구에 불이 켜지지 않는다. 전류는 '전자'라고 하는 작은 입자가 전선을 따라 흘러가는 현상이지만, 초등학교에서는 원자, 분자, 전자 개념을 도입하지 있지 않기 때문에 '전자'로 설명하지 않는다.

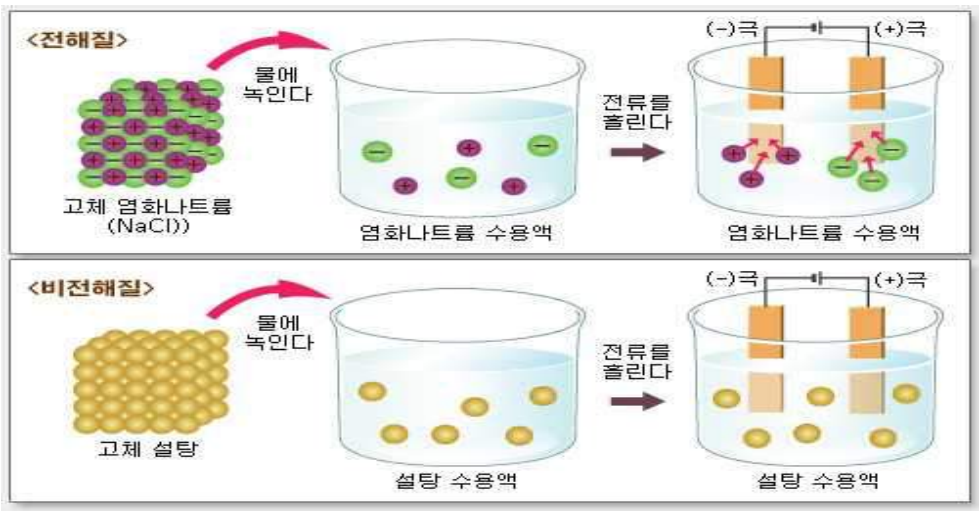
3. 도체와 부도체

전기가 통하는 물질을 '도체라고 하고, 전기가 통하지 않는 물질을 '부도체'라고 한다. 도체에는 금속 물질은 금, 은, 구리, 알루미늄, 철, 아연 등과 액체 상태인 산, 알칼리, 소금 수용액 등이 있다. 금속과 같은 도체에서는 원자핵에 구속을 받지 않고 자유롭게 움직일 수 있는 전자(자유 전자)가 많이 있다. 자유 전자는 (-)극에서 (+)극으로 향하는 힘을 받아서 움직이는데, 이 현상을 '전류가 흐른다.'라고 한다. 원자핵과 전자의 결합이 단단하여 전자가 원자핵으로부터 벗어나지 못해 전류가 통하지 않는 부도체에는 유리, 고무, 나무, 종이, 플라스틱 등이 있다.



4. 전해질과 비전해질

전해질과 비전해질은 소금물과 설탕물로 설명하면 이해하기 쉽다. 소금과 설탕은 물에 잘 녹는다는 공통점이 있지만 물에 녹은 모습은 서로 다르다. 소금(염화나트륨)은 Na^+ 입자(나트륨 이온)와 Cl^- 입자(염화 이온)의 형태로 이온화된다. 즉 전하를 띤 이온들이 물 속에 녹아 있는 것이다. 이 경우 용액에 전극을 꽂고 전류를 흘려주면 음이온은 반대 전하를 띠는 (+)극 쪽으로, 양이온은 (-)극 쪽으로 이동하게 되며 이 때문에 수용액 속에서 전류가 흐르게 된다. 반면 설탕은 물에 잘 녹지만 중성 상태의 분자 하나하나가 떨어져 나와 수용액 속을 돌아다니며 전하를 띠는 입자인 이온이 생성되지 않으므로 전극을 꽂아도 전류가 흐르지 않는다. 이를 모형으로 나타내면 다음과 같다.



이처럼 전해질은 소금(염화나트륨)처럼 물 등의 용매에 녹아서 이온으로 해리되어 전류를 흐르게 하는 물질이고, 비전해질은 설탕처럼 이온화되지 않아 전류를 흐르게 하지 못하는 물질이다.

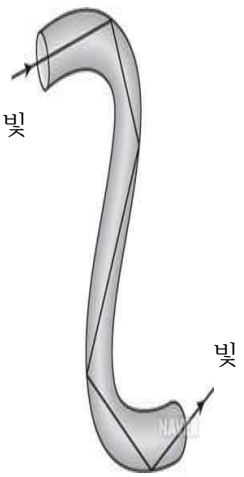
*** (심화 내용) 전해질의 전기분해**

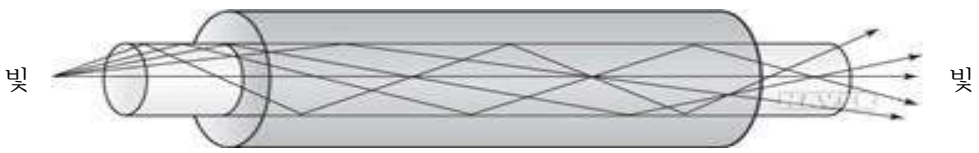
전해질을 용매에 녹여 전해질용액을 만든 후, 용액에 전극을 담그고 전원 장치를 연결하면 전류가 흐르는데, 이때 양 극에서 화학적인 변화(산화-환원)가 일어나 전기 분해가 가능해진다. 예를 들어, 염화나트륨(NaCl) 용액에 전류를 통하게 하면 (-)극에서 고체 나트륨, Na(s)가 만들어지고 (+)극에서는 염소기체, $Cl_2(g)$가 만들어진다. 이렇게 전해질은 전류를 이용해 분해할 수 있다.

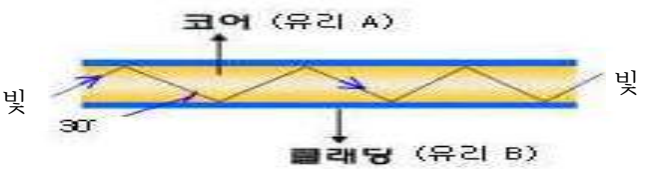
☞ **실험에서 양 전극으로 사용되는 연등 바닥의 할핀 중, (-)극에는 전기 분해에 의해 고체 나트륨이 석출되므로, 할핀 색이 변한다.**

5. 광섬유

광섬유는 투명도가 아주 높은 석영 유리로 만든, 1/100㎜ 굵기 정도의 가느다란 선을 말한다. 광섬유 중심에는 굴절률이 큰 코어(core)가 있고, 굴절률이 작은 클래딩(cladding)이 코어를 감싸고 있으며, 전체를 합성수지로 피복하여 보호하고 있다. 광섬유 코어의 한쪽 끝에 입사한 빛은 코어와 클래딩의 경계 면에서 전반사를 계속하여 전달된다. 광섬유는 내부 전반사를 통하여 빛을 한 쪽에서 다른 쪽으로 전달시킨다. 빛은 광섬유가 휘어져 있어도 내부 전반사를 통하여 안쪽 벽면을 따라 반사되어 나아간다. 광섬유는 빛의 진로를 마음대로 유도할 수 있기 때문에 장식용 램프나 내시경, 광통신 등에 널리 이용되고 있다.







<활동지>

활동내용 기록하기

1. 여러 가지 용액 중, 전해질 탐지 연등에서 빛이 나오도록 하는 것은?

정답예시) 소금물, 황산구리 용액, 질산칼륨 용액, 아세트산 용액, 식초, 우유, 간장, 주스 등 ☞ **전해질 용액**

2. 위와 같은 전해질 용액이 전류를 통하는 것은 용액 속에 양이온과 음이온이 존재하기 때문이다. 빈 칸에 들어갈 올바른 단어에 동그라미 쳐보세요.

전해질 용액에 전류가 흐를 때, (-)극으로 이동하는 이온은 [**양이온**, 음이온]이고, (+)극으로 이동하는 이온은 [양이온, **음이온**]이다.

3. 광섬유의 어떤 부분에서 LED 불빛이 관찰되는가?

정답예시) 광섬유 끝 부분

4. 광섬유를 휘어보면 어떤 부분에서 LED 불빛이 관찰되는가? 그 이유는?

정답예시) 광섬유를 이리저리 휘어보아도 광섬유 끝 부분에서만 불빛이 관찰된다. 이는 빛이 광섬유 내부에서 전반사하면서 밖으로 통과되는 빛 없이 끝부분까지 전달되기 때문이다.

** 이 자료는 **2014년도 정부**(과학기술진흥기금/복권기금)의 **재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된** 성과물입니다.

3. 종이컵 스피커 만들기





관련교육과정	초3 자석의 이용, 초6 전기의 이용, 중3 전기와 자기
소요 시간	50분
적용 학년	초등 2~6학년
학습목표	• 소리의 발생 원리를 설명할 수 있다. • 전류가 흐르는 코일과 자석 사이에 작용하는 자기력을 관찰할 수 있다. • 스피커의 원리를 설명할 수 있다. • 종이컵과 네오디뮴 자석을 이용하여 스피커를 직접 만들어 소리를 들어볼 수 있다.
수업 흐름도	**동기유발** • 이어폰으로부터 소리가 들리는 원리는 무엇일까? • 코일과 자석을 이용하여 종이컵 스피커를 만들어봅시다. **주요활동 내용** • 필름통에 코일 감기 • 종이컵에 자석과 코일을 부착시켜 종이컵 스피커를 완성 • 이어폰플러그(모노잭)을 연결시켜 핸드폰이나 MP3로부터 소리 감상 **정리하기** • Q&A 및 과학일기 쓰기

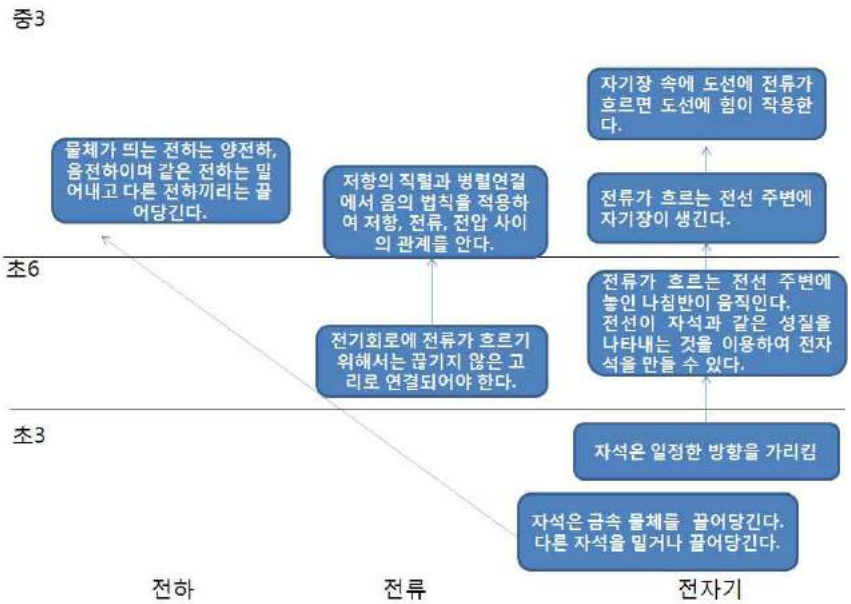
나의 수업 스케치

"종이컵 스피커를 만들어 본 사람?"
처음 나가는 봉사활동이라 떨리고 두려운 마음을 진정시키며 던진 질문에
"저요~" 하며 5학년 여학생 한 명이 손을 들고 대답했다.
"와~, 벌써 만들어봤어요? 자석과 코일을 이용해서요?"
그 여학생의 설명을 들어보니 핸드폰에서 나오는 소리를 조금 더 크게 듣기 위해서 종이컵 두 세 개를 연결하는 방식이었다.
"오늘 만드는 건 코일과 자석을 이용해서 이어폰 또는 스피커를 만드는 거예요."
만드는 방법을 설명해주니 모두들 초롱초롱한 눈으로 집중하여 듣는 모습에 긴장도 풀리고 기쁘고 설레는 마음이 들기 시작했다.
"아~~소리를 내면서 목에 손을 가만히 대보세요. 떨리는 걸 금방 느낄 수 있죠? 소리를 만들어내려면 바로 떨림(진동)을 만들어야 해요. 이 종이컵 스피커에서는 코일에 전류가 흐르면 자석과 밀었다 당겼다 할 수 있어요." 전류의 자기작용을 배우지 않은 아이들이라 어려울 거 같아 잔뜩 긴장했는데 의외로 쉽게 수긍을 해주었다.

초등학교 1, 2학년 학생들도 있었는데 손놀림이 익숙하지 않아 동그랗게 감겨있던 에나멜도선을 전부 풀자 도선이 꼬이기 시작하면서 필름통에 감는데 어려움을 겪었다. 같이 갔던 우리 학교 여학생들 도움을 받으며 여차저차 모두 완성을 했고, 핸드폰에 연결하여 음악이 들리자 모두 기뻐하며 신기한 표정을 지었다. 그렇지만 핸드폰으로부터 들리는 음악은 전류 신호 세기가 약하여 종이컵을 귀에 가까이 대야 들릴 정도이기 때문에 이럴 바에는 이어폰으로 들으면 되지 뭐하러 힘들게 만드냐고 지적하는 학생도 있었다. 출력이 좋은 앰프를 가져가지 못한 게 아쉬워지는 순간이었다. 다행히 종이컵 안쪽 바닥에 네오디뮴 자석 하나를 더 붙이니 소리가 약간 커졌었다. 이를 발견한 아이들이 모두 자석을 하나씩 더 갖겠다고 하여 준비한 재료가 모두 동이 났었다.



교육과정과의 연계 ; 비전공자들을 위한 안내



1. 초3학년 교육과정

이 영역에서는 자석의 여러 성질을 다룬다. 자석은 금속을 당기거나 다른 자석을 밀거나 당기는 독특한 성질을 가지고 있으며, 모양이 다르더라도 자석의 고유한 성질은 변하지 않는다. 또한 자석이 금속 물체를 끌어당기는 성질, 다른 자석을 끌어당기거나 미는 성질, 일정한 방향을 가리키는 성질 등을 다룬다. 자석의 성질을 이용하여 여러 가지 놀이 기구를 만들 수 있으며 일상생활에서도 자석이 사용됨을 알게 한다.

2. 초6학년 교육과정

이 영역에서는 전자석을 다룬다. 전선 주변에 놓은 나침반의 움직임을 관찰하여, 전선은 자석과 같은 성질을 나타냄을 알고 이를 이용하여 전자석을 만들어 전자석이 사용되는 예를 찾고 새로운 쓰임새를 고안하게 한다.

3. 중3학년 교육과정

이 영역에서는 전기와 자기와 관련된 현상을 다룬다. 초기의 과학자들은 전기와 자기 현상을 서로 관련이 없는 별개의 것으로 이해하였지만, 실험을 통하여 전류가 흐르는 전선 주변에 자기장이 생긴다는 것을 확인함으로써 이들이 서로 밀접한 관련이 있음을 알게 되었다. 전기와 자기 현상에 대한 이해를 통해 일상생활과 밀접한 관계가 있는 전자 기기들의 작동 원리를 알 수 있다. 또한 전류가 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장의 특징을 이해하도록 한다.

준비물

종이컵, 네오디뮴 자석(지름 20mm, 두께 2mm), 에나멜선(약 440cm), 사포, 양면테이프, 셀로판테이프, 필름통(지름 약 3cm), 이어폰플러그(모노잭)

★모든 재료를 개별로 구입해도 좋지만 키트로 구입하면 편리함. 키트는 사이언스키트와 한도움마트에서 모두 판매 중이고, 개별 재료 구입은 한도움마트에서 가능하다.

※ 한도움마트(www.handoum.com, ☎ 02-3141-4001, 10인기준 17,600원)

※ 사이언스키트(http://www.sciencekit.co.kr/, ☎ 031-422-7424, 10인기준 33,000원)

순	재료명		수량	비고
1		종이컵	1명당 1개	자판기용 종이컵 슈퍼, 편의점 모두 구입 가능.
2		네오디뮴 자석 (지름 2cm*두께 1.5mm)	1명당 1개	자석 사이즈별로 가격이 다름. 인터넷쇼핑몰에서 구입 가능하고 문방구에서 팔기도 함. 이 정도 사이즈는 보통 1300원 안팎 정도임.
3		셀로판 테이프	1명당 1개	문방구, 편의점, 슈퍼 구입 가능
4		양면테이프	1명당 1개	문방구에서 구입 가능. 네오디뮴 자석을 종이컵 바닥에 부착시키는 용도이므로 자석 면적보다 작은 정도이면 된다.
5		사포	1명당 1개	문방구에서 구입 가능. 에나멜선 양 끝의 에나멜 코팅을 벗겨내는데 쓰이므로 손바닥 크기 이내이면 된다.
6		이어폰플러그 (모노잭)	1명당 1개	한도움마트에서 1개당 1,100원에 판매함. 고장난 이어폰을 사용해도 좋지만(귀에 꽂는 부분만 자르고 씀), 보통 쓰는 이어폰의 경우 스테레오잭이라 전선을 벗기면 전선 가닥이 3개(그라운드, 좌, 우)가 나옴. 가장 굵은 것이 보통 그라운드(-극)이므로 가장 굵은 것과 나머지 2가닥 중 1개를 연결해서 쓰면 된다.
7		에나멜선 두께 0.5mm 길이 약 440cm	1명당 1개	문방구에서 구하기 힘들고 에나멜선은 보통 1롤 단위로 판매하는데 1롤당 22,000원 정도선이다. 인터넷에서 10m 단위로 팔기도 하는데 4,000원 선이다.
8		필름통	1명당 1개	문방구에서 구하기 힘들다. 주변에 쓰다 남은 것이 있으면 좋지만 한도움마트에서도 판매한다. (1개 165원, 100개에 12,100원에 판매)

수업 전 준비사항

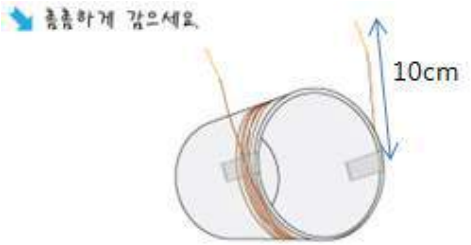
1. 네오디뮴 자석은 완성 후 추가로 하나를 더 붙이면 소리가 커지게 되므로 넉넉히 준비한다.
2. 네오디뮴 자석의 자력이 강하여 서로 붙어 있는 것을 떼다가 손가락이 끼는 경우가 발생하므로 취급 시 주의하도록 한다.
3. 핸드폰이나 MP3를 이용할 경우 전류 세기가 약하여 소리가 작게 들리는 경향이 있다. 만약 큰 소리를 듣고 싶다면 출력이 큰 음향기기를 준비하는 것이 좋다.

본 활동 내용

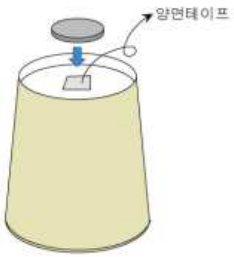
1. 먼저 소리의 발생 원리를 알기 위해 입으로 '아~~'소리를 길게 내면서 목에 손을 데어본다. 종이를 입 가까이 대고 소리를 내면서 종이에 손을 대보면 종이가 떨리는 것을 느낄 수 있다.
2. 소리가 발생하려면 우선 진동(떨림)이 있어야 한다는 것을 알려 준다. 더불어 성대의 진동이 공기를 다시 진동시키고 이 진동이 고막을 두들기면서 소리가 전달된다는 것을 알려준다.
3. 이번 주제는 코일과 자석을 이용하여 진동을 발생시켜 소리를 들을 수 있는 종이컵 스피커를 만들 것이라고 알려준다.
4. 그러면 코일과 자석은 어떻게 진동을 만들어낼 것인지 알려준다. 먼저 자석의 같은 극끼리는 밀어내고 다른 극끼리는 잡아당기는 성질을 알고 있는지 물어본다. 그런데 코일에 전류가 흐르면 자기장을 만들어 자석과 서로 밀어내거나 잡아당길 수 있다는 사실을 알려준다.
5. 재료를 소개한다.
6. 종이컵 완성품을 보여주고 소리를 듣게 하여 흥미를 유발시킨다.
7. 핸드폰이나 MP3에서는 소리가 전류 형태(전기 신호)로 저장되어 있지만 소리를 재생하면 이 전기 신호가 스피커의 코일에 흐르면서 자석과 밀었다 당겼다 하면서 진동이 발생하여 우리가 귀로 소리를 들을 수 있다는 사실을 설명해준다.
8. 만드는 방법
   1) 에나멜선의 양 끝을 사포로 문질러 표면을 벗긴다.
   (전선의 에나멜 코팅을 벗겨야 전류가 통한다!)



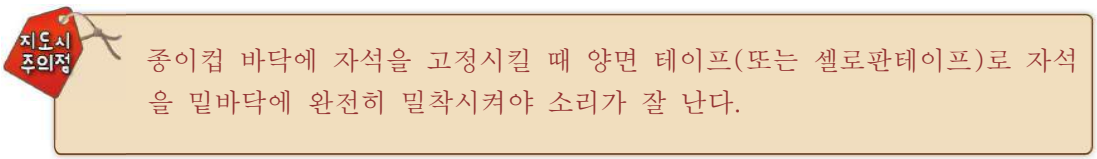
2) 에나멜선의 양쪽 끝을 10cm 정도 남겨놓고 필름통에 남김없이(촘촘하게) 감은 뒤, 셀로판테이프로 필름통 입구부분에 고정시킨다. (대략 40회 안팎)



3) 종이컵의 바깥쪽 바닥 중앙에 양면테이프로 네오디뮴자석을 붙인다.



★ 양면테이프가 없다면 투명테이프로 위에서 살짝 눌러 고정시켜도 괜찮다.



4) 에나멜선이 감긴 필름통을 종이컵 바닥에 셀로판테이프를 이용하여 고정시킨다.



지도시 주의점

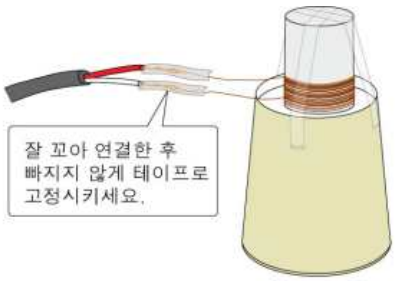
종이컵과 필름통을 밀착할 때, 너무 팽팽하면 종이컵 바닥이 떨리지 않게 되고, 너무 느슨하면 종이컵의 진동이 약해지므로 소리를 들으면서 그 강도를 조절해주세요.

5) 이어폰 플러그의 전선 두 가닥의 피복을 제거한다.



★ 전선의 피복만 벗겨지고 전선 속 구리선은 잘라지지 않도록 주의한다

6) 준비된 이어폰 플러그의 전선을 에나멜선 양 끝에 각각 연결하고 테이프로 고정시킨다.



★ 테이프로 고정시키지 않을 경우 두 전선이 닿게 되어 합선된다.

7) 이어폰 플러그를 라디오나 핸드폰에 꽂아 볼륨을 최대로 한 다음 소리를 들어본다. (핸드폰이나 MP3의 경우 전류 신호가 약하여 귀에 대보아야 들릴 수도 있습니다. 소리를 종이컵 밖으로 크게 듣고 싶을 경우 출력이 큰 앰프나 음향기기를 사용한다.)

지도시 주의점

1. 소리를 들을 때에는 되도록 소리가 큰 라디오(카세트플레이어)를 사용하고, 볼륨을 최대로 높여 사용하시면 결과가 더욱 잘 나옵니다.
2. 우리가 실제 사용하는 스피커에는 전원에 연결하는 증폭기가 들어있습니다. 이 실험에는 증폭기가 없기 때문에 소리가 작습니다(이어폰과 같은 형태입니다). 따라서 종이컵을 귀에 가까이하면 잘 들을 수 있는 수준의 스피커입니다. 참고하시기 바랍니다.

지도 팁!-스피커 만들기 관련 Youtube 동영상

http://www.youtube.com/watch?v=d0t78HtqWIc
-종이컵 스피커를 만드는 과정을 보여주는 일본 동영상
http://www.youtube.com/watch?v=ytRdbKws-pE
-스타벅스 일회용 투명 플라스틱 컵을 이용하여 스피커 만들기
http://www.youtube.com/watch?v=kXw2hFyTMTA
-일회용 투명 플라스틱 컵을 이용하여 스피커 만들기
http://www.youtube.com/watch?v=nRjy5YfnFYk
-종이접시를 이용한 대형 스피커
http://www.youtube.com/watch?v=7DvcLFWsrQc
-종이접시를 이용한 대형 스피커
http://www.youtube.com/watch?v=y1F5Gg4bG3o
-다양한 재료를 이용한 스피커
http://www.youtube.com/watch?v=kC4Sdfkeokw
-다양한 재료를 이용한 스피커

지도 팁!-만약 집에서 고장나 못 쓰는 이어폰을 활용한다면?

모노잭은 그라운드(-)선과 (+)선으로 이루어져 있습니다. 따라서 모노잭 이어폰 줄의 피복을 벗기면 선이 두 가닥이 나오므로 코일 양 쪽에 하나씩 연결하면 전류가 흐르게 됩니다.



<모노잭>

그러나 요즘 흔하게 쓰는 이어폰의 경우 좌우가 따로 들리는 스테레오 잭이 대부분인데요. 이어폰 잭을 보면 아래 그림과 같이 선이 두 개 보이면서 세 부분으로 나뉘어 있습니다.



<스테레오잭>

(화면 캡쳐: http://www.youtube.com/watch?v=ytRdbKws-pE)

보통의 경우 잭의 끝에서부터 좌, 우, 그라운드 순으로 되어 있습니다.



따라서 고장이 나 못 쓰게 된 이어폰을 사용할 경우 먼저 모노잭인지 스테레오잭인지 확인하셔야 합니다. 만약 스테레오잭이라면 이어폰 줄의 피복을 벗기면 세 가닥이 나옵니다. 그라운드, 좌, 우 세 가닥인데 보통은 가장 굵은 선이 그라운드입니다. 그러므로 코일의 양쪽에 연결시킬 때는 그라운드 선과 좌 또는 우 중 한가닥을 연결해야 합니다.

완성품 및 활동장면

1. 완성품



2. 활동 장면







핵심용어 정리

1. 소리

진동하는 물체가 만드는 파동의 일종이다. 진동하는 물체의 모양과 종류에 따라 다른 소리가 난다. 공세기(강약), 높이(고저), 맵시를 소리의 3요소라고 하는데, 이 중 소리의 세기는 소리의 진폭에 따라 결정된다. 진폭이 클수록 큰 소리이고 진폭이 작을수록 낮은 소리이다. 소리의 높낮이의 경우, 진동수가 클수록 높은 소리이다. 마지막으로, 소리의 맵시의 경우, 음파의 파형에 따라 다르며, 같은 진동수, 같은 진폭의 소리라도 악기마다 소리가 다른 것은 소리의 맵시가 다르기 때문이다.

2. 전류의 자기작용

전류가 흐르면 그 주위에 자기장이 생기는 현상. 도선 주위에 나침반을 놓고 도선에 전류를 흘러주면 나침반 바늘이 움직인다. 이는 도선에 전류가 흐를 때 그 주변에 자기장이 생긴다는 사실을 의미한다. 이 성질을 이용하여 전자석을 만들 수 있다. 쇠못에 에나멜(enamel) 선을 감고 에나멜선에 전류를 흘러주면 쇠못은 자석이 된다. 자석이 된 쇠못을 영구자석에 가까이 가져가면 밀어내거나 당기는 힘이 작용한다. 이러한 원리로 스피커를 만들 수 있다.

3. 스피커의 원리

전기신호를 받아 사람들이 들을 수 있는 소리로 변환하는 장치. 스피커에는 진동을 하는 진동판이 있다. 이 진동판에 에나멜 선을 감은 것과 같은 코일(coil)을 붙인다. 이 코일을 보이스 코일 (voice coil)이라고 한다. 보이스 코일을 영구자석 가까이 놓고, 코일에 소리 정보를 가진 전류를 흘러주면 자기력이 발생하여 영구자석과 서로 잡아당기거나 밀어내는 자기력이 발생한다. 따라서 코일과 붙어있는 진동판이 진동을 하면 공기가 진동하여 소리가 나게 된다.



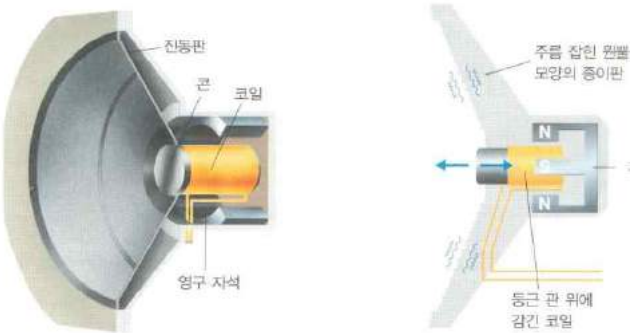
<스피커에서 소리가 나기까지>

읽기자료

1. 자기력을 응용한 장치들

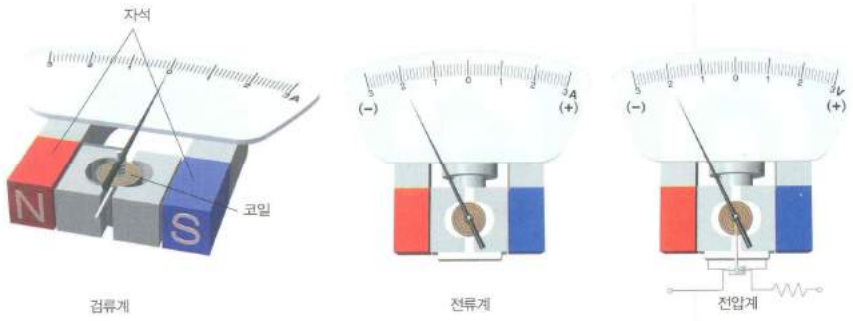
전류 도선에 작용하는 자기력을 응용한 장치의 종류는 매우 다양하며, 대표적인 것으로 전동기(모터), 전기를 소리로 바꿔주는 스피커, 전류계와 전압계의 핵심인 검류계 등을 들 수 있다.

스피커 내부를 보면 코일(솔레노이드)이 영구 자석 안에 들어 있고 이 코일은 스피커의 진동판(스피커 콘)에 붙어 있다. 코일에 교류 전류(소리를 전기로 바꾼 신호)가 흐르면 영구 자석의 자기장에 의해 약한 자기력이 생기고 이 자기력이 코일에 붙은 진동판을 진동시켜 소리가 발생한다. 진동판은 아주 가볍기 때문에 작은 자기력에도 민감하게 반응한다.



▶코일에 전류가 흐르면, 그 전류에 의해 유도된 자기력이 자석과 상호 작용하여 코일이 좌우로 힘을 받게 된다. 진동판은 흔들림을 증폭하여 소리를 내게 된다.

검류계의 내부를 보아도 스피커와 유사하게 영구 자석 사이에 코일(전류 고리)이 놓여 있는 것을 확인할 수 있다. 이 코일은 약한 나선형 스프링 및 눈금판 바늘과 연결이 되어 있다. 검류계에 전류가 흐르면 영구 자석의 자기장에 의해 자기력이 작용한다. 이 자기력에 의해 코일이 회전을 하고 동시에 나선형 스프링을 압축시킨다. 전류가 계속 흐르면 코일이 받는 회전력과 스프링의 압축력이 같아지는 곳에서의 코일의 회전이 멈추고, 이 때 코일에 연결된 바늘이 눈금을 가리키게 된다. 검류계에 적절한 전기 저항체를 연결하면 넓은 범위의 전류와 전압을 측정할 수 있는 아날로그(눈금식) 전류계와 전압계를 만들 수 있다. 디지털(숫자식) 전류계와 전압계는 다르다. (출처: 속보이는 물리, 전기와 자기 밀고 당기기, 동아 사이언스)



2. 스피커의 종류

일반적으로 스피커들이 낼 수 있는 음역대는 정해져 있다. 청력에 문제가 없는 건강한 사람이 들을 수 있는 가청 주파수는 20Hz ~ 20KHz 대다. 스피커는 용도별로 서브우퍼, 우퍼, 미드 우퍼, 스코커, 트위터, 슈퍼 트위터로 분류 된다. 분류가 있는 만큼 일반적으로 스피커 별로 재생 음역대가 정해져 있다. 서브 우퍼는 20Hz ~ 99Hz, 우퍼는 100Hz ~ 299Hz, 미드 우퍼는 300 ~ 499Hz, 스코커는 500Hz ~ 2.9KHz, 트위터는 3KHz ~ 6.9KHz,슈퍼 트위터는 7KHz ~ 20KHz 정도의 음역대가 정해져 있다. 여기서 다룰 트위터와 슈퍼 트위터는 각각 3KHz ~ 6.9KHz와 7KHz ~ 20KHz 대역의 음을 재생하며 트위터는 우퍼와 함께 필수이며 슈퍼 트위터는 선택형이다.

(1) 트위터 스피커 : 고음 전용 스피커

고음을 재생하는 고음 재생용 스피커를 의미한다. 보통 4kHz~20kHz 주파수 재생을 담당한다. 작은 새가 우는 소리를 영어로 Tweet라고 하는 데서 유래되었다. 하이 레인지라고도 한다. 트위터 진동판은 가볍고 구경이 작은 것이 일반적이다. 보통 4~8cm의 콘형 스피커나 2~4cm의 돔형 스피커가 많이 사용된다. 높은 주파수로 진동시키기 위해 모두 소형으로 만들어졌으며, 가벼운 진동판을 사용하고 있다. 전체적인 모양도 소형이다. 보통 구경이 작은 콘 스피커, 또는 소형의 혼 스피커나 정전형, 압전형의 스피커가 사용되며 특히 뛰어난 것으로서 리본형 트위터가 있다.
트위터는 조심히 다뤄야 되는 스피커다. 우퍼 스피커에 20Hz ~ 20KHz 대역을 보내면 고음의 손실은 있어도 스피커 유닛은 멀쩡하나 트위터에 20Hz ~ 20KHz 대역을 보내면 저음 대역으로 트위터가 완전히 망가진다. 따라서 크로스 오버라는 부품으로 대역을 나눈다. 크로스 오버보다는 채널 디바이더로 나누는 게 정답인데 크로스 오버는 앰프 시스템으로 커진 소리를 나누다 보니 손실이 있지만 채널 디바이더는 주파수를 미리 나누고 대역별로 다른 앰프를 써서 증폭하므로 섬세한 음을 얻을 수 있다. 슈퍼 트위터는 7KHz ~ 20KHz 대역의 날카롭고 강렬한 고음을 재생하는 목적이지만 거의 트위터가 웬만한 고음을 다 재생하므로 있어도 그만 없어도 그만이다. (출처: 위키백과)

(2) 우퍼 (woofer) 스피커 : 저음 전용 스피커

저주파 음향 신호를 재생하기 위해 고안된 스피커. 주로 30~400Hz 정도의 저음역을 재생하기 위한 것으로, 10인치 이상 구경의 콘형이 널리 사용된다. 복합 스피커 방식에서는 저음과 고음의 둘로 나누는 2웨이식과 저음, 중음, 고음의 셋으로 나누는 3웨이식이 있으며, 각 방식에 따라 각 스피커의 담당 주파수 대역은 다르고 주파수 대역의 분할에 네트워크(분파기)를 사용해서 한다. 영어로 소나 개가 우는 소리를 woof라고 하는 데서 저음 스피커의 속칭으로 사용되고 있다. (출처: 네이버 지식백과)

3. 세계최초 '공중부양 스피커' 화제 (출처: 나우뉴스, 2004.08.18 인터넷 기사)

(URL: http://nownews.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20140818601011)



집에 들어와서 소파에 앉아 옆 자리에 있는 테니스공 만한 스피커를 톡 떨어뜨리면 공중에 뜬 채로 아름다운 음악이 천천히 흘러나온다? 마치 공상과학영화에서나 볼법한 초현실적인 장면이 곧 현실화 될지도 모른다.

호주 IT전문매체 기즈맥(Gizmag)은 공기 중에 붕 뜬 채로 음악을 재생해내는 '공중부양 스피커' 옴/원(Om/One speaker)을 13일(현지시각) 소개했다.

구성물은 간단하다. 다른 오디오와 마찬가지로 본체(Base)와 무게 0.3㎏, 직경 9㎝ 테니스 공 모양의 스피커 오브(Speaker Orb)가 전부다. 하지만 전원을 넣으면 놀랄만한 상황이 벌어진다. 이 테니스 공 스피커가 3㎝ 가량 공중에 붕 떠오르며 음악이 흘러나오는 것이다. 마치 마법과도 같지만 여기에는 치밀한 과학원리가 숨겨져 있다. 공 모양 스피커와 본체 양쪽에 전자석이 내장돼있어 전원이 들어오면 자기력이 발생돼 마치 스피커가 공중 부양하는 것과 같은 모습을 연출해내는 것이다.

리튬 이온 배터리로 구동되는 옴/원 스피커는 충전 시 15시간 연속 재생이 가능하며 블루투스 4.0이 지원돼 최대 10m 거리 안 까지 무선으로 태블릿PC, 스마트폰을 연동해 음악을 들을 수 있다. 뿐만 아니라 본체에 들어있는 마이크를 스피커폰처럼 활용할 수도 있다. 또한 최대 100데시벨의 사운드를 출력해낸다. 해당 제품을 개발한 미국 캘리포니아 오클랜드 기반 업체 옴 오디오(Om audio)에 따르면, 옴/원 스피커는 자연스럽게 중력을 무시하는 디자인으로 모든 이들이 꿈꿔왔던 가전기기의 실현을 목표로 제작됐다. 오디오 스피커는 검은색, 흰색, 디스코 스타일 등 총 3가지 색상이 있으며 업체 웹 사이트를 통해 사전 주문 할 수 있다. 가격은 일반 공 버전이 179달러(약 18만 2천원), 디스코 공 버전이 299달러(약 30만 4천원)이다.

활동내용 기록하기

1. 소리를 낼 때 목에 손을 가만히 대어봅시다. 또 얇은 종이를 입에 대고 소리를 내어 봅시다. 무엇이 느껴지나요?

떨림(진동)

2. 소리가 만들어지는 원인은 무엇일까요?

진동 발생

3. 라디오나 핸드폰이 가지고 있는 소리의 신호는 무엇일까요?

전기 신호(전류)

4. 종이컵 스피커에서 밑바닥의 떨림을 만들어주는 것은 무엇과 무엇일까요?

코일과 네오디뮴 자석

5. 전류가 흐르는 코일과 자석 사이에는 어떤 힘이 작용하나요?

서로 밀거나 당기는 힘

6. 스피커는 (　　)을 (　　)으로 바꾸어주는 장치일까요?

전기 신호→소리

** 이 자료는 **2014년도 정부**(과학기술진흥기금/복권기금)의 **재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된** 성과물입니다.

4. 전자기타 만들기



관련교육과정	초3 소리의 성질, 중2 빛과 파동
소요 시간	50분
적용 학년	중1~3학년
학습목표	• 전자기타를 직접 만들어 연주할 수 있다. • 파동의 진동수에 따라 음의 높낮이가 달라짐을 말할 수 있다.
수업 흐름도	**동기유발** • 아이폰으로 촬영한 기타 줄의 진동 동영상 **주요활동 내용** 소리 분석 프로그램으로 파동 학습 • 전자기타 만들기 • 전자기타로 간단한 노래 연주하기 • 소리의 3요소 알아보기 **정리하기** • Q&A 및 과학일기 쓰기

나의 수업 스케치



"짜잔~! 이것은 우쿨렐레라는 악기란다. 미니기타같은 건데 소리가 참 아름답지?"

전자기타를 만들던 아이들은 갑자기 내 우쿨렐레를 보는 순간 자신이 만든 전자기타의 초라함에 울상을 짓기도 하고, 비록 줄이 하나뿐이지만 소리를 내며 노래를 부를 수 있는 악기가 생겼다는 생각에 기뻐하기도 한다. 서로 우쿨렐레를 만져보겠다고 떼를 쓰기도 한다. 나는 아이들에게 기꺼이 만져보고 연주할 수 있도록 허락해 준다.

우쿨렐레는 기타에 비해 줄이 4개뿐이고 크기도 훨씬 작고 아담하다. 그래서 기타보다 가지고 다니기도 편리하고 배우기도 쉬운 편이다. 오디션 프로그램이 많이 생기면서 아이들이 기타와 같은 악기에 대해 관심이 많이 생긴 터라서 학생들에게 흥미를 주기에는 우쿨렐레도 충분하다.

스피커가 없어도 줄을 튕기면 어느 정도 소리가 난다. 그러나 잭을 연결하면 스피커를 통해 들리는 소리에 아이들은 흥분한다.

이게 내가 연주하는 기타의 소리라니!

아이들이 만든 한줄 기타로 간단한 동요는 조금만 연습하면 금세 흥얼거리며 노래 부르며 연주할 수 있다. 노래를 부르며 신나하는 아이들을 모습을 보면 나도 덩달아 기분이 좋아지며 왠지 모르게 뿌듯하다. **지역아동센터는 기타수업이 있어 아이들이 어느 정도 기타를 연주할 줄 아는 아이들도 있다. 그런 아이들은 사실 기타 만들기 수업에 콧방귀를 뀐다. 우쿨렐레도 보고 비웃기도 한다. 하지만 스피커를 통해 나는 소리에는 화들짝 놀래한다. 어쩌면 과학보다는 음악에 아이들에 흥미를 갖게 하는 수업일지도 모른다. 그렇지만 악기를 연주할 때에도 과학이 그 원리라는 사실을 아이들이 깨닫고 놀라워했으면 하는 마음이 크다.

과학 수업으로 '기타 만들기'를 하더라도 사실 이 수업의 핵심은 초점을 어디에 두느냐에 따라 많이 달라진다. '전자' 기타 만들기이냐 아니면 전자 '기타' 만들기인지에 따라서 말이다. 초등학생이나 중학생을 대상으로 '전자기유도'를 알려주는 것은 몹시 어렵다. 그래서 수업의 초점을 달리하여 전자 '기타' 만들기로 하는 것이 이 수업의 목적에 부합하다고 생각한다.

간단한 '악기'를 만들어서 아이들과 즐겁게 노래를 부를 수 있다는 것만으로도 무척이나 행복한 일이며, 이것으로 충분히 아이들은 과학을 흥미롭게 여길 수 있기 때문이다. 훗날 고등학생이 되어서 '전자기유도'를 배울 때 즈음, 아이들이 '아 예전에 만들었던 전자기타의 원리가 이거구나!'라고 깨닫는다면 더욱더 좋고 말이다. '과학은 재밌어!'라는 그 감정을 느끼게 해주는 것이 이 수업의 목적이다.

교육과정과의 연계 ; 비전공자들을 위한 안내

1. 초등학교 3학년 : 소리의 성질

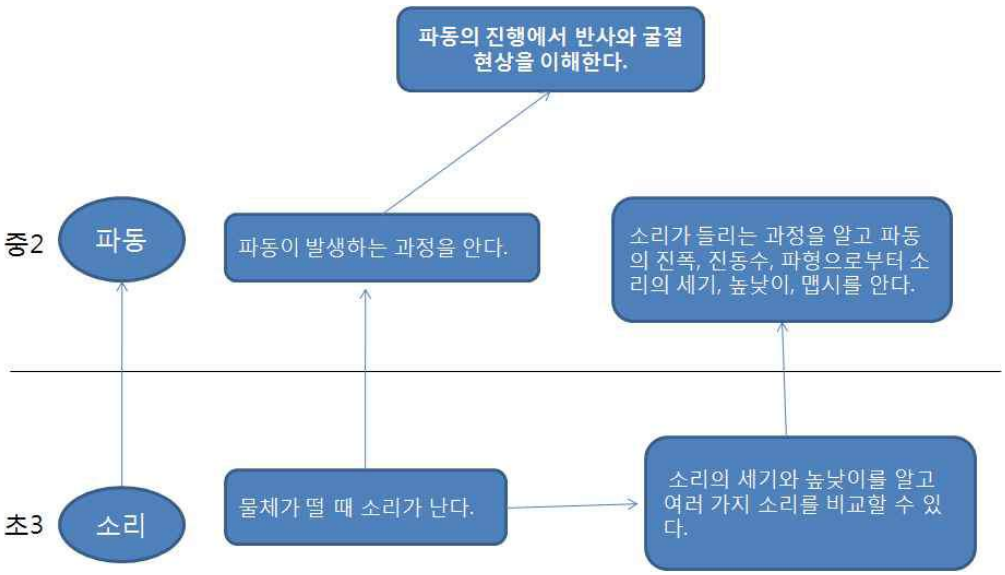
초등과정에서는 소리의 성질과 전달에 대하여 간략히 다룬다. 이 영역에서는 소리가 생기는 원리와 성질을 이해하게 한다. 여러 가지 간이 악기를 만들거나 놀이 기구를 만들어 봄으로써 소리의 성질에 대하여 탐구하고 소리를 이용한 일상생활의 예나 도구에 대하여 관심을 갖게 한다.

2. 중2교육과정 : 빛과 파동

초등 3학년에서 소리를 간략히 배웠지만 파동의 개념이 처음 도입되는 학년은 중학교 2학년이다. 그래서 비록 중학생일지라도 파동이라는 개념이 다소 생소하고 어려울 수 있다. 이 영역에서 매질에 대한 이해를 바탕으로 파동의 발생과 전파 과정을 알고 파동의 여러 가지 물리적 특성을 이해하게 한다. 이를 바탕으로 소리가 들리는 과정과 여러 가지 악기가 내는 소리의 특성을 알게 한다. 소리가 들리는 과정을 알고 파동의 진폭, 진동수, 파형으로부터 소리의 세기, 높낮이, 맵시를 안게 한다.

지도시 주의점

이 단원에서는 파동이라는 개념을 처음 도입하여 파동이 어떻게 발생하고 전달되는지를 설명하고 있다. 중2에서는 삼각함수를 배우지 않았기 때문에 파동 그래프를 수학적으로 설명하기보다는 각 요소가 무엇을 의미하는지에 대해서만 개략적으로 설명하는 것이 중요하다.



[활동과 관계된 교육과정 연계표]

준비물

나무 조각, 낚싯줄, 나비너트, 피에조 스피커(압전 스피커), 잭이 달린 리드선 , 종이 자 스티커, 나무막대, 음계용 스피커, 글루건, 간이 스피커(또는 컴퓨터용 스피커), 두꺼운 도화지, 색연필이나 사인펜



순	재료명		수량	비고
1		나무막대	1명당 1개	50cm 정도 양 끝 정 가운데에 구멍이 뚫어져 있어야함.
2		낚싯줄	1명당 1개	80cm 정도
3		나비너트	1명당 1개	모든 재료는 구룡교재사 (T.02-743-9044)에서 주문 가능함.
4		피에조 스피커(압전 스피커)	1명당 1개	모든 재료를 개별로 구입해도 좋지만 교재사에서 키트로 구입하면 편리함.
5		잭이 달린 리드선	1명당 1개	

6		종이자(스티커)	1명당 1개	50cm
7		나무 조각	1명당 2개	이쑤시개 정도 크기
8		음계용 스티커	1명당 1개	
9		글루건	1반에 1~2개	순간접착제로 대체 가능
10		두꺼운 도화지	1명당 1개	A4~A5 사이즈 정도
11		사인펜이나 색연필	2명당 1세트	
12		스피커	4명당 1개	많을수록 좋음

수업 전 준비사항

1. 나무 조각 대신에 이쑤시개를 잘라서 사용해도 된다.
2. 낚싯줄 역시 끊어질 수 있으므로 여분을 준비하는 것이 좋다.
3. 기타나 우쿨렐레와 같은 현악기를 하나정도 준비해가서 실제 악기와 비교해보게 하는 것도 좋다.
4. 전자기타는 간이 스피커나 컴퓨터용 스피커에 직접 연결할 수도 있다. 컴퓨터용 스피커는 컴퓨터와 연결되어 있어야 하므로 노트북이 필요하다.

지도시 주의점

컴퓨터용 스피커에 연결하는 잭과 간이 스피커에 연결하는 잭이 다르다. 어느 과학사에서 전자기타 만들기 키트를 구입하느냐에 따라 이 연결 잭이 다르다. 구룡 교재사에서 구입한 키트 속 잭이 달린 리드선은 컴퓨터용 스피커이라서 쓰여 있었지만 간이스피커용이었다. (선생님들이 주로 쓰시는 교사용 유무선 마이크의 스피커에 연결하면 아주 잘 된다.). 세원과학사에서 구입한 키트는 컴퓨터용 스피커에 연결 가능한 리드선이 들어있었다.



른쪽 잭 : 컴퓨터용 스피커 연결
쪽 잭 : 간이 스피커 연결

본 활동 내용

[활동 순서]



[파동과 소리 알아보기]

1. http://www.youtube.com/watch?v=TKF6nFzpHBU 동영상을 보여주고 기타 줄을 진동시키면 소리가 나는 원리가 무엇인지 생각해 보게 한다.



지도시 주의점

실제 기타와 같은 현악기가 준비되었다면 위의 동영상을 직접 촬영하는 것도 좋은 방법이다.

2. 학생들이 목을 손으로 만진 상태에서 소리를 내게 하여 목 내부의 진동을 느껴 보게 한다.
3. 소리분석 프로그램을 이용하여 마이크를 통한 자신의 목소리를 눈으로 확인시킨다. 큰 목소리, 작은 목소리를 내게 해서 프로그램에서 나타나는 소리의 파동 모양으로 보고 그 차이점을 학생들에게 찾게 한다.
4. 저음에서 고음으로 목소리를 내게 한다. (예를 들면, 도레미파솔라시도~) 프로그램에서 나타나는 소리의 파동 모양으로 보고 그 차이점을 학생들에게 찾게 한다.

지도시 주의점

소리의 대표적인 오개념이 바로 소리의 높낮이와 소리의 세기를 동일하게 생각하는 점이다. 고음을 내기 위해 소리를 크게 지르는 경험이 오개념을 일으킨다. 그렇기 때문에 두 개념을 특히 주의해서 가르칠 필요가 있다.

5. 파동이 무엇인지, 파동의 요소인 진폭과 진동수에 대해 설명한다.

지도 팁!

*** 다양한 소리 분석 프로그램**

1. Cool edit pro

– 현직교사들이 가장 많이 사용하는 프로그램이다.

– 그래서 블로그 등을 통해 사용법이 널리 소개되어 있어 쉽게 익힐 수 있다.

http://blog.naver.com/hamjangs?Redirect=Log&logNo=40168981244

2. Gold Wave

– 이 프로그램 역시 많이 사용하는 프로그램이다.

– portable 버전도 있어서 컴퓨터에 소프트웨어를 설치하지 않아도 된다. usb에 portable 버전 gold wave를 저장해 놓으면 usb에 저장한 파일 열듯이 프로그램을 열어서 사용할 수 있다.

3. 소리 1.0 MBL 프로그램

– MBL 센서가 없어도 마이크와 노트북만 있으면 사용가능하다.

– 사이언스큐브 http://www.sciencecube.com에서 다운로드 할 수 있다.

[전자기타 만들기]

1. 나무 막대 구멍에서 1cm를 띄운 자리에서부터 자가 인쇄된 스티커를 붙인다.



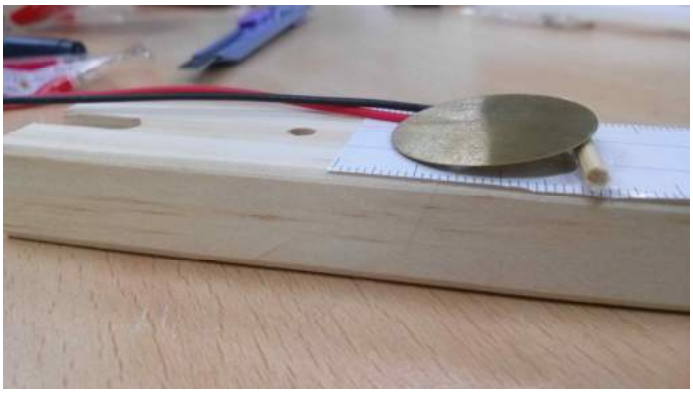
2. 나무 조각 1개를 구멍에서 1cm를 띄운 자리에 글루건을 이용하여 단단히 붙인다.



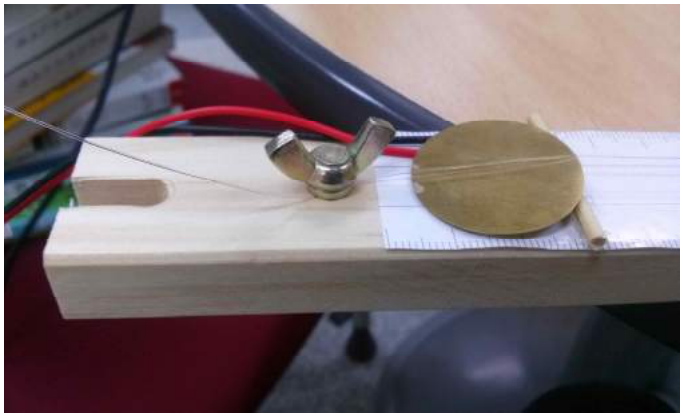
지도시 주의점

글루건의 입구부분은 매우 뜨거워 화상을 당하기 쉽다. 특히 중학교 저학년인 경우에는 더욱 더 주의해야한다. 글루건을 한, 두 개만 준비하여 나무 조각은 학생들이 아니라 교사나 보조교사가 붙여주는 것도 좋은 방법이다.

3. 나무 조각에서 45cm 지점에 나무 조각을 글루건을 이용하여 단단히 붙인다. 즉, 나무 조각과 나무 조각 사이의 거리는 45cm이다.
4. 압전 스피커의 뒷면에 양면테이프를 붙인 다음, 둥근 나무 조각에 살짝 걸치도록 붙인다.

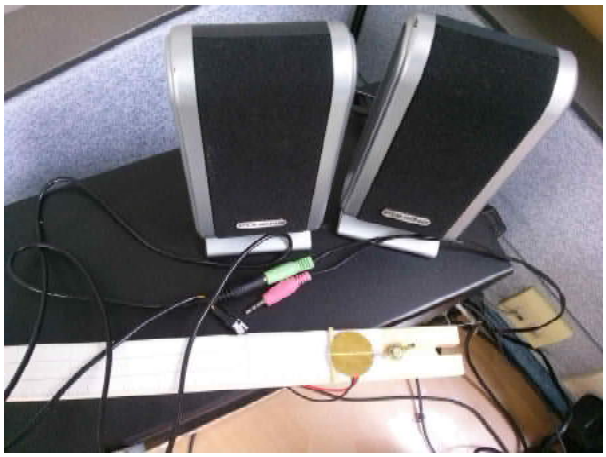


5. 바로 옆 볼트 구멍에 낚싯줄을 넣어 돌려준 후 나비너트로 단단히 고정한다.
6. 남은 한 끝의 낚싯줄 역시 나무 막대의 반대쪽 작은 구멍에 낚싯줄을 끼우고 단단히 묶어 고정시킨다.



지도시 주의점

낚싯줄을 팽팽하게 해야 줄이 잘 진동해서 소리가 잘 난다. (그런데 사실, 같은 줄의 길이지만 줄을 매는 강도가 강할수록(줄을 세 개 맬수록) 줄의 진동수가 높아진다.) 아이들이 연주하면서 낚싯줄이 점점 늘어나므로 처음부터 팽팽하게 매는 것이 좋다.



7. 압전 스피커와 잭이 달린 리드선을 연결한다.
8. 잭을 스피커에 꽂고 줄을 퉁겨 소리가 잘 나는지를 확인한다.
9. 소리를 확인해보면서 '도레미파솔라시도'의 스티커를 붙인다.
10. 두꺼운 도화지와 색연필, 싸인펜 등을 이용하여 진짜 기타처럼 꾸민다.

[내가 만든 전자기타로 연주하기]

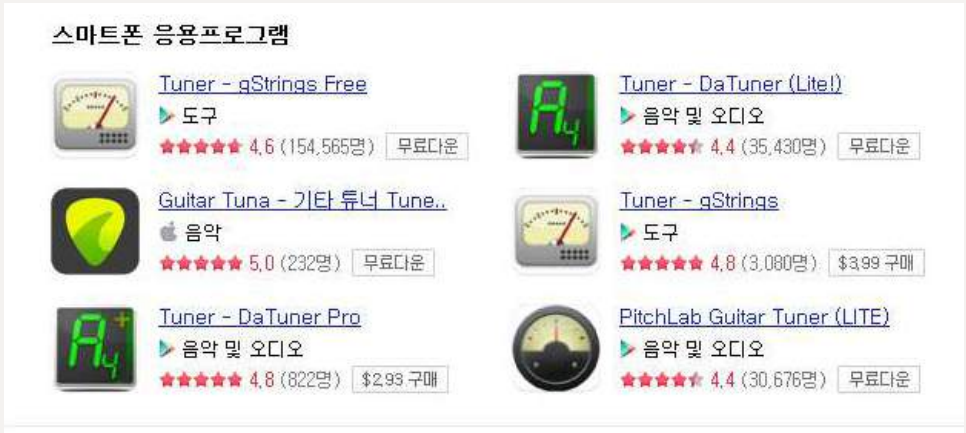
학생들과 전자기타를 연주하면서 다음과 같은 질문의 답을 생각해보게 한다. 또, 스마트폰의 기타 튜너 어플을 사용하여 줄의 길이에 따른 소리의 진동수를 눈으로 확인해본다.

[마무리]

여러 가지 계이름 악보를 준비하여 학생들과 연주해본 후 과학일기나 소감문을 쓰면서 활동을 마무리 짓는다.

지도 팁!

* 다양한 기타 튜너 어플



실제 기타 튜너를 구입하지 않아도 스마트폰 어플을 이용하여 기타를 튜닝(원하는 음을 정확히 내도록 줄을 조율하는 것)할 수 있다. 특히 gStrings 어플은 음의 높낮이를 코드가 아니라 진동수로 명확히 나타내주기 때문에 수업에 활용도가 높다.



학생들이 만든 기타로 여러 가지 높낮이의 소리를 낸 다음 그 소리의 진동수를 어플로 찾아보게 하는 활동을 할 수 있다. 기타뿐만이 아니라 사람의 목소리에다 이 어플은 반응하므로 재미있는 놀이의 도구로도 활용할 수 있다.

완성품 및 활동장면

1. 완성품

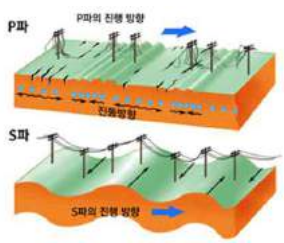



2. 활동장면




핵심용어 정리

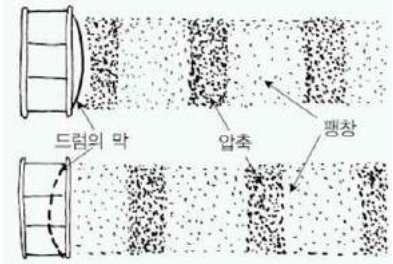
1. 파동



지진파



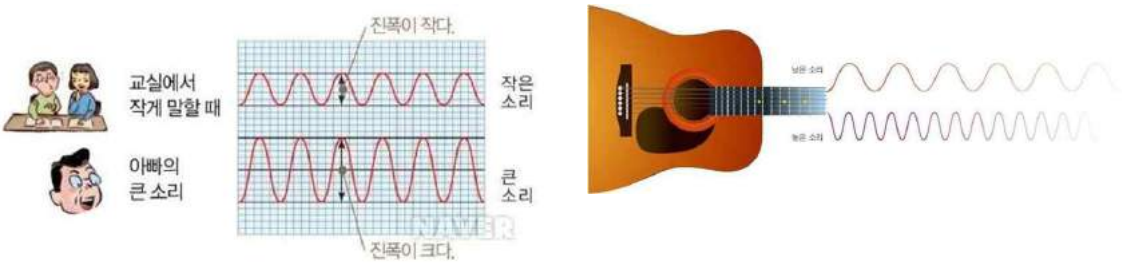
수면파



음파(소리)

① 파동이란? 어느 한 곳에서 생긴 진동상태가 주위공간에 퍼져 나가는 현상

② 진폭과 진동수

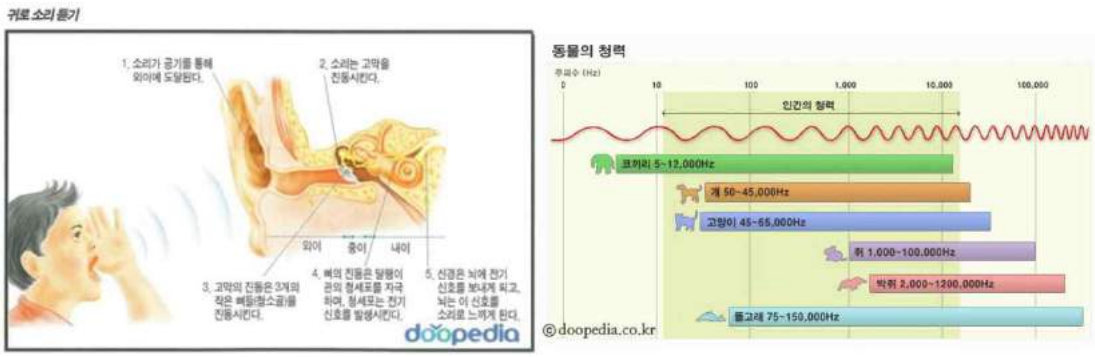


진폭: 진동의 중심으로부터 최대로 움직인 거리

진동수=주파수: 1초 동안 진동하는 횟수(단위: Hz)

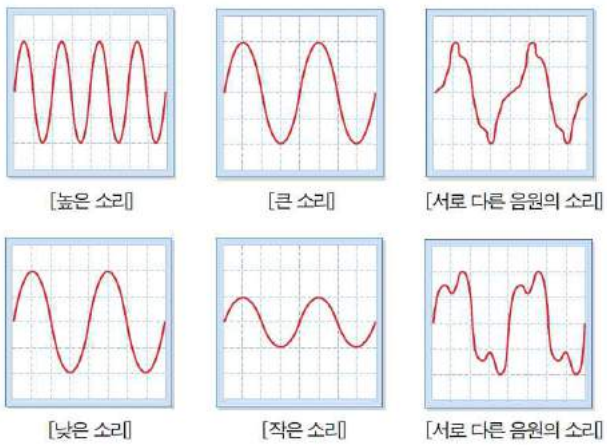
2. 소리 : 사람이 들을 수 있는 진동

- 탄성체를 매질로 전파되는 파동을 가리키며 음(音) 또는 음파(音波) 라고도 한다. 좁은 뜻으로는 사람의 귀에 들리는 것을 가리킨다. 사람이 아닌 동물들도 청각기관을 갖고 있으므로 이들도 소리를 감지할 수 있으나 각각의 종에 따라 사람이 듣는 소리와 주파수 영역이 다르다.



출처 : 두산 백과

3. 소리의 3요소



< 소리의 3요소와 파동 그래프>

- 소리의 세기 (소리의 진폭)
  종소리의 크기가 서로 다를 때 이와 관련 있는 파동의 특징은 음파 진폭의 제곱 크기이다. 진폭이 크면 클수록 더 큰 소리가 나게 된다.
- 소리의 높낮이 (소리의 진동수)
  주파수가 클수록 여성의 목소리처럼 고음의 소리가 나게 되며 주파수가 낮을수록 남성의 목소리처럼 저음의 소리가 나게 된다.
- 소리의 맵시 (음파의 모양)
  파형의 세부적인 모양의 차이가 결과적으로 같은 음을 내는 악기의 소리가 전혀 다른 느낌으로 다가오게끔 하는 것이다.

♪내가 만든 기타로 즐겁게 연주해봅시다~♪

1. 초급 _ 산토끼

산토끼 토끼야 어디를 가느냐
솔미미 솔미도 레미레 도미솔

깡충깡충 뛰어서 어디를 가느냐
도솔도솔 도솔미 솔레파 미레도

2. 중급_ 퐁당퐁당

퐁당퐁당 돌을 던지자
도레미미 도미 솔라솔

누나몰래 돌을 던지자
도레미미 도미 솔라솔

냇물아 퍼져라 멀리멀리 퍼져라
라솔미 라솔미 레레도레 미솔솔

건너편에 앉아서 나물을 씻는
라라솔라 도도도 솔솔 미레도

우리 누나 손등을 간지러 주어라
레미도미 솔솔라솔 레미파 미레도

3. 고급 _ Let it go

Let it go, let it go
파 솔 라 미 미 시

Can't hold it back any more
라 파 파 파 파솔 라

Let it go, let it go
파 솔 라 미 도 시

Turn away and slam the door
라 시도 도 레도 시 라시라
I don't care what they're going to say
미 도 시 라 라라 미 도 라

Let the storm rage on
라 라 솔 미 미
cold never bothered me anyway
레 레도 레도 레 레도라

활동내용 기록하기

1. 전자기타에서 줄의 길이와 소리의 높낮이(음정) 사이에는 어떤 관계가 있는가요?

정답예시) 줄이 길수록 낮은 음이고, 줄이 짧을수록 높은 음이다.

2. 실제의 기타에는 굵기가 다른 5개의 줄이 매어져 있다. 굵기와 소리의 진동수는 어떤 관계가 있을까요 ?

정답예시) 줄의 굵기가 굵을수록 낮은 음이다. 즉, 진동수가 낮다.
줄의 굵기가 얇을수록 높은 음이다. 즉, 진동수가 높다.

3. 기타 튜닝 어플을 사용하여 줄의 길이에 따른 소리의 진동수를 눈으로 확인해봅시다.

기타 줄을 가장 길게 진동 하였을 때	기타 줄을 가장 짧게 진동 하였을 때
( )Hz	( )Hz

정답예시)

기타 줄을 가장 길게 진동 하였을 때 185.2Hz로 낮은 진동수, 낮은 음
기타 줄을 가장 짧게 진동 하였을 때 2637Hz로 높은 진동수, 높은 음





** 이 자료는 **2014년도 정부**(과학기술진흥기금/복권기금)의 **재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된** 성과물입니다.

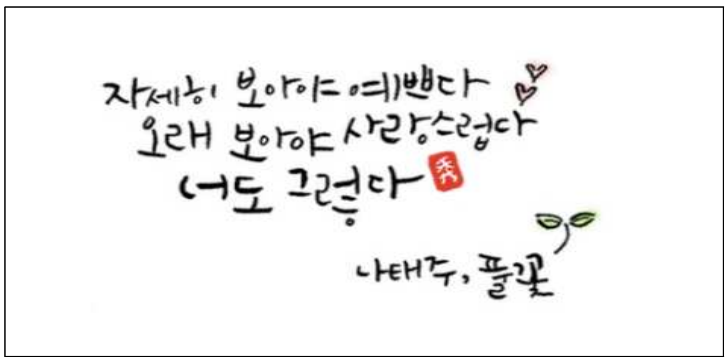
5. 알록달록 빛 상자





관련교육과정	초4 거울과 그림자, 초5 식물의 구조와 기능, 초6 렌즈의 이용, 중1 광합성, 중2 빛과 파동
소요 시간	70분
적용 학년	중등 1~3학년
학습목표	• 색소 이외 식물의 색을 결정짓는 것을 설명할 수 있다. • 보로노이다이어그램을 이용하여 빛 상자를 만들어 빛의 성질을 관찰할 수 있다. • 식물의 세포 배열을 보로노이다이어그램과 비교할 수 있다.
수업 흐름도	**동기유발** • 보로노이다이어그램을 활용한 예를 보여준다. • 흑색장미와 적색장미를 보여주고 색차이가 나는 이유를 질문한다. **주요활동 내용** • 빛 상자 만들기 • 거울시트를 적당한 크기로 잘라 세포구조와 유사하게 만들기 • 보로노이다이어그램에 색 입히기 **정리하기** • Q&A 및 과학일기 쓰기

나의 수업 스케치



아이들이 그러합니다. 처음 방문했을 때는 살짝 낯설고 서먹서먹하고 서로 눈치 보며 머뭇거렸었는데, 두 번째는 서로 인사를 나누는 사이가 되었고 세 번 이상이 되니 이제는 어제 본 듯한 느낌의 친숙함이 생기게 되었습니다. 정이 드나 봅니다. 사과나무는 무학교회 내 교육관 건물을 사용하고 있습니다. 교회 쪽에서 보면 지하이지만 반대편에서 보면 지상인 구조의 건물입니다. 교실 공간이 협소한 편이지만 집중이 잘 되고 고학년반이 초5~중3까지 폭이 넓어 수업 준비에 고민이 되었지만 고학년의 친구들이 힘들어 하는 저학년을 잘 도와주는 편이라 도우미 학생이 없어도 진행이 크게 어렵지 않습니다.

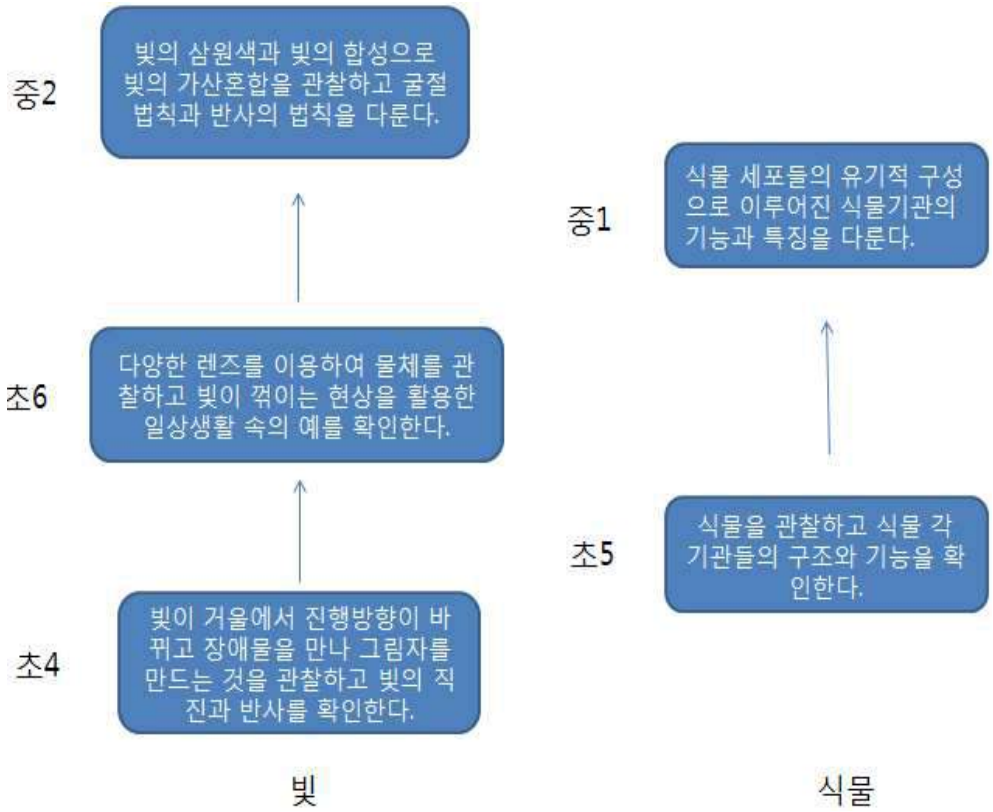
학생1: 선생님~ 우리 언제 봤죠?
학생2: 지난 달
학생1: 지지난 달
방학 전에 만났음에도 지난달에 본 듯한 느낌이었나 보다.

나: 오늘은 보로노이다이어그램을 이용하여 빛 상자를 만들어 볼 것입니다.
(준비한 보로노이다이어그램을 활용한 건축물들의 사진을 보여주며)
이런 모양을 주변에서 본 적이 있나요?
(몇몇 대답이 있었으나 좀 낯설어하는 모습이었습니다. 칠판에 간단하게 점 몇 개를 찍고 삼각형을 그리고 수직이등분선을 그려 보로노이다이어그램을 하나 그리며 설명을 하니 초등에서 중등까지 여러 학년이 섞여 있는 중에 초등학생이 수직이등분선이 무엇인지 물었습니다. 중1 과정에서 배우는 내용이라.. 선을 그려 수직이등분선을 설명해주었습니다.)

설명을 듣고 만드는 동안 정말 조용했습니다. 과정이 어렵다기보다는 시간이 많이 걸리고 칼과 가위를 사용하는 작업 많아서일 것입니다. 하지만 완성을 하고 빛 상자로 관찰을 하면 환성이 터져 나옵니다. 수업시간을 넉넉하게 잡아 토의도 하고 학생들의 의견을 나눌 시간을 가진다면 더욱 알찬 수업이 되리라 생각됩니다. 주어진 시간이 70분이였으나 90분 정도 소요되었고, 급하게 마무리하게 되었습니다.

교육과정과의 연계 ; 비전공자들을 위한 안내

[활동과 관계된 교육과정 연계표]



1. 초4학년 교육과정

거울과 그림자 단원에서는 빛의 기본 성질은 직진과 반사를 다룬다. 거울에 비친 물체의 모습을 관찰하여 거울의 성질을 알고 물체의 그림자를 관찰하여 그림자가 생기는 원리를 알게 한다. 거울을 통해 빛이 반사되어 다양한 색 조합을 만드는 상자를 만들어 봄으로써 학생들의 경험이 개념과 잘 연결될 수 있도록 구성되어 있다. 이 단원은 5~6학년군의 '렌즈의 이용'과 중학교 1~3학년군의 '빛과 파동'과도 연계된다.

지도시 주의점

위의 교육과정을 참고하여 초4 이하의 학생에게는 빛의 기본 성질은 직진과 반사를 생활 속 예로 설명하고 학생들의 경험과 과학 용어를 연결하는 시간을 갖는 것이 좋다. 초4 이상은 빛의 성질에 대해 얼마나 알고 있는지 확인해 보는 과정이 필요하겠다.

2. 초5학년 교육과정

식물의 구조와 기능 영역에서는 식물의 뿌리, 줄, 잎, 꽃과 같은 식물 기관의 구조와 기능을 다룬다. 식물 기관의 구조와 기능을 이해하기 위해 뿌리, 줄기, 잎, 꽃과 열매를 관찰하게 하고 식물기관의 구조와 기능 사이의 관계를 통합적으로 이해하게 한다. 후속학습으로 중학교 1~3학년군의 '광합성'과 연계된다.



위의 교육과정을 참고하여 초5 이하의 학생에게는 주변에서 볼 수 있는 식물의 모습(모양, 색 등)을 얘기해 보게 하고, 같은 종류의 식물에서 잎 또는 꽃 등의 밝기가 다른 이유를 생각해 보게 한다. 초4 이상은 식물 기관의 명칭과 구조, 기능을 얼마나 알고 있는지 확인해 보는 과정이 필요하겠다.

3. 초6학년 교육과정

렌즈의 이용 영역에서는 여러 가지 렌즈에서 나타나는 현상을 다룬다. 일상생활에서 많이 쓰는 렌즈를 통해 빛을 모으거나 물체를 확대, 축소하여 보고 이는 렌즈에 의한 빛의 굴절현상임을 배우게 된다. 이 단원에서는 빛이 다른 물질을 만나면 꺾이는 현상이 나타남을 배우고 일상생활 속에서 렌즈가 이용되는 예를 찾고 설명하게 한다. 이 단원은 중학교 1~3학년군의 '빛과 파동'과 연계된다.

4. 중1학년 교육과정

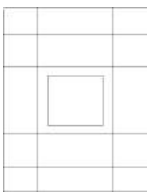
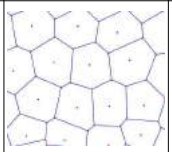
광합성 영역에서 식물 세포의 구조를 알고, 그 특징을 이해하며, 뿌리, 줄기, 잎 등의 식물 기관은 식물 세포들의 유기적 구성으로 이루어져 있고 그 구조적 특징이 식물의 광합성과 관련되어 있음을 5~6학년군의 '식물의 구조와 기능'과 연계하여 이해하도록 한다.

5. 중2학년 교육과정

빛과 파동 영역에서는 물체를 보는 원리를 알고 빛의 삼원색과 색의 합성을 통해 여러 가지 색의 빛이 합성되는 원리를 학습하고, 빛의 진행에 대한 이해를 바탕으로 거울에 물체가 비취는 현상에 빛의 반사법칙을 적용하고, 렌즈에 의해 상이 생기는 원리를 빛의 굴절법칙을 적용하여 이해하게 한다. 빛 상자를 통해 빛의 반사와 빛의 합성으로 다양한 색의 빛을 관찰할 수 있음을 경험하게 된다.

준비물

상자 도안, 자, 커터칼, 딱풀, 가위, 양면테이프, 반투명종이(트레이싱지), 투명 테이프, A4 거울필름(거울시트), 보로노이 다이어그램 도안, 투명 OHP 용지, 여러 색깔의 유성매직(또는 네임펜)

순	재료명		수량	비고
1		상자 도안	1명당 1개	모든 재료를 개별로 구입해도 좋지만 키트를 구입하면 편리함. 키트는 한도움마트(T.02-3141-4001)에서 구입 가능함. (10인기준 9,900원)
2		반투명종이 (트레이싱지)	"	
3		A4 거울필름 (거울시트)	"	
4		보로노이 다이어그램 도안	"	GSP5 프로그램을 이용하면 쉽게 그릴 수 있음.
5		투명 OHP 용지	"	
6	자, 커터칼, 가위, 투명테이프		"	키트에 없으므로 준비해야 함.
7	네임펜(유성매직) 12색, 딱풀, 양면테이프		2~3명당 1세트	

수업 전 준비사항

1. 보로노이 다이어그램을 활용한 생활 속 예를 찾아 사진 등을 준비한다.
2. 거울 필름을 상자 높이에 맞게 잘라 주면 제작 시간을 줄일 수 있다.
3. 보로노이 다이어그램 도안을 다양하게 제작하여 넉넉하게 제공하여 선택할 수 있게 하면 좋다.
4. 유성 매직을 준비할 때 둥근 모양보다 납작한 모양의 펜을 선택하면 학생들이 편하게 잘 칠할 수 있다.

치도시 주의점

키트로 구입하지 않고 개별로 구입하면 가격 면에서는 이익이다. 하지만 상자도안과 보로노이다이어그램 도안을 직접 그려야 하고, 반투명용지와 거울시트를 구하는 것이 쉽지 않다. 중1 이상의 학생들이라면 직접 보로노이다이어그램을 그려서 만드는 것도 steam 수업으로 좋을 것이다. 키트로 구입하여 완성했을 때의 모습은 오른쪽 사진과 같다.


HANDOUM.COM

본 활동 내용

1. 보로노이다이그램을 활용한 예를 보여준다.



시각디자이너 김현석씨가 보로노이 다이어그램을 이용해 디자인한 초호화 요트. <출처 : ⓒwww.yachtndesign.com>



2008년 베이징 올림픽에서 수영 경기가 이뤄진 '워터큐브'



다이어그램의 원리를 활용한 경기도 일산 마곡지역의 도시 설계안. <출처 : ⓒ이재경 스튜디오>



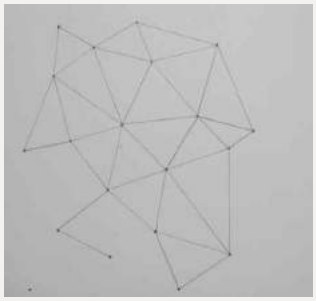
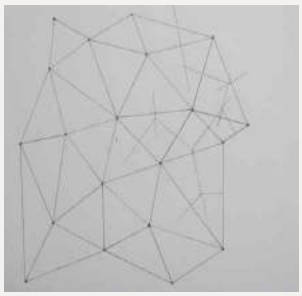
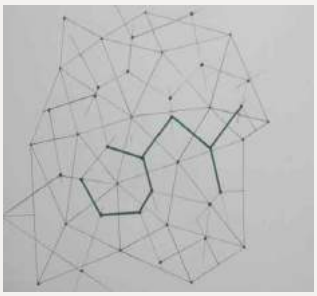
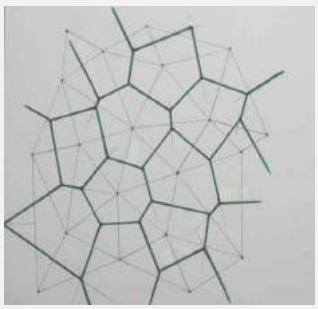
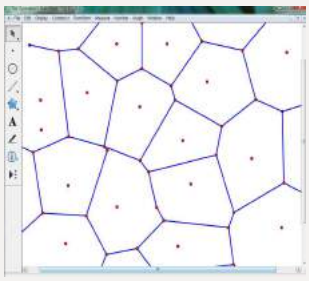
고대 유물 느낌으로 디자인한 초고층 건물. 2010년 초고층 건물 디자인 공모전 출품작. <출처 : ⓒHongjun zhou, Lu xing>

지도 팁!

* 보로노이다이어그램

- 보로노이다이어그램은 자연에서 자연스럽게 나타나는 패턴을 나타낸 수학적 그림이다. 서로 똑같지 않은 다각형으로 채워진 공간이기 때문에 규칙성이 없는 것처럼 보이지만, 수학적 원리에 의해 공간을 분할하는 과정에서 나타난다. 보로노이 다각형은 특정한 점을 기준으로 가장 가까운 점들을 모은 집합이 되며, 이것이 보로노이다이어그램의 가장 중요한 성질이다. 이 성질 때문에 보로노이다각형의 모서리는 로봇이나 GPS 등 최단경로를 찾는 데에 종종 쓰인다.

* 보로노이다이어그램 작도법

		
1. 반으로 자른 A4 용지에 사인펜으로 15~20개 정도의 점을 찍는다.	2. 가까이 있는 3개의 점들이 삼각형을 이루도록 연결한다. 모든 점을 연결하여 삼각형을 그린다.	3. 각각의 선분에서 1/2 지점을 찾아 직각 방향으로 선을 긋는다. 즉, 수직이등분선을 그린다.
		
4. 각각의 수직이등분선이 만나 이루는 다각형을 다른 색깔의 사인펜으로 표시한다.	5. 수직이등분선에 의해 나누어진 공간을 모두 선으로 연결하면 보로노이다이어그램이 완성된다.	* GSP프로그램을 이용하여 도안을 완성한다.

2. 두 장미의 색이 다른 이유가 뭘까?





지도 팁!

시간적 여유가 있다면 적색장미와 흑색장미를 준비하여 즙의 색을 비교해보고 장미의 색이 다르게 보이는 이유를 찾아보는 시간을 갖도록 한다. 실제로 즙의 색을 비교해보면 거의 유사하다. 그럼에도 불구하고 장미색이 달라보이는 것은 표피세포의 모양과 배열 차이 때문이다.

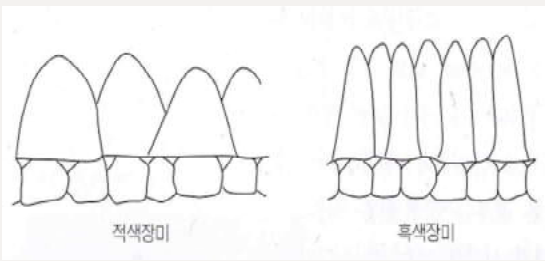


그림1. 붉은 장미와 흑장미의 표피세포 구조 및 배열

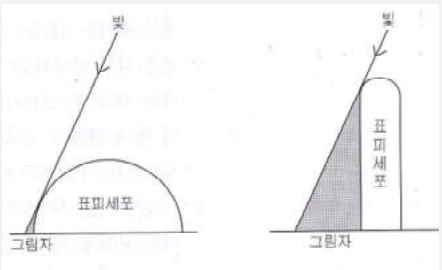
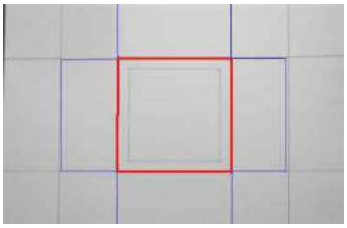


그림2. 표피세포의 형태에 따른 그림자

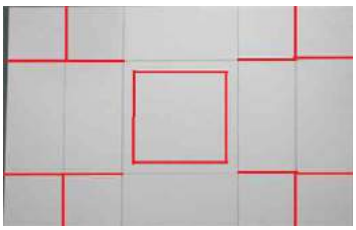
(출처: 꽃색의 신비, 손기철 외, 2000, 건국대학교 출판부 / 원본출처: Yasuda, 1986)

- 붉은 장미의 표피세포 형태는 둥글고 넓은 언덕 모양인데 반해, 흑장미의 표피세포는 길쭉한 봉우리 모양이다. 사이사이에 공간이 많은 붉은 장미가 빛이 더 많이 투과될 수 있기 때문에 더 밝은 색깔로 보인다.
- 표피세포의 형태는 그림자를 빛이 그림자를 만들 때 영향을 미친다. 길쭉한 표피세포는 빛이 비추었을 때 더 진하고 넓게 그림자가 생기므로, 어두워 보이는 원인이 된다.

3. OHP 필름을 상자 도안에 대고 빨간색 선 부분을 따라 선을 그어 둔다. 이 사각형 안에 보로노이다이어그램을 그릴 것이다. 파란색 선 부분은 가위로 자른다.



4. 주어진 상자 도안에서 중앙의 밑면에 액자 모양으로 구멍을 뚫고, 잘라내야 할 상자의 옆면 날개 부분을 자른다.(빨간색 선 부분)

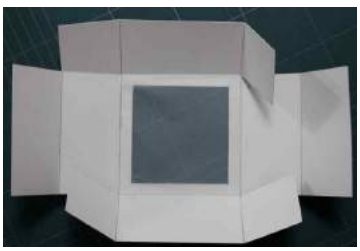




지도시 주의점

칼과 가위를 사용하므로 장난치지 않고 다치지 않도록 주의를 줘야 한다. 액자 모양의 구멍은 가장자리에 1cm 이내 정도 여유를 두고 잘라야 반투명 종이를 붙이기 좋다. 너무 많은 여유를 주면 완성작에서 빛 관찰 공간이 좁아진다.

5. 액자 모양으로 뚫은 상자의 밑면에 반투명종이(트레이싱지)를 딱풀로 붙인다.



6. 양면테이프로 상자의 옆 날개를 안쪽으로 고정하여 붙이고, 상자를 완성한다.



7. 거울필름(거울시트)을 상자 높이 길이로 길게 자른 후 원하는 형태를 만들어 기둥 모양으로 붙인다.



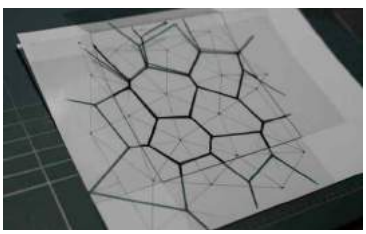
지도시 주의점

거울필름의 높이는 상자의 높이보다 근소하게 낮아야 한다. 길이를 다양하게 잘라 테이프로 여러 모양이 되도록 고정해주면 된다. 학생들마다 만든 상자의 높이가 달라 몇 cm로 잘라야 하는지 질문을 많이 한다. 학생들이 칼질이 서툴러 이 작업에서 많은 시간이 걸린다. 도우미 학생이 있다면 도와주면 좋을 것이라 생각된다.

8. 도안해 둔 보로노이다이어그램의 세포 배열과 유사하게 거울필름 기둥을 만들어 상자 안에 넣는다.



9. 보로노이다이어그램 도안 위에 투명 OHP 용지를 대고, '3'번에서 그린 사각형 안에 유성매직으로 도안을 따라 선을 그린다.



지도 팁!

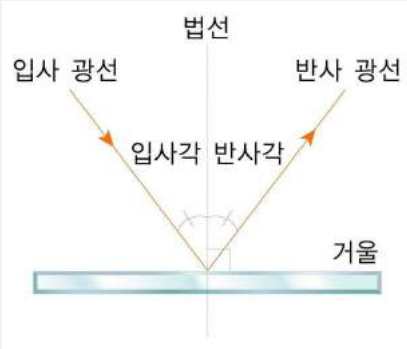
시간적 여유가 있다면 보로노이다이어그램 도안을 사용하기 보다는 직접 점을 찍고 보로노이다이어그램을 작도하여 활용하면 수학적 원리까지 함께 생각하며 만들어 볼 수 있다.

지도 팁!

*** 빛의 반사**

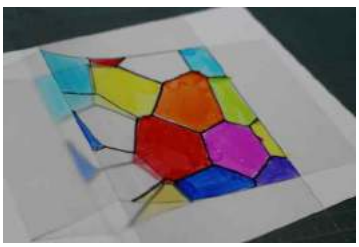
빛이 나아가다가 성질이 다른 물체의 표면에 부딪쳐 방향을 바꾸는 현상으로 항상 반사의 법칙을 만족하는 경로로 진행한다. 페르마의 원리에서 빛은 가장 시간이 짧게 걸리는 경로로 진행하게 된다. 그 경로를 찾으면 입사각과 반사각이 같은 경로로 진행함을 알 수 있다.

- 반사의 법칙: 빛이 물체에 반사될 때 입사각과 반사각의 크기는 서로 같다.



법선 : 거울(반사면)과 수직인 직선
입사각 : 입사하는 빛(입사광선)이 법선과 이루는 각
반사각 : 반사하는 빛(반사광선)이 법선과 이루는 각

10. OHP 위에 그려진 보로노이다이어그램의 도형 안쪽을 다양한 색깔의 유성매직으로 색칠한다.



지도시 주의점

색깔 유성매직 또는 네임펜으로 도형 안쪽을 먼저 색칠하고 마지막에 검은색 테두리를 자로 긋는 것이 깔끔하게 칠할 수 있다. 검은색 테두리를 긋지 않아도 관찰하는 데는 무리가 없으므로 보로노이다이어그램 모양만 정확하게 색칠하면 굳이 테두리를 긋지 않아도 된다. 유성매직의 색 중 빛의 3원색인 빨강, 파랑, 초록과 색의 3원색인 마젠타, 노랑, 시안만을 이용하여 색칠 후 관찰해보는 것도 빛의 합성을 관찰할 수 있는 좋은 방법이라는 생각이 든다.

11. OHP 필름을 상자의 뚜껑처럼 덮어 투명 테이프로 고정하여 완성한다.



지도시 주의점

OHP 필름을 상자 크기에 맞게 사각형(3번에서 그린 사각형)을 칼등으로 살짝 그어 접으면 모양을 잘 잡을 수 있다. 학생들이 칼등으로 그을 때 힘을 너무 줘 자르는 경우가 발생한다. 잘 접을 수 있게 살짝만 그으면 된다는 것을 알려줘야 할 것이다.

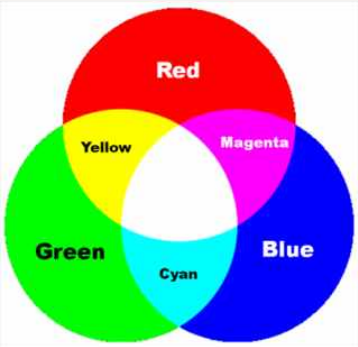
지도 팁!

*** 색 필터**

색 필터 내에서는 오직 한 가지 색깔의 빛만 통과할 수 있다.

*** 빛의 합성(RGB 가산혼합)**

빛의 삼원색을 이용하여 색을 표현하는 방식이다. 빛을 이용하여 색을 혼합하며 색을 섞을수록 밝아지기 때문에 가산혼합이라고 한다.

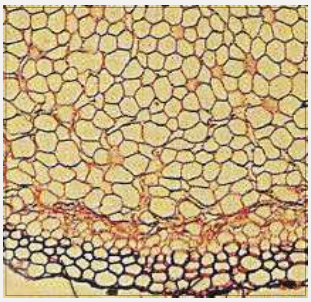


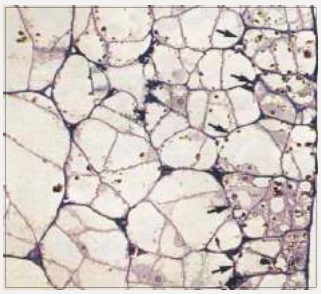
11. 핸드폰의 플레쉬 기능을 이용하여 색칠한 부분에 비춰 반투명지 붙인 부분을 관찰한다. 교실 조명을 끄고 관찰하면 또 다른 모습을 관찰할 수 있다.

12. 과학일기나 소감문을 쓰면서 활동을 마무리 짓는다.

지도 팁!

* 빛 공간 상자와 식물의 세포 비교

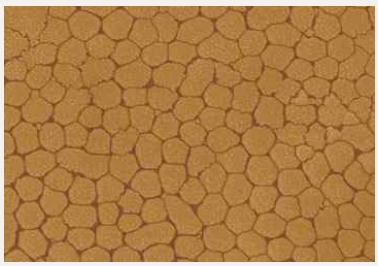

붓꽃의 뿌리 가로 단면


베고니아 잎의 아래쪽 표피

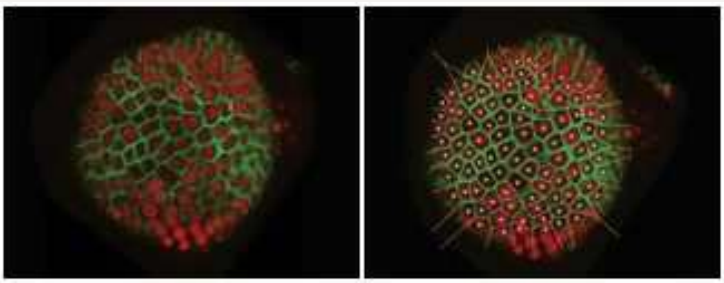

빛 공간 상자 관찰

* 보로노이다이어그램의 원리

- 보로노이 다이어그램을 그리는 원리는 삼각형의 외심을 찾는 방법과 같다. 삼각형의 꼭지점이 모두 하나의 원 위에 있을 때, 삼각형 바깥쪽에 접해 있는 외접원의 중심을 외심이라고 한다. 외심에서 A, B, C 세 꼭지점까지의 거리는 원의 반지름이므로 모두 같다. 즉, 외심은 인접한 두 세포 사이에서 물질이동 등 다양한 생리작용이 일어날 때 어느 세포에도 치우치지 않는, 가장 효율이 높은 동일 거리에 위치하게 된다.



(출처: 네이버캐스트 '곤충, 작은 지배자' 2009. 1. 24/ 사진: 박형진, 집파리의 겹눈 30,000배 전자현미경 촬영)



(출처: 네이버캐스트 '보로노이 다이어그램' 2012.9.11/ 사진: 미국 캘리포니아 공과대학 백먼 연구소에서 보로노이 다이어그램을 이용해 식물의 세포 단위를 분석한 모습)

완성품 및 활동장면

1. 완성품






2. 활동장면




핵심용어 정리

1. 식물세포

식물의 기본 구성단위이다. 동물세포에서는 발견되지 않는 두꺼운 막으로 된 세포벽이 식물 세포의 가장 바깥층을 둘러싸고 있어 형태가 고정되어 있다.

2. 식물의 표피 조직

식물체의 표면을 덮고 있는 조직으로 한 층에서 몇 층의 세포가 빽빽하게 늘어선 평면적인 조직으로, 식물체 내부를 보호하며 수분의 증발을 방지한다. 식물의 표피는 가장 바깥층인 원 표피에서 분화된 세포층으로 줄기, 뿌리, 잎, 꽃, 열매, 씨 등을 둘러싸고 있다.

3. 보로노이다이어그램

공간에 여러 개의 점을 잡을 때 공간을 가장 가까운 점에 따라 나눈 그림이다. 한 점에 가장 가까운 구역을 보로노이세포라고 한다.

4. 빛의 반사

성질이 서로 다른 두 물질의 경계면에서 빛은 반사한다.

5. 빛의 직진

빛은 진공 중에서나, 성질이 같은 물질 내에서는 직진한다.

6. 거울

뒤쪽이 불투명하여 앞쪽 면에서 빛이 반사되는 물체

7. 빛의 합성

빛은 여러 가지를 섞으면 밝아지고, 물감은 섞을수록 어두워진다. 모든 색깔의 빛이 다 섞여서 오는 햇빛의 가시광선은 밝은 백색광이 되어서 온다. 특히 빨강, 녹색, 파랑의 빛을 합성하면 백색광이 되는데 이 세 가지 색을 빛의 삼원색이라고 한다. 이 세 가지 색의 빛을 가지고 상대적인 빛의 세기를 조절하여 합치면 모든 색을 만들 수 있다.

< 활동지 >

활동내용 기록하기

1. 자연 속에서 볼 수 있는 보로노이다이어그램에는 어떤 것이 있을까?



2. 빛은 섞일수록 (밝게, 어둡게) 보이고, 색은 섞일수록 (밝게, 어둡게) 보인다. 그래서 빛은 (가산혼합, 감산혼합)이고, 색은 (가산혼합, 감산혼합) 이다.

3. 흑색 장미와 적색 장미 꽃잎의 즙은 같은 색인데 왜 흑색 장미가 어둡게 보이는 것일까?

붉은 장미의 표피세포 형태는 둥글고 넓은 언덕 모양인데 반해, 흑장미의 표피세포는 길쭉한 봉우리 모양이다. 사이사이에 공간이 많은 붉은 장미가 빛이 더 많이 투과될 수 있기 때문에 더 밝은 색깔로 보인다.

표피세포의 형태는 그림자의 빛이 그림자를 만들 때 영향을 미친다. 길쭉한 표피세포는 빛이 비추었을 때 더 진하고 넓게 그림자가 생기므로, 어두워 보이는 원인이 된다.

4. 식물의 세포가 중심에서 모서리까지 거리가 같은 보로노이다이어그램과 비슷한 모습으로 나타나는 것은 세포들의 (묶질고한)이(가) 잘 일어날 수 있는 구조이기 때문이다.

** 이 자료는 **2014년도 정부**(과학기술진흥기금/복권기금)의 **재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된** 성과물입니다.

6. 성냥개비로 신문지 뚫기



관련교육과정	초5 물체의 속력, 중2 일과 에너지 전환
소요 시간	50분
적용 학년	중등 1~3학년
학습목표	• 성냥개비로 신문지를 뚫기 위한 활동을 하면서 일의 요소들과의 관계를 알 수 있다. • 다양한 형태의 빨대 발사대를 만들어 성냥개비로 신문지 뚫기를 할 수 있다.
수업 흐름도	**동기유발** • 빨대 속에 성냥개비를 넣고 신문지를 향해 불면 어떻게 되는지 예상해보기 **주요활동 내용** • 신문지를 뚫을 수 있는 발사체를 조건에 맞게 만들기 • 실패한 이유 알아보고 성공하는 방법 찾아보기 **정리하기** • Q&A 및 과학일기 쓰기

나의 수업 스케치

이번에 지역아동센터에서 과학 수업을 받는 학생들은 초등 6학년부터 중학교 3학년까지 다양하다. 대부분 과학 활동은 재밌어 하지만 이론적인 설명 혹은 실험에 필요한 과정에 대한 설명을 할 때 잘 집중하지 못하는 편이다. 항상 아이들은 재밌는 활동인지에만 관심이 있다. 그렇기 때문에 학생들의 호기심을 유발하고 활동의 자발적인 동기를 높이기 위한 수업의 첫 도입이 무척 중요하다.

"오늘은 빨대를 이용해 발사체를 만들고 성냥개비로 신문지를 뚫어보는 활동을 하려고 해요."

"선생님, 오늘도 재밌는 만들기 활동이에요?"

"응, 그럼. 오늘은 성냥개비로 신문지를 뚫기 대회도 해볼 거예요. 여기 상품들 보이죠?"

"와~상품도 줘요? 재밌겠다."

"그러니까 어떻게 해야 하는지 잘 듣고 모두 대회에서 상품을 받을 수 있도록 해요."

"네~"

역시 상품은 사탕 하나라도 아이들의 즉각적인 동기 유발에는 효과적인 것 같다. 오늘은 빨대 속에 성냥개비를 넣고 불어서 멀리 떨어진 신문지를 뚫어보는 활동이다. 이 활동을 통해 일의 양은 힘과 힘을 받는 동안 이동한 거리가 커질수록 많아지고 일의 양이 많아지면 성냥개비의 속력이 증가하여 신문지를 잘 뚫을 수 있게 된다는 것을 알 수 있다. 중학교 2, 3학년 학생들이라면 학교 과학 수업 시간에 배운 내용이어서 좀 더 쉽게 이해할 수 있다. 그 외 저학년 학생이라면 이론적인 접근 보다는 빨대가 빠르게 날아가기 위한 조건을 찾는 것까지 탐구하는 것이 더 좋다. 수업을 받는 학생의 학년이 다양하므로 일단 쉬운 탐구부터 시작해서 중학교 2,3학년만 더 깊은 내용까지 연결해서 활동지를 작성하도록 지도하기록 마음먹었다.

"자, 여러분 여기 그림이 보이죠? 빨대 속에 성냥개비를 넣고 불면 성냥개비 화살이 날아갑니다. 이것을 신문지를 겨냥해 분다면 신문지와 성냥개비는 어떻게 될까요?"

"성냥개비가 신문지에 박혀요."

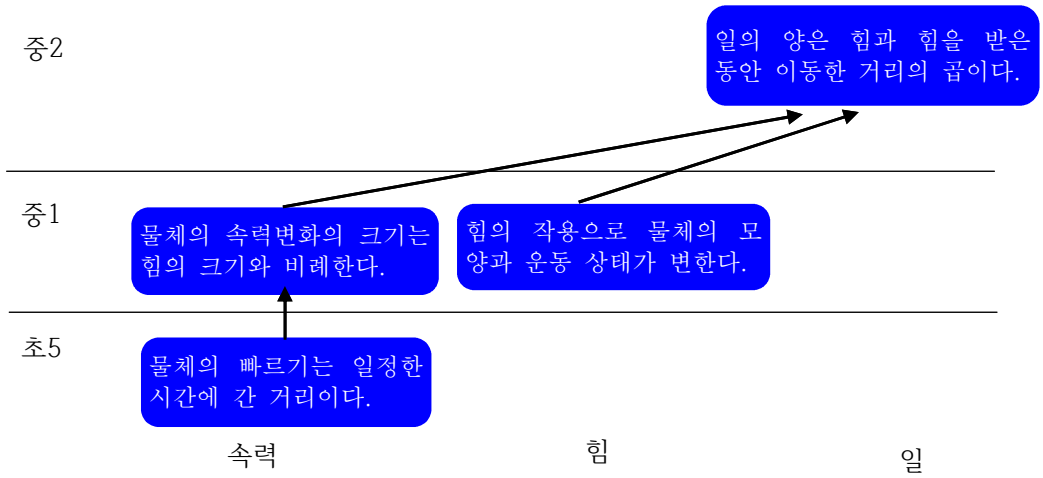
"그럼 직접 만들어볼까요? 조건에 맞는 빨대 발사체를 만들어 봅시다."

학생들은 시행착오를 거치면서 빨대 3개를 연결한 발사체를 만들었고 그것으로 신문지 뚫기 대회에 참가했다. 처음에는 10m, 성공한 학생이 있으면 계속 거리를 늘려서 계속하여 최고 기록으로 순위를 매겼다. 모든 학생에게 같은 거리에서 기회를 2번씩 주었다. 실패했을 때 실망도 했지만 실패한 학생일지라도 상품을 받을 수 있도록 준비했더니 모두 좋아했다. 1등한 학생은 더 좋은 상품을 준비해서 더 기뻐했다. 학생들이 재밌게 참여하는 모습을 보니 늦은 시간 하루의 피곤함도 사라지는 듯 했다.

교육과정과의 연계 ; 비전공자들을 위한 안내

[활동과 관계된 교육과정 연계표]

.



1. 초5학년 교육과정

초등 5학년에서는 운동하는 물체는 시간에 따라 위치가 변함을 설명하고 운동하는 두 물체를 관찰하여 빠르기를 비교할 수 있게 한다. 또한 일정한 거리를 가는 데 걸리는 시간이 서로 다르게 주어졌을 때 물체의 빠르기를 비교하는 과정을 알 수 있다. 또한 일정 시간에 간 거리로 물체의 빠르기를 비교하는 과정을 실험으로 이해할 수 있다.

지도시 주의점

위의 교육과정을 참고하여 초5 이하 학생에게는 빨대의 길이가 길어지면 더 빠른 속력으로 날아가 신문지를 뚫을 수 있다는 것을 활동만으로 알 수 있게 하고 초 5이상에서는 속력이 어떤 조건일 때 더 빠른지를 탐구하는 과정도 가능하다.

2. 중 1학년 교육과정

힘의 작용으로 물체의 모양과 운동 상태가 변하는 것과 힘은 두 물체 사이의 상호작용임을 이해하는 것이 성취기준이다. 또한 물체의 운동을 관찰하여 힘의 작용에 대해 알고, 이를 통해 힘과 운동의 관계를 알아본다.

3. 중 2학년 교육과정

일의 정의를 알고 일의 크기를 계산할 수 있는 것이 성취기준이다. 일의 양은 힘의 크기와 힘을 받는 동안 이동한 거리에 비례하므로 일의 양은 힘과 힘을 받는 동안 이동한 거리의 곱으로 계산할 수 있다. 빨대 속에 성냥개비를 넣고 불어서 신문지를 뚫는 활동은 일의 양이 부는 힘과 빨대의 길에 따라 달라진다는 것을 체험을 통해 알 수 있는 좋은 활동이다.

준비물

빨대, 신문지, 성냥개비, 투명테이프
(모든 준비물은 주변에서 쉽세 구할 수 있다.)

순	재료명		수량	비고
1		빨대	1명당 3~4개	직경이 넓은 빨대(탄산음료용)로 구부러지지 않는 것
2		성냥개비	1명당 1개	일반적인 성냥개비도 되지만 발화제를 제거한 완구용 성냥개비로 하는 것이 더 안전하다.
3		신문지	1장	일반 일간지 크기의 신문지 1장
4		투명테이프	1명당 1개	빨대를 붙이는 용도로 사용

수업 전 준비사항

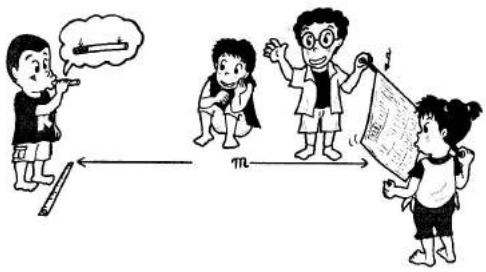
1. 빨대와 성냥개비, 신문지는 넉넉하게 준비한다.
2. 성냥개비는 불붙는 것보다는 완구용으로 사는 것이 아이들이 불붙이는 장난을 예방할 수 있으므로 더 좋다.
3. 신문지를 수업교실 한 쪽 벽면에 붙여놓는다. 신문지는 학생들의 키 높이보다 약간 높은 곳에 부착한다. 신문지를 성냥개비가 뚫고 나갈 수 있도록 벽면에서 살짝 띄워서 부착할 수 있는 곳에 설치한다. 신문지를 붙이는 부분은 다른 부분보다 튀어나온 창문틀이나 책장을 이용하면 된다.
4. 성냥개비로 신문지 뚫기 대회를 할 때 상품을 주면 학생들의 참여도를 더 높일 수 있고 상품은 모두가 가질 수 있도록 넉넉하게 준비한다.

지도시 주의점

준비물은 학생들에게 미리 주지 말고 실험을 할 순서에서 나눠주어서 실험과정을 설명할 때 좀 더 집중하여 들을 수 있도록 한다.

본 활동 내용

1. “자, 이것을 보세요. 빨대 속에 성냥개비를 넣고 불면 성냥개비 화살이 날아갑니다. 이것을 신문지를 겨냥해 분다면 신문지와 성냥개비는 어떻게 될까요?”라고 질문을 던지고 <예상> 답에서 고르도록 한다.



<예상>

가. 신문지는 찢어집니다.
나. 신문지에 구멍이 뚫리면서 성냥개비는 신문지에 박힙니다.
다. 신문지에 구멍이 뚫리고 성냥개비는 신문지 너머로 날아갑니다.
라. 신문지는 조금 뒤로 밀리지만 성냥개비는 그 앞에 부딪혀 떨어진다.

2. 예상을 하고 난 후 관련 동영상을 보여준다.

http://www.youtube.com/watch?v=BQnmv_r0hRo	http://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news_id=N1002036119
	

지도시 주의점

SBS '심장이 뛴다'에서 방송된 내용 중 구급대원이 마취총을 연습하는 장면과 SBS'정글의 법칙'에서 김병만이 바람총으로 사냥하는 모습을 보여준다. 긴 대롱에 마취총화살을 넣고 불어 마치는 모습이 본 활동이 어떤지 예측하게 해준다.

3. 신문지를 뚫을 수 있는 발사체를 직접 만들어보게 한다. 발사체를 만들 때 지켜야하는 조건을 가르쳐준다.
<조건>

빨대 끝과 신문지 사이 거리 2m,
성냥개비의 개조는 안 됨
빨대 개조는 됨.
시간 제한 20분

※ 학생들이 어릴수록 빨대와 신문지 사이 거리를 가깝게 조건을 수정한다.

지도시 주의점

빨대와 빨대를 연결할 때에는 연결부위에 바람이 새지 않도록 테이프를 두르게 하고 빨대의 한 쪽 끝을 뾰족하게 잘라 매끄럽게 연결하게 한다. 어린 학생일수록 빨대를 뾰족하게 자르는 것이 어려우므로 빨대가 약간 구겨지더라도 다른 빨대 속으로 넣고 연결하게 한다.
빨대를 연결할 때 주어진 재료를 사용해 자유롭게 만들 수 있도록 한다.

4. 학생들이 1차로 만든 빨대 발사체를 가지고 신문지 앞에서 1차 시도를 하도록 한다. 만약 실패하였다면 무엇이 문제인지 생각하여 성공하기 위해 보완해야 할 점을 무엇인지 생각해보도록 한다.

지도시 주의점

1차 시도 후 수정 보완할 때 성공한 사람들의 발사체를 참고하여 수정할 사항을 스스로 생각해보도록 지도한다.

5. 수정 보완한 발사체로 2차 시도를 한다. 발사체의 최적의 조건과 부는 최적의 조건을 찾아보도록 한다.

지도 팁!

중학교 학생이라면 성냥개비가 빠르게 날아갈수록 있는 방법들 중 빨대의 길이를 길게 하면 힘을 받는 거리가 길어지고, 세게 불면 힘이 커져서 일을 더 많이 하게 되어 신문지를 뚫을 수 있게 된다는 것을 일의 양은 힘과 이동거리의 곱이라는 이론과 연결해서 이해하도록 지도한다.

그러나 초등학생이라면 너무 어려운 이론을 제시하면 어려워할 수 있으므로 활동 속에서 빠르게 나는 조건만 찾아보도록 한다.

6. 모두 성공하였다면 성냥개비로 신문지 뚫기 대회를 하여 가장 먼 거리를 성공한 사람을 1등 한다.

지도시 주의점

성냥개비로 신문지 뚫기 대회를 할 때 경기가 너무 과열되지 않고 선의의 경쟁을 펼칠 수 있도록 상품을 넉넉하게 준비한다. 가격을 저렴하면서 모두에게 돌아갈 수 있는 간단한 과학 완구가 상품으로 좋다. 완구 중에서 정글총이라는 것도 본 활동과 관련된 것도 있다.



7. 과학일기나 소감문을 쓰면서 활동을 마무리 짓는다.

지도 팁!

학생들과 처음 만나는 첫 시간이라면 서로를 알아가는 시간을 갖고 라포 형성을 위한 활동을 먼저 하는 것이 좋다. 라포 형성에 좋은 활동의 예는 다음과 같다.

※ 라포(rapport) : 사람과 사람 사이에 생기는 상호신뢰관계를 의미하는 심리학 용어

활동명: 나만의 마법 액자 만들기

활동 목적

- 라포 형성을 통해 집단 내 신뢰감 형성을 할 수 있다.
- 앞으로 10년 뒤의 모습을 그린 액자를 만드는 활동을 통해 자아효능감을 높일 수 있다.

준비물

- A4용지 2장, 사인펜, 크레파스, 색연필, 필기도구, 액자, 검은색 그림판, 천 스티커, 자, 가위, 칼

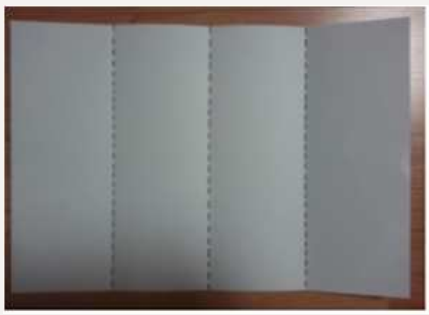
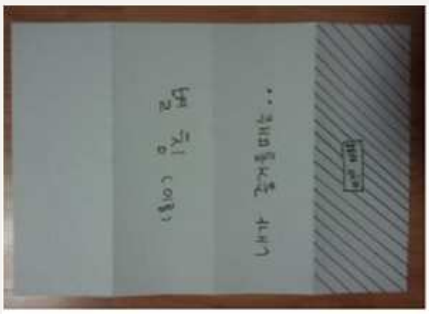
생각하며 탐구하기

활동1. 나를 소개합니다.

1) 자기 이름 앞에 형용사 붙여 종이에 적어 자신의 앞에 놓는다.
   - 예) 반짝이는 박지선, 졸고 있는 박지선,
2) 자신의 이름을 그렇게 꾸민 이유를 다른 사람들에게 이야기하고 자신을 소개한다.
3) 소개를 들으면서 궁금한 점들을 물어보고 서로 이야기하는 시간을 갖는다.

지도 팁!

★ 삼각 팻말 만들기 ★



활동 2. 나만의 마법의 액자 만들기

1) 생생하게 꿈꾸면 이루어진다는 이야기를 생각하면서 자신의 10년 뒤 바라는 모습을 10가지 5분간 눈감고 생각해보자.
2) 자신이 생각한 10가지를 적어보자.
3) 자신이 생각한 10가지 중 꼭 이루고 싶은 것 2~4개를 검은색 스크래치 종이에 나무젓가락을 이용해 그려보자.
4) 그린 그림을 담을 액자를 천 스티커를 이용해 꾸며보자.
5) 완성된 그림을 꾸민 액자에 넣고 매일 하루에 한 번 씩 볼 수 있는 곳에 걸어놓고 매일 나의 10년 뒤 모습을 상상해보자.

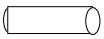
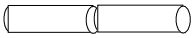
10년 뒤 이루어진다!



10년 후 나는...

완성품 및 활동장면

1. 완성품

빨대 1개	빨대2개	빨대3개
		

2. 활동장면






핵심용어 정리

1. 속력(빠르기)

속력(빠르기)는 일정한 시간동안 이동한 거리이다.

$$\text{속력}(m/s) = \frac{\text{이동거리}(m)}{\text{걸린시간}(s)}$$

2. 힘

힘이 작용하면 물체의 모양이나 운동 상태가 변한다. 물체에 힘이 크게 작용할수록 물체의 속력이 더 크게 변한다.

3. 일

(1) 과학에서의 일

과학에서는 물체에 힘이 작용하여 물체가 작용한 힘의 방향으로 이동할 때 일을 한다고 한다.

(예) 가방을 끌고 간다. 상자를 위로 들어 올린다.

(2) 일의 양

일은 힘과 힘을 받는 동안 이동한 거리에 비례한다.

일 = 힘 × (힘을 받는 동안) 이동거리

$W = FS$

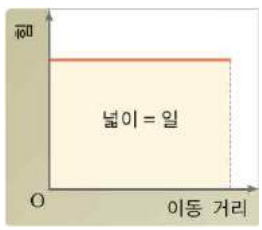
(3) 일의 단위

일의 단위는 J(줄)을 사용한다.

1 J은 1 N의 힘을 작용하여 물체가 1 m 이동했을 때 한 일의 양이다.

1 J은 1 N.m이다.

⑶ 힘과 이동 거리의 관계 그래프: 물체에 작용한 힘을 세로축, 물체가 이동한 거리를 가로축으로 하여 그래프로 나타내면 그래프의 아래쪽 넓이는 일의 양이 된다.



넓이 = 세로축 × 가로축 = 힘 × 이동 거리 = 일

읽기자료

1. 바람총(blowgun)

입으로 불어서 발사체를 강하게 내보내는 관 모양의 무기

주로 사냥에 이용되며 전쟁에는 거의 쓰이지 않는다. 이 무기는 말레이시아인을 비롯한 동남아시아 원주민들, 인도 남부와 스리랑카, 마다가스카르(옛 이름은 말라가시 공화국), 중앙 아메리카 북쪽에서 멕시코 중부, 남아메리카 북서부에서 남동부지역의 아메리카 인디언 등이 주로 사용하고 멜라네시아에서도 드물게 사용되었다. 선사시대에는 앤틸리스 제도에서도 사용되었던 것으로 추정된다. 말레이시아인이 발명한 것으로 보이는 바람총은 콜럼버스가 아메리카 대륙을 발견하기 전에 신·구대륙에 모두 존재했다. 신대륙의 바람총이 인디언의 발명품인지 외부에서 유입된 것인지는 분명하지 않다.

바람총의 길이는 45~700㎝에 이르기까지 다양하다. 4가지 기본형태 가운데 가장 간단한 것은 보통 나무 줄기나 대나무를 잘라서 만드는 단통총이다. 대나무의 마디 사이가 짧으면 마디 사이의 격막을 불로 태우거나 떼어내고 안쪽을 매끄럽게 다듬으면 된다. 대나무로 만든 단통 바람총은 널리 분포되어 있는데, 장난감으로 이용되는 경우가 많다. 또다른 형태는 내통과 외통이 있는 바람총이다. 구대륙(특히 말라야 반도)에서는 대개 대나무로 만들며, 내통은 2개의 통을 짤막한 대나무 조각에 끼워서 조립하는 경우가 많고 외통도 역시 조립식으로 만들 수 있다. 남아메리카 최북단에서는 심을 제거한 야자수 줄기로 외통을 만들며, 종종 내통에도 야자수 줄기를 이용한다. 3번째 형태는 기다란 나무를 쪼개어 속을 도려내고 다시 맞붙여서 만든다. 이런 형태의 바람총은 말라야, 보르네오 섬, 필리핀, 일본, 인도 남부, 남아메리카의 태평양 해안, 네그로 강과 마데이라 강 사이 등에 널리 분포되어 있으며, 루이지애나에서도 발견되었다는 보고가 있다. 가장 만들기 어려운 4번째 형태의 바람총은 신대륙 원주민들에게는 알려져 있지 않았던 것 같다. 이것은 약 2. 5m 길이의 나무토막을 준비한 다음, 한쪽 끝에 끌로 조심스럽게 구멍을 뚫고 원통 모양으로 다듬어 만든다. 이런 유형의 바람총은 보르네오 섬에서 가장 흔히 볼 수 있으며 창이 붙어 있다. 한 부분으로 이루어진 목총은 발리 섬과 셀레베스 섬에서 사용되며, 마다가스카르에서는 뜨겁게 달군 쇠꼬챙이로 나무를 태워서 구멍을 뚫는다. 바람총으로 쏘는 발사체 가운데 가장 흔한 것은 화살이다. 이 화살은 대개 야자수 잎의 가운데 잎맥으로 만들거나 나무와 대나무 조각을 날카롭게 깎아서 만들며, 길이는 4~100㎝까지 다양하다. 화살 밑에는 원뿔 모양의 심이나 꼰 섬유를 감아서 통에 딱 들어맞도록 한다. 이 부분을 바람총 끝에 끼우고 입으로 힘껏 불면 화살이 앞으로 날아간다. 일부 종족은 진흙을 뭉친 탄환이나 뼈조각도 화살 대신 사용한다. 사냥꾼은 대나무·바구니·나무·나뭇잎 등으로 만든 화살통에 화살을 넣어 갖고 다닌다.

작은 새보다 더 큰 사냥감을 잡으려면 화살에 독을 묻혀야 한다. 화살에는 대개 톱니

모양의 새김눈이 있어서, 사냥감의 몸속에 꽂히면 독이 묻은 끝부분이 꺾이도록 되어 있다. 구대륙에서 가장 많이 사용되는 독은 우파스나무의 수액에서 추출한 '우파스 독'인데 사냥감의 심장에 퍼져 독살시킨다. 덩굴식물인 스트리크노스 스트리크노스(Strychnos strychnos)와 스트로판투스속(一屬 Strophanthus) 식물도 독을 추출하는 데 사용된다. 남아메리카에서는 몸을 마비시키는 작용을 하는 큐라레가 널리 사용되지만, 이 독은 몇몇 부족에게서만 구할 수 있다. 이 부족들은 주로 덩굴식물인 스트리크노스 톡시페라(Strychnos toxifera)에서 큐라레를 추출한다. 그밖에 뱀이나 벌레의 독, 부패한 고기에서도 독을 얻는다. 북아메리카 부족들은 독화살을 사용했다는 기록이 없다.

자료출처 : 브리태니커 백과사전



<다양한 바람총의 모습>

2. 운동의 순간을 기록하는 초고속 카메라

초고속 카메라는 사람의 눈으로 인식하기 어려운 짧은 순간의 모습을 촬영할 수 있는 카메라이다. 초고속 카메라는 1초에 수백 장에서 수십만 장 이상의 이미지를 촬영하여 총알과 같이 빠르게 움직이는 물체도 선명하게 찍을 수 있다. 이러한 초고속 카메라로 찍은 사진을 통해 카메라의 설정 시간을 알고 물체의 이동 거리를 측정하면 물체이 속력을 구할 수 있다. 초고속 카메라는 짧은 순간 물체의 충돌, 물체가 폭발하거나 깨지는 순간 등을 찍을 수 있어 초기에는 군사, 스포츠, 자동차, 전기, 전자, 역학 등의 연구용으로 많이 사용되었으나 현재는 예술, 방송, 영화에 이르기까지 사용 영역이 확대되고 있다.



<여러 가지 초고속 사진>



<초고속 카메라>

자료출처 : 과학3 비상교과서

< 활동지 >

활동내용 기록하기

1. 성냥개비가 빠르게 날아가기 위한 방법들을 써보세요.

정답예시) 빨대를 길게 연결한다.
힘껏 분다.
빨대에 바람이 세어나가지 않도록 한다.
빨대가 흔들리지 않도록 한다.

2. 다음 문장에서 올바른 단어에 동그라미를 쳐보세요.

일은 힘이 (커질수록, 작아질수록), 힘을 받는 동안 이동한 거리가 (커질수록, 작아질수록) 커진다.

** 이 자료는 **2014년도 정부**(과학기술진흥기금/복권기금)의 **재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된** 성과물입니다.