

아-2. 투명구슬과 거울

과학을 사랑하는 사람들

가. 활동 개요

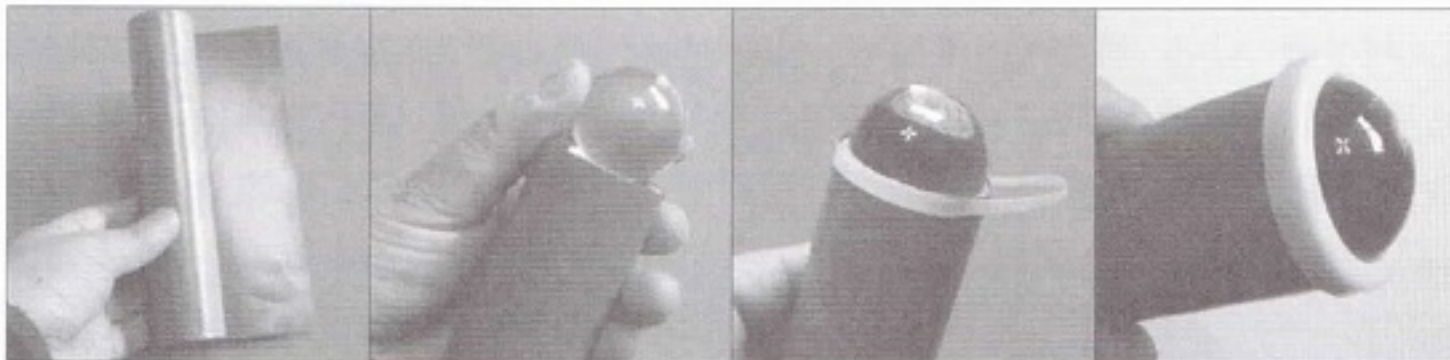
여러 개의 거울에 의해 반사된 빛은 이쪽저쪽 거울로 여러 번 반사가 되어 우리 눈으로 들어오므로 만화경을 통해 본 하나의 물체는 만화경 안에서 보일 때는 수없이 많은 상을 볼 수 있다. 또한 일반적인 만화경과 달리 끝부분을 유리구슬로 마무리를 하면 또 다른 세상의 아름다운 세상을 볼 수 있는 프로그램이다.

나. 준비물

접착칼라시트지, 아크릴거울 3장, 투명구슬, 앞, 뒤 뚜껑, 지관, 투명테이프, 양면테이프

다. 실험 방법

- 1) 지관에 접착 칼라 시트지를 붙인다.
- 2) 지관의 한 쪽에 투명 구슬을 넣는다. 이 때 구슬의 반쪽 정도가 밖으로 나오도록 만든다.
- 3) 지관의 한쪽 끝을 양면테이프로 붙인다.
- 4) 투명 구슬위에 뚜껑을 끼운다.



- 5) 아크릴 거울 세 개를 준비한다.
- 6) 거울 3개를 투명테이프나 절연테이프를 이용하여 거울의 반사면이 안쪽을 향하도록 한 후 삼각기둥을 만든다.
- 7) 6)에서 삼각기둥으로 거울을 지관에 넣는다.
- 8) 지관의 다른 끝을 양면테이프로 붙이도, 뚜껑을 끼워 마무리한다.
- 9) 구슬을 붙인 반대쪽에 눈을 대고, 완성된 구슬 만화경으로 바깥쪽의 물체들을 이리저리 둘러보며 멋진 무늬를 즐긴다.





라. 과학 원리

만화경(kaleidoscope, 구슬만화경은 Teleidoscope라고 한다)은 다양한 무늬가 변화하며 많은 상과 갖가지 아름다운 모양을 나타낸다. 같은 모양은 다시 나타나지 않고 천변만화(千變萬化)하기 때문에 만화경이라고 한다. 만화경 속의 그 아름다움은 거울의 반사를 이용해 만드는 ‘대칭(symmetry)’의 효과에서 온다. 고대 그리스인들은 사물의 아름다움은 대칭에서 나온다는 것을 알고 있었다. 고대 이집트 사람들은 매끄럽게 다듬은 석회암의 석판을 여러 각도로 세워 놓고 그 안에 춤추는 무희를 들여보내 실물 만화경을 즐겼다고 한다. 고대 중국에는 “만 송이의 꽃이 피어나는 통”이라는 뜻의 ‘완후아통(萬花筒)’이라는 물건이 있었다고 한다. 사람들은 이를 만화경으로 추정한다. 하지만 오늘날 우리가 보는 만화경은 데이비드 브루스터 경(卿)이 19세기에 만든 것이다. 편광에 관한 ‘브루스터의 법칙’으로 유명한 이 스코틀랜드의 물리학자는 조명기구를 개선하고, 입체경을 개량하는 등 광학기기의 개발에도 관심이 많았다. 만화경의 원리를 밝힌 그의 논문 ‘만화경론’(1819년)이 발표되자, 이 물건은 삼시간에 유럽 전역으로 퍼져나가고, 세상에 나온 지 3년 후에는 이미 지구 건너편의 일본에서도 제작되고 있었다고 한다. 원래 브루스터는 거울의 반사를 수학적, 광학적 관점에서 탐구하려는 학문적 동기에서 만화경을 만들었다고 한다. 하지만 사람들은 딱딱한 수학이나 광학보다는 만화경이 연출하는 화려한 미적 효과에 더 마음이 끌렸다. 덕분에 오늘날 만화경은 아예 놀이도구가 돼버렸다. 그런 의미에서 현미경이나 망원경과는 정 반대의 길을 걸은 셈이다. 다른 광학기구들은 본디 장난감으로 제작됐다가 후에 과학적 도구로 받아들여졌기 때문이다.

그리고 만화경에는 두 거울 사이의 각도와 상의 수의 관계가 적용된다. 만약 거울 두 장을 60° 로 붙이면 상이 다섯 개 밖에 생기지 않는다. 그러나 거울 세장을 삼각기둥 모양이 되게 붙이면 세 개의 맞닿는 면에서 연속적인 반사가 일어난다. 만약 거울 사이의 각도가 60° 라면 각 맞닿고 있는 두 장의 거울 주위에는 여섯 개의 무늬가 대칭을 이루고 다시 맞은 편 거울에서도 연속적으로 대칭무늬가 만들어진다. 이를 통해 수많은 상이 보이게 되는 것이다.

아-3. 기어태엽 로봇 만들기

과학을 사랑하는 사람들

가. 활동 개요

기어태엽을 이용하여 재미있게 꾸며봄으로써 학생들의 창의성을 신장시키기 위한 프로그램이다.

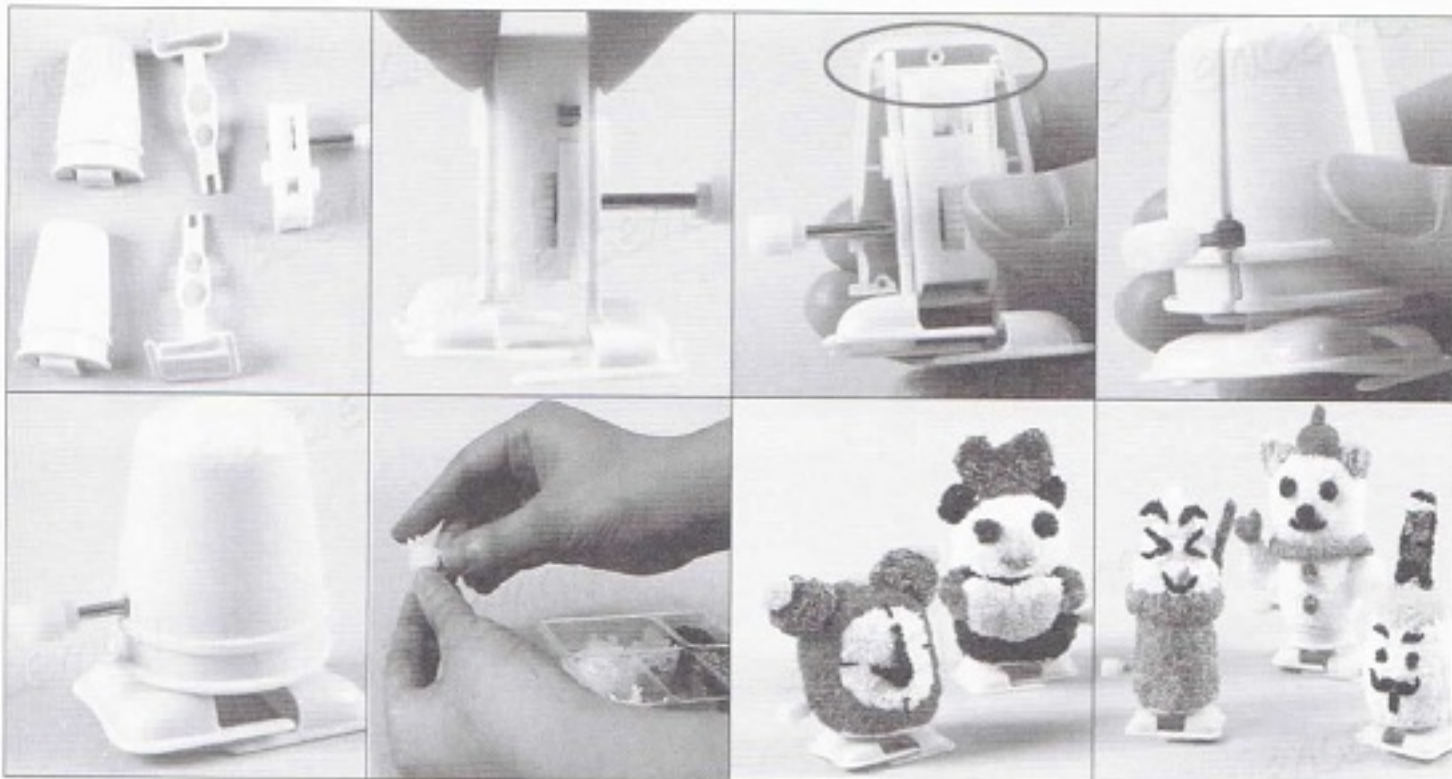
나. 준비물

태엽로봇, 폼클레이



다. 실험 방법

- 1) 태엽 손잡이가 오른쪽으로 오게 한 상태에서 발의 볼록한 부분이 앞으로 향하게 하여 홈을 맞춰 양쪽에 끼운다.
- 2) 오른 쪽 태엽 손잡이를 돌리면 앞으로 전진한다.
- 3) 몸체의 상단 막대와 다리의 홈을 잘 맞춰 끼운다.
- 4) 폼클레이를 필요한 만큼 뜯어서 잘 반죽한 뒤 원하는 모양대로 태엽로봇에 붙인다.



* 본 프로그램에서 사용되는 사진은 저작권자의 허락을 받고 사용하였습니다.

아-4. 빙글 빙글 빙빙이

과학을 사랑하는사람들

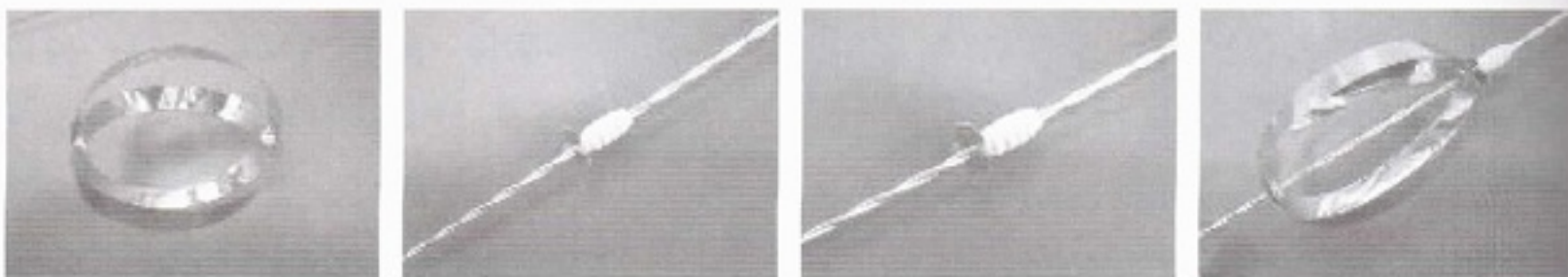
가. 활동 개요

길다란 철사를 꼬아서 가느다란 띠를 움직여 보자. 빙글 빙글 돌면서 오르내리는 모습에는 어떤 과학적인 원리가 담겨있는지 알아보기 위한 프로그램이다.

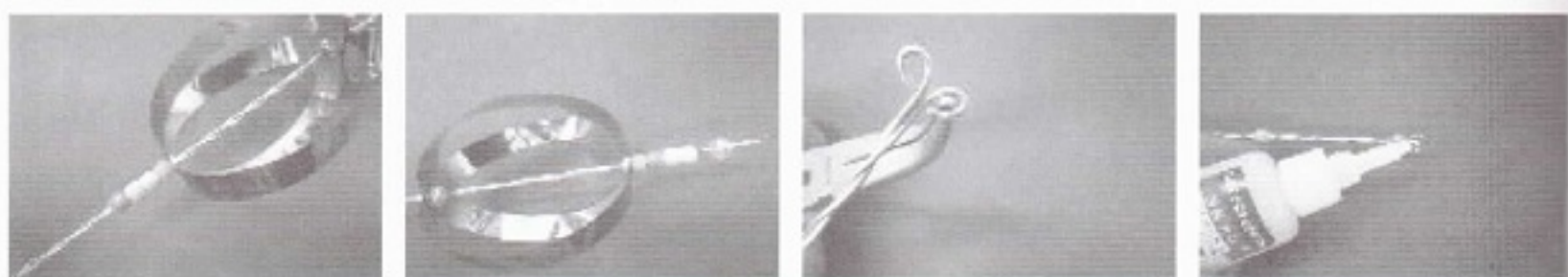
나. 준비물

18호 철사 80cm, 니퍼, 라디오 펜치, 리본테이프(OHP 필름), 철판1cm*1cm), 1자 드라이버, 아일렛 펀치, 아일렛심, 비즈 구슬(손잡이용 1, 고정용 1, 비즈 3개), 순간접착제

다. 실험 방법



- 1) 1cm*12cm 길이의 리본테이프(OHP 필름)를 4장 자른다.
- 2) 아일렛 펀치로 구멍을 뚫고 아일렛심으로 고정한다.
- 3) 철사를 2줄로 꼬아 준다.
- 4) 철판에 1자 드라이버로 홈을 내준다.
- 5) 철사에 손잡이-회전판-기본테이프-구슬-고정 구슬 순서로 넣어준다.



- 6) 철사의 끝부분을 라디오 펜치로 둥글게 말아 준다.
- 7) 고정용 구슬을 순간접착제로 고정한다.

★ 주의할 점

- ☞ 철사에 찢리지 않도록 주의한다.
- ☞ 순간접착제가 묻지 않도록 주의한다.

라. 과학 원리

손잡이를 위쪽으로 밀어주면 회전판과 철사가 만나는 부분에서 원운동이 직선운동으로 바뀌면서 밀려 올라가는 힘으로 점점 빨라지며, 내려올 때는 철사와 회전판의 마찰력을 무게에 의한 중력으로 운동 관성이 커지며 빠르게 내려온다.

아-5. 전자 촛불 만들기

과학을 사랑하는 사람들

가. 활동 개요

물체가 보이는 까닭은 광원에서 나온 빛이 사물에 반사되어 우리 눈으로 들어와 망막에 상이 맺히기 때문이다. 이 과정은 광원에서 나온 빛이 다양한 색깔에 의해 반사되어진 빛은 어떤 모습인지 경험할 수 있는 프로그램이다.

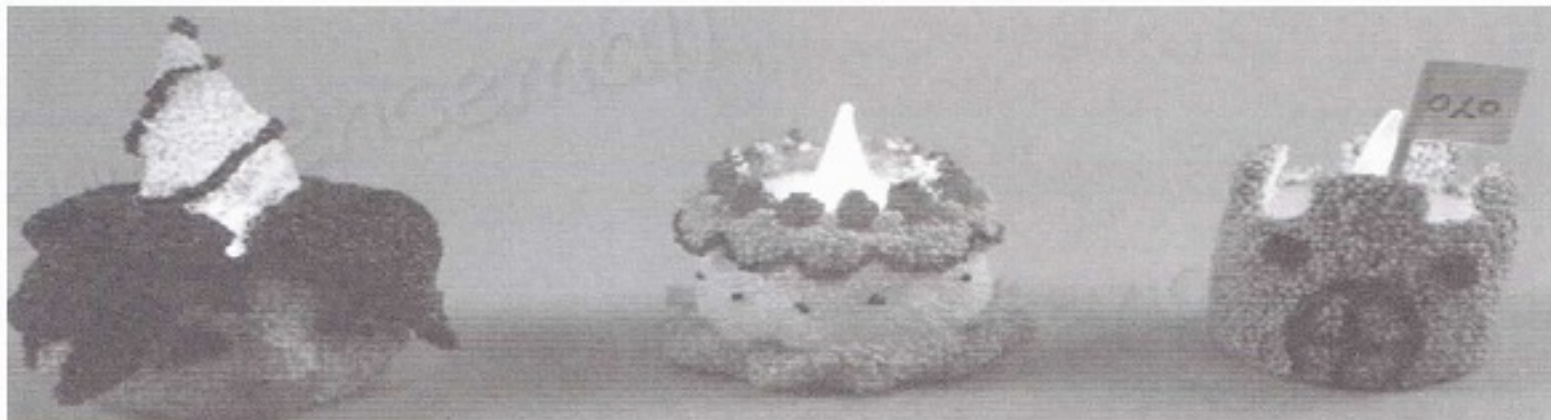
나. 준비물

칼라 폼클레이, 미니 전자 촛불



다. 실험 방법

- 1) 미니 촛불 상단의 센서 구멍의 위치를 확인한다.
- 2) 센서 구멍이 막히지 않게 조심하게 폼클레이를 붙여나간다.
- 3) 손톱으로 콕콕 눌러가며 빈틈이 생기지 않도록 붙인다.



* 본 프로그램에서 사용되는 사진은 저작권자의 허락을 받고 사용하였습니다.

아-6. 정육면체 만화경

과학을사랑하는사람들

가. 활동 개요

6장의 아크릴거울로 정육면체로 만들어 정육면체 속에 비친 프렉탈 무늬를 관찰할 수 있는 만화경을 만들어 봅시다. 빛의 반사가 되풀이되어 아름다운 대칭모양을 관찰할 수 프로그램이다.

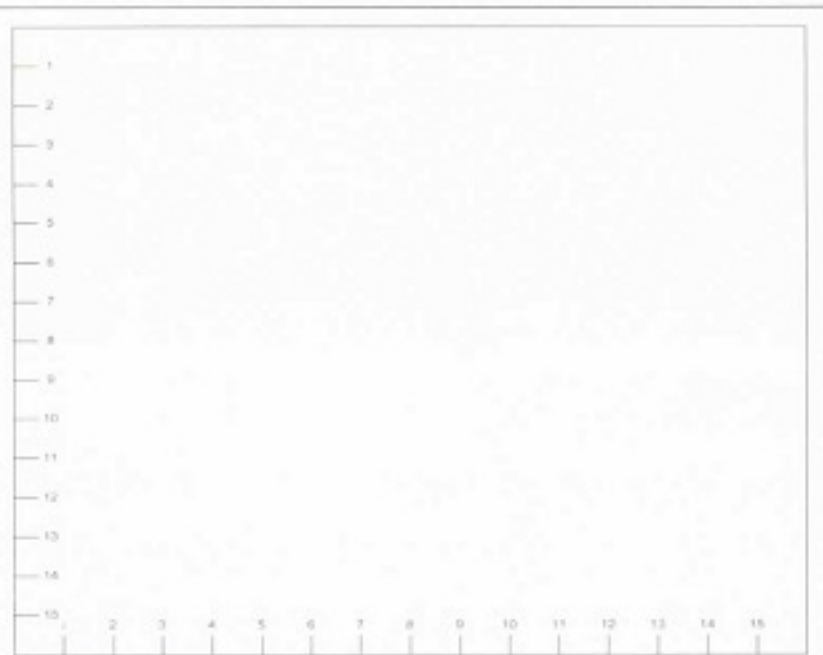
나. 준비물

아크릴 거울 6장, 자, 송곳, 유리테이프, 연필, 가위

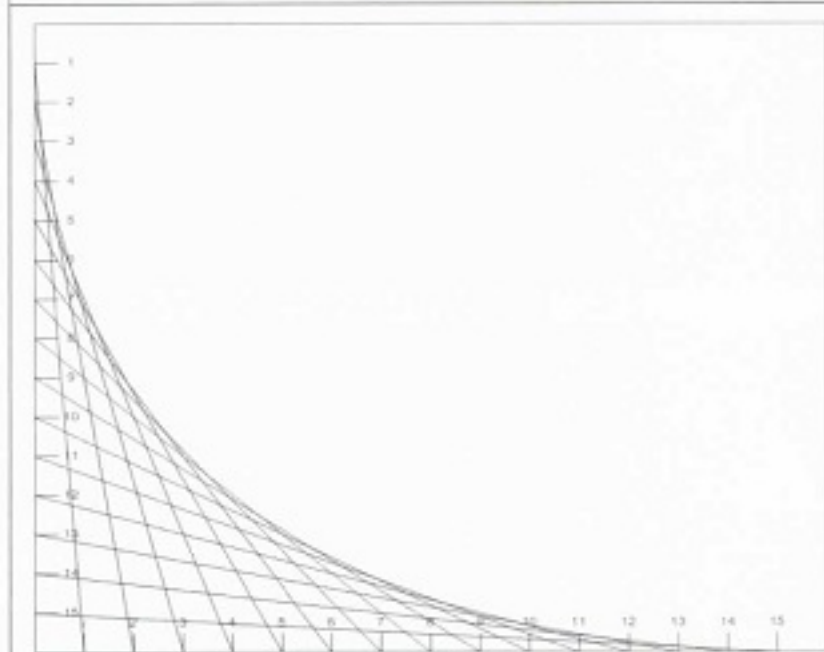
다. 실험 방법



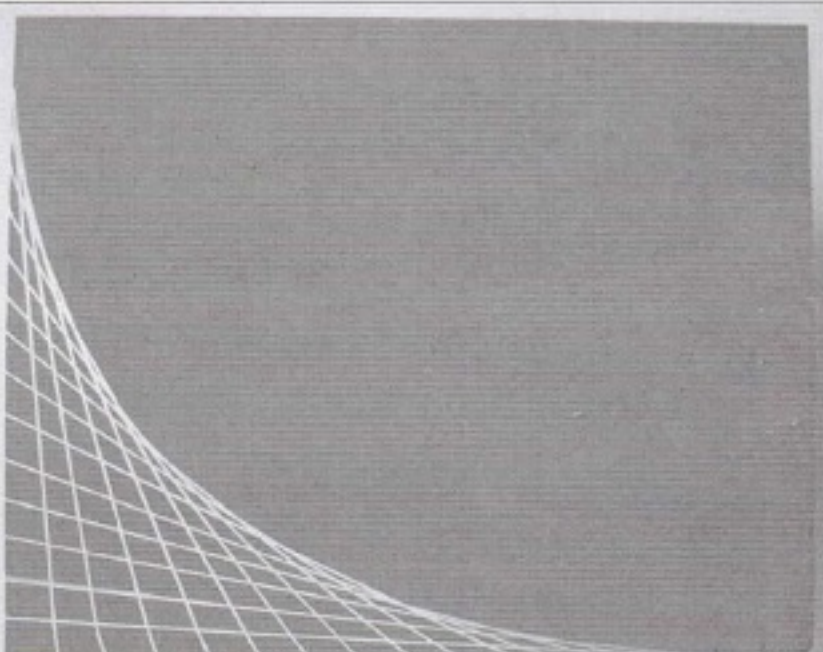
가. 1장의 아크릴 거울 뒷면에 0.5cm 간격으로 눈금을 새깁니다.



나. 아크릴 거울에 새긴 눈금에 번호를 붙여줍니다.

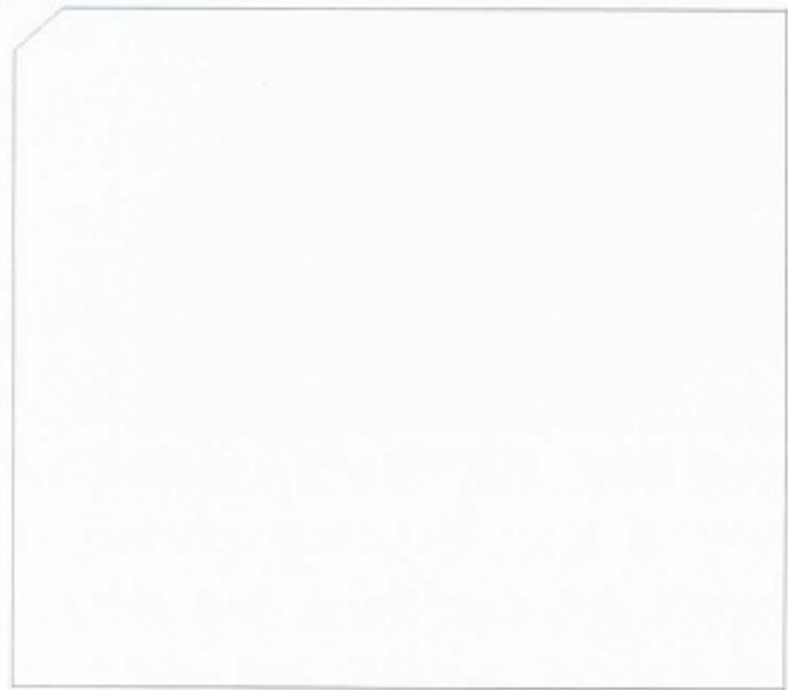


다. 같은 번호끼리 자를 대고 선을 그려 줍니다.



라. 송곳으로 선을 따라 그어 줍니다.

마. 3장의 아크릴 거울 모서리 부분을 1cm 정도로 해서 가위로 잘라 줍니다.



바. 아크릴 거울의 뒷면이 위로 오게 해서 그림과 같이 놓고 유리테이프로 붙여 줍니다. 프렉탈 무늬는 3군데 중 한곳에 놓습니다.

사. 아크릴 거울을 뒤집어 거울면이 안으로 들어가게 정육면체를 만듭니다.

※주의 및 유의사항

가위와 송곳으로 상처를 입지 않도록 주의합니다.

라. 과학 원리

빛은 곧게 나아가는 성질을 가지고 있는데, 이를 '빛의 직진'이라고 합니다. 또, 직진하던 빛이 어떤 물체에 닿아 다시 나오는 것을 '빛의 반사'라고 합니다. 우리는 이런 빛의 직진과 반사 작용에 의해 우리의 눈으로 물체를 볼 수 있습니다. 우리가 만든 만화경의 아름다운 무늬를 볼 수 있는 까닭도 거울에 닿은 빛이 반사되는 성질 때문입니다.

아-7. 전기미로 만들기

과학을사랑하는사람들

가. 활동 개요

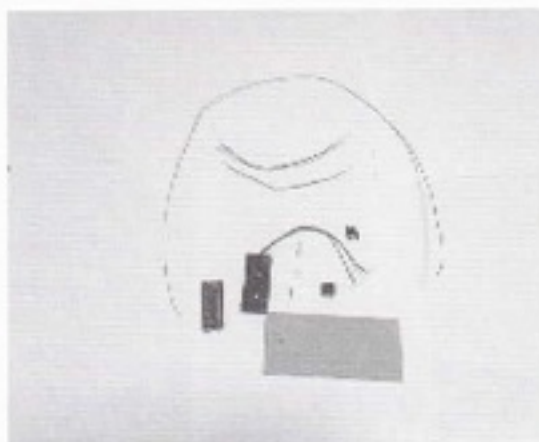
전구에 불이 켜지기 위해서는 전지의 한 극에서 다른 극까지 전류가 흐르는 길에 끊어진 곳이 없어야 한다. 이를 '닫힌회로'라고 한다. 이 전기미로는 전류의 흐름을 철사로 만든 고리로 확인할 수 있고, 닫힌회로를 검사하는 역할을 하는 장치이다. 전기미로에서 서로 다른 극에서 연결된 철사끼리 맞닿게 되면 닫힌회로가 되면서 전선을 통해 전류가 흐르고 LED전구에 불이 들어오며 스피커를 통해 소리가 나게 된다. 반대로 LED전구에 불이 들어오지 않고 소리도 나지 않는다면 전류가 흐르지 않는 곳이 생긴 것으로 이를 '열린회로'라고 한다. 전기미로 게임을 하면서 닫힌회로와 열린회로에 대해 알아볼 수 있는 프로그램이다.

나. 준비물

나무판, 철사, 전선, LED 발광다이오드, 스피커, 몰텍스, 전지끼우개, 전지, 테이프, 클립, 양면테이프, 피복벗기개, 가위

다. 실험 방법

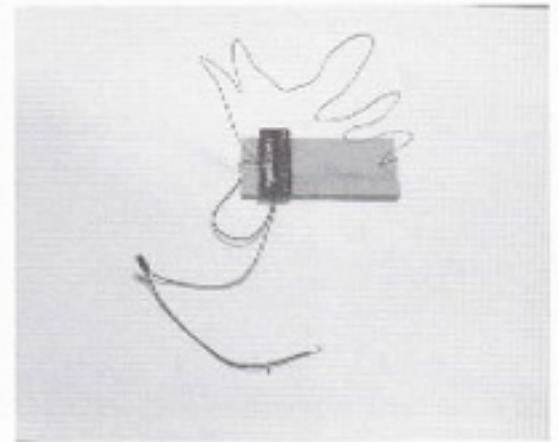
- 1) 나무판(가로12cm, 세로5cm)의 양 끝에 길이60cm의 긴 철사를 구멍에 끼운 후 고정시킨다.
- 2) 철사를 원하는 모양의 미로 모양으로 구부려 준다.
- 3) 전지를 전지끼우개에 끼운 후 양면테이프로 나무판에 고정시킨다.
- 4) 전지의 한쪽 (-)전선은 철사의 한쪽 끝에 연결하고 (+)전선은 다른 긴 전선과 연결하여 몰텍스에 스피커와 발광다이오드를 연결한다.
- 5) 남은 한쪽 전선의 끝에 짧은 철사로 고리막대를 만들어 연결시킨 후 연결부위는 절연테이프로 감싸준다.
- 6) 철사로 만든 구불구불한 미로에 작은 고리막대를 LED 불빛이 나지 않고, 소리가 울리지 않게 통과시키며 열린회로와 닫힌회로에 대해 생각해 본다.



준비물 준비



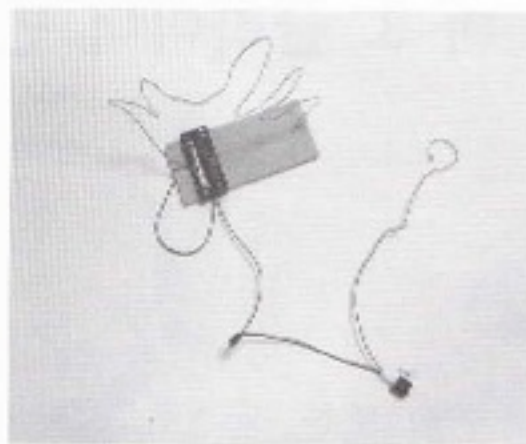
철사로 미로모양 만들기



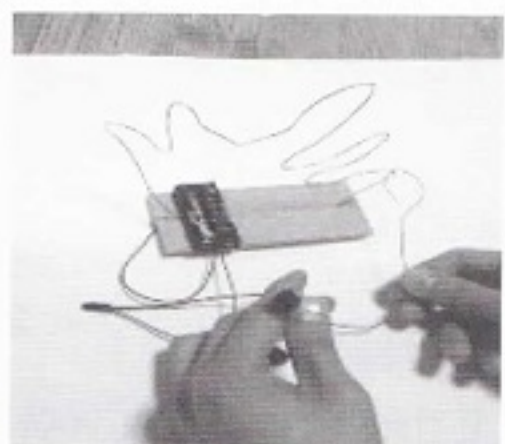
나무판에 전기를 부착



발광다이오드와 스피커 연결



고리막대 연결



미로게임 활동하기

라. 과학 원리

1) 전기회로

전기회로는 전류의 순환회로를 의미하며, 단순히 회로라고도 한다. 전기회로 내 전류의 흐름을 수학적으로 표현하는 두 가지 기본법칙은 옴의 법칙과 키르히호프의 법칙이다.

2) 전기회로의 구성

회로는 저항, 콘덴서, 트랜지스터, 진공관 등의 회로소자로 구성되어 있으며, 각 소자는 도선으로 연결된다. 소자는 수동소자와 능동소자로 나눌 수 있다. 수동소자는 에너지를 만들거나 증대시키지 않는 소자로 저항, 콘덴서, 코일 등이 있다. 반면 능동소자는 에너지를 발생, 증대 또는 변환시키는 소자로 트랜지스터, 진공관 등이 있다.

3) 전기회로의 종류

전원에 따라 직류회로와 교류회로로 나눌 수 있다. 직류회로에서는 전류가 한 방향으로만 흐르고, 교류회로에서는 1초에 수십 번씩 전류의 방향이 바뀐다.

또 회로의 접속방법에 따라 직렬회로와 병렬회로로 나눌 수 있다. 직렬회로는 회로가 나누어지지 않고, 각 소자마다 전체 전류가 흐르는 하나의 경로로 구성된다. 병렬회로는 회로가 나누어져 있고, 각각의 나누어진 회로에는 전체 전류의 일부분이 흐른다.

[출처] 네이버 백과사전

아-8. 글라이더 만들기

과학을 사랑하는 사람들

가. 활동 개요

비행기의 날개를 조절하면 좌우로 또한 상하로 회전하며 되돌아올 수 있도록 할 수 있다. 그런 비행기의 날개가 앞쪽이나 뒤쪽에 위치하면 비행기의 진행은 어떻게 될까? 비행기의 날개를 앞쪽과 뒤쪽으로 자유롭게 위치를 변동할 수 있는 비행기를 만들면 비행기가 어떤 모습의 형태로 날게 되는지 쉽게 실험으로 알아 볼 수 있게 하였다. 그래서 이번 실험에서는 비행기의 날개의 위치를 조절할 수 있는 비행기를 손쉽게 만들고 놀아보면서 비행원리를 알아 볼 수 있는 프로그램이다.

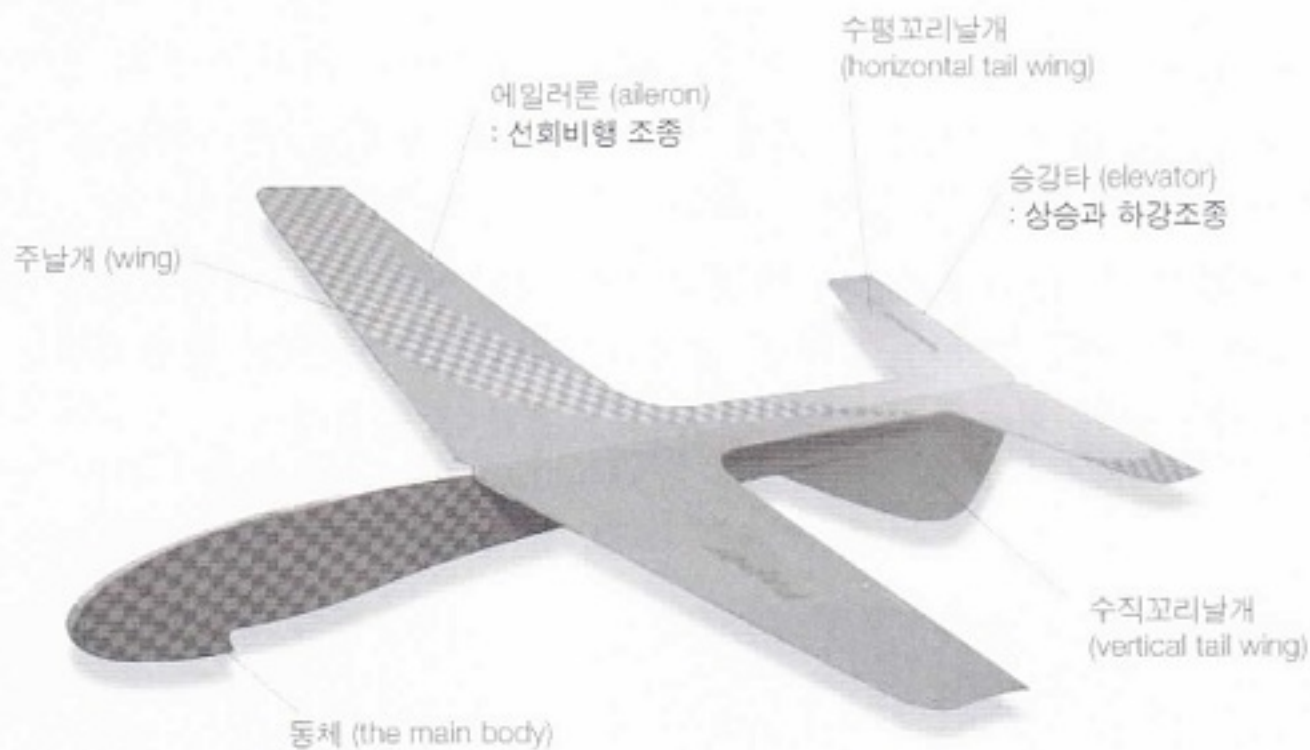
나. 준비물

페이퍼 파일럿

(종이비행기를 뜻하는 Paper와 내가 조종할 수 있는 pilot를 뜻하는 합성어)

다. 실험 방법

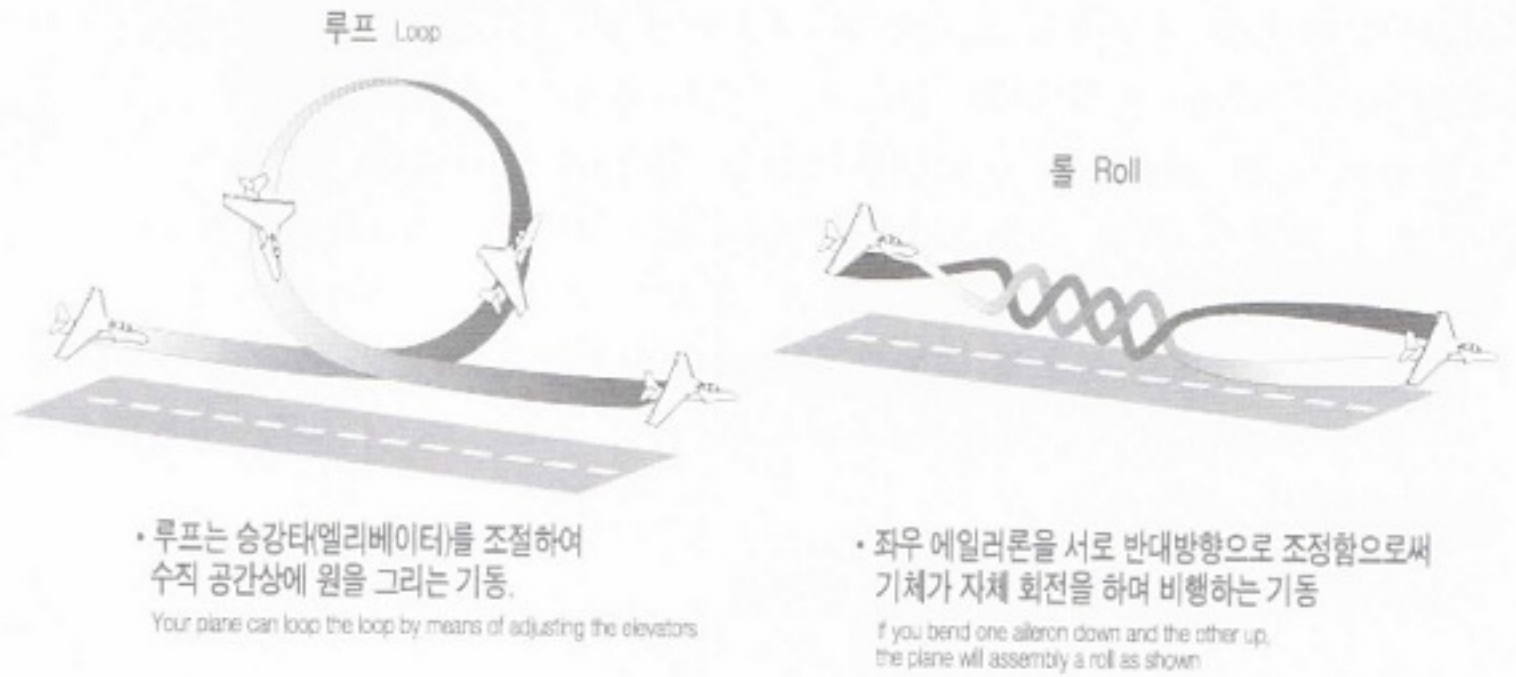
1) 페이퍼 파일럿의 구성요소를 이해한다.



2) 좌우를 조정한다.(에일러론 조정)



3) 곡예비행을 조정한다.



라. 과학 원리

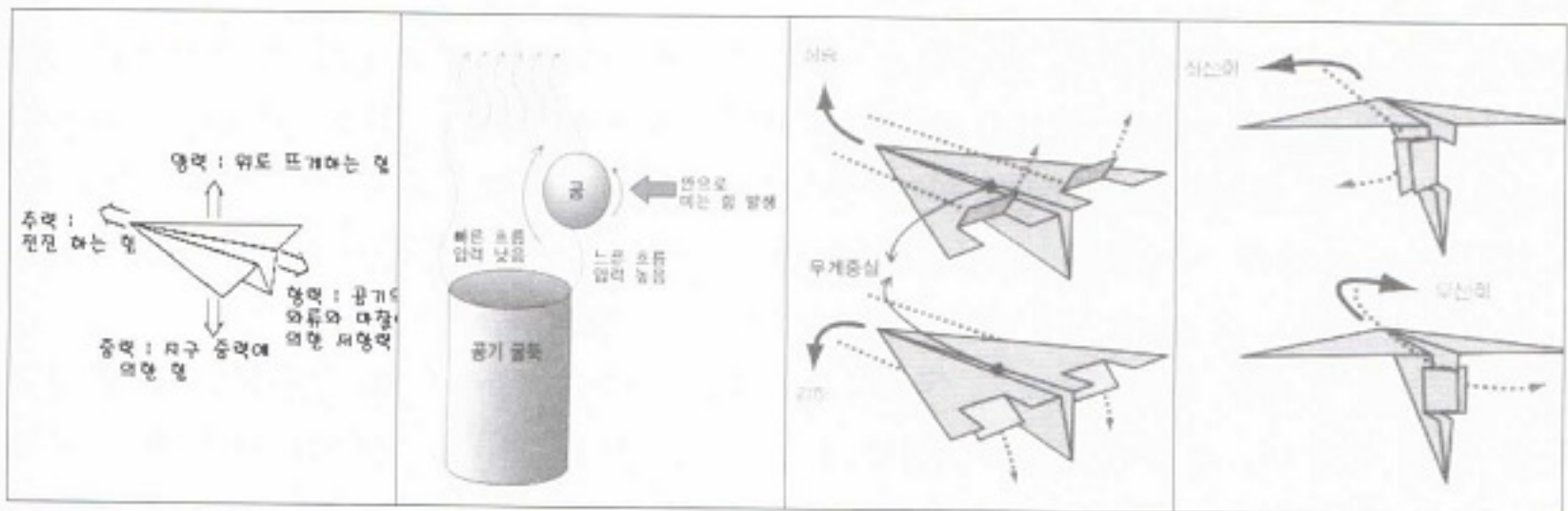
1) 비행기는 어떻게 날 수 있을까?

비행기에는 실제 비행기와 마찬가지로 네 가지의 힘이 작용하고 있다. 먼저 "중력"이란 지구 중력에 의해 아래로 떨어지려는 힘을 말한다. "양력"은 이러한 중력을 이겨내기 위해 위로 뜨게 하는 힘이다. "항력"은 공기흐름에 의해 생기는 마찰력으로, 비행기의 전진 방향과 반대로 작용하는 힘이며, "추력"은 항력에 대항하여 비행기를 전진시키는 힘이다.

비행기는 이상의 네 가지 힘이 균형을 이룰 때 일정한 속도로 수평비행을 하며, 양력의 크기를 조절함으로써 상승/강하비행을, 추력을 조절함으로써 가속/감속비행을 한다.

2) 양력이 발생하는 원리

아랫면은 대체로 편편한 반면, 윗면은 약간의 곡면을 이루고 있다. 공기가 이와 같은 날개단면을 흐를 때, 윗면의 흐름속도가 아랫면보다 빨라지므로, 아랫면에 작용하는 압력이 윗면보다 상대적으로 높아져 결국 위로 떠받치는 힘, 즉 양력이 발생하는 것이다.



아-9. 해파리 트위스트

과학을사랑하는사람들

가. 활동 개요

얇은 비닐테이프를 이용한 과학완구를 만들어 원심력과 잔상 효과를 경험할 수 있는 프로그램이다.

나. 준비물

비닐테이프 12조각, 오뎅꼬지, 장구편

다. 실험 방법

- 1) 길이 30cm, 폭 0.4cm 비닐 테이프를 12개를 준비한다.
- 2) 미리 준비된 접착시트에 비닐테이프 붙인다.
- 3) 계속하여 16개의 비닐 테이프를 붙인다.
- 4) 비닐테이프를 모두 붙인 후 다른 접착시트로 마감한다.
- 5) 펀치로 구멍이 낸 접착시트에 마감되지 않은 쪽 비닐 테이프를 동일한 방법으로 붙여나간다.
- 6) 다른 접착시트로 마감한다.
- 7) 송곳을 이용하여 구멍이 없는 시트에 작은 구멍을 낸다.
- 8) 펀치로 구멍 뚫린 시트지를 아래로 하여 꼬지를 끼운다.
- 9) 꼬지를 넣으면서 중간에 비즈 한 개를 끼운다.
- 10) 꼬지 끝에 접착제를 이용하여 비즈를 고정한다.
- 11) 완성되면 해파리 트위스트의 꼬지 부분을 잡고 천천히 돌려 본다.

라. 과학 원리

1) 원심력

원심력은 회전하는 좌표계에서 관찰되는 관성력으로, 회전의 중심에서 바깥쪽으로 작용하는 것처럼 관찰된다. 하지만, 다른 관성력과 마찬가지로 실제 존재하는 힘은 아니다. 가속하는 계(비관성좌표계) 안의 물체들은 관성에 따라 운동하려하기 때문에, 계를 기준으로 하여 계가 받는 가속도의 반대방향의 가속도를 설명하기 위한 가상의 힘이 관성력이다. 원심력은 관성력 중에서도 회전하고 있는 계 안의 관찰자가 느끼는 가상의 힘이다.

관성좌표계에서 물체는 관성에 따라 등속도 운동을 한다. 그러나 원 운동하는 좌표계는 가속도 운동을 하기 때문에, 관성의 법칙이 성립하지 않고 원 운동하는 계안의 관찰자는 물체가 마치 바깥쪽으로 힘을 받는 것처럼 느끼고 이를 원심력이라 한다. 관성좌표계에서 이 가상의 힘을 원심력이라고 표현하는 것은 오류이다. 관성좌표계에서 관찰했을 때, 이 물체에 대해 바깥쪽으로 작용하는 힘은 없으며, 물체는 단지 관성에 따라 등속도로 운동하려는 것이다.

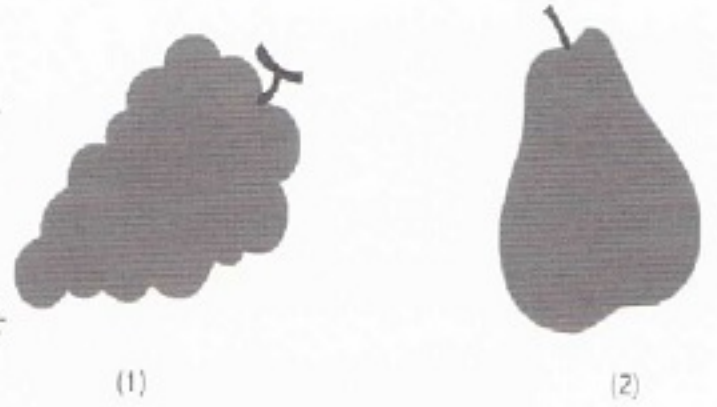
2) 원심력과 구심력

‘회전하는 계에서 관찰되는 원심력’은, ‘관성좌표계에서 관찰되고 실존하는 구심력’과 크기가 같고 방향이 반대이지만, 구심력과 작용 반작용 관계는 아니다. 회전하는 계에서 관찰했을 때는 원심력만 관찰될 뿐, 구심력은 관찰되지 않는다. 관성좌표계에서 관찰했을 때는 구심력과 이에 대한 반작용만 존재할 뿐, 원심력은 관찰되지 않는다. 즉, 좌표계에 따라 구심력과 원심력 중 하나만 관찰된다. 따라서 회전하는 물체의 운동을 설명할 때, 하나의 좌표계에서 (혹은 좌표계를 명시하지 않고) 구심력과 원심력을 동시에 언급하는 것은 오류이다. 또한, 구심력은 실제 존재하는 힘이나, 원심력은 다른 관성력과 마찬가지로 존재하지 않는 가상의 힘이다.

3) 잔상

다음 과일을 1분 정도 계속 보다가 새하얀 벽을 보면 어떤 색이 보일까요? 포도의 보라색을 1분 동안 계속 보다가 새하얀 벽을 보면 노랑 색이 보일 것이다.

또한 빨강색의 사과를 1분 동안 계속 보다가 새하얀 벽을 보면 초록색이 보일 것입니다. 태양을 바라본 후에 푸른 하늘로 눈을 돌리면 태양의 형태가 보인다.



이것을 잔상이라고 한다. 즉 잔상이란 자극을 주어 색각이 생긴 후 자극을 제거하여도 계속 그 흥분이 남아서 원자극과 동질 또는 이질의 감각 경험을 일으키는 것을 말한다.

잔상에는 정의 잔상과 부의 잔상 두 종류가 있다. 카메라의 플래시와 같은 강한 빛을 순간적으로 받으면 플래시가 터진 후에도 같은 색의 잔상이 나타난다. 이것을 정의 잔상이라고 한다.

또한 빨간 햇불을 어두운 곳에서 돌리면 길고 선명한 빨간 원이 그려진다. 이것은 정의 잔상이 계속해서 일어나고 있기 때문이다. 정의 잔상 및 동색잔상은 망막의 흥분 상태의 지속성에 기인한다.

한편 받은 자극에 대해 밝기나 색이 반대로 나타나는 것이 부의 잔상 즉 보색잔상이라고 한다. 보색잔상은 유채색을 지속적으로 응시할 때 색채 순응시 흰색이나 회색에 가까워지는 것이다. 대부분의 자극은 빨강, 녹색, 파랑의 추상체를 흥분시킨다.

아-10. 비행접시 요요

과학을사랑하는사람들

가. 활동 개요

운동하는 물체는 관성을 지니고 있다. 회전운동도 관성을 가지고 있어 회전하는 물체는 계속 회전하려고 하는데, 이를 회전 관성이라고 한다. 또한 원운동 하는 물체는 원 중심의 반대 방향으로 힘을 받게 되는 데 이를 원심력이라고 한다. 이 두가지 원리에 의해 움직이는 종이컵 요요를 경험할 수 있는 프로그램이다.

나. 준비물

종이컵, 이쑤시개, 실, 투명테이프(물레방아), 고무찰흙, 가위, 송곳

다. 실험 방법



1) 종이컵 2개를 포개서 바닥까지 8등분으로 자른 후, 각각을 펴서 납작하게 한다.

2) 종이컵 하나의 정 중앙에 구멍을 뚫어 요요실 두 가닥을 끼운다. 이때 실의 가운데 이쑤시개 조각에 걸쳐 실이 밖으로 빠져 나오지 못하게 한다.



3) 밑에 놓일 종이컵의 바닥에 고무찰흙을 골고루 붙여 무게를 준다.

4) 이 종이컵 두 개를 서로 마주 보게 맞붙여서 각 날개의 끝 부분을 투명테이프로 붙인다.



5) 날개를 유성매직이나 스티커 등으로 장식하면 요요는 완성이다.

6) 요요를 돌려가며 요요 모양의 변화를 관찰하자

라. 과학 원리

1) 관성의 법칙

- 뉴턴의 운동법칙 중 제1법칙.

관성의 법칙은 외부에서 힘이 가해지지 않는 한 모든 물체는 자기의 상태를 그대로 유지하려고 하는 것을 말한다.

즉, 정지한 물체는 영원히 정지한 채로 있으려고 하며 운동하던 물체는 등속 직선운동을 계속 하려고 한다. 달리던 버스가 급정거하면 앞으로 넘어지거나 브레이크를 급히 밟아도 차가 앞으로 밀리는 경우,



트럭이 급커브를 돌면 가득 실은 짐들이 도로로 쏟아지는 경우, 컵 아래의 얇은 종이를 갑자기 빠르고 세게 당기면 컵은 그 자리에 가만히 있는 현상이 관성의 법칙의 예이다.

2) 원심력

- 원운동하는 물체가 중심 밖으로 나가려는 힘.

실제로 원심력이란 어떤 힘이 존재하는 것이 아니라 관성에 의한 효과의 일종일 뿐이다. 실에 매달려 회전하던 강통의 줄이 끊어진다면 강통은 바깥쪽으로 나가는 것이 아니라 접선 방향으로 달아날 뿐이다. 강통의 줄이 끊어지는 순간 구심력은 사라지게 되고 따라서 강통은 아무 힘도 받지 않게 되어 접선 경로로 날아가게 된다.

만약 원심력이 있다면 강통은 어디로 가야 할까? 자동차를 타고 급커브를 돌게 될 때 사람이 바깥쪽으로 밀리게 되는 것도 이와 같이 설명할 수 있다. 자동차 바퀴는 지면과의 마찰력으로 구심력을 전달받으나 사람은 아무 힘을 받지 못해 계속 직진할 수밖에 없다. 그러나 마찰력에 의해 방향이 이미 바뀐 자동차의 벽에 부딪히기 때문에 사람은 마치 계속해서 바깥쪽으로 밀린다고 생각하는 것이다. 즉, 자동차의 원운동과 사람의 직진운동이 부딪치는 현상을 원심력으로 설명하는 것이다.

- 가) 요요가 회전하면 요요 속 공기는 원심력(원의 중심으로부터 멀어지려는 힘)을 받는다.
- 나) 요요의 회전 속도가 빠르면 빠를수록 원심력은 세어진다.
- 다) 요요를 돌리면 시간이 지날수록 가속도가 붙어 더 빨리 돈다.
- 라) 요요의 회전 속도가 빨라지면 요요 속 공기는 원심력을 받아 요요 밖으로 흩어진다.
- 마) 하지만 요요 밖의 공기는 그대로다.
- 바) 그러므로 요요 속 공기의 힘이 요요 아래, 위에서 누르는 공기의 힘보다 약해진다.
- 사) 그래서 요요는 갈수록 납작해진다.