

20    년    월    일    요일

시간 :    장소 :    🌞🌈🌧️🌱🌌🎨

학교    학년    반

번 이름 :

# 벽을 통과하는 공

## 실험키트구성 ....

편광필름, 상자 도안, 스티로폼 공, 양면테이프

## 준비물 ....

가위, 자, 유성펜

## 생각해보기 ....

'착시 현상'이란 무엇인지 생각해 봅시다.

## 실험방법 ....

### [편광 필름 관찰하기]

1. 편광 필름에 붙어있는 보호필름을 떼어낸 후 편광 필름 두 장을 겹쳐놓고 서로 방향을 바꾸며 관찰합니다.

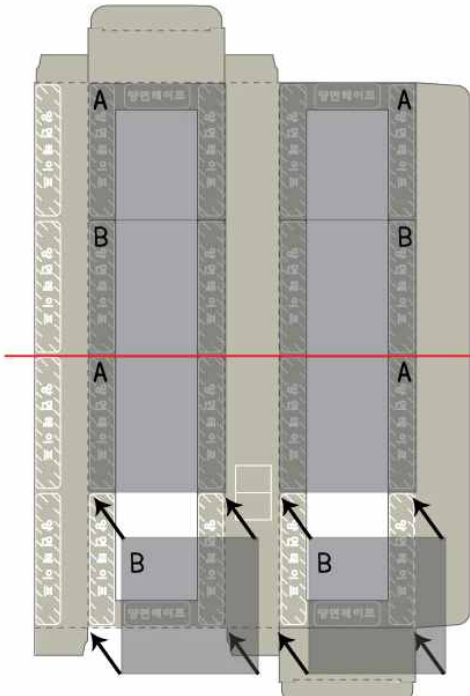
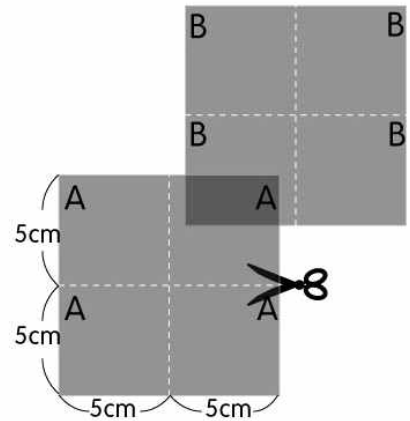
✓어떻게 보이나요? 겹쳐진 부분의 색깔을 관찰해 보세요.




2. 오른쪽 그림과 같이 두 장의 편광필름을 겹쳤을 때 까맣게 되도록 놓고 4등분하는 선을 표시합니다.

3. 편광 필름이 움직이지 않도록 그대로 둔 상태로 한 장에는 A를, 다른 한 장에는 B를 쓰고 4등분 선을 따라 가위로 오려 8조각을 준비합니다.

✓A와 B의 표시는 그림처럼 편광필름의 왼쪽, 또는 오른쪽 가장자리에 합니다.




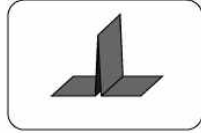
4. 상자 도안을 잘 뜯어내고, 로 표시된 곳에 양면테이프를 붙입니다.

5. 그림과 같이 편광 필름을 상자 도안 안쪽에 붙입니다. 8장 모두 붙이세요.

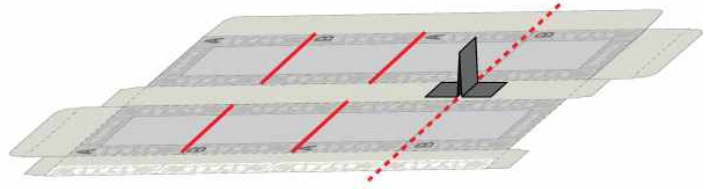
✓세로 방향으로 빈 틈 없이 A, B, A, B의 순서가 되도록 붙이세요. 같은 A끼리는 까맣게 겹쳐지지 않습니다. 붙이기 전에 확인하세요.

중심선입니다. 중심선과 접한 필름부터 붙여나갑니다.

6. 장애물 도안  에 양면테이프를 붙이고 그림과 같이 접은 후 상자 도안에 붙이세요.



- ✓ 장애물로 쓰일 부분입니다. 이 과정을 생략하여도 무방합니다.
- ✓ 스티로폼 공이 칸막이를 못지나가는 것처럼 연출하기 위한 작업입니다. 맨 아래 한 칸 높이에 맞게 위치하도록 붙입니다.



7. 양면테이프를 이용하여 상자를 접어 완성하고, 스티로폼 공을 상자에 넣은 후 관찰합니다.



[ 마술 시범 시나리오 ]

1. 정면 보다는 약간 측면에서 상자를 보여주어야 칸막이가 더 잘 보입니다.
2. 장애물을 장치한 면이 상자의 아래로 가게 하여 기울이면서, 스티로폼 공이 더 이상 굴러가지 않고 칸막이 안에 갇혀 있다는 것을 보여 줍니다.
3. 상자 안에 칸막이가 있지만 공이 통과하는 마술을 보여주겠다고 말합니다.
4. 이제 주문을 외우면서 상자를 돌려 위아래를 바꿉니다. 이때, 주문을 하면서 관객의 시선을 다른 곳으로 돌립니다.
5. 장애물을 장치한 면이 위로가게 한 상자를 이리저리 기울이면서 공이 상자 끝까지 굴러가는 모습을 보여 줍니다. (마음껏 기울여도 검정실 장치는 상자의 위쪽에 있으므로 공은 잘 굴러다닙니다.)



이제 당신은 멋진 마술사!!

### 실험시 주의사항 ....

1. 편광필름의 방향에 유의하여 실험합니다.
2. 칼과 가위를 사용할 때 손을 다치지 않도록 합니다.

### 확인학습 ....

1. 편광 필름으로 만든 상자 속에 마치 칸막이가 있는 것처럼 보이는 이유는 무엇입니까?
2. 오늘의 실험으로 알 수 있는 편광 필름의 성질은 무엇입니까?

## 원리학습 ....

빛, 소리 등의 파동에는 그림과 같이 뱀처럼 좌우로 움직이며 s자로가는 횡파와 지렁이처럼 앞뒤로 줄었다 늘었다 가는 종파가 있는데 빛은 횡파에 속합니다.

편광필름은 고분자물질을 한쪽 방향으로 길게 늘려 만든 투명한 필름인데, 늘린 방향으로 축(편광축)을 가지게 되므로 여러 방향의 빛 중에서 편광축과 나란한 빛만 통과시키는 성질을 가지고 있습니다.

따라서 두 편광필름의 편광축을 **평행**하게 놓으면 편광축과 나란한 빛이 충분히 들어오므로 **밝게** 보이지만, 두 필름의 편광축을 **수직**으로 놓으면 어떤 빛도 통과하지 못하기 때문에 **어둡게** 보이지요.

오늘 만들어본 편광 마술상자는 긴 상자 안에 검은 칸막이가 세 군데 있는 것처럼 보입니다. 이렇게 실제로 존재하지않는 물체나 모양이 보이는 것처럼 느끼는 것을 '**착시현상**' 이라 하지요.

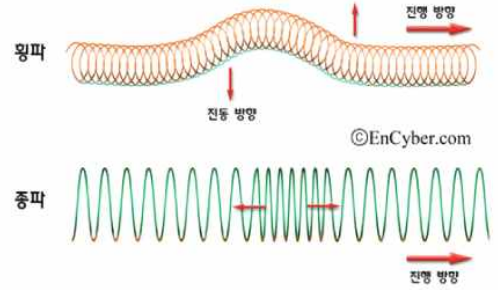
**착시현상 [optical illusion]** : 외계 사물의 객관적인 성질(크기 · 형태 · 빛깔 등의 성질)과 눈으로 본 성질 사이에 차이가 있는 경우의 시각을 가리킨다. 이와 같은 차이는 항상 존재하므로 보통은 양자의 차이가 특히 큰 경우를 착시라고 한다.

이것은 상자 밖에서 볼 때, A 편광필름과 B 편광필름이 겹쳐지는 부분은 편광축이 서로 수직이 되어 빛이 통과하지 못하기 때문에 생기는 착시현상입니다.

여기에 장애물 장치를 이용하여 상자 속 공을 마치 긴 상자 속 한 칸에 가두어 둔 것과 같은 효과를 냅니다. 여러분이 주문을 요란하게 외우면서 상자를 살짝 돌려 위아래를 바꾸어주면(검은실 장치가 위로 가도록) 공이 잘 굴러가서 마치 공이 칸막이를 통과하는 신기한 현상을 보이게 되었습니다.

마술 속의 과학!! 신기하지요?

## 느낀점 ....



## ■ 교사용 실험 자료실 ■

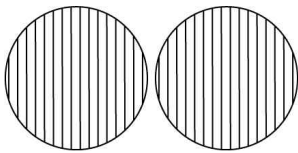
실험 제목	벽을 통과하는 공			실험 원리	편광필름을 이용한 마술의 원리
실험 시간	40분	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	편광필름, 상자 도안, 스티로폼 공, 양면테이프				
교사준비물				학생준비물	가위, 자
실험 결과	완성된 '벽을 통과하는 공' 1개씩 가지고 갑니다.				
실험 팁	<p>TIP 1. A편광필름과 B편광필름의 배열이 가장 중요합니다. 순서에 맞춰 잘 붙이도록 지도해주세요.</p> <p>TIP 2. 마술장치(검정실의 고정)는 저학년의 경우 하지 않아도 무방합니다. 단순히 공이 벽을 통과하는 마술을 하는 것만으로도 신기해 합니다.</p>				

### 생각해보기 ....

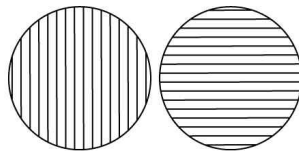
착시현상이란 무엇인지 생각해 봅시다.

실체의 성질과 눈으로 본 성질이 큰 차이를 보이는 현상입니다.

실험방법 1. 편광 필름에 붙어있는 보호필름을 떼어낸 후 편광 필름 두 장을 겹쳐놓고 서로 방향을 바꾸며 관찰합니다. 어떻게 보이나요? 겹쳐진 부분의 색깔을 관찰해 보세요.



가장 밝은 경우



가장 어두운 경우

그림처럼 편광축이 실제로 보이지는 않습니다.

편광축이 서로 수직으로 만나면 완전히 검게 보입니다.

### 확인학습 ....

1. 편광필름으로 만든 상자 속에 마치 칸막이가 있는 것처럼 보이는 이유는 무엇입니까?

상자를 관찰할 때 A편광필름과 B편광필름의 편광축이 수직으로 교차하여 검게 보이는데 이 부분이 마치 칸막이처럼 보이는 착시현상입니다.

2. 오늘의 실험으로 알 수 있는 편광필름의 성질은 무엇입니까?

고분자 물질을 길게 늘어 만든 편광필름은 한쪽 방향으로 편광축을 가지고 있습니다.

그래서 두 장의 필름을 겹쳐놓았을 때 그 축의 방향에 따라 밝기를 조절할 수 있습니다.

### 편광판

편광상태가 무질서하게 섞여있는 편광 안된 빛에서 특정한 방향으로의 선편광된 빛을 선택적으로 투과시키는 광학기구를 편광판(polarizer)이라고 한다. 이러한 물질은 여러 가지 종류가 있을 수 있으나, 대체로 한 방향의 선편광된 빛을 선택적으로 흡수하거나 굴절시켜 버려서 그 방향에 수직인 선편광만을 통과시키기 때문에 편광판의 역할을 하게 된다. 이때 선택적으로 통과시키는 방향을 편광축이라 하는데 편광축의 성분을 전부 투과시키고, 수직성분을 전부 차단시킨다면 이는 이상적인 편광판이 된다.

빛의 편광방향을 전기장의 진동 방향으로 삼고 있고, 편광판은 전기장을 편광축에 나란한 성분만 통과시키게 된다. 따라서 편광축에 대해  $\theta$ 의 각을 하고 있는 선편광의 빛이 들어오는 경우를 생각해 보자. 입사하는 전기장의 진폭을

$E_{i0}$ 라 할 때, 편광판을 통과하는 전기장  $E_{t0}$ 은 이의 편광축 성분이 되어

$$E_{t0}(\theta) = E_{i0} \cos \theta \quad (1)$$

빛의 밝기는 진폭의 제곱에 비례하므로 아래와 같은 투과 밝기의 식을 쓸 수 있을 것이다. 이를 말루스의 법칙이라 한다.

$$I(\theta) = I(0)\cos^2\theta \quad (2)$$

여기서  $I(\theta)$  는 투과한 빛의 밝기이고,  $I(0)$  는 입사한 빛의 밝기, 투과한 빛의  $\theta = 0$  에서의 밝기이다. 원래 말루스는 이 관계를 빛의 전자기파로서의 성질이 규명되기 훨씬 이전인 1809년에 발견하였다. 이는 빛의 파동량이 성분으로 분해되기도 하고 합성되기도 하는 벡터의 성질을 가지고 있는 것을 처음으로 확인시켜 준 것이다.

## OPP필름

OPP(oriented polypropylene)란 PP(Poly propylene)를 일축 또는 이축으로 연신을 하여 제조한 필름으로 투명하고 광택이 있으며, 우수한 방습성을 지니고 있습니다. 최근 병과, 스낵, 쿠키등의 방습성 식품에서는 포장재의 다양화와 더불어 더 높은 방습효과를 요구 하고 있으며,포장재로는 Heat-Sealable OPP, PVDC Coated OPP/OPP, OPP/중착 CPP등의 중착필름 과 같이 재료의고급화가 진행되고 있습니다.

### 용도

- 1.투명성 및 표면광택도, 기계적 강도가 우수하여 스낵류, 빵류, 라면류등 각종 유연포장의 인쇄용으로 사용되고 있습니다.
  - 2.방담성(anto-fog)을 갖도록 처리된 방담필름은 과일이나 채소포장에 이용됩니다.
  - 3.White필름이나 Pearl(펄)폴리프로필렌 필름은 기존의 종이대용이나 흰색인쇄 대용으로 병과류나 초코렛 제품류에 사용됩니다.
  - 4.White필름이나 Pearl필름은 일반적인 폴리에틸렌 필름과 달리 밀도가 0.56~0.65로 단위무게당 기공층의 표면적이 넓게 형성되어 있습니다.
  - 5.그외 최근 폴리프로필렌 특유의 표면광택성은 표면 재질을 통하여 무광택으로 제조한 무광택 필름은 제품의 차별화를 위해 식품포장 및 쇼핑백등에 사용되고 있습니다.
- 위의 pp지와 opp지가 다른 용도로 사용된다기 보다는 pp지와 비슷하나 opp지에 필름을 입힘으로써 다양한 효과를 낼 수 있다는 장점때문에 자주 쓰이나 약간 비싼 것이 흠입니다.

## 착시 [錯視, optical illusion]

시각(視覺)에 관해서 생기는 착각.

외계 사물의 객관적인 성질(크기 ·형태 ·빛깔 등의 성질)과 눈으로 본 성질 사이에 차이가 있는 경우의 시각을 가리킨다. 이와 같은 차이는 항상 존재하므로 보통은 양자의 차이가 특히 큰 경우를 착시라고 한다. 따라서 착시의 현상은 시각 일반에 통하는 원리에 따르는 것이므로, 착시의 연구는 시각의 일반원리를 구명하는 것에 연결된다.

착시로는 기하학적 착시, 원근(遠近)의 착시, 가현운동(假現運動), 밝기나 빛깔의 대비, 요구나 태도에 입각하는 착시 등이 있다. 영화처럼 조금씩 다른 정지한 영상을 잇따라 제시하면 연속적인 운동으로 보이는 가현운동, 주위의 밝기나 빛깔에 따라 중앙부분의 밝기나 빛깔이 반대방향으로 치우쳐서 느껴지는 밝기와 빛깔의 대비, 공복시에는 다른 것을 그린 그림을 음식물의 그림으로 잘못 보는, 이른바 요구에 입각하는 시각의 변화 등도 일종의 착시라고 할 수 있다.