20 년 월 일 요일

시간 : 장소 :

학교 학년 반

번 이름 :

정육면체 만화경

빛의 반사를 이용한 정육면체 만화경을 만들어보고, 만화경의 원리와 기원에 대하여 알아봅시다.

실험키트구성 ····

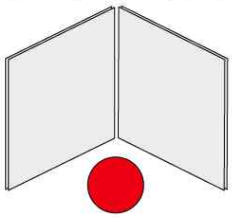
만화경전개도, 플라스틱거울, 대못, 양면테이프

준비물 ····

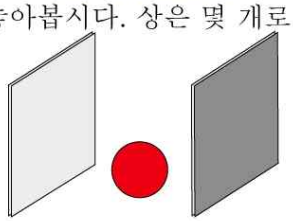
자, 가위

생각해보기 ····

거울 2개를 서로 직각이 되도록 놓고 가운데에 물체를 놓아봅시다. 상은 몇 개로 보이나요?



거울 2개를 서로 마주보도록 놓고 가운데에 물체를 놓아봅시다. 상은 몇 개로 보이나요?



실험방법 ····

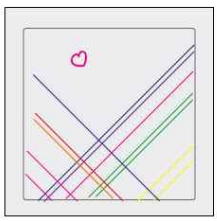
1. 만화경 전개도를 조심스럽게 뜯어내고, 전면의 창도 뜯어냅니다.
2. 양면테이프를 붙이는 부분을 찾아 양면테이프를 붙입니다. (4 개)
3. 만화경 전개도의 뚜껑을 제외한 부분을 조립하여 상자를 만듭니다.
4. 6cm x 6cm 거울 1장의 뒷면에 전개도에서 뜯어낸 전면창종이를 올려놓고 테두리를 그립니다.

   ➘ 테두리 안쪽에 그림을 그릴 예정입니다.

5. 거울 뒷면 테두리 안쪽을 대못의 뾰족한 부분을 이용하여 원하는 모양으로 긁어냅니다.

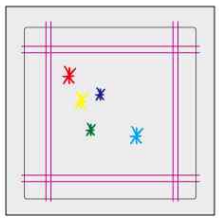
   ➘ 그림이나 선을 긁어낼 때 회색코팅면이 완전히 벗겨져 빛이 잘 들어오도록 합니다.

   ➘ 손을 다치지 않도록 주의합니다.



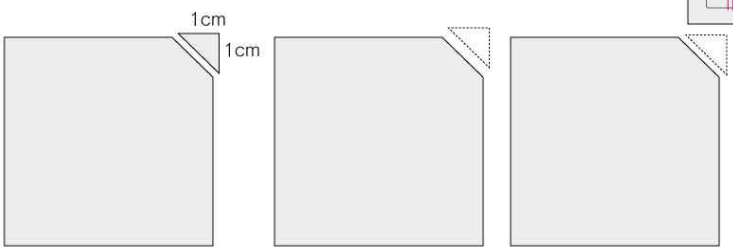
6. 긁어낸 부분에 여러가지 색의 사인펜을 이용하여 색칠합니다.
7. 거울 앞부분의 보호필름을 제거하고 빛에 비추어 보아 원하는 모양이 되었는지 확인합니다.

   ➘ 보호필름을 제거한 거울은 지문이 잘 묻습니다. 지저분해지지 않도록 주의해서 다루세요.



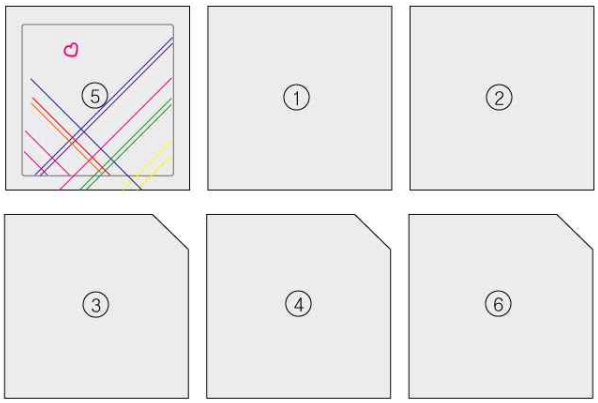
그림예시

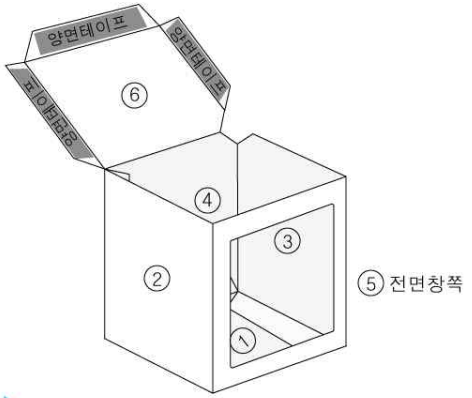
8. 남아있는 거울 중 3장은 그림과 같이 거울의 귀퉁이를 가위로 잘라 준비합니다.



Sciencekit 신나고 재미있는 과학 실험

9. 상자 속에 거울을 넣는 순서대로 넣습니다. 상자 속에서 거울면이 모두 서로 마주보도록 넣습니다.





양면테이프를 작게 잘라 거울을 고정시키세요.

뚜껑인 6번 면을 덮을 때 시접이 모두 바깥으로 나오게하여 붙입니다.

실험시 주의사항 ····

1. 거울을 다룰 때나 대못으로 긁을 때 손을 다치지 않도록 조심하세요.
2. 상자 속에 거울을 넣을 때 제 위치에 맞는 거울이 배치되도록 주의하세요.
3. 뚜껑을 덮을 때 시접이 상자 안에 들어가지 않고 밖으로 나오게하여 테이프로 잘 붙이세요.

확인학습 ····

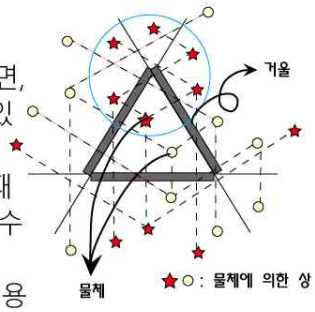
1. 창으로 들여다 본 모습이 어떻게 보이나요?

2. 모양을 낸 창을 하나 더 만든다면 어떻게 보일까요?

원리학습 ····

만화경(萬華鏡)은 같은 모양은 다시 나타나지 않고 천변만화(千變萬化)하기 때문에 붙은 이름입니다. 영문이름인'칼레이도스코프 kaleidoscope'는 'kalos(아름다움)+edios(형상)+scope(볼거리)=아름다운 볼거리'라는 뜻을 가지고 있기도 합니다. 19세기 초에 영국의 물리학자 브루스터가 3장의 거울을 이용하여 원통형의 만화경을 고안하였습니다.

만화경은 거울의 반사를 이용하여 사물의 대칭 형태를 즐기는 놀이완구입니다. 고대 이집트 사람들은 거울처럼 매끄럽게 다듬은 대리석 석판을 무대위에 여러 각도로 세워놓고, 그 안에 춤추는 무희를 들여보내 실물 만화경을 즐겼다는 기록이 있습니다. 멋진 장관이 펼쳐졌겠지요?



만화경의 거울 반사원리는 다음과 같습니다.

그림과 같이 3개의 거울을 서로 60도 각도로 붙여놓고 그 안에 별 1개를 놓아두면, 꼭짓점 주위에는 별 하나에 5개의 상이 생기며 별까지 합하여 6개의 상 (원안에 있는 것)이 보이게 됩니다.

이 6개의 상은 다시 맞은편에 있는 거울에 대해 대칭인 상을 만들게 됩니다. 이때 연속적인 거울의 반사로 인해 상의 모습은 점점 흐려지지만 하나의 물체가 수천 수만 개가 되고 물체가 약간만 움직여도 함께 움직이는 효과가 나타나게 됩니다.

놀이동산 등에 가면 볼 수 있는 거울의 방(미로)도 이러한 거울의 반사효과를 이용하여 만화경과 똑같은 현상을 나타내어 혼돈을 주는 것이랍니다.

느낀점 ····

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	정육면체 만화경			실험 원리	만화경의 기원과 원리
실험 시간	50분	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	만화경 전개도, 플라스틱 거울, 양면테이프, 대못				
교사준비물				학생준비물	자, 가위
실험 결과	**정육면체만화경 1개를 만들어 가지고 갈 수 있습니다.**				
실험팁	TIP 1. 거울면의 코팅지를 벗긴 후에 거울면에 흠집이 생기지 않도록 주의하세요. TIP 2. 구성품인 대못 대신 송곳을 준비하시면 실험하기가 더욱 편합니다. TIP 3. 상자 속에 거울을 넣을 때 귀퉁이로 자른 곳이 만나도록, 위치를 잘 확인하고 양면테이프로 고정하세요. TIP 4. 같은 재료를 가지고 다른 종류의 만화경을 만들도록 응용하셔도 좋습니다. (직육면체, 정사면체 등)				

생각해보기 ····

거울 2개를 서로 직각이 되도록 놓고 가운데에 물체를 놓아봅시다. 상은 몇 개로 보이나요?

물체 1개에 상이 3개가 생겨 총 4개의 물체가 있는 것처럼 보입니다.

거울 2개를 서로 마주보도록 놓고 가운데에 물체를 놓아봅시다. 상은 몇 개로 보이나요?

상이 매우 많이 보입니다.

확인학습 ····

1. 창으로 들여다 본 모습이 어떻게 보이나요?

각자 보이는 모습을 표현하여 답하게 합니다.

(그림을 그린 면이 여러 방향으로 반사되어 그림이 매우 많이 보입니다.)

2. 모양을 낸 창을 하나 더 만든다면 어떻게 보일까요?

각자 생각한대로 표현하게 합니다.

(두 면의 그림이 겹쳐진 상태로 많이 보일 것 같습니다.)

최근 30여 년간 만화경의 기술에 엄청난 발전이 있었다. 덕분에 만화경이 과거와 비할 데 없이 아름다워졌다. 최근에 다시 만화경 르네상스가 일어나는 것은 그 때문일 것이다. 행여 만화경을 애들 장난감 정도로 우습게 여긴다면, 오산이다. 요즘 나온 만화경 구멍에 직접 눈을 대보면, 아마 그 화려한 아름다움에 다들 놀랄 것이다. 만화경을 서양에서는 '칼레이도스코프'라 부른다. "아름다운 볼거리"라는 뜻이다. 이 아름다움은 대체 어디서 오는 것일까?

● 19세기 과학의 딸, 만화경

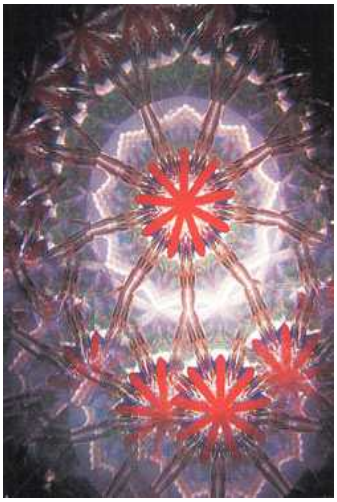
사토 모토히로가 제작한 만화경 '바다의 꽃'(유리). 그는 센다이미술관에서 우연히 만화경을 보고 아예 만화경 작가가 되기로 결심했다고 한다.

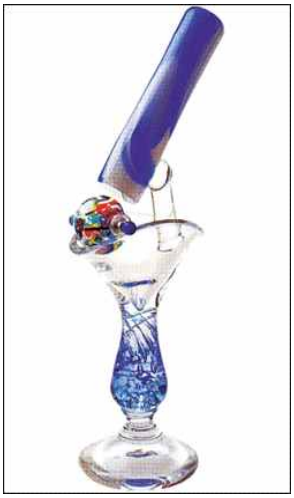
그 아름다움은 거울의 반사를 이용해 만드는 '대칭(symmetry)'의 효과에서 온다. 고대 그리스인들은 사물의 아름다움은 대칭에서 나온다는 것을 알고 있었다. 고대 이집트 사람들은 매끄럽게 다듬은 석회암의 석판을 여러 각도로 세워놓고 그 안에 춤추는 무희를 들여보내 실물 만화경을 즐겼다고 한다. 고대 중국에는 "만 송이의 꽃이 피어나는 통"이라는 뜻의 '완후아통(萬花筒)'이라는 물건이 있었다고 한다. 사람들은 이를 만화경으로 추정한다.

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 삽시간에 유럽 전역으로 퍼져나가고, 세상에 나온 지 3년 후에는 이미 지구 건너편의 일본 땅에서도 제작되고 있었다.

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.





● 수학적 몽환의 대칭미

만화경은 두 개의 얼굴을 갖고 있다. 하나는 차가운 과학의 얼굴이다. 만화경은 철(鐵)의 필연성을 따른다. 그 속의 문양들은 한 치의 오차도 없이 수학적으로 증식되고, 기하학적으로 산포된다. 다른 하나는 포근한 동화의 얼굴이다. 만화경은 집시의 요술구슬이다. 앨리스를 이상한 나라로 데려간 구멍처럼 그것은 보는 이를 순식간에 환상의 세계로 데려간다. 엄격한 수학적 질서가 만들어내는 몽환적 효과. 이 패러독스가 바로 만화경의 매력이다.

만화경의 예술은 기술의 산물이다. 만화경에서 예술과 기술의 구별은 사라진다. 그것의 아름다움은 '대칭'에 있으나, 그 '대칭'을 만드는 게 예술가의 손이 아니라 마주보는 거울이기 때문이다. 하지만 만화경을 만들기 위해 꼭 거울이 있어야 하는 것은 아니다. '대칭'은 수학적 현상이므로, 컴퓨터 프로그램으로도 얼마든지 연출할 수 있다. 모니터 위에 실현된 대칭구조. 이 디지털 만화경도 아날로그 못지않게 환상적이다. 진중권 평론가·중앙대 겸임교수