

# II

## 빛과 파동

1. 빛
2. 빛의 반사와 굴절
3. 파동의 발생과 전파
4. 소리





컴퓨터나 휴대 전화의 화면은 어떻게 다양한 색을 표현할까?  
또 거울이나 렌즈를 통해 물체를 볼 때 물체의 모습이 다르게 보  
이는 까닭은 무엇이며, 오케스트라 연주를 들을 때 여러 가지 소  
리가 들리는 까닭은 무엇 때문일까?

이 단원에서는 빛의 합성, 빛의 반사와 굴절에 대해 알아보고  
파동에 대한 이해를 바탕으로 소리의 세기, 높낮이, 맵시에 대해  
알아보자.





# 빛의 합성으로 그린 그림

“그랑드자트섬의 일요일 오후”는 1885년 쇠라가 여러 개의 작은 점을 찍어 표현한 점묘화 작품이다. 먼 곳에서 보면 붓으로 칠을 하여 그린 일반적인 유화처럼 보이지만 가까이에서 자세히 보면 매우 작은 점들이 빼곡히 찍혀 있는 것을 알 수 있다. 우리가 그림을 감상할 때에는 가까이 있는 점에서 나온 빛이 합성되어 보이게 된다.



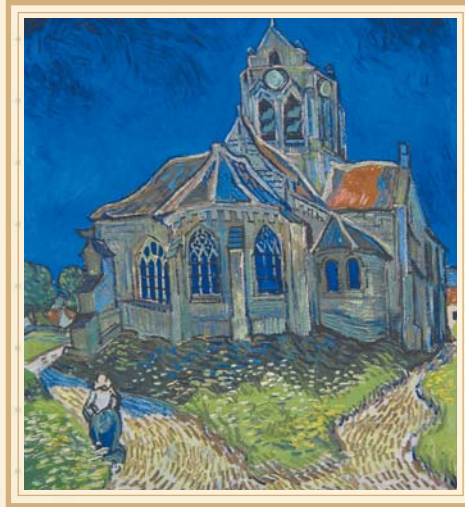
쇠라의 “그랑드자트섬의 일요일 오후”



**Q** 노란색 부분에는 어떤 색의 점이 찍혀 있는지 찾아보자.

“오베르 교회”는 1890년 고흐가 캔버스에 물감을 칠하여 그린 그림이다. 13세기에 고딕 양식으로 지어진 이 교회의 양측 면에는 두 개의 로마네스크 양식의 예배당이 있다. 자신의 다른 작품과 마찬가지로 고흐는 격렬한 붓놀림으로 이 그림을 표현하였다.

몇 가지 색의 사인펜을 이용하여 규칙적인 간격으로 점을 찍어 먼 곳에서 관찰해 보자. 또 사인펜으로 점을 찍어 “오베르 교회”의 일부를 그려 보자.



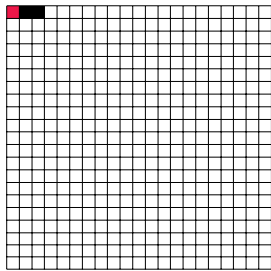
빈센트 반 고흐의 “오베르 교회”

### | 준비물 |

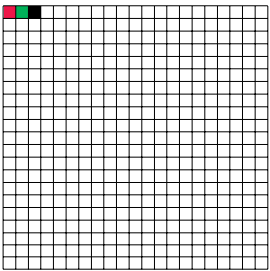
사인펜(빨간색, 초록색, 파란색, 검정색)

### | 과정 |

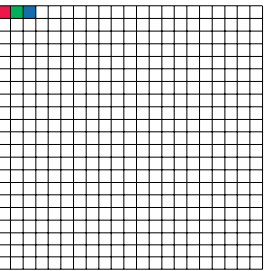
- ① (가)의 작은 칸마다 빨간색, 검정색, 검정색을 순서대로 빼곡하게 칠해 보자.
- ② (나)의 작은 칸마다 빨간색, 초록색, 검정색을 순서대로 빼곡하게 칠해 보자.
- ③ (다)의 작은 칸마다 빨간색, 초록색, 파란색을 순서대로 빼곡하게 칠해 보자.
- ④ 과정 ①~③에서 칠한 (가), (나), (다)의 색이 보이도록 한 상태로 점점 멀리하면서 어떤 색으로 보이는지 관찰해 보자.
- ⑤ (라)는 “오베르 교회” 그림의 일부이다. 왼쪽의 그림을 보고 오른쪽 그림에 사인펜으로 작은 점을 찍어 그림의 일부를 그려 보자.




(가)



(나)



(다)



(라)

- ① 과정 ①~③에서 (가), (나), (다)는 각각 어떤 색으로 보이는가?
- ② 점묘화에서 색이 합성되어 보이는 원리를 생각해 보자.



# 물체를 보는 원리

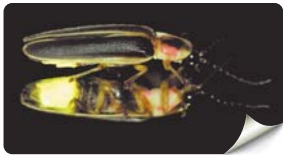
- 이 단원을 배우면**
- 물체를 보기까지 빛의 경로를 설명할 수 있다.
  - 빛이 직진한다는 것을 설명할 수 있다.



어두운 곳에서 물체를 볼 수 없는 까닭은 무엇일까?

### 빛을 내는 생물

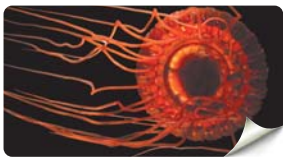
반딧불이와 깊은 바다에 사는 동물 중 일부는 스스로 빛을 낸다.



반딧불이



심해 새우



해파리

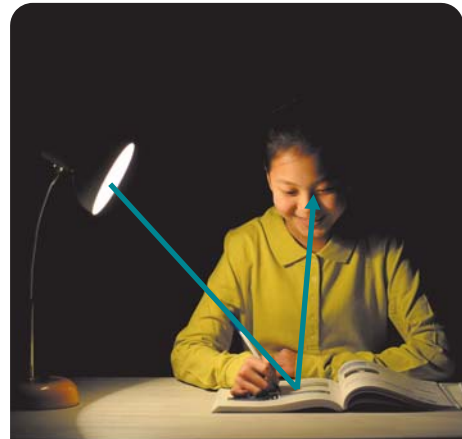
### 광원

깜깜한 방에서는 물체가 보이지 않지만 전등을 켜면 보인다. 또 밝은 곳이라도 눈을 감으면 물체가 보이지 않지만 눈을 뜨면 보인다. 이와 같이 물체가 보이려면 물체에서 반사된 빛이 우리 눈에 들어와야 한다.

태양, 형광등, 촛불 등과 같이 스스로 빛을 내는 물체를 **광원**이라고 한다. 광원에서 나온 빛이 눈에 들어오면 광원을 볼 수 있다. 한편, 책과 같이 스스로 빛을 내지 않는 물체는 어두운 곳에서는 볼 수 없지만 빛을 비춰 주면 물체 표면에서 반사된 빛이 눈으로 들어오기 때문에 물체를 볼 수 있다.



광원에서 나온 빛



반사된 빛

**그림 1** 물체를 보는 과정 광원에서 나온 빛이나 반사된 빛이 눈에 들어오면 물체가 보인다.

## 빛의 직진

빛이 지나가는 경로는 어떻게 될까?



미니 탐구

실험

빛의 직진

**준비물** 레이저 포인터, 분무기, 물, 우유, 비커, 보안경

① 레이저 포인터로 교실 벽에 빛을 비쳤을 때 공기 중을 지나가는 경로가 보이는지 살펴보자.

**유의할 점** 레이저 빛이 눈에 직접 비춰지지 않도록 한다.

② 레이저 빛이 지나가는 곳에 분무기로 물을 뿌려 보자.

③ 비커에 물을 넣고 우유를 5~6방울 넣은 후 레이저 빛을 비춰 보자.

▶ 레이저 빛이 공기나 물속을 지나가는 경로는 어떠한가?



레이저 포인터로 빛을 비추면서 분무기로 물을 뿌려 주면 빛이 곧게 나아가는 것을 볼 수 있다. 이와 같이 물질 속에서 빛이 곧게 나아가는 현상을 **빛의 직진**이라고 한다.

그림자는 빛이 직진하기 때문에 나타나는 현상이다. 광원에서 나온 빛이 직진하다가 물체에 막히면 물체 뒤쪽에는 빛이 도달하지 못해 그림자가 생긴다.

📌 **그림 2** 빛의 직진으로 인해 나타나는 현상



햇빛



그림자 놀이



그림자 연극

스스로  
확인하기

① 물질 속에서 빛이 곧게 나아가는 현상을 무엇이라고 하는가?

② 어두운 밤에 손전등으로 물체를 비쳤을 때 물체가 보이기까지 빛의 진행 경로를 써 보자.

# 2

## 빛의 합성

- 이 단원을 배우면
- 빛의 3원색을 합성할 때 나타나는 색을 설명할 수 있다.
  - 빛의 합성을 이용하는 예를 설명할 수 있다.



전광판이나 컴퓨터 모니터에서 다양한 색을 표현하는 방법은 무엇일까?



### 탐구 활동

#### 실험

### 컴퓨터 모니터는 어떻게 다양한 색을 표현할까?

#### 준비물

컴퓨터 모니터, 루페, 색연필

#### | 목표 |

컴퓨터 모니터는 빛의 3원색을 합성하여 다양한 색을 표현함을 설명할 수 있다.

#### | 과정 |

- 1 컴퓨터의 그림판 프로그램을 실행하자.
- 2 화면에 빨간색, 초록색, 파란색 도형을 그린 후 루페로 각각 확대시켜 보자.
- 3 화면에 노란색, 청록색, 자홍색, 흰색, 검은색 도형을 그린 후 루페로 각각 확대시켜 보자.
- 4 화면에 임의의 색 도형을 그린 후 루페로 각각 확대시켜 보자.

#### 유의할 점

루페 대신 스마트폰의 확대 어플리케이션을 사용하여 화면을 살펴볼 수도 있다.

#### 루페

고배율 확대경으로, 배율이 10배 이상인 것을 사용한다.



| 결과 |

1 과정 2에서 루페로 관찰한 모습을 그리고, 볼 수 있는 색을 써 보자.

색	빨간색	초록색	파란색
모습			
볼 수 있는 색			

2 과정 3에서 루페로 관찰한 모습을 그리고, 볼 수 있는 색을 써 보자.

색	노란색	청록색	자홍색
모습			
볼 수 있는 색			

색	흰색	검은색
모습		
볼 수 있는 색		

3 과정 4에서 루페로 관찰한 모습을 그리고, 볼 수 있는 색을 써 보자.

색			
모습			
볼 수 있는 색			

| 정리 |

1 컴퓨터 화면을 확대하였을 때 볼 수 있는 색은 몇 가지인가?

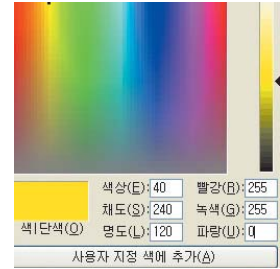
-----

2 컴퓨터 화면에서는 어떻게 다양한 색을 표현하는가?

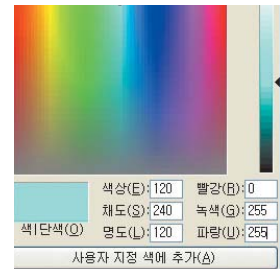
-----

컴퓨터에서 색 만들기

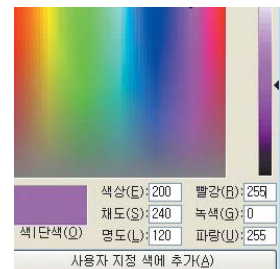
1. 컴퓨터의 그림판 프로그램을 실행한다.
2. 그림판 프로그램에서 [색]→[색 편집]을 차례로 클릭하여 팝업창을 띄운다.
3. 빨강(R), 초록(G), 파랑(B)의 수치를 적절히 입력하여 관찰하려는 색을 만든다.



노란색



청록색



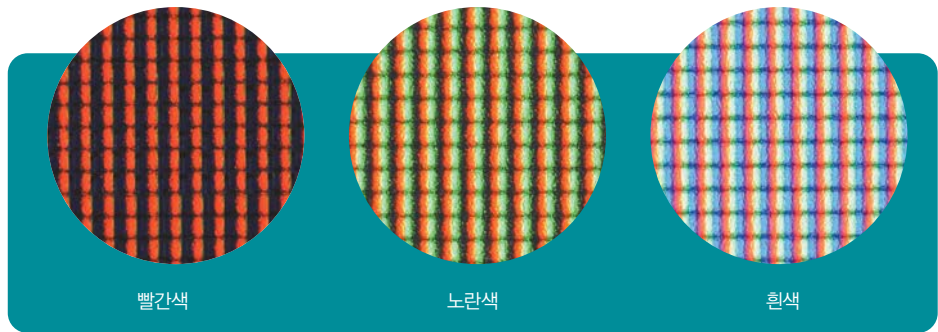
자홍색

**화소**

휴대 전화의 화면 등에서 색을 나타내는 점을 화소라고 한다. 화면에서는 각 화소의 빨간색, 초록색, 파란색의 밝기를 다르게 함으로써 다양한 색을 나타낸다.

**빛의 합성**

컴퓨터 모니터를 돋보기로 확대해 보면 빨간색, 초록색, 파란색의 빛을 내는 부분이 짝을 이루어 배열되어 있는 것을 볼 수 있다. 화면에서 빨간색으로 보이는 곳은 빨간색 부분만 빛나고, 초록색 부분과 파란색 부분은 빛나지 않는다. 마찬가지로 초록색, 파란색으로 보이는 곳은 각각 초록색, 파란색 부분만 빛을 낸다. 한편, 노란색 부분은 빨간색과 초록색이 함께 비슷한 밝기로 빛을 내며, 흰색은 빨간색, 초록색, 파란색 부분이 모두 밝게 빛을 낸다. 이와 같이 컴퓨터의 모니터나 텔레비전의 화면은 빨간색, 초록색, 파란색의 빛으로 다양한 색을 표현하는데 빨간색, 초록색, 파란색을 **빛의 3원색**이라고 한다.



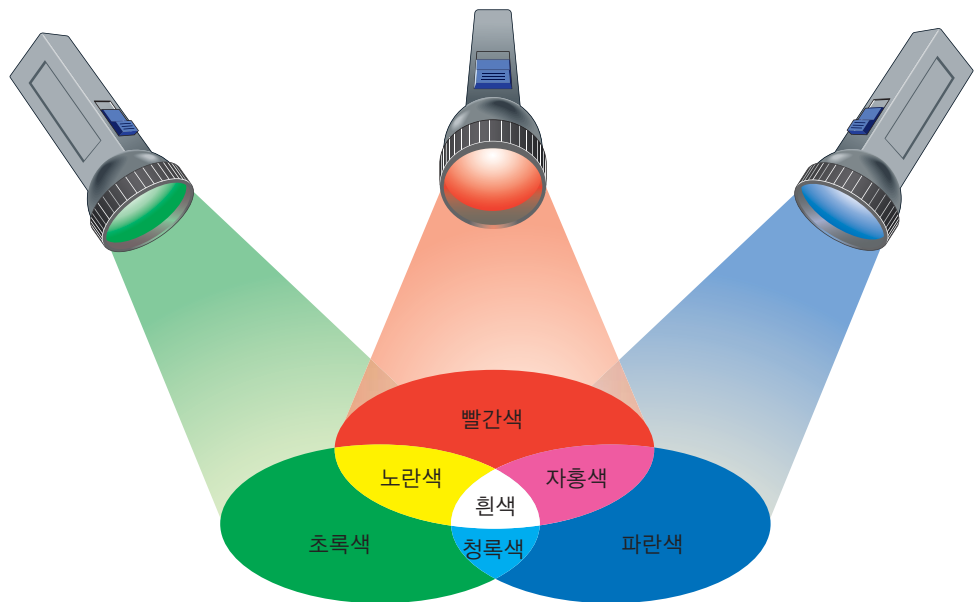
❶ 그림 3 모니터의 화소 빨간색, 초록색, 파란색의 빛을 내는 부분이 짝을 이루어 배열되어 있으며, 빛을 내는 부분이 달라지면 다른 색으로 보인다.

**백색광**

햇빛과 같이 여러 가지 색의 빛이 혼합되어 특정한 색깔이 없는 빛이다.

빛의 3원색을 함께 비춰 다양한 색의 빛을 얻는 것을 **빛의 합성**이라고 한다. 빨간색과 파란색 빛을 합성하면 자홍색, 빨간색과 초록색 빛을 합성하면 노란색, 파란색과 초록색 빛을 합성하면 청록색이 된다. 그리고 빛의 3원색인 빨간색, 초록색, 파란색 빛을 모두 합성하면 백색광이 된다.

❷ 그림 4 빛의 3원색과 합성 빨간색, 초록색, 파란색 빛을 합성하면 다양한 색을 만들 수 있다.



## 빛의 합성의 이용

경기장의 전광판을 가까이에서 관찰하면 빨간색, 초록색, 파란색을 내는 전구 3개가 짝을 이루어 배열되어 있는 것을 볼 수 있는데, 각 전구의 밝기를 조절하면 다양한 색을 표현할 수 있다. 텔레비전이나 휴대 전화의 화면에서도 같은 방법으로 다양한 색을 표현한다.

**그림 5** 화면에서의 영상 표현  
전광판, 텔레비전, 휴대 전화는 3원 색의 빛으로 다양한 색을 표현한다.



그림이나 발레에서도 빛의 합성이 이용된다. 점묘화는 작은 점을 빼곡하게 찍어 그리는데, 작은 점에서 반사된 빛이 합성되는 현상을 이용한 것이다. 발레에서는 흰옷을 입은 배우에게 빨간색, 초록색, 파란색 조명을 비추 줌으로써 배우가 입고 있는 옷이 다양한 색으로 보이게 한다.

## 과학과 공학

### 눈에서 색의 인식

사람의 눈에는 색깔을 감지하는 세포가 있는데, 이들은 각각 빨간색, 초록색, 파란색을 인식한다. 디지털카메라도 눈이 색을 인식하는 것과 같은 원리를 이용한다. 카메라에는 빛을 인식하는 전하 결합 소자(CCD)가 있는데 이곳에서 빨간색, 초록색, 파란색을 각각 인식한다.



점묘화(쇠라의 "아스니에르에서 먹 감는 사람들")

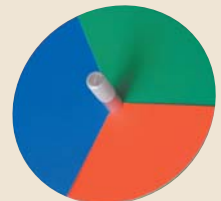


발레 조명

**그림 6** 다양한 색의 표현 점묘화는 빛의 합성에 의해 색을 표현하고, 발레에서는 빛의 3원색 조명을 사용하여 다양한 색을 표현한다.

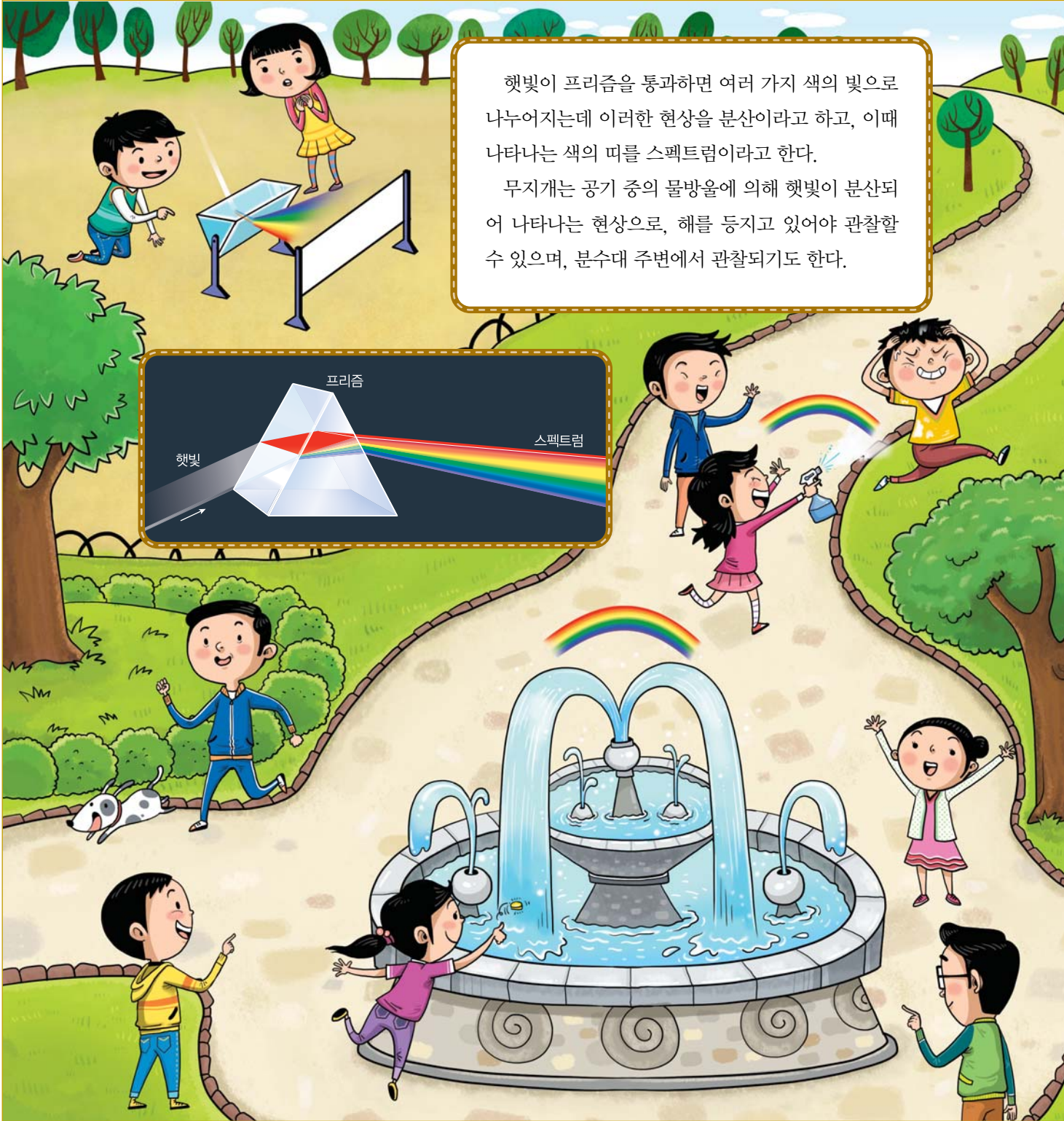
## 스스로 확인하기

- 1 빛의 3원색은 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ 이다.
- 2 흰옷을 입은 배우에게 빨간색과 초록색 조명을 동시에 비추면 배우의 옷은 어떤 색으로 보일까?
- 3 **창의·인성** 그림과 같이 원을 3등분 하여 각각 빨간색, 초록색, 파란색 색종이를 붙여서 색팽이를 만들었다. 밝은 곳에서 아주 빠르게 돌리면 팽이는 어떤 색으로 보일까?



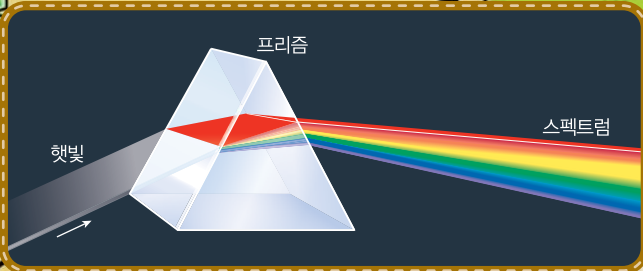


## 물체의 색이 다양하게 보이는 까닭

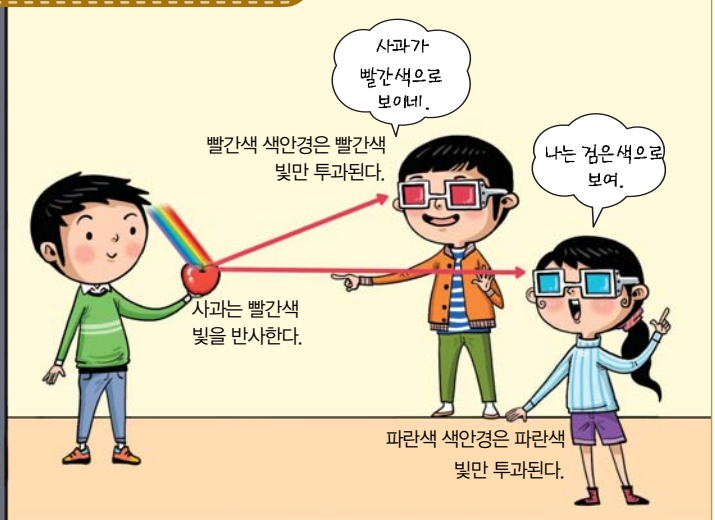


햇빛이 프리즘을 통과하면 여러 가지 색의 빛으로 나누어지는데 이러한 현상을 분산이라고 하고, 이때 나타나는 색의 띠를 스펙트럼이라고 한다.

무지개는 공기 중의 물방울에 의해 햇빛이 분산되어 나타나는 현상으로, 해를 등지고 있어야 관찰할 수 있으며, 분수대 주변에서 관찰되기도 한다.



빛이 물체에 닿으면 일부는 반사되고, 일부는 흡수되거나 투과된다. 빨간색 옷은 빨간색의 빛을 반사하고 나머지 색의 빛을 흡수한다. 또 빨간색 유리와 파란색 유리는 각각 빨간색의 빛과 파란색의 빛만 투과시키고 나머지 색의 빛은 흡수한다.



# 1

## 빛의 반사

- 이 단원을 배우면
- 반사 법칙을 설명할 수 있다.
  - 정반사와 난반사를 구분할 수 있다.



수면에 주변의 사물이 비춰 보이는 까닭은 무엇일까?

### 반사 법칙

거울에 빛을 비추면 빛은 진행 방향이 바뀌어 나아간다. 이처럼 빛이 진행하다가 물체에 부딪혀 진행 방향이 바뀌어 나아가는 현상을 **빛의 반사**라고 한다.

빛이 반사될 때 반사된 빛은 어떤 방향으로 나아갈까?



### 미니 탐구

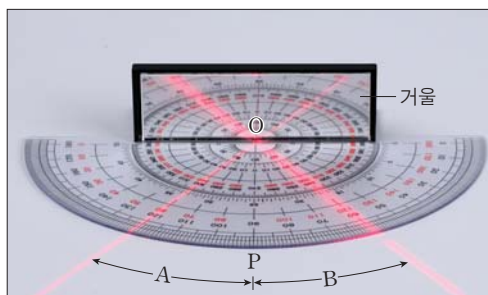
#### 실험

### 빛의 반사

**준비물** 평면거울, 각도기, 레이저 포인터

- 1 그림과 같이 평면거울을 각도기에 수직으로 세우자.
- 2 레이저 빛을 거울에 수직인 선(OP)과 이루는 각(각 A)이 30°가 되도록 거울에 비췄을 때 반사된 빛이 OP와 이루는 각(각 B)을 측정해 보자.
- 3 빛의 각(각 A)을 각각 45°, 60°로 하고 과정 2를 반복해 보자.

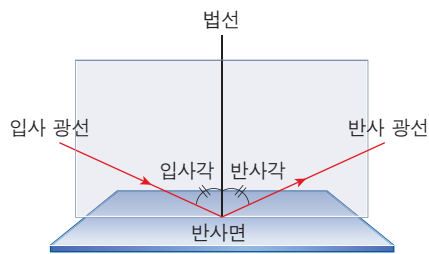
**유의할 점** 레이저 빛을 눈에 비추지 않는다.



각 A	30°	45°	60°
각 B			

▶ 두 각 사이에는 어떤 관계가 있는가?

빛이 반사될 때 반사면을 향하여 들어가는 빛을 입사 광선, 반사면에서 나아가는 빛을 반사 광선이라고 한다. 이때 반사면에 수직인 선을 법선이라고 하고, 입사 광선이 법선과 이루는 각을 입사각, 반사 광선이 법선과 이루는 각을 반사각이라고 한다. 빛이 반사될 때 입사각과 반사각의 크기는 항상 같은데, 이를 **반사 법칙**이라고 한다.



**반사면**  
빛이 반사되는 면이다.

◉ **그림 7 반사 법칙** 입사각과 반사각의 크기는 항상 같다.

### 정반사와 난반사

잔잔한 호수의 수면과 같이 평평하고 매끄러운 표면에 나란하게 입사한 빛은 한 방향으로 나란하게 반사되는데, 이를 **정반사**라고 한다. 한편, 수면에 물결이 일어 표면이 매끄럽지 않은 면에 나란하게 입사한 빛은 서로 다른 방향으로 반사되는데, 이를 **난반사**라고 한다.

빛이 거울이나 금속판과 같이 매끄러운 면에서 정반사되면 사물이 선명하게 비춰 보인다. 한편, 영화관의 스크린이나 종이 면과 같이 울퉁불퉁한 면에서 난반사되면 반사된 빛이 여러 방향으로 흩어져 물체의 모습이 비춰 보이지 않는다. 그러나 반사된 빛이 여러 방향으로 흩어지므로 모든 방향에서 영화를 볼 수 있다.



◉ **그림 8 정반사와 난반사**

### 스스로 확인하기

- ① 빛이 거울 면과 30° 각으로 입사될 때 반사각은 몇 °인가?
- ② 난반사가 일어나는 예를 두 가지 써 보자.
- ③ **창의·인성** | 영화관 스크린이 거울로 되어 있다면 영화는 어떻게 보일까?

# 2

## 평면거울에 의한 상

- 이 단원을 배우면
  - 평면거울에 의해 상이 생기는 원리를 설명할 수 있다.
  - 평면거울에 의해 생기는 상의 특징을 설명할 수 있다.



구급차에 글자를 반대로 쓴 까닭은 무엇일까?

### 평면거울에 의한 상

거울 앞에 물체를 두면 물체에서 나온 빛이 거울에 반사되어 눈으로 들어와 물체가 보이게 된다. 이때 거울에 비춰 보이는 물체의 모습을 상이라고 한다.

평면거울에 의한 상은 어느 곳에 어떻게 생길까?



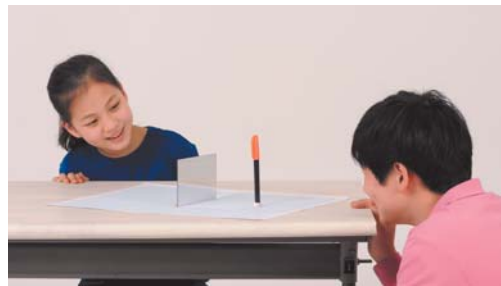
### 미니 탐구

### 실험

### 평면거울에 의한 상

**준비물** 평면거울, 자, 동일한 펜 2개, 모눈종이, 고무찰흙

- 1 모눈종이의 중간 지점에 직선을 긋고 평면거울을 직선에 수직으로 세우자.
- 2 거울 앞에 펜을 세우고 거울을 통하여 펜을 보면서 다른 펜을 상과 일치하는 곳에 놓자.
  - 평면거울에 의한 상의 크기와 물체의 크기 사이에는 어떤 관계가 있는가?



**유의할 점** 고무찰흙을 이용하여 펜을 똑바로 세운다.

- 3 거울을 치우고 직선으로부터 두 펜까지의 거리를 각각 측정해 보자.
  - 평면거울에서 상까지의 거리와 평면거울에서 물체까지의 거리 사이에는 어떤 관계가 있는가?



평면거울 앞에 물체를 놓으면 같은 크기의 상이 거울 뒤쪽에 생기는데, 이때 물체에서 거울까지의 거리와 거울에서 상까지의 거리는 같다. 또 평면거울에 의한 상은 좌우가 바뀌어 보인다. 거꾸로 회전하는 시계의 숫자와 구급차에 씌어진 'AMBULANCE' 라는 글씨는 평면거울에 비친 물체의 좌우가 바뀌어 보이는 현상을 이용한 예이다. 거꾸로 회전하는 시계를 거울을 통하여 보면 똑바로 가는 것으로 보이며, 구급차의 글씨를 앞차의 운전자가 거울을 통하여 보면 'AMBULANCE' 로 똑바로 보인다.



구급차의 글씨



평면거울에 비친 인형



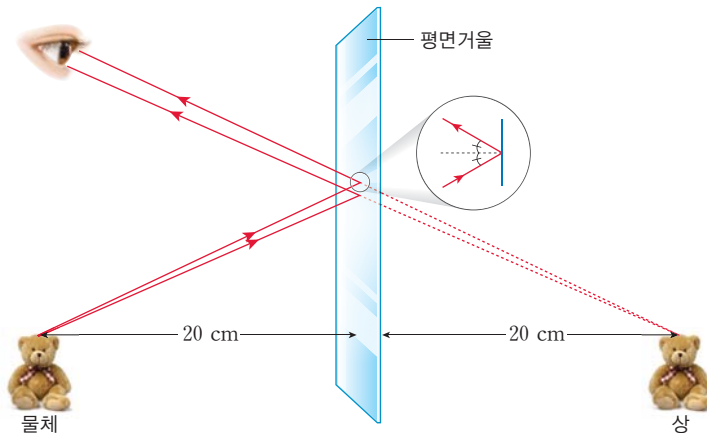
거꾸로 회전하는 시계

◀그림 9 평면거울에 의한 상 평면거울에서는 물체와 같은 크기로 좌우가 바뀐 상이 생긴다.

### 평면거울에 의해 상이 생기는 원리

평면거울 앞에 물체가 있을 때 상이 생기는 원리는 무엇일까?

그림과 같이 평면거울 앞에 인형을 놓으면 인형에서 나온 빛이 평면거울에서 반사되어 눈에 들어오므로 사람은 거울을 통하여 인형을 보게 된다. 이때 평면거울에서 반사되어 눈으로 들어온 빛의 경로를 평면거울의 뒤쪽으로 연장하면 한 점에서 만나는데, 이곳에 인형의 상이 생긴다.



◀그림 10 평면거울에 상이 생기는 원리 물체에서 나온 빛이 거울에 반사되어 눈으로 들어올 때 거울 뒤쪽으로 연장한 곳에 물체가 있는 것처럼 보인다.

### 과학과 예술

미켈란젤로 카라바지오의 “나르키소스”



그리스 로마 신화에 나오는 나르키소스가 물에 비친 모습을 보는 것을 그린 그림으로, 자신의 모습에 도취되어 물에 빠져 죽은 자리에 노란색 수선화가 피었다고 한다.

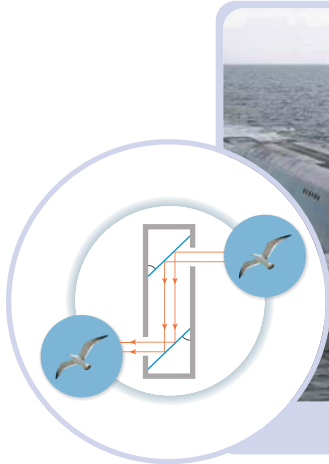
거울 미로



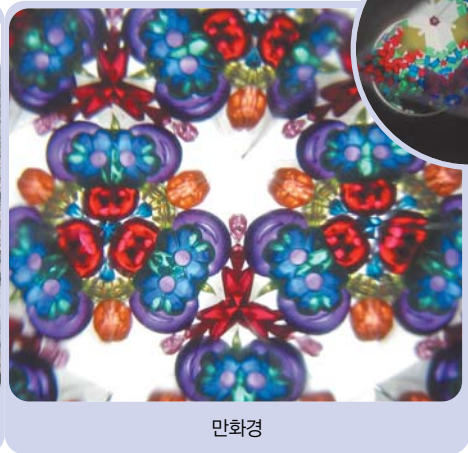
놀이동산에서 평면거울 여러 개로 만든 미로에 들어가면 출구를 찾기 어렵다.

평면거울의 이용

평면거울은 우리 주변에서 자신의 모습이나 물체의 모습을 비춰 보는 등 다양하게 이용된다. 평면거울 두 장을 이용하여 잠망경을 만들면 앞이 가려진 곳에서도 주변의 모습을 비춰 볼 수 있고, 평면거울 세 장을 삼각기둥 모양으로 붙여 만화경을 만들면 거울에 비친 다양하고 아름다운 모습을 볼 수 있다.



잠수함의 잠망경



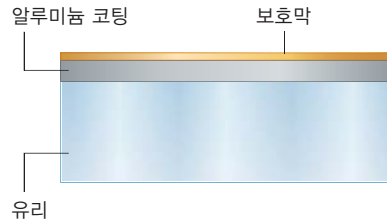
만화경

그림 11 평면거울의 이용



거울은 어떻게 만들었을까?

기원전 2,500년경 고대인은 청동, 은, 금 등과 같은 금속의 표면을 매끄럽게 갈아서 거울로 이용하였다. 유리 거울은 16세기 중반에 이탈리아에서 만들어졌다. 유리를 녹여 납작하게 한 후에 수은과 주석을 섞은 물질을 유리 표면에 부착시켜 만들었다. 현재 널리 사용되고 있는 거울은 은이나 알루미늄을 유리에 도금한 것이다. 도금된 금속의 표면은 매우 매끄러워 빛이 정반사되므로 선명한 상을 볼 수 있다.



거울의 구조



창의적 사고

우리 주변에서 거울로 사용할 수 있는 물건들은 무엇이 있을지 찾아보고, 그렇게 생각한 까닭에 대해 말해 보자.

스스로 확인하기

- 1 종이에 '미래' 라고 쓴 글씨를 평면거울에 비쳤을 때 어떻게 보이는지 써 보자.
- 2 평면거울에서 20 cm 떨어진 곳에 인형을 놓았을 때 거울에서 상까지의 거리는 얼마인가?
- 3 | 창의·인성 | 잠망경으로 '미래' 라는 글자를 보면 어떻게 보이는지 써 보자.



저금통에 동전을 넣었을 때 동전이 사라지는 마술을 본 적이 있는가? 이것은 거울을 이용한 마술이다. 우리도 마술사가 되어 동전을 사라지게 해 보자.

**준비물**

두꺼운 종이, 가위, 풀, 아크릴 평면거울, 동전, 셀로판테이프

**| 과정 |**

- ① 부록 391쪽의 전개도를 두꺼운 종이에 붙인 후 선을 따라 오려 내자.
- ② 접는 선을 따라 종이를 접어 상자 모양을 만들자.
- ③ 평면거울을 상자 속에 비스듬히 세워 셀로판테이프로 고정한 후 상자를 풀칠하여 붙이자.
- ④ 상자의 앞면, 뒷면, 옆면을 보여 주고, 아무 것도 없다는 것을 확인시켜 주자.
- ⑤ 투입구에 동전을 넣으면서 동전이 사라지는 마술을 해 보자.

**유의할 점**

가위로 종이를 오릴 때 손을 다치지 않도록 한다.



**| 결과·정리 |**

- 동전이 보이지 않는 까닭을 설명해 보자.



# 볼록거울과 오목거울

- 이 단원을 배우면
- 볼록거울과 오목거울에 의해 생기는 상의 특징을 설명할 수 있다.
  - 볼록거울과 오목거울이 이용되는 예를 설명할 수 있다.



조형물 옆을 지나다니는 사람의 모습이 다양하게 보이는 까닭은 무엇일까?

## 볼록거울과 오목거울에 의한 상

광택이 있는 손가락의 볼록한 면이나 반사면이 볼록한 볼록거울에 인형의 얼굴을 가까이 비춰 보면 작게 보이고, 손가락의 오목한 면이나 반사면이 오목한 오목거울에 인형의 얼굴을 비춰 보면 실제보다 크게 보인다. 물체가 비춰 보이는 모습이 서로 다른 것은 무엇 때문일까?



손가락의 볼록한 면



손가락의 오목한 면

그림 12 손가락에 인형의 얼굴이 비춰 보이는 모습

그림 13 볼록거울과 오목거울에 물체가 비춰 보이는 모습 물체가 거울에 가까이 있을 때 볼록거울에서는 작게 보이고 오목거울에서는 크게 보인다.



볼록거울에 비친 물체



오목거울에 비친 물체



준비물 볼록거울, 오목거울, 작은 인형

- ① 작은 인형을 볼록거울로부터 가까운 곳, 먼 곳, 아주 먼 곳에 두었을 때 거울에 의한 상의 크기와 모양을 각각 관찰해 보자.
- ② 작은 인형을 오목거울로부터 가까운 곳, 먼 곳, 아주 먼 곳에 두었을 때 거울에 의한 상의 크기와 모양을 각각 관찰해 보자.



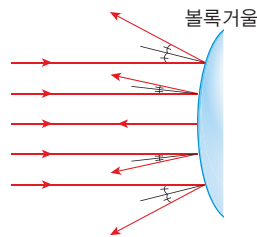
볼록거울



오목거울

- ▶ 물체와 볼록거울 사이의 거리에 따라 상의 크기와 모양은 어떻게 되는가?
- ▶ 물체와 오목거울 사이의 거리에 따라 상의 크기와 모양은 어떻게 되는가?

볼록거울에 입사한 빛은 반사 법칙에 따라 거울 면에서 입사각과 같은 각으로 반사되어 진행한다. 따라서 볼록거울에 평행 광선을 비추면 거울에서 반사된 빛이 여러 방향으로 퍼져 나아간다.



● 그림 14 볼록거울에서 빛의 반사 볼록거울의 광축에 나란하게 입사한 빛은 반사 법칙에 따라 흩어지는 방향으로 나아간다.

볼록거울 앞에 물체를 놓으면 상은 물체보다 작게 보이는데, 물체가 거울에서 멀어질수록 상의 크기는 더 작아진다.

● 그림 15 볼록거울에 의한 상 볼록거울에서 물체까지의 거리가 멀수록 상의 크기는 작아진다.

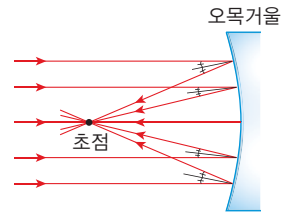


가까이 있을 때

멀리 있을 때

매우 멀리 있을 때

오목거울에 입사한 빛은 반사 법칙에 따라 입사각과 같은 각으로 거울 면에서 반사되어 진행한다. 오목거울에 평행 광선을 비추면 거울에서 반사된 빛이 한 점으로 모이는데, 이 점을 **초점**이라고 한다.



오목거울 앞에 물체를 놓을 때 물체와 오목거울이 가까우면 확대된 상이 똑바로 생기고, 멀 때에는 확대된 상이 뒤집혀 생긴다. 또 매우 멀 때에는 축소된 상이 뒤집혀 생긴다.

◉ 그림 16 오목거울에서 빛의 반사

◉ 그림 17 오목거울에 의한 상



### 볼록거울과 오목거울의 이용

볼록거울에 보이는 물체의 모습은 원래보다 작게 보이므로 넓은 범위를 비춰 볼 수 있다. 편의점에서는 볼록거울을 사용하여 내부의 넓은 범위를 비춰 보며, 자동차의 오른쪽 측면 거울은 뒤쪽의 넓은 범위를 볼 수 있게 해 준다. 그리고 도로의 코너에 있는 볼록거울은 맞은편에서 오는 차량을 쉽게 확인할 수 있어 위험에 대비할 수 있게 해 준다.

◉ 그림 18 볼록거울의 이용



오목거울은 물체를 확대해 보거나 먼 곳까지 빛이 퍼지지 않고 나아가게 하는데 사용한다. 화장용 오목거울은 얼굴을 확대하여 볼 수 있게 해 주며, 자동차의 전조등과 등대의 반사판은 빛이 퍼지지 않고 멀리까지 갈 수 있게 해 준다.

한편, 성화를 채화하거나 태양열 조리기로 조리를 할 때에는 오목거울을 이용하여 빛을 한 점에 모아 불을 붙이거나 음식을 익힌다.

그림 19 오목거울의 이용



화장 거울

전조등

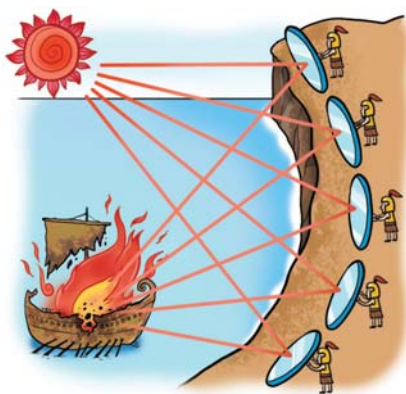
성화 채화

태양열 조리기

등대 반사판



## 아르키메데스의 거울



기원전 215년 로마는 많은 함대로 시라쿠사를 공격해 왔다. 로마의 함대에 대항할 만한 무기가 없었던 시라쿠사가 혼란에 빠졌을 때 아르키메데스는 수십 개의 대형 청동 거울을 만들어 해안에 배치한 후 반사 광선을 하나의 전함에 집중시켰다. 이런 방법으로 로마의 전함을 불태워 승리를 거두었다고 전해진다.



### 창의적 사고

작은 평면거울 여러 개를 사용하여 빛을 한 점에 모을 때 거울 면을 어떤 모양이 될까?

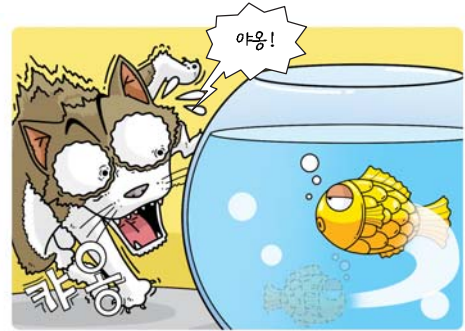
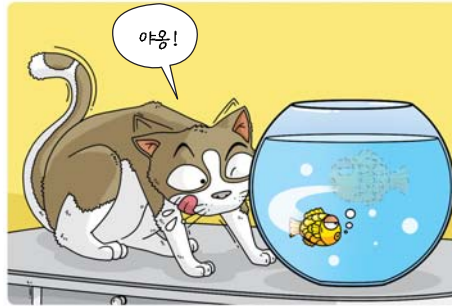
### 스스로 확인하기

- 1 도로의 모퉁이에 있는 볼록거울에 가까이 갈 때 상의 크기와 모양은 어떻게 되는가?
- 2 오목거울에 가까이 있는 물체가 멀어질 때 오목거울에 의한 상의 크기와 모양은 어떻게 되는가?

# 4

## 빛의 굴절

- 이 단원을 배우면
  - 빛의 굴절을 설명할 수 있다.
  - 물질에 따라 빛이 굴절되는 정도가 다르다는 것을 말할 수 있다.



동근 여항 속의 물고기가 크거나 작게 보이는 까닭은 무엇일까?

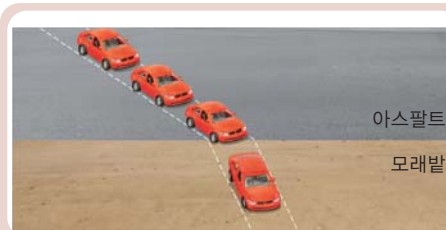
### 굴절

서울특별시 과학 전시관 사이버 과학 교실  
<http://www.ssp.re.kr>  
 빛이 굴절되는 원리에 대하여 알아 보자.

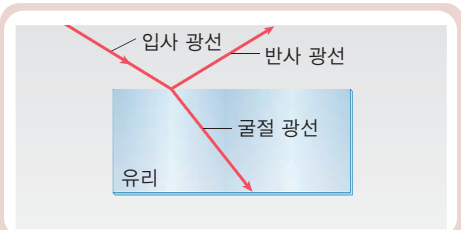
### 굴절

장난감 자동차가 운동하다가 모래가 있는 곳으로 비스듬히 들어가면 진행 방향이 꺾인다. 이것은 모래밭에서의 속력이 아스팔트에서보다 느리기 때문이다. 마찬가지로 유리에 비스듬한 방향으로 빛을 비추면 빛의 진행 방향이 유리쪽으로 꺾이는 현상이 일어난다. 이와 같이 빛이 진행하다가 다른 물질을 만날 때 두 물질의 경계면에서 진행 방향이 꺾이는 현상을 **굴절**이라고 한다.

▶ **그림 20 빛의 굴절 원리** 장난감 자동차와 빛은 다른 물질을 만나면 물질에서의 속력이 변하여 진행 방향이 꺾인다.



장난감 자동차는 속력이 더 느린 모래밭 쪽으로 꺾인다.



빛은 속력이 더 느린 유리 쪽으로 굴절된다.

### 굴절률

그림 21은 공기 중에서 물로 진행되는 빛의 경로를 나타낸 것이다. 이때 두 물질의 경계면으로 진행되는 빛을 입사 광선, 경계면에서 꺾여서 진행되는 빛을 굴절 광선이라고 한다. 한편, 입사 광선이 법선과 이루는 각을 **입사각**, 굴절 광선이 법선과 이루는 각을 **굴절각**이라고 한다.



▶ **그림 21 입사각과 굴절각**

보석 감정

보석을 감정할 때 굴절률을 이용하기도 한다. 예를 들어 비슷해 보이는 유리와 다이아몬드는 굴절률을 이용하여 쉽게 구분할 수 있다.



물질로 입사한 빛이 굴절되는 정도를 그 물질의 굴절률이라고 하는데, 입사각이 같을 때 굴절각이 작은 물질일수록 굴절률이 크다. 예를 들어 빛이 공기에서 유리와 다이아몬드로 각각 입사할 때 입사각이 같더라도 굴절각은 다이아몬드가 유리보다 작다. 따라서 다이아몬드의 굴절률이 유리의 굴절률보다 크다.

굴절률은 물질마다 서로 다르므로 물질을 구별하는 데 이용하기도 한다.

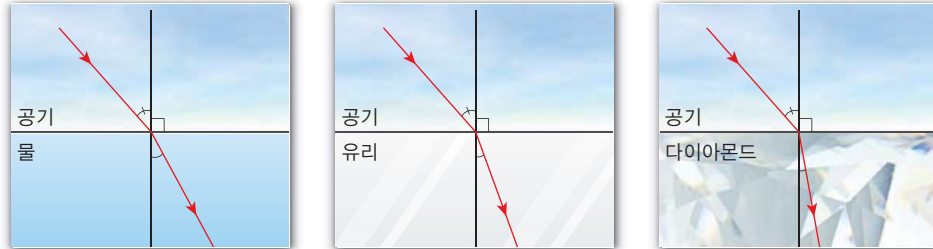
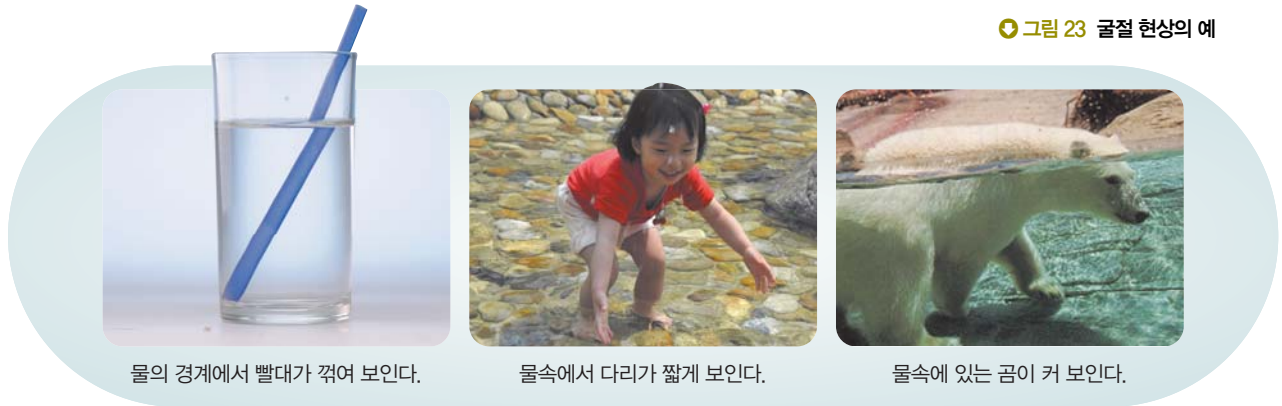


그림 22 물질에 따른 굴절률 입사각은 같지만 굴절각이 가장 작은 다이아몬드의 굴절률이 가장 크다.

굴절에 의한 현상

물이 들어 있는 컵에 빨대를 비스듬히 넣으면 빨대가 꺾인 것처럼 보이고, 물속에 발을 담그고 있으면 원래보다 짧은 것처럼 보인다. 또 물에 반쯤 잠긴 곰의 모습은 물의 경계면 위쪽보다 아래쪽이 실제보다 크게 보인다. 이것은 모두 빛이 굴절되기 때문에 일어나는 현상이다.

그림 23 굴절 현상의 예



물의 경계에서 빨대가 꺾여 보인다.

물속에서 다리가 짧게 보인다.

물속에 있는 곰이 커 보인다.

스스로 확인하기

- ① 빛이 공기에서 물속으로 들어갈 때 굴절되는 까닭은 무엇 때문인가?
- ② 빛의 굴절에 의해 일어나는 현상을 두 가지 써 보자.
- ③ **창의·인성** 다음은 정약용이 쓴 '다산 시문집' 내용의 일부이다.

“도자기로 된 그릇 바닥에 푸른색 동그라미를 그리고 조금 떨어져 있으면 보이지 않으나 물을 조금 부으면 같은 장소에서도 동그라미가 보인다.”

위와 같은 현상이 일어나는 까닭은 무엇인가?

# 5

## 여러 가지 렌즈

- 이 단원을 배우면
- 볼록렌즈와 오목렌즈에 의해 생기는 상의 특징을 설명할 수 있다.
  - 볼록렌즈와 오목렌즈가 이용되는 예를 설명할 수 있다.



시력이 좋지 않으면 안경을 낀다. 안경은 어떤 렌즈로 되어 있을까?



볼록렌즈



오목렌즈

그림 24 여러 가지 렌즈

### 볼록렌즈와 오목렌즈에 의한 상

유리나 플라스틱의 표면을 볼록하거나 오목하게 깎아 빛이 모이지거나 퍼지게 하는 도구를 렌즈라고 한다. 렌즈는 가운데 부분이 볼록하여 가장자리보다 두꺼운 볼록렌즈와 가운데 부분이 오목하여 가장자리보다 얇은 오목렌즈가 있다.

볼록렌즈와 오목렌즈에 의한 상은 어떻게 될까?



### 미니 탐구

#### 실험

### 볼록렌즈와 오목렌즈에 의한 상

**준비물** 볼록렌즈, 오목렌즈, 인형

- 1 볼록렌즈 가까이에서 인형을 두고 렌즈를 통하여 인형을 보자.
- 2 볼록렌즈로부터 먼 곳과 매우 먼 곳으로 인형을 옮겨 가면서 렌즈를 통하여 인형을 보자.
- 3 오목렌즈를 사용하여 과정 1, 2를 반복하자.
  - 볼록렌즈에서 인형까지의 거리에 따라 상의 크기와 모양은 어떻게 되는가?
  - 오목렌즈에서 인형까지의 거리에 따라 상의 크기와 모양은 어떻게 되는가?



볼록렌즈를 통하여 물체를 보면 물체에서 렌즈까지의 거리에 따라 상의 크기가 변할 뿐만 아니라 상이 뒤집혀 보이기도 한다. 물체가 볼록렌즈에 가까이 있으면 똑바로 선 상이 원래보다 확대되어 보인다. 이때 물체를 렌즈에서 점점 멀리하면 거꾸로 선 상이 관찰되는데 처음에는 확대되어 보이다가 나중에는 원래보다 작은 크기로 보인다.



❶ 그림 25 볼록렌즈에 의한 상 물체에서 볼록렌즈까지의 거리에 따라 상의 크기와 서 있는 모습이 달라진다.

오목렌즈 가까이 물체를 두고 렌즈를 통하여 물체를 보면 원래보다 작게 보인다. 이때 물체를 렌즈에서 점점 멀리하면 물체의 상은 크기가 점점 작아진다.

❷ 그림 26 오목렌즈에 의한 상 물체보다 작은 상이 똑바로 생긴다.

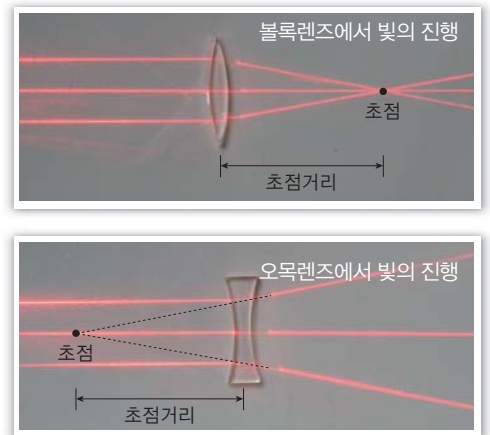


### 볼록렌즈와 오목렌즈의 초점

볼록렌즈에 평행 광선을 비추면 빛이 한 점에 모이는데, 이 점을 볼록렌즈의 초점이라고 하고, 볼록렌즈에서 초점까지의 거리를 초점거리라고 한다.

한편, 오목렌즈에 평행 광선을 비추면 빛이 퍼져 나간다. 이때 빛의 진행 방향을 반대쪽으로 연장하면 한 점에서 만나는데, 이 점을 오목렌즈의 초점이라고 하고, 오목렌즈에서 초점까지의 거리를 초점거리라고 한다.

❸ 그림 27 렌즈에서 빛의 진행

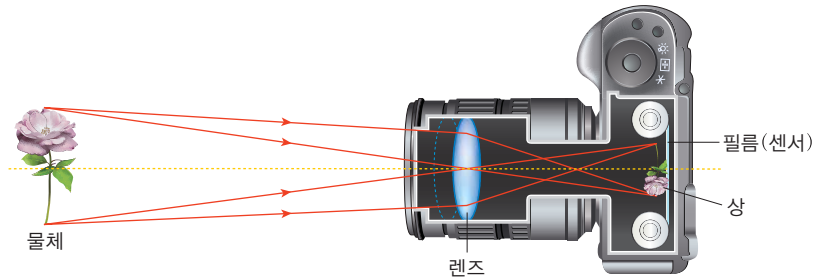


## 렌즈의 이용

렌즈는 사진기, 망원경, 현미경, 안경 등 일상생활에서 다양하게 이용된다.

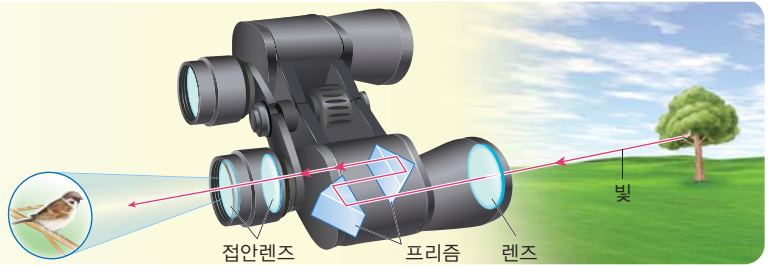
### 사진기

물체에서 나온 빛이 렌즈에 의해 굴절되어 필름이나 센서에 거꾸로 된 물체의 상을 만들고 이를 저장하여 사진을 찍는다.



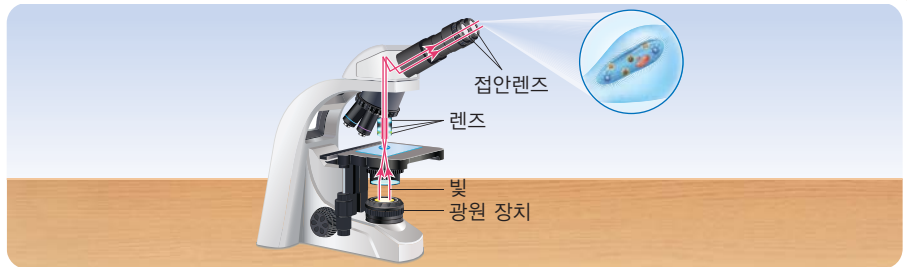
### 망원경

물체에서 나온 빛이 렌즈에 의해 굴절되어 먼 곳의 물체를 크게 확대하여 볼 수 있다.



### 현미경

물체에서 나온 빛이 렌즈에 의해 굴절되어 작은 물체를 크게 확대하여 볼 수 있다.



### 안경

가까운 곳의 물체가 잘 안 보이는 경우 볼록렌즈로 된 원시용 안경을 쓰고, 먼 곳의 물체가 잘 안 보이는 경우 오목렌즈로 된 근시용 안경을 쓴다.



그림 27 렌즈의 이용

### 스스로 확인하기

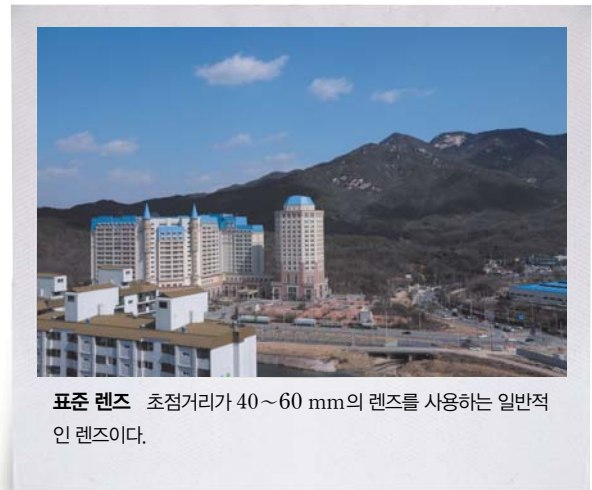
- 1 오목렌즈로 물체를 볼 때 물체가 멀수록 상의 크기는 \_\_\_\_\_.
- 2 볼록렌즈가 사용되는 예를 2가지 써 보자.



## “같은 장면도 다르게 찍힌다”

사진을 찍을 때 카메라의 렌즈를 여러 가지로 바꿔 찍으면 같은 장면이라도 다양한 모습으로 찍힌다. 이것은 빛의 굴절에 대한 이해를 바탕으로 새로운 효과를 낼 수 있는 렌즈가 개발되었기 때문이다.

### 여러 가지 렌즈로 촬영한 사진



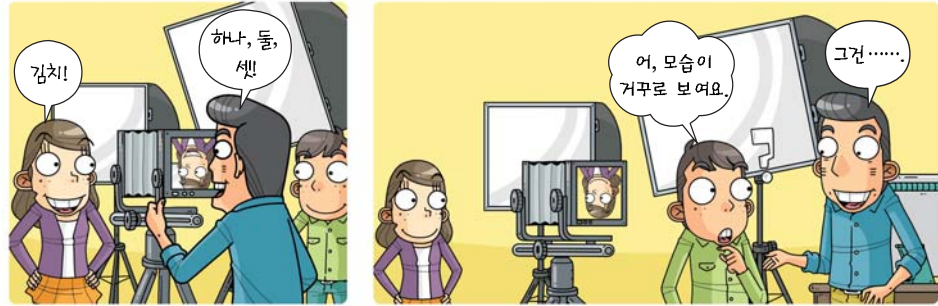
### 창의적 사고

물고기가 물 밖을 볼 때는 어안 렌즈로 찍은 모습처럼 보인다. 이와 같이 보이는 까닭을 조사해 보자.

# 6

## 볼록렌즈에 의한 상

- 이 단원을 배우면
- 볼록렌즈에 의해 빛이 굴절되는 모습을 설명할 수 있다.
  - 볼록렌즈에 의해 상이 생기는 원리를 설명할 수 있다.



볼록렌즈에 의한 상은 어떻게 만들어질까?

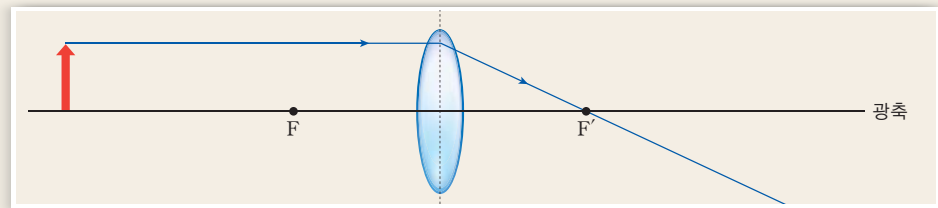
빛이 볼록렌즈를 통과하면 굴절한다. 볼록렌즈를 통과한 빛의 경로와 상의 위치는 어떻게 될까?

빛이 볼록렌즈를 통과하는 경로와 상이 생기는 위치

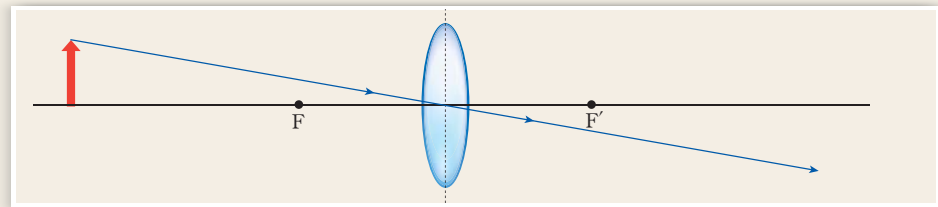
### 광축

거울이나 렌즈의 중심과 초점을 지나는 가상의 직선이다.

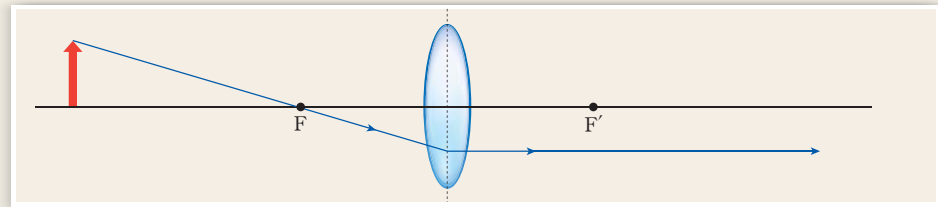
1. 광축과 나란하게 입사한 빛은 굴절되어 초점(F')을 지난다.



2. 렌즈의 중심으로 입사한 빛은 그대로 직진한다.



3. 초점을 지나 렌즈에 입사한 빛은 광축과 나란하게 나아간다.



- 물체의 한 점에서 나온 2개의 빛이 만나는 곳에 상이 생긴다.

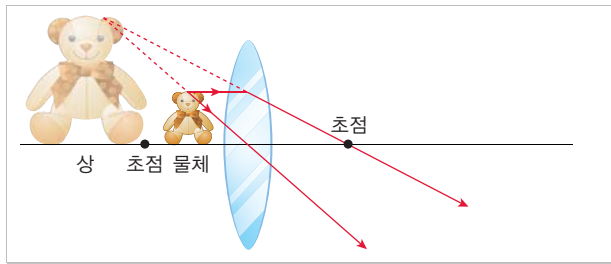
물체가 볼록렌즈에 가까이 있으면 물체에서 나온 빛이 렌즈를 통과한 후 퍼져 나간다. 이때 빛의 진행 방향과 반대쪽으로 선을 그리면 한 점에 모이게 되고 이곳에 물체의 상이 생긴다. 이 상은 물체보다 확대되고 바로 서 있는 모습이다.

물체가 볼록렌즈의 초점보다 멀리 있으면 물체에서 나온 빛이 렌즈를 통과한 후 한 점에 모이게 되는데, 이 곳에 상이 만들어진다. 이때 상은 물체보다 크고 거꾸로 서 있는 모습이다.

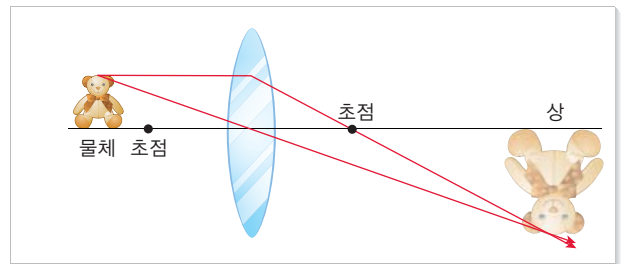
한편, 물체가 볼록렌즈에서 매우 멀리 있을 때에도 물체에서 나온 빛이 렌즈를 통과한 후 한 점에 모여 상이 생기는데, 이 상은 축소되고 거꾸로 서 있는 모습이다. 스튜디오에서 사진을 찍을 때 필름에 거꾸로 된 작은 모습의 상이 보이는데, 이것은 사람이 볼록렌즈에서 매우 멀리 있기 때문이다.

**볼록렌즈에 의한 상**

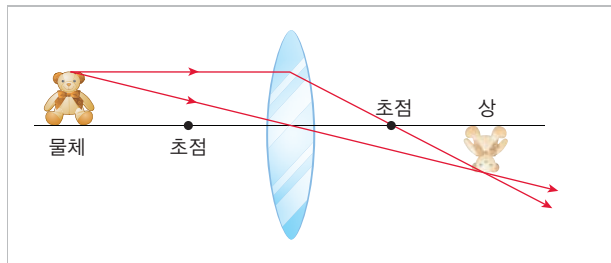
사이언스올  
<http://www.scienceall.com>  
 물체와 볼록렌즈 사이의 거리에 따라 상이 어떻게 변하는지 찾아보자.



물체가 렌즈에 가까이 있을 때 (확대된 바로 선 상)



물체가 렌즈에 멀리 있을 때 (확대된 거꾸로 선 상)



물체가 렌즈에 매우 멀리 있을 때 (축소된 거꾸로 선 상)

**그림 29 볼록렌즈에 의해 생기는 상** 가까이 있는 물체를 보면 실제보다 크고 바로 선 상을 볼 수 있고, 매우 멀리 있는 물체를 보면 실제보다 작고 거꾸로 선 상을 볼 수 있다.

**물음 1.** 사진기로 물체를 찍으면 필름에는 물체보다 작고 거꾸로 선 상이 생긴다. 렌즈의 초점거리에 비하여 사진기의 렌즈로부터 물체까지의 거리는 어떠한가?

**그림 30 사진기에서 거꾸로 생긴 상**



**스스로 확인하기**

- ① 물체가 볼록렌즈에 가까이 있을 때 상의 크기와 모습은 어떠한가?
- ② 물체가 볼록렌즈의 초점에서 멀어질 때 상의 크기는 어떻게 되는가?



준비물

근시용 안경, 원시용 안경, 흰 종이

| 목표 |

일상생활에서 사용하는 거울과 렌즈의 종류를 찾아 특징을 설명할 수 있다.

조사 일상생활에서 사용되는 거울의 종류와 특징 조사하기

| 자료 |

● 다음은 자동차에서 사용하는 여러 가지 거울을 나타낸 것이다.



| 분석·정리 |

1 자동차에 사용하는 거울의 종류와 특징을 각각 설명해 보자.

거울	종류	특징
후방 거울		
후사경		
왼쪽 측면 거울		
오른쪽 측면 거울		
전조등		

2 **창의·인성** 자동차의 뒤쪽에는 코너 반사경이 설치되어 있다. 코너 반사경의 구조를 조사해 보고, 코너 반사경의 원리를 설명해 보자.

**활동** 안경에 사용하는 렌즈의 종류와 특징 알아보기

| 과정 |

- ① 근시용 안경과 원시용 안경을 책 위에 올려놓고 천천히 멀리하면서 글자의 크기를 관찰해 보자.



**유의할 점**

- 안경을 떨어뜨리지 않도록 주의한다.
- 빛이 종이에 비친 면적을 관찰 때에는 주변 빛의 영향을 받지 않도록 주변 빛을 가려 준다.

- ② 근시용 안경의 렌즈가 햇빛을 향하게 한 상황에서 뒤쪽에 흰 종이를 놓고 안경을 종이에서 천천히 멀리하면서 빛이 종이에 비친 면적의 변화를 관찰해 보자.

- ③ 원시용 안경으로 과정 ②를 반복해 보자.

| 결과 |

- ① 과정 ①에서 글자의 크기는 어떻게 변하는가?

근시용 안경	원시용 안경

- ② 과정 ②, ③에서 종이에 비친 빛의 면적은 어떻게 변하는가?

근시용 안경(과정 ②)	원시용 안경(과정 ③)

| 정리 |

- ① 근시용 안경과 원시용 안경에는 각각 어떤 렌즈가 사용되는가?

-----

- ② **창의·인성** 가까운 곳과 먼 곳의 물체를 동시에 잘 볼 수 있는 렌즈는 어떤 구조로 되어 있을까?

-----

# 1

## 파동의 발생

- 이 단원을 배우면
- 파동의 모양이 파원에 따라 달라짐을 설명할 수 있다
  - 매질의 진동에 의해 파동이 발생함을 설명할 수 있다.



배가 지나갈 때 물결이 생기는 까닭은 무엇 때문일까?

### 파동



그림 31 수면에 생긴 파동

잔잔한 호수에 돌을 던지면 돌이 떨어진 곳을 중심으로 동심원 모양의 물결이 만들어지면서 주변으로 퍼져 나간다. 이와 같이 한곳에서 만들어진 진동이 주변으로 퍼져 나가는 현상을 **파동**이라고 하며, 파동이 처음 발생한 지점을 **파원**이라고 한다.

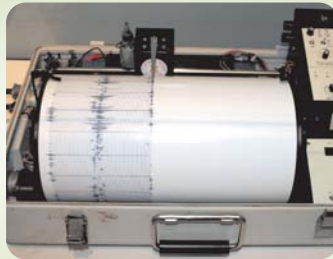
우리 주변에서 볼 수 있는 파동에는 여러 종류가 있다. 잔잔한 수면에 물방울이 떨어지면 **물결파**가 만들어져 수면을 따라 퍼져 나가고, 기타의 줄을 튕기면 **음파**가 발생하여 공기 중으로 퍼져 나간다. 또 지진이 발생하면 **지진파**

가 땅을 통하여 먼 곳까지 전달된다. 한편, 라디오나 텔레비전, 휴대 전화의 전파, 태양에서 오는 빛, 전구의 불빛 역시 파동인데, 이들을 **전자기파**라고 한다.

그림 32 우리 주변의 여러 파동



기타줄의 진동에 의한 음파



땅의 진동에 의한 지진파



전자기파

## 파동의 전파

음파나 물결파가 퍼져 나갈 때 공기나 물과 같이 파동을 전달해 주는 물질을 매질이라고 한다. 파동이 주변으로 퍼져 나갈 때 파동이 전파된다고 하는데, 파동은 어떻게 전파될까?



### 미니 탐구

#### 실험

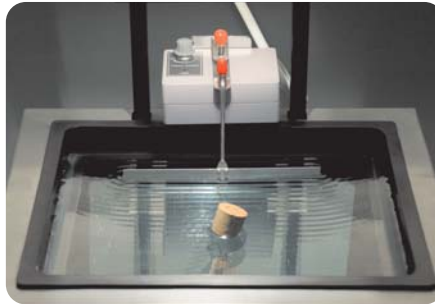
### 파동의 발생과 전파

**준비물** 물결파 발생 장치, 코르크 마개, 용수철, 나무 도막

① 물결파 발생 장치에 물을 넣고 코르크 마개를 띄우자.

② 긴 막대로 수면을 두드려 줄 때 발생한 파동의 모양과 코르크 마개의 움직임을 관찰해 보자.

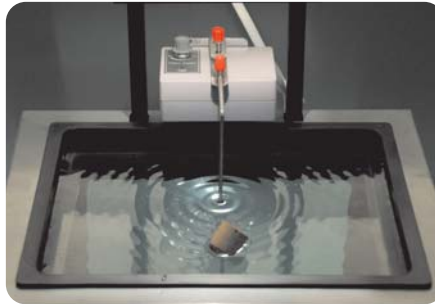
- 파동이 전파되는 모양을 그려 보자.
- 코르크 마개는 어떻게 운동하는가?



발생한 물결파 모습

③ 수면의 한 점을 규칙적으로 두드렸을 때 발생한 파동의 모양과 코르크 마개의 움직임을 관찰해 보자.

- 파동이 전파되는 모양을 그려 보자.
- 코르크 마개는 어떻게 운동하는가?



발생한 물결파 모습

④ 바닥에 나무 도막을 여러 개 세워 놓고 긴 용수철을 가까이 한 다음 용수철의 한끝을 좌우로 흔들어 파동을 발생시키자. 이때 나무 도막의 움직임을 관찰해 보자.

- 파동이 지나갈 때 나무 도막은 어떻게 되는가?
- 파동이 전파될 때 전달되는 것은 무엇인가?



물이 들어 있는 수조의 한곳을 막대기 끝으로 규칙적으로 두드리면 동심원 모양의 물결이 만들어진다. 이와 같은 파동은 잔잔한 호수에 돌을 던졌을 때 관찰할 수 있다. 또 물을 긴 막대로 두드리면 막대와 나란한 직선 모양의 물결이 퍼져 나간다. 바닷가에서 볼 수 있는 파도가 이러한 파동의 일종이다.

**구면파**

한점에서 만들어져 동심원 모양으로 퍼지는 파동이다.



그림 33 바다의 파도

한편, 호수에 떠 있는 공 근처에 물결을 만들어 주면 물결파는 호숫가로 밀려오지만 공은 밀려오지 않고 제자리에서 진동한다. 이것은 파동이 전파될 때 매질은 제자리에서 진동만 할 뿐 파동과 함께 진행하지 않기 때문이다.

**평면파**

직선 형태를 유지하며 퍼지는 파동이다.

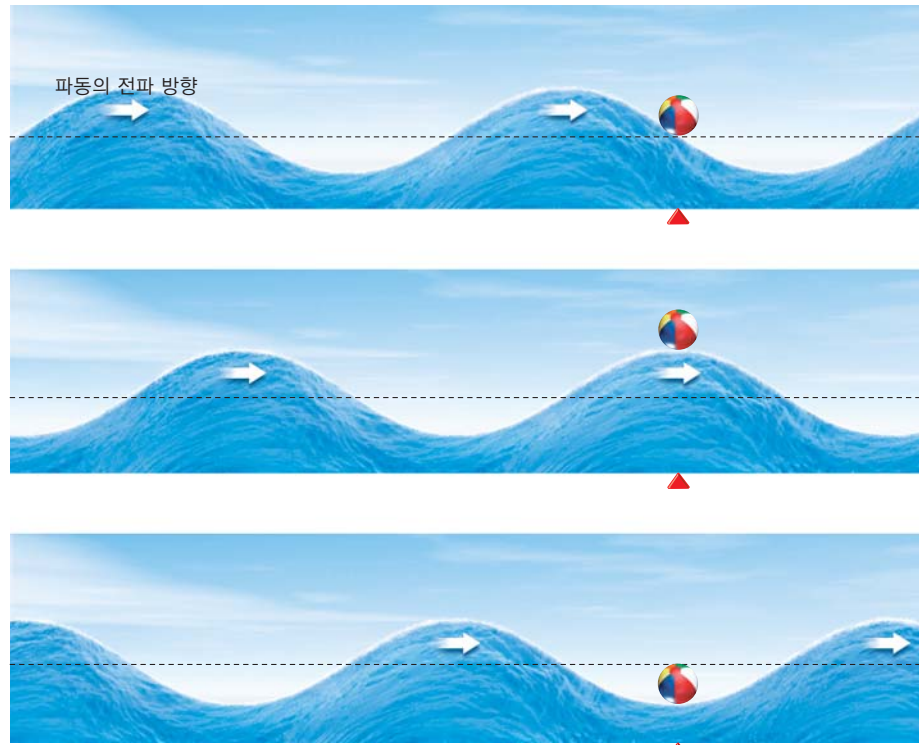


그림 34 물결파의 전파와 매질의 운동 공은 물과 함께 위아래로 진동을 하지만 다른 곳으로 이동하지 않는다.

용수철의 한끝을 흔들어 주면 용수철을 따라 파동이 전파되는데, 이때 용수철의 진동에 의한 에너지가 용수철을 따라 전달되다가 용수철 근처에 놓인 나무 도막에 전달되어 나무 도막들이 튕겨져 나간다. 이와 같이 파동이 전파될 때 매질이 진동하면서 에너지를 전달한다.

파도가 오랜 시간 동안 해안의 돌을 깎아 절벽을 만들고, 땅속에서 발생한 지진 파는 건축물을 파괴한다. 큰 폭발이 일어날 때 발생한 소리에 의해 주변의 유리창이 깨지는 것은 파동이 에너지를 전달하기 때문이다.

**파동 에너지**  
파동에 의해 전달되는 에너지이다.



파도에 깎여 생긴 해안 절벽



지진에 의한 피해



폭발에 의한 유리창 파손

◀ 그림 35 파동이 에너지를 전달하여 나타나는 현상



## 생활에서 만나는 과학

과학  
+  
기술

### “전자레인지”



우리는 냉동식품을 해동하거나 차가워진 음식을 데울 때 간편하게 전자레인지를 사용한다. 이러한 전자레인지는 어떻게 음식을 가열할까?

전자레인지 내부에는 마이크로파 발생 장치가 들어 있는데, 이 마이크로파가 음식물에 들어 있는 물에 에너지를 주어 뜨겁게 한다. 마이크로파는 전자파의 일종으로 1초에 24억 5,000만 번 진동하면서 식품 속의 물

분자를 진동시켜 가열한다. 유리나 도자기로 된 그릇에 음식을 넣고 전자레인지로 가열하면 음식물은 전자기파로 전달된 에너지를 받아 매우 뜨거워지지만 그릇은 직접 가열되지 않고 음식물에서 전달된 열에 의해 조금 뜨거워진다.



#### 창의적 사고

전자레인지의 문에는 촘촘한 금속망이 달려 있다. 금속망을 달아 놓은 까닭은 무엇일까?

#### 스스로 확인하기

① 다음 파동의 매질은 각각 무엇인가?

물결파: \_\_\_\_\_, 지진파: \_\_\_\_\_, 음파: \_\_\_\_\_

② 물결파가 전파될 때 매질은 어떻게 운동하는가?

③ | 창의·인성 | 호수에 빠진 공을 빼내기 위해 돌을 던져 물결을 만들어 주었다. 공은 어떻게 되는가?

# 2

## 횡파와 종파

- 이 단원을 배우면
- 파동을 횡파와 종파로 구분할 수 있다.
  - 횡파와 종파를 표시하는 방법을 설명할 수 있다.



두 응원 장면에서 사람들의 움직임에는 어떤 차이점이 있을까?



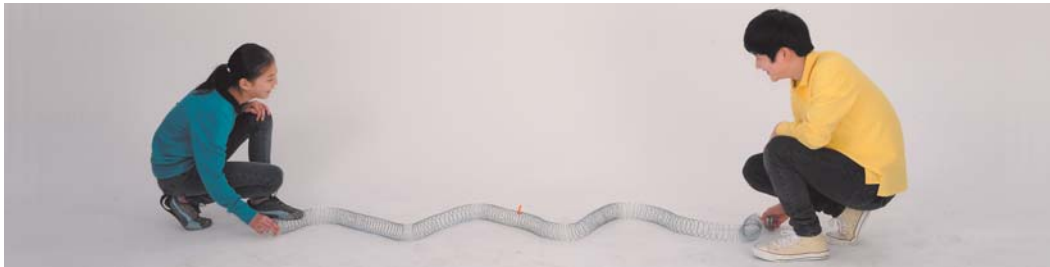
### 미니 탐구

#### 실험

### 횡파와 종파의 차이점

**준비물** 용수철, 리본

- 1 중간 부분에 리본을 묶은 긴 용수철을 바닥에 놓고, 용수철을 양쪽에서 당기자.
- 2 용수철의 한쪽 끝을 잡고 좌우로 규칙적으로 흔들어 주자.



- 3 용수철의 한쪽 끝을 잡고 앞뒤로 규칙적으로 흔들어 주자.

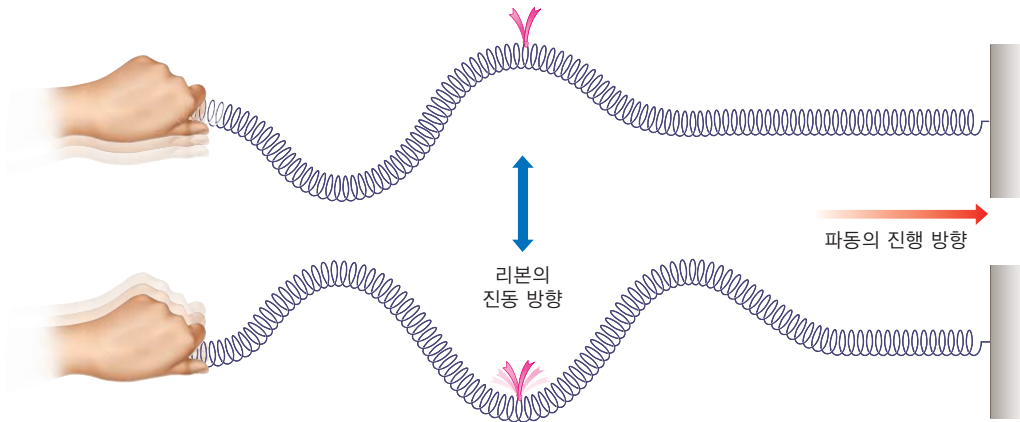


- ▶ 두 경우 리본은 각각 어떻게 움직이는가?
- ▶ 두 경우 리본은 파동이 전파되는 방향에 대하여 각각 어떻게 움직이는가?

## 횡파와 종파

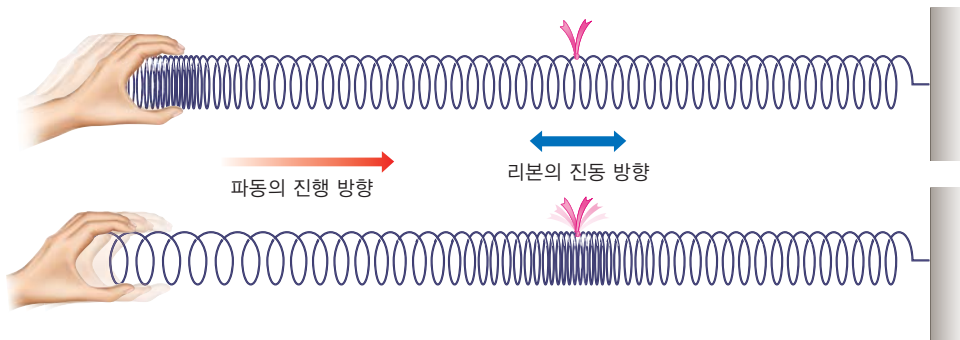
우리 주변에는 여러 가지 파동이 존재한다. 귀에 들리는 소리, 눈으로 보는 빛, 넘실거리는 파도, 땅을 흔들리게 하는 지진 등은 모두 진동을 전달하는 파동에 속한다. 이러한 파동들은 횡파와 종파로 나뉜다.

한쪽이 벽에 고정된 긴 용수철의 한끝을 좌우로 흔들어 주면 파동이 만들어져 용수철을 따라 전파된다. 이때 용수철에 묶인 리본이 좌우로 진동하는 것으로 보아 용수철은 좌우로 진동하고 파동은 진동 방향과 수직으로 진행하는 것을 알 수 있다. 이와 같이 매질의 진동 방향이 파동의 진행 방향과 수직인 파동을 **횡파**라고 한다. 횡파에는 물결파, 전자기파, 지진파의 S파 등이 있다.



▶ **그림 36** 횡파 용수철의 진동 방향은 파동의 진행 방향과 수직이다.

한편, 용수철 끝을 잡고 앞뒤로 흔들어 주면 뾰뾰한 부분과 듬성듬성한 부분이 반복적으로 만들어지면서 파동이 용수철을 따라 전파된다. 이때 용수철에 묶인 리본이 앞뒤로 진동하는 것으로 보아 파동의 진행 방향이 매질의 진동 방향과 나란하다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 매질의 진동 방향이 파동의 진행 방향과 나란한 파동을 **종파**라고 한다. 종파에는 소리, 지진파의 P파 등이 있다.



▶ **그림 37** 종파 용수철의 진동 방향은 파동의 진행 방향과 나란하다.

**물음 2.** 파동에는 횡파와 종파 두 종류가 있다. 이 두 파동을 구별하는 기준은 무엇인가?

### 횡파와 종파

사이언스올

<http://www.scienceall.com>

용수철의 한끝을 서로 다른 방법으로 흔들어 줄 때 만들어지는 횡파와 종파의 모습이 어떻게 되는지 알아보자.

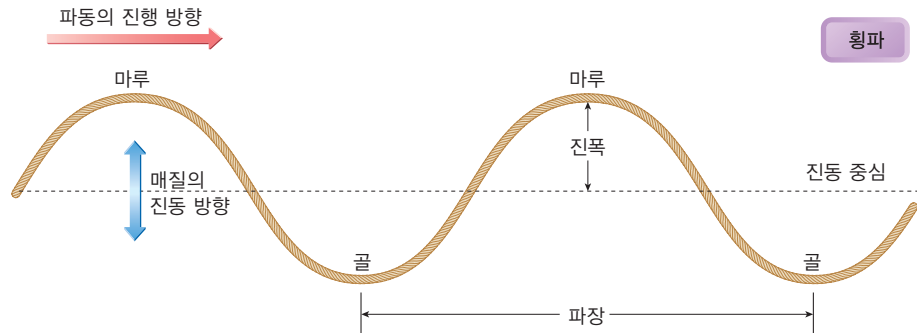


▶ **그림 38 음파** 북을 치면 촛불이 앞뒤로 흔들린다.

그림 38과 같이 북 앞에 촛불을 켜 놓고 북을 치면 촛불이 앞뒤로 흔들리는 것을 볼 수 있는데 이것은 북소리가 전파될 때 공기 입자가 음파의 진행 방향과 나란하게 진동하기 때문이다. 따라서 음파는 매질의 진동 방향이 파동의 진행 방향과 나란한 종파라는 것을 알 수 있다.

### 횡파의 표시

그림 39는 줄의 한끝을 잡고 위아래로 흔들어 줄 때 어느 순간 줄의 모습을 나타낸 것으로 줄의 각 부분의 위치가 서로 다른 것을 알 수 있다.



▶ **그림 39 횡파의 표시**

### 파고

파도의 높이를 나타내는 파고는 파도의 골에서 마루까지의 높이이다.

횡파에서 어느 순간 매질의 위치가 가장 높은 곳을 **마루**라고 하고, 가장 낮은 곳을 **골**이라고 한다. 파동이 진행할 때 매질은 마루와 골 사이에서 진동하는데, 진동 중심에서 마루 또는 골까지 거리를 **진폭**이라고 한다.

파원이 규칙적으로 진동하면 같은 모양의 파동이 반복적으로 나타난다. 이때 마루에서 다음 마루까지의 거리, 또는 골에서 다음 골까지의 거리를 **파장**이라고 한다.

파도의 경우 어느 순간 물의 높이가 가장 높은 곳이 마루이고, 물의 높이가 가장 낮은 곳이 골이다. 잔잔한 파도는 물이 위아래로 작게 진동하여 진폭이 작고, 거센 파도는 진폭이 크다.



▶ **그림 40 파도** 잔잔한 파도는 진폭이 작고 거센 파도는 진폭이 크다.

용수철을 위아래로 규칙적으로 흔들어 주면 용수철의 한 점은 계속 진동한다. 진동하는 용수철의 한 점이 마루인 상태에서 골 상태가 되었다가 다시 마루가 되는 데 걸리는 시간이 매질이 1회 진동하는 데 걸리는 시간이다. 이와 같이 매질이 1회 진동하는 데 걸리는 시간을 **주기**라고 하고, 단위로는 초를 사용한다. 한편, 1초 동안 매질이 진동한 횟수를 **진동수**라고 하고, 단위로는 Hz(헤르츠)를 사용한다.

**주기와 진동수 사이의 관계**  
주기와 진동수는 서로 역수 관계이다.

$$\text{주기} = \frac{1}{\text{진동수}}$$

**물음 3.** 수면에 떠 있는 나뭇잎이 1초에 2번 위아래로 진동하고 있다. 물결파의 주기와 진동수는 각각 얼마인가?

### 종파의 표시

용수철을 앞뒤로 흔들어 종파가 만들어졌을 때 어느 순간 용수철의 모습을 살펴 보면 용수철 사이의 간격이 좁아져 뽁뽁한 곳과 간격이 넓어져 듬성듬성한 부분이 생긴 것을 알 수 있다. 매질이 뽁뽁한 곳에서 다음 뽁뽁한 곳까지의 거리, 또는 듬성듬성한 곳에서 다음 듬성듬성한 곳까지의 거리를 **파장**이라고 한다. 또 매질이 앞뒤로 진동할 때 1회 진동하는 데 걸린 시간을 **주기**라고 한다.

**종파의 진폭**  
매질의 한 점이 앞뒤로 진동할 때 진동하는 폭의 절반이 진폭이다.

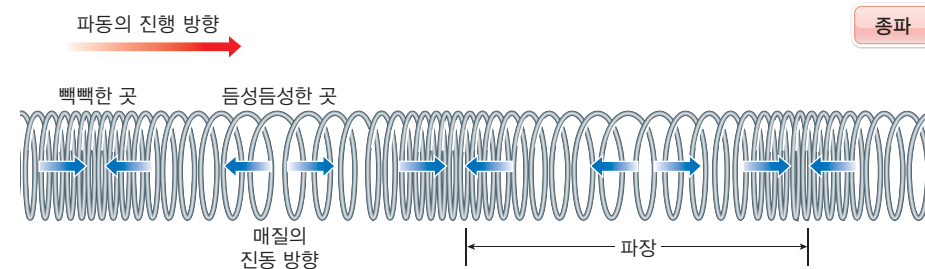


그림 41 종파의 표시

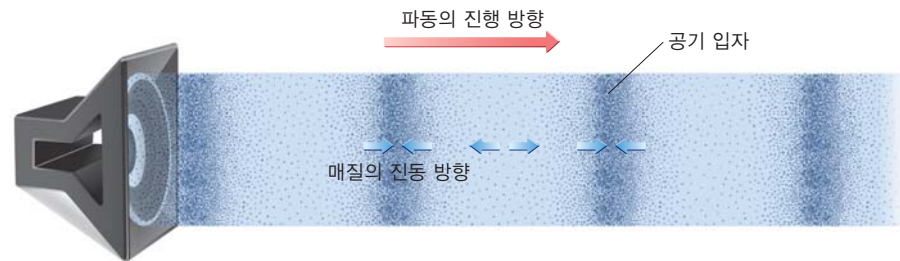
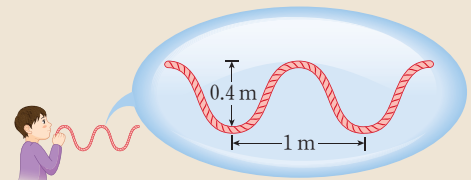


그림 42 음파의 진동 종파인 음파는 공기 입자가 뽁뽁한 곳과 듬성듬성한 부분이 생긴다.

### 스스로 확인하기

- 오른쪽 그림은 진동하는 줄의 어느 순간의 모습이다. 진폭과 파장은 각각 얼마인가?
- 줄의 한 끝을 잡고 위아래로 천천히 흔들 때와 빠르게 흔들 때 줄의 진동수가 더 큰 경우는 언제인가?
- 창의·인성** 튜브를 타고 파도타기를 할 때 튜브와 몸이 어떤 식으로 움직이는지 파동의 진행과 관련지어 설명해 보자.



# 3

## 파동의 반사

- 이 단원을 배우면
  - 파동의 반사에 의한 현상을 설명할 수 있다.
  - 파동이 반사하는 예를 들 수 있다.



작은 소리가 반대쪽까지 잘 들리는 것은 무엇 때문일까?

### 파동의 반사

직진하던 파동이 장애물을 만나 같은 방향으로 계속 진행하지 못할 때 파동은 어떻게 될까?

그림 43은 물결파가 전파되다가 장애물을 만났을 때 진행하는 모습으로, 파동이 장애물을 만났을 때 진행 방향이 바뀌어 되 돌아오는 것을 파동의 반사라고 한다.

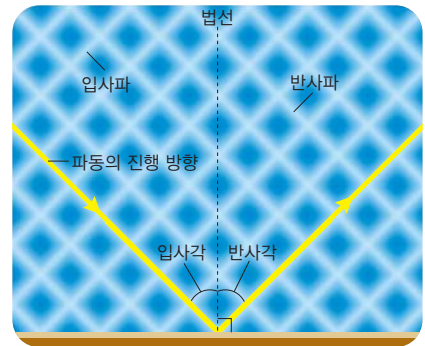


그림 43 파동의 반사

### 파동의 반사 현상의 이용

박쥐는 자신이 낸 초음파가 물체에서 부딪혀 반사되어 오는 것을 이용하여 물체를 식별한다. 구름의 양을 측정하는 기상 레이더는 전파를 쏘아 수증기에서 반사되어 오는 전파의 양으로 구름의 두께와 양을 측정한다. 또 초음파로 태아의 모습을 볼 때에도 파동의 반사 현상을 이용한다.

#### 초음파

진동수가 매우 커 사람이 들을 수 없는 음파이다.

그림 44 파동의 반사 현상의 이용



박쥐



기상 레이더



초음파 사진

토끼의 귓바퀴는 소리를 반사시켜 모으므로 작은 소리도 잘 들을 수 있다. 또 구면 모양의 위성 안테나도 약한 신호를 반사시켜 한 점에 모으므로 센 신호를 얻을 수 있다. 작은 소리를 듣기 위해 귀에 손을 대는 것도 음파를 반사시켜 모으기 위한 것이라고 할 수 있다.



토끼의 귓바퀴



위성 안테나

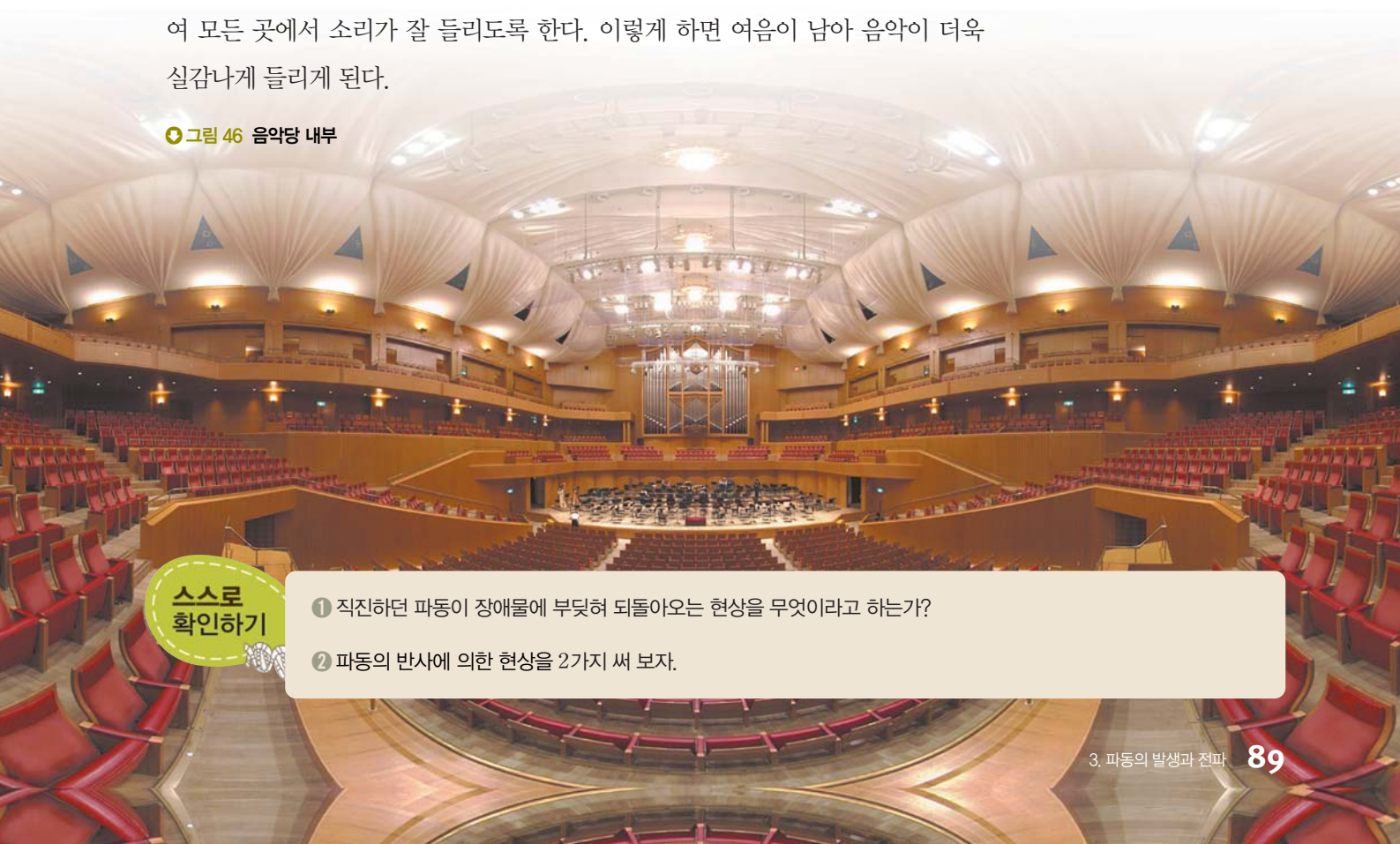


소리듣기

📌그림 45 소리를 반사하여 센 신호 얻기

빈 방이나 교실에서는 소리가 울리는 듯한 느낌을 받는다. 이것은 소리가 벽 등에서 반사되기 때문에 나타나는 현상이다. 음악당 내부의 벽과 천장을 그대로 두면 소리가 반사되어 울리기 때문에 음악을 듣기 어렵게 된다. 이것을 방지하기 위해 소리가 잘 흡수되는 소재의 물체를 벽과 천장에 붙이는데, 소리가 지나치게 흡수되면 음악이 웅장하게 느껴지지 않는다. 따라서 음악당 내부에서 소리가 적당히 반사되도록 하기 위해 각이 져 있거나 볼록한 모양의 시설을 벽과 천장에 설치하여 모든 곳에서 소리가 잘 들리도록 한다. 이렇게 하면 여음이 남아 음악이 더욱 실감나게 들리게 된다.

📌그림 46 음악당 내부



스스로  
확인하기

- ① 직진하던 파동이 장애물에 부딪혀 되돌아오는 현상을 무엇이라고 하는가?
- ② 파동의 반사에 의한 현상을 2가지 써 보자.

# 4

## 파동의 굴절

- 이 단원을 배우면
  - 파동의 굴절을 설명할 수 있다.
  - 파동이 굴절되는 예를 말할 수 있다.



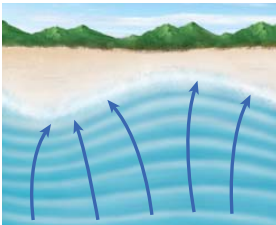
“낫말은 새가 듣고 밤말은 쥐가 듣는다.”는 속담은 과학적으로 옳은 것일까?

### 파동의 굴절

파동이 진행하다가 성질이 다른 매질을 만나면 어떻게 될까?

그림 47은 물의 깊이가 서로 다른 곳을 물결파가 지나가는 동안 물결파의 모양과 진행 방향을 나타낸 것으로, 매질의 성질이 달라지면 속력이 달라져서 파동의 진행 방향이 꺾이는 것을 알 수 있다. 이와 같이 파동이 나아가다가 진행 방향이 꺾이는 현상을 **파동의 굴절**이라고 한다.

굴절에 의한 파도의 진행 방향의 변화



바다 쪽으로 튀어나온 곳에는 파도가 집중된다.

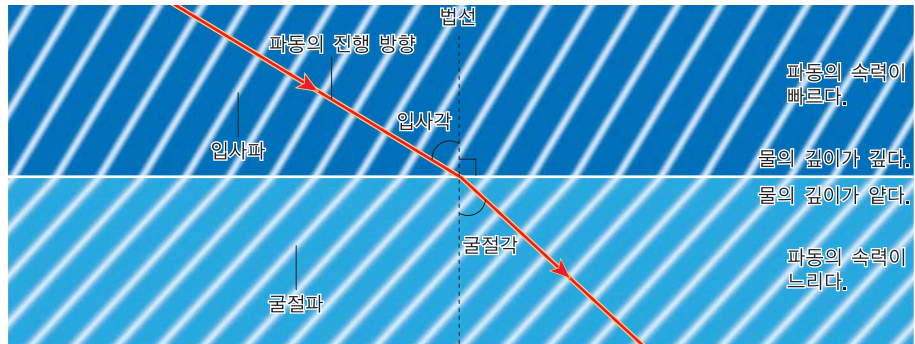


그림 47 파동의 굴절

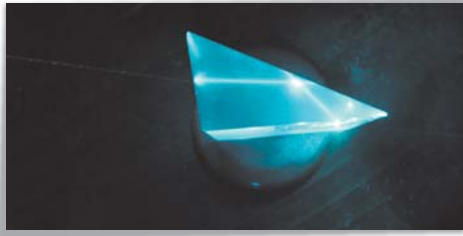
그림 48 파도의 굴절 해안으로 다가오는 동안 직선인 파도가 해안선과 나란한 모양으로 변한다.

### 파동의 굴절에 의한 현상

파도가 해안으로 다가올 때 먼바다에서 직선으로 밀려오던 파도가 해안선 근처로 올수록 점점 곡선으로 되다가 구불구불한 해안선에 거의 동시에 닿는 것을 볼 수 있다.



프리즘에 빛을 비췄을 때 진행 방향이 꺾이는 것, 물방울이나 이슬에 주변 모습이 비춰 보이는 것 등은 굴절에 의해 나타나는 현상이다.



프리즘을 통과하는 빛



물방울에 굴절되어 보이는 꽃

그림 49 굴절에 의한 현상

음파는 낮에는 하늘 방향으로 굴절되면서 진행하고 밤에는 땅 방향으로 굴절되면서 진행한다. “낮말은 새가 듣고 밤말은 쥐가 듣는다.”라는 속담은 소리의 굴절에 의해 나타나는 현상을 표현한 것이라고 할 수 있다.



낮에 위쪽으로 굴절되는 소리



밤에 아래쪽으로 굴절되는 소리

**밤과 낮의 소리의 굴절**

밤과 낮에는 높이에 따른 공기의 온도가 다르기 때문에 소리가 굴절되면서 진행한다. 온도가 높을수록 소리의 속력이 빠르므로 지면 쪽의 공기 온도가 더 높은 낮에는 소리가 위로 굴절되며, 지면 쪽의 공기 온도가 더 낮은 밤에는 소리가 아래로 굴절된다.

그림 50 소리의 굴절에 의한 현상



**파동의 흡수**

항구의 방파제 주변이나 등대 주변에 콘크리트로 만든 열기설기한 물체를 둘러쌓아 놓은 것을 볼 수 있는데, 이곳에서는 물결파가 반사되지 않는다.

콘크리트로 된 물체의 틈 사이로 파도가 진행하면 파도가 작게 부서지면서 흡수되어 사라진다. 즉, 파도의 에너지에 의해 방파제나 등대가 파손되지 않도록 보호하는 역할을 한다.



항구의 방파제



- ① 파동이 진행하다가 다른 매질을 만났을 때 파동의 진행 방향이 꺾이는 현상을 무엇이라고 하는가?
- ② 음파는 낮에는 \_\_\_\_\_(으)로 굴절하고 밤에는 \_\_\_\_\_(으)로 굴절한다.



준비물

물결파 발생 장치, 알루미늄 막대, 유리판

유의할 점

- 물결통을 수평으로 하여 물의 깊이가 일정하게 한다.
- 물결통 주위를 스펀지로 감싸 파동의 반사를 줄인다.
- 알루미늄 막대는 흔들리지 않도록 무거운 것을 사용한다.

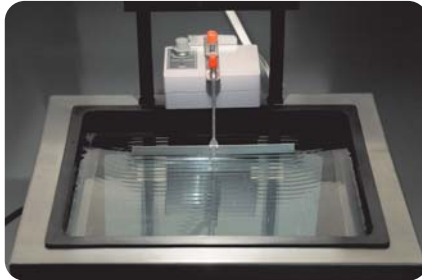
| 목표 |

물결파를 관찰하여 파동의 성질을 설명할 수 있다.

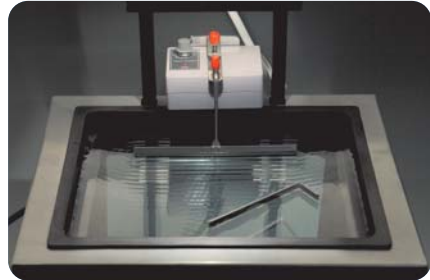
실험 ① 물결파의 반사 관찰하기

| 과정 |

- ① 그림 (가)와 같이 물결파 발생 장치로 직선 형태의 파동을 만들자.
- ② 그림 (나)와 같이 물결파 진행 방향과 비스듬하게 알루미늄 막대를 놓고 파동이 진행하는 모습을 관찰해 보자.



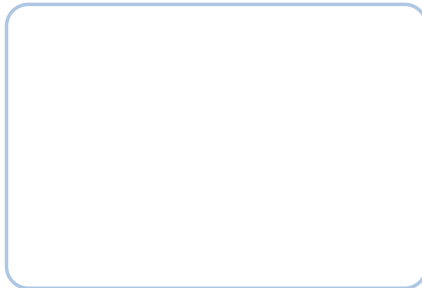
(가)



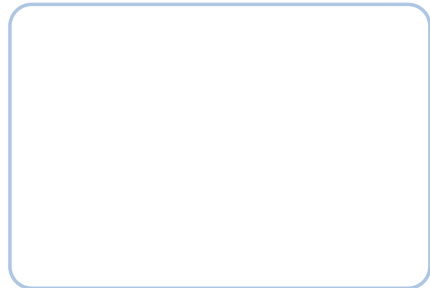
(나)

| 결과 |

- ① 과정 ①, ②에서 발생한 파동의 모습을 그리고, 파동의 진행 방향을 화살표로 그려 보자.



과정 ①



과정 ②

- ② 과정 ②에서 알루미늄 막대에 부딪힌 파동은 어떻게 진행하는가?

| 정리 |

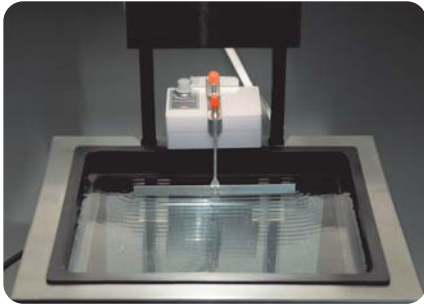
- 물결파가 전파되다가 장애물을 만나면 진행 방향이 어떻게 되는가?

-----

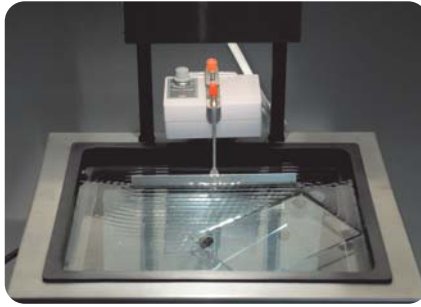
## 실험 2 물결파의 굴절 관찰하기

### | 과정 |

- 1 그림 (가)와 같이 물결파 발생 장치로 직선 형태의 파동을 만들자.
- 2 그림 (나)와 같이 두꺼운 유리판을 물결파의 진행 방향과 비스듬하게 물속에 잠기게 놓고 파동이 진행하는 모습을 관찰해 보자.



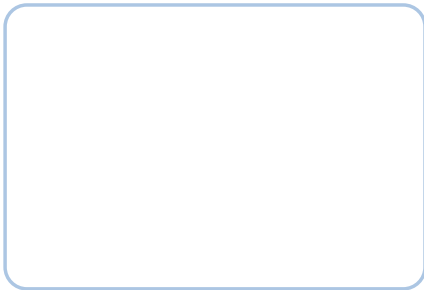
(가)



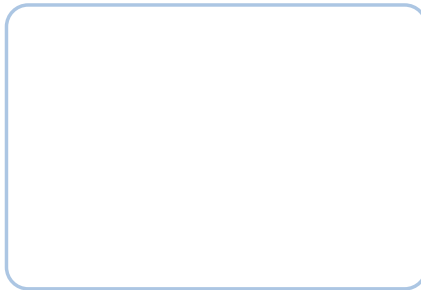
(나)

### | 결과 |

- 1 과정 1, 2에서 관찰한 파동의 모습을 그리고, 파동의 진행 방향을 화살표로 그려 보자.



과정 1



과정 2

- 2 과정 2에서 유리판이 잠겨 있는 곳에 도달한 파동은 어떻게 진행하는가?

### | 정리 |

- 물결파가 전파되다가 물의 깊이가 달라지면 진행 방향이 어떻게 되는가?

-----



# 소리의 발생과 전파

- 이 단원을 배우면**
- 물체의 진동에 의해 소리가 발생함을 말할 수 있다.
  - 소리의 전달 과정을 설명할 수 있다.



방석 위에서 휴대 전화가 진동할 때 소리를 잘 듣지 못하는 까닭은 무엇일까?

## 소리의 발생

우리는 주변에서 물체가 부딪칠 때 나는 소리, 악기를 연주할 때 나는 소리, 말 소리 등 다양한 소리를 듣는다. 소리는 어떻게 발생할까?



미니 탐구

실험

소리의 발생

**준비물** 소리굽쇠, 고무망치, 비커, 물

- 1 고무망치로 두드린 소리굽쇠를 귀에 가까이 하여 소리를 들어 보자.
  - 2 고무망치로 두드린 소리굽쇠를 물이 들어 있는 비커에 넣어 보자.  
- 물은 어떻게 되는가?
  - 3 소리가 나는 소리굽쇠를 잠시 붙잡은 후, 물이 들어 있는 비커에 넣어 보자.  
- 물은 어떻게 되는가?
- ▶ 소리굽쇠에서 소리가 나는 것은 소리굽쇠의 진동과 어떤 관계가 있는가?



소리굽쇠를 고무망치로 두드리면 소리가 난다. 이때 손가락을 소리굽쇠에 살짝 대어 보면 진동하는 것을 느끼고, 꼭 잡은 후 손을 떼면 더 이상 소리가 나지 않는 것을 알 수 있다. 또 고무망치로 두드려 소리가 나는 소리굽쇠를 물속에 넣으면 물이 튀는 것으로 보아 소리굽쇠가 진동하는 것을 알 수 있다.

고무줄을 튕겨 소리가 날 때 고무줄이 진동하고, 북의 가죽 위에 모래를 올려놓고 북을 치면 북이 진동하면서 모래가 된다. 또 성대에 손을 대고 말을 하면 성대가 진동하고 있음을 알 수 있다.



고무줄의 진동

북의 진동

성대의 진동

그림 51 소리의 발생 물체의 진동에 의해 소리가 발생한다.

### 소리의 전파

입 앞에 얇은 종이를 들고 말을 하면 종이가 진동하는 것으로 보아 공기 입자들이 앞뒤로 진동하는 것을 알 수 있다. 물체가 진동하면 주변의 공기를 밀었다 당겼다가 반복하면서 주변의 공기를 차례로 진동시켜 소리가 전파된다. 소리가 전파되다가 귀에 도달하면 고막을 진동시키고 그 신호가 뇌로 전달되면 소리를 듣게 된다.

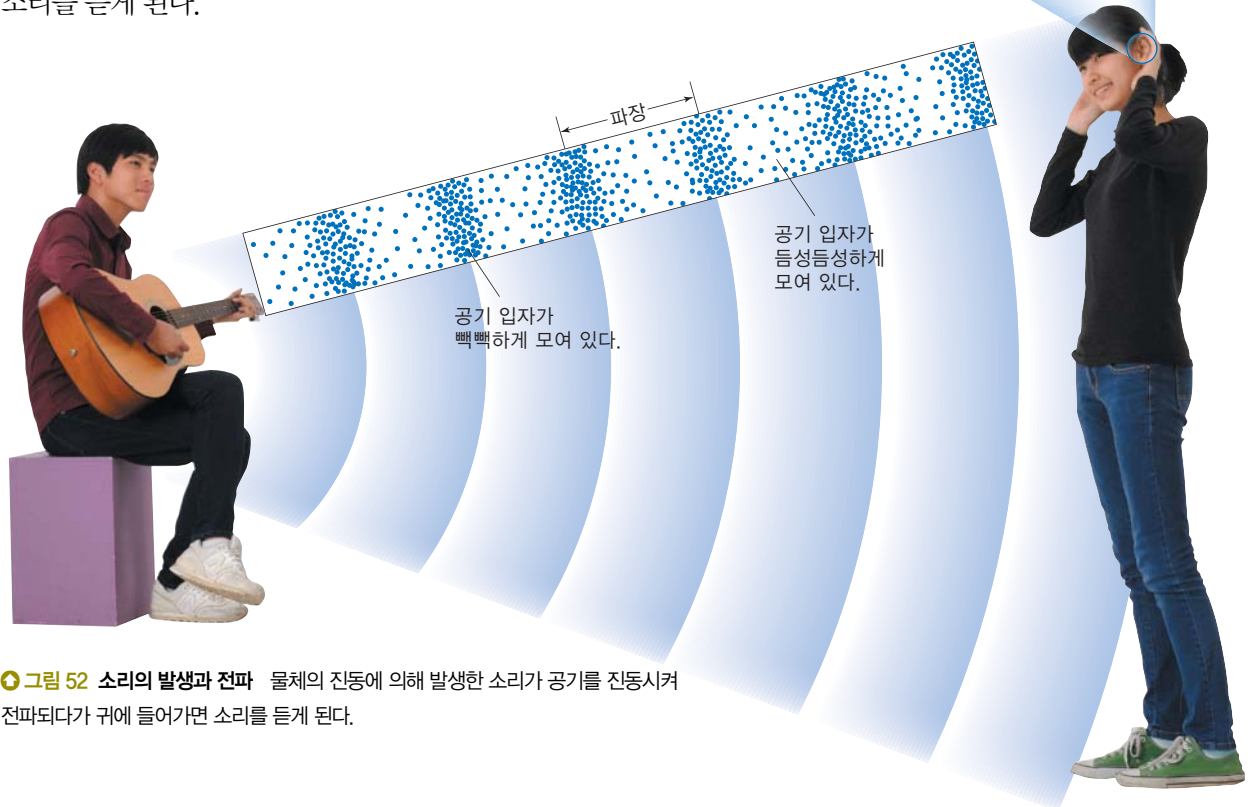


그림 52 소리의 발생과 전파 물체의 진동에 의해 발생한 소리가 공기를 진동시켜 전파되다가 귀에 들어가면 소리를 듣게 된다.

**소리의 속력**

소리의 속력은 고체에서 가장 빠르고, 기체에서 가장 느리다. 또 공기의 온도가 올라갈수록 소리의 속력이 빨라진다.

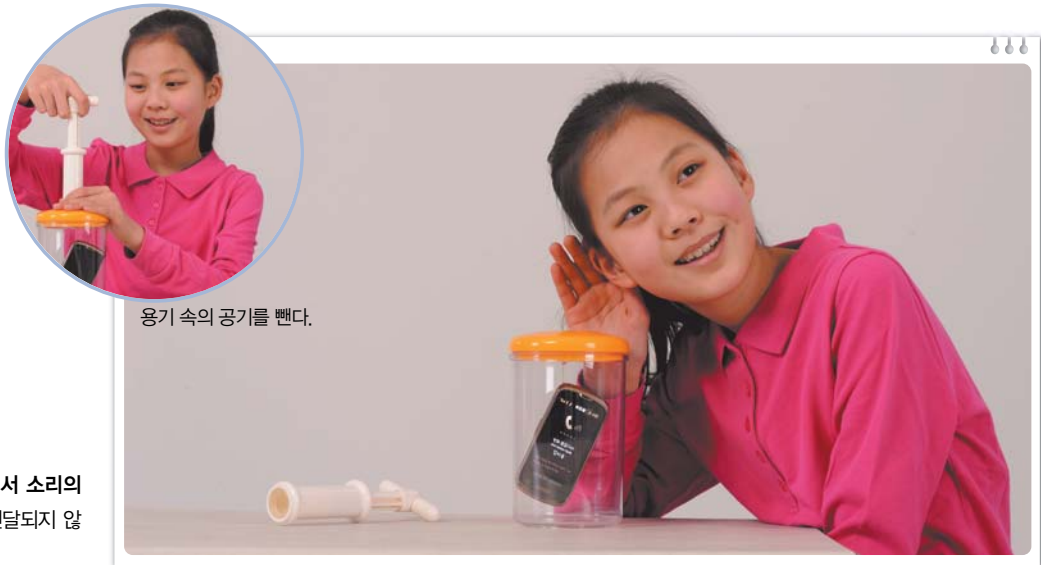
매질	속력(m/s)
공기(15 °C)	340.45
공기(30 °C)	349.45
물(25 °C)	1,493
구리(20 °C)	3,560
철	5,130

소리는 기체뿐만 아니라 고체와 액체를 통하여 전달되기도 한다. 긴 철봉의 한 쪽 끝에 귀를 대고 반대쪽 끝을 딱딱한 물체로 살짝 때리면 소리가 들리는데, 이것은 진동이 철봉을 통하여 전달되었기 때문이다. 또 수중 발레 선수들은 물을 통하여 소리가 전달되기 때문에 물속에 있어도 음악에 맞춰 일치된 동작을 할 수 있다.



▶ 그림 53 고체와 액체에서 소리의 전파

밀폐 용기의 뚜껑에 휴대 전화를 매달고 뚜껑을 닫은 후 전화를 걸면 벨 소리가 들린다. 그러나 용기 속의 공기를 뺀 후 전화를 걸면 더 이상 벨소리가 들리지 않는다. 이것은 용기 안에서 소리를 전달해 주는 매질이 없기 때문이다.



▶ 그림 54 밀폐된 용기에서 소리의 전달 진공에서는 소리가 전달되지 않는다.

**스스로 확인하기**

- 1 교실에서 이야기를 할 때 소리를 전달해 주는 매질은 무엇인가?
- 2 친구와 이야기를 할 때 공기 분자는 어떤 방향으로 진동하는가?
- 3 | 창의·인성 우주복을 입고 있는 우주인이 공기가 없는 곳에서 무전기의 도움 없이 의사소통을 할 수 있는 방법을 생각해 보자.



| 과정 |

1 플라스틱 컵의 아랫부분을 칼로 오려 낸 후, 윗부분을 잘라 낸 풍선을 컵에 씌우자.



2 아크릴 거울을 가로, 세로 각각 1 cm 크기로 오려서 양면테이프를 이용하여 풍선에 붙이자.

3 투명 테이프를 이용하여 레이저 포인터를 컵의 옆면에 붙이자.

4 아크릴 거울을 가로, 세로 각각 2 cm 크기로 오린 후, 클립을 펴서 한쪽 면에 붙이자.

5 거울을 붙인 클립을 레이저 포인터에 붙인 후 레이저가 두 거울에 차례로 반사 되도록 각도를 조절하자.



완성된 모습



6 레이저를 켜고 빛이 반사된 곳을 찾은 후, 컵에 입을 대고 여러 가지 소리를 내면서 벽에 나타난 레이저 빛을 관찰하자.

| 결과·정리 |

● 여러 가지 소리에 따라 벽에는 어떤 모양의 무늬가 나타나는가?

준비물

플라스틱 컵, 레이저 포인터, 풍선, 아크릴 거울, 클립, 가위, 칼, 투명 테이프, 양면테이프, 면장갑

유의할 점

- 불을 끄면 레이저 빛이 더욱 잘 보인다.
- 레이저 빛이 눈에 직접 비춰지지 않도록 한다.
- 칼로 컵을 오릴 때 손을 다치지 않도록 한다.



# 2

## 소리의 세기와 높낮이

- 이 단원을 배우면
  - 소리의 세기와 진폭의 관계를 설명할 수 있다.
  - 소리의 높낮이와 진동수의 관계를 설명할 수 있다.



큰 소리와 작은 소리, 높은 소리와 낮은 소리의 차이는 무엇 때문일까?

### 소리의 세기

펜으로 탁자를 살살 치면 작은 소리가 나지만 세게 치면 더 큰 소리가 난다. 소리의 세기는 파동의 어떤 요소와 관계가 있을까?



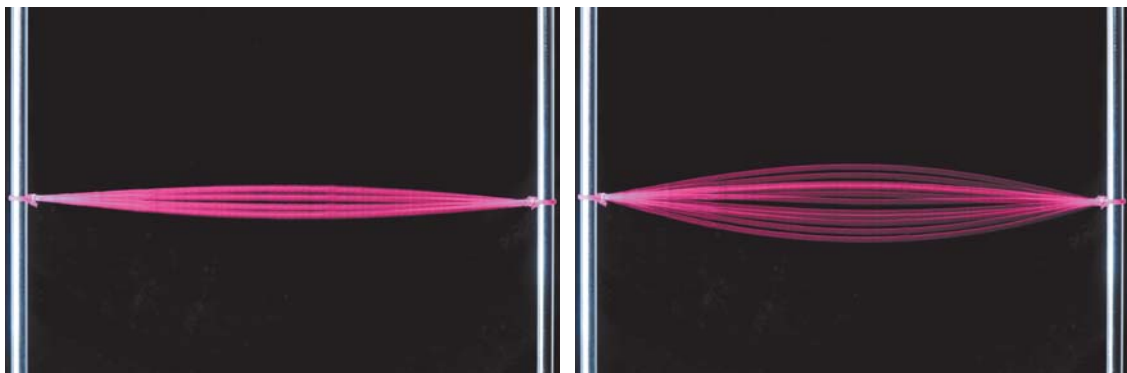
### 미니 탐구

#### 실험

### 소리의 세기

**준비물** 고무줄, 스탠드

- 1 고무줄을 양쪽으로 당겨 스탠드에 묶어 고정하자.
- 2 고무줄의 가운데를 약하게, 세게 튕겨 준 후 소리를 들어 보자.



약하게 튕길 때

세게 튕길 때

- ▶ 어느 경우에 더 큰 소리가 나는가?
- ▶ 소리의 세기는 고무줄이 진동하는 크기와 어떤 관계가 있는가?

고무줄의 양끝을 고정하고 가운데를 튕겨 주면 고무줄이 진동하면서 소리가 난다. 이때 고무줄을 세게 튕겨 줄수록 큰 소리가 난다. 또 북을 쳤을 때 북을 세게 칠수록 크게 진동하면서 소리가 크게 들린다.

그림 55는 소리 분석 장치로 북소리를 분석하는 모습이다. 소리는 종파이지만 소리 분석 장치는 마이크를 통하여 입력된 소리를 횡파 모양으로 변화시켜 화면에 나타내 주는데, 소리가 클수록 화면에 나타난 횡파 모양의 진폭이 커진다.

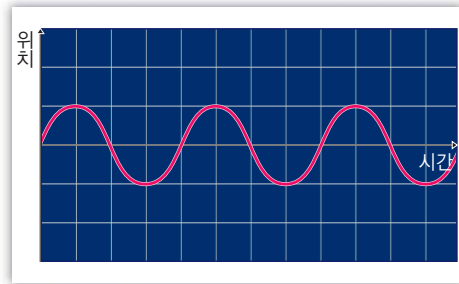


그림 55 소리 분석 장치 소리를 횡파 형태로 화면에 나타내 준다.

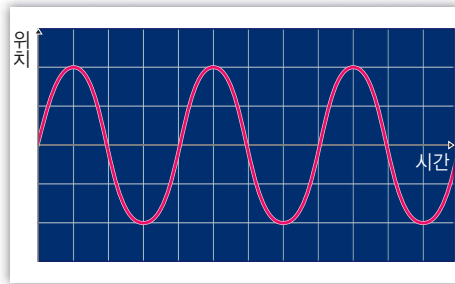
북소리를 분석해 보면 북을 살살 칠 때에는 파동의 진폭이 작지만 세게 치면 진폭이 커지는 것을 관찰할 수 있다. 이와 같이 고무줄이 진동하거나 북이 진동하여 소리가 발생할 때 소리의 진폭이 클수록 소리가 크다.

**큰 소리**  
진폭이 큰 소리로, 센소리라고 한다.

**작은 소리**  
진폭이 작은 소리로, 약한 소리라고 한다.



작은 소리(진폭이 작다.)



큰 소리(진폭이 크다.)

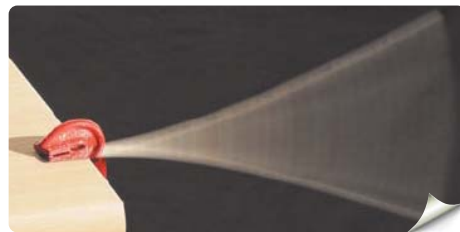
그림 56 소리의 세기 진폭이 클수록 큰 소리가 난다.

물체가 진동할 때 주변 공기 입자가 함께 진동하여 소리가 만들어진다. 따라서 물체의 진동이 커질수록 공기 입자의 진동이 크므로 소리의 진폭이 커져 큰 소리가 난다.

**물음 4.** 그림 (가), (나)와 같이 강철자의 한끝을 탁자에 고정하고 튕겨주었다.



(가)



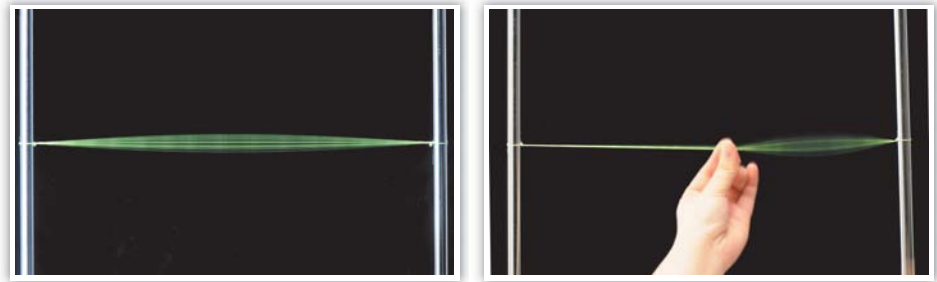
(나)

두 강철자 중 어느 것에서 더 큰 소리가 나는가?

## 소리의 높낮이

노래를 들어 보면 높은 소리와 낮은 소리가 있다. 소리의 높고 낮은 정도를 소리의 높낮이라고 한다. 소리의 높낮이는 파동의 어떤 요소와 관계가 있을까?

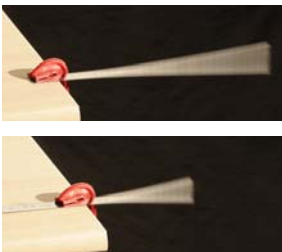
그림 57과 같이 고무줄을 당겨 양끝을 고정하고 가운데 부분을 튕겨 주면 소리가 들린다. 이때 고무줄의 가운데 부분을 손으로 잡은 후 한쪽을 튕겨 주면 더 높은 소리가 난다. 양끝이 고정된 고무줄이 진동할 때 길이가 짧을수록 진동이 빠르며 높은 소리가 난다.



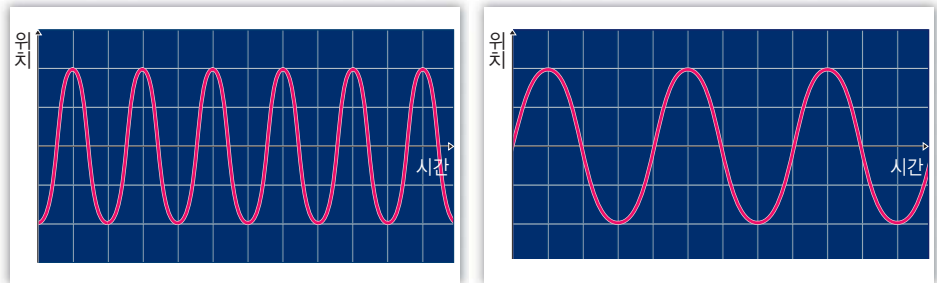
◉ 그림 57 고무줄의 진동 고무줄이 빨리 진동할 때 높은 소리가 난다.

### 강철자의 진동

한끝이 고정된 강철자를 튕겨 주면 소리가 나는데, 같은 쪽으로 튕겨 주더라도 강철자의 길이가 짧을수록 높은 소리가 난다.



소리 분석 장치로 소리의 파동 모습을 살펴보면 소리의 높낮이에 따라 파동의 진동수가 서로 다르다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 소리의 높낮이는 진동수와 관련이 있는데 진동수가 클수록 높은 소리가 난다.

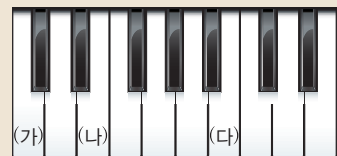


◉ 그림 58 소리의 높낮이 진동수가 클수록 높은 소리가 난다.

🔧 물음 5. 높은 소리와 낮은 소리가 들릴 때 공기 입자가 진동하는 주기가 더 긴 것은 어떤 것인가?

### 스스로 확인하기

- ① 큰 소리는 \_\_\_\_\_ 이가 크고, 높은 소리는 \_\_\_\_\_ 이가 크다.
- ② 피아노 건반 (가)~(다)를 누를 때 진동수가 가장 큰 소리가 나는 것은?
- ③ | **창의·인성** | 소프라노, 알토, 테너는 소리의 어떤 차이를 기준으로 분류한 것인가?





| 과정 1 |

- 1 같은 크기의 유리병을 준비한 후 입구에 입을 대고 불어 소리를 내 보자.
- 2 유리병에 물을 조금씩 넣고 불었을 때 소리를 들어 보자.
- 3 각각의 유리병에 넣은 물의 양을 조절하여 음계에 맞게 병을 준비하자.

준비물

동일한 유리병 8개, 동일한 유리컵 8개, 막대



| 과정 2 |

- 1 같은 크기의 유리컵에 물을 조금씩 넣으면서 막대로 두드렸을 때 소리를 들어 보자.
- 2 각각의 유리컵에 넣은 물의 양을 조절하여 음계에 맞게 유리컵을 준비하자.

유의할 점

유리컵을 너무 세게 치지 않는다.



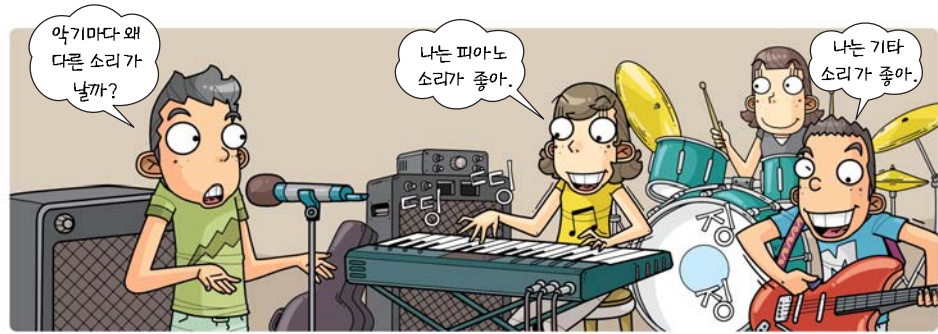
| 결과·정리 |

- 1 과정 1과 과정 2에서 만든 악기로 간단한 동요를 연주해 보자.
- 2 **창의·인성** 과정 1과 과정 2에서 물의 양에 따른 소리의 높낮이가 서로 반대가 되는 까닭을 조사해 보자.

# 3

## 소리의 맵시

- 이 단원을 배우면
  - 악기마다 소리의 맵시가 다른 것을 말할 수 있다.
  - 소리의 맵시를 파동의 모양과 관련지어 설명할 수 있다.



악기마다 고유한 소리가 나는 것은 소리의 어떤 차이 때문일까?



### 탐구 활동

#### 실험

다양한 소리를 어떻게 구별할 수 있을까?

#### 준비물

엠펙스리(MP3) 플레이어, 마이크, 헤드폰, 오디오 케이블, 여러 가지 악기 소리가 녹음된 엠펙스리(MP3) 파일, 컴퓨터, 사운드 웨이브 프로그램

#### 유의할 점

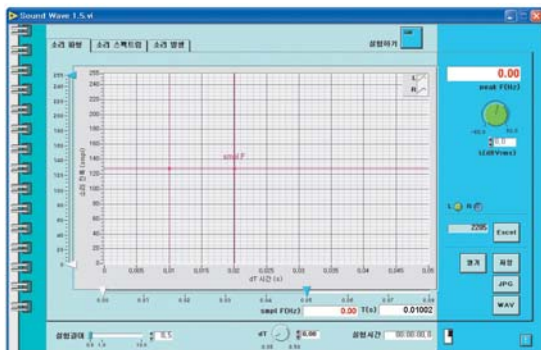
- 사운드 웨이브 프로그램은 다운받아 사용할 수 있다.
- 파동의 모습이 잘 보이도록 시간 간격과 파동의 크기를 조절하여 관찰한다.

#### | 목표 |

악기마다 고유한 소리가 나는 까닭을 설명할 수 있다.

#### | 과정 |

- 여러 가지 악기로 같은 높이의 소리를 MP3에 녹음하고, 녹음된 소리를 MP3 플레이어에서 들어 보자.
  - 각각 어떤 악기에서 나는 소리인가?
- 컴퓨터의 사운드 웨이브 프로그램을 실행하여 MP3 소리를 컴퓨터에 직접 입력했을 때 소리의 파형이 어떻게 되는지 살펴보자.
- 다른 악기의 소리를 사용하여 과정 2)를 반복하자.



4 마이크를 컴퓨터에 연결한 후 '아' 소리를 내면서 목소리의 파형이 어떻게 보이는지 살펴보자.

5 다른 사람이 같은 소리의 '아' 소리를 낼 때 목소리의 파형이 어떻게 보이는지 살펴보자.



**| 결과 |**

1 악기의 종류에 따른 파형을 출력하여 붙여 보자.

악기 종류	파형

- 각 악기의 소리 파형은 서로 같은가?

2 두 사람의 목소리에 따른 파형을 출력하여 붙여 보자.

소리	파형
내 목소리	
친구 목소리	

- 두 사람의 목소리는 파형이 서로 같은가?

**| 정리 |**

1 악기마다 다른 소리가 나는 것은 소리의 어떤 요소가 서로 다르기 때문인가?

-----

2 사람마다 목소리가 다른 것은 목소리의 어떤 요소가 다르기 때문인가?

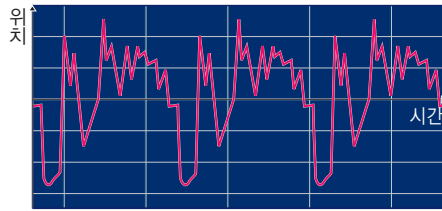
-----

## 소리의 맵시

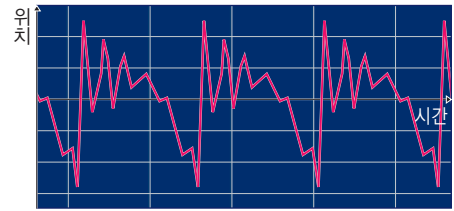
전화를 받을 때 상대방의 목소리만 듣고도 누구인지 알 수 있다. 또 여러 사람이 동시에 이야기하고 있어도 친구의 목소리를 구별할 수 있다. 이것은 사람마다 내는 소리가 서로 다르기 때문이다.

그림 59는 두 사람이 같은 소리를 낼 때 소리 분석 장치를 이용하여 소리의 파형 모습을 나타낸 것으로, 높이와 세기가 같은 소리라도 사람마다 파형이 서로 다른 것을 알 수 있다. 이와 같이 소리의 파형이 달라서 소리가 다르게 들리는 것을 **소리의 맵시**라고 한다.

▶ **그림 59** 목소리 파형 같은 높이의 소리라도 사람마다 목소리의 파형이 서로 다르다.



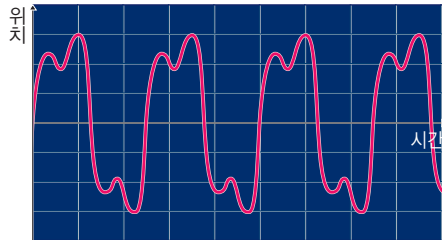
A의 목소리



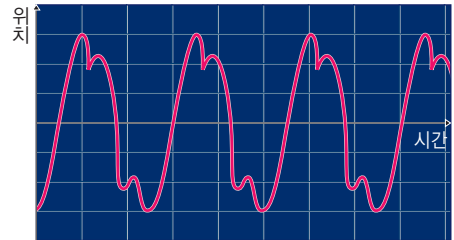
B의 목소리

악기마다 내는 소리가 다르게 들리는 것은 소리의 맵시가 서로 다르기 때문이며, 이 때문에 여러 악기가 함께 연주될 때 각 악기의 소리를 구별할 수 있다.

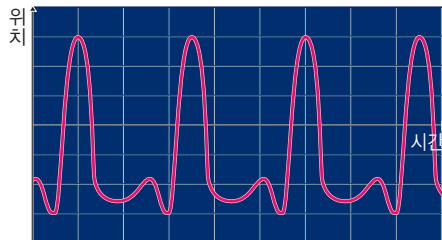
▶ **그림 60** 여러 가지 악기 소리의 파형 악기마다 소리의 파형이 다르다.



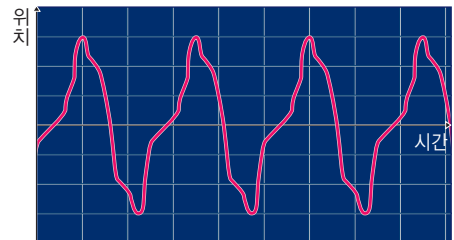
바이올린 소리



플루트 소리



실로폰 소리



피아노 소리

### 스스로 확인하기

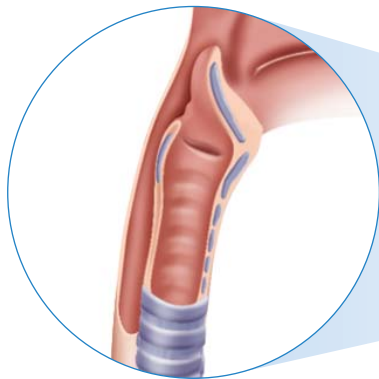
- 1 피아노 소리와 바이올린 소리를 구분할 수 있는 것은 소리의 \_\_\_\_\_ 이/가 다르기 때문이다.
- 2 서로 다른 악기에서 같은 높이의 소리가 나더라도 소리 분석 프로그램으로 \_\_\_\_\_ 을/를 관찰하면 서로 다른 것을 알 수 있다.
- 3 그림 60의 악기에서 나오는 소리의 세기는 서로 (같고, 다르고), 소리의 높낮이는 서로 (같다, 다르다).



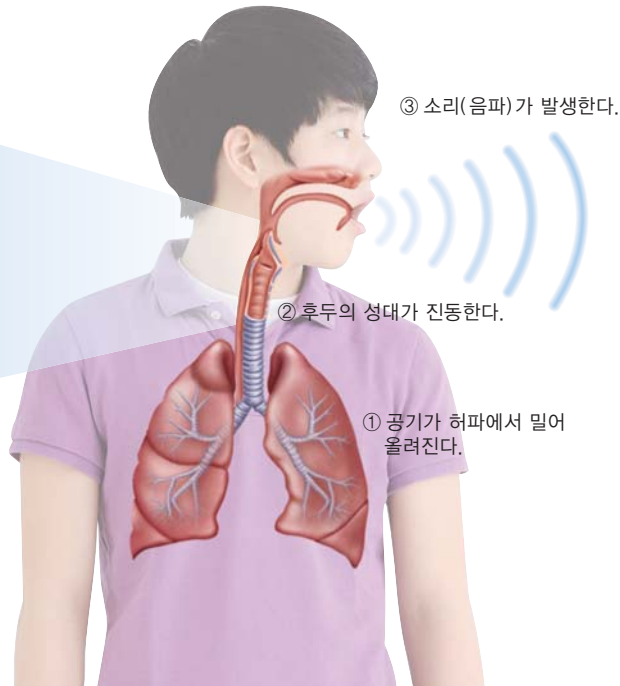
# “범인을 색출하라! 성문 분석법”

사람은 어떻게 소리를 낼 수 있을까? 말을 할 때 손으로 목을 짚으면 진동을 느낄 수 있다. 이것은 성대가 진동하면서 주변 공기를 진동시키기 때문이다. 전 세계 수십 억 사람 중에 같은 목소리를 가진 사람은 없다. 목소리는 지문처럼 사람마다

다 다른데, 그 까닭은 목소리를 만들어 내는 목, 성대, 입 등의 구조가 사람마다 다르기 때문이다. 사람마다 서로 다른 고유한 목소리의 파형을 성문이라고 한다.



성대를 확대한 모습

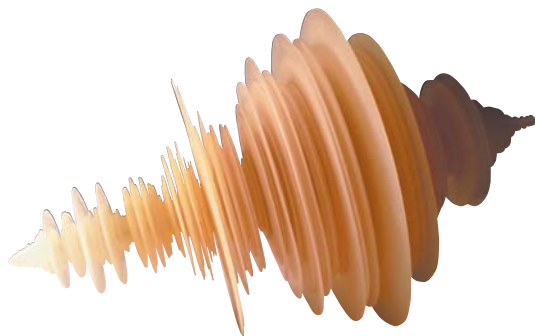


③ 소리(음파)가 발생한다.

② 후두의 성대가 진동한다.

① 공기가 허파에서 밀어 올려진다.

## 사람이 목소리를 만들어 내는 과정



성문 모형 사람마다 고유한 성문이 있다.

일반적으로 남성은 여성보다 목소리가 낮는데, 그 까닭은 성대의 크기와 관계가 있다. 남자의 경우 사춘기를 지나면서 성대가 굵고 두꺼워진다. 따라서 진동수가 작아져서 낮은 음을 내는 것이다.

성문을 분석하면 나이, 성별 등을 쉽게 파악할 수도 있고 지문과 같이 범인을 알아내는 데에 이용할 수도 있다. 만일 범인의 목소리가 현장에서 아주 작게라도 녹음이 되었다면, 그 성문을 분석하여 범인을 알아낼 수 있다.



### 창의적 사고

성문 분석법이 사용되는 예를 더 찾아보자.



| 목표 |

빛과 파동이 활용되는 예를 말할 수 있다.

| 자료 |

● 다음은 서영이가 경험한 일을 나타낸 것이다.

2011. 1. 9.  
친구와 함께 그림자 연극을 관람하였다.



2011. 3. 11.  
텔레비전에서 지진으로 건물이 무너지고 해일이 마을을 덮치는 장면이 나왔다.



2011. 4. 15.  
드라마 촬영장에 가서 반사판을 들고 있는 모습을 보았다.



2011. 6. 12.  
친구와 함께 콘서트를 보러 갔다. 화려하고 다양한 색의 조명이 멋졌다.



2011. 7. 10.  
이모 뱃속에 있는 예쁜 동생이 보였다. 벌써 손가락을 뻗고 있다.



2011. 8. 7.  
과학 캠프에 가서 태양열 조리기로 달걀을 삶아 먹었다.



| 결과 · 정리 |

● 서영이가 경험한 것을 빛과 파동의 성질과 관련지어 설명해 보자.

-----  
-----  
-----

📎 하나 더

이외에도 우리 주변에서 빛과 파동을 활용하는 예를 더 찾아보자.



## “건축 음향학자”

그리스 시대에 만들어진 벽과 천장이 없는 야외극장의 객석에서 무대의 소리가 깨끗하게 들리는 것은 객석 바닥이 가파르게 기울어 음파가 관객 쪽으로 잘 전달되기 때문이다.

베를린 필하모닉 오케스트라의 전용 콘서트홀은 건축 음향학 측면에서 세계적으로 유명하다. 이 공연장은 산비탈의 계단식 경작지와 같이 모든 객석을 일정한 그룹으로 묶어 한 단씩 올리면서 배치하여, 각 단의 낮은 벽들이 관객을 둘러싸게 만들어져 있다. 무대의 소리는 각 단의 낮은 벽들에서 반사되어 관객들에게 도달하는데, 천장이나 벽 등에 반사되어 오는 소리와 약간의 시간 차이 때문에 관객들은 더 웅장한 소리를 듣게 된다.

이와 같이 전문 공연장을 설계할 때에는 건축 음향학자들의 전문적인 설계가 꼭 필요하다. 건축 음향학자는 사람들이 모이는 공간이나 건물의 음향과 관련된 설계 방법을 연구하는 공학자로, 듣고자 하는 소리를 더욱 잘 들리게 하고, 듣기 싫은 소리를 차단하는 두 가지 목적을 위해 공간을 계획하고 설



▶ 그리스 아테네에 있는 디오니소스 야외극장

계한다.

건축 음향학은 소리를 파동으로 이해하는 풍부한 과학적 지식 위에 건축 공학과 환경 공학, 예술적 소양까지 아우르는 학문 분야로 최근 국내 대학에서도 연구가 진행되고 있다.

▶ 필하모닉 콘서트홀



### 창의적 사고

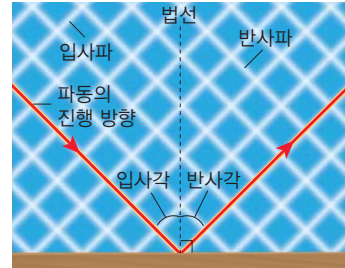
강당이나 연주회장은 소리가 청중들에게 잘 들릴 수 있도록 소리의 어떤 특징들을 고려하여 설계하였는지 설명해 보자.

## ● 파동의 반사는 어떻게 이용될까?

### [자료 1]

전파는 전자기파인데 공기 중에서 직진한다. 직진하던 전자기파가 물체를 만나면 일부는 물체에 흡수되고 일부는 반사된다. 파동이 반사될 때 반사 법칙이 성립한다.

**[반사 법칙]** 파동이 물체에 닿는 지점에 법선을 그렸을 때 입사각과 반사각은 서로 같다.



### [자료 2]

레이더는 전파를 발사하였을 때 물체에서 반사되어 오는 파동을 받아 물체를 알아낸다. 큰 배나 비행기와 같은 물체에서는 반사된 파동이 많이 되돌아 오므로 물체를 쉽게 알아챌 수 있으나, 작은 새와 같은 물체는 반사파가 작아 쉽게 알아채지 못한다.

### [자료 3]

스텔스 기술은 레이더에 최대한 작게 나타나게 하여 알아채지 못하게 하는 기술이다. 즉, 스텔스 기술이 적용된 물체는 레이더에서 완전히 사라지는 것이 아니라 최대한 작게 보이게 하여 쉽게 알아채지 못하게 하는 것이다.



1. 배나 비행기에 [자료 3]과 같은 스텔스 기술을 적용하려고 할 때 사용할 수 있는 방법 2가지를 [자료 1]과 관련지어 서술해 보자.

---



---

2. 스텔스 기술이 적용된 배나 비행기를 알아내려면 어떻게 해야 하는지 [자료 2]와 관련지어 서술해 보자.

---



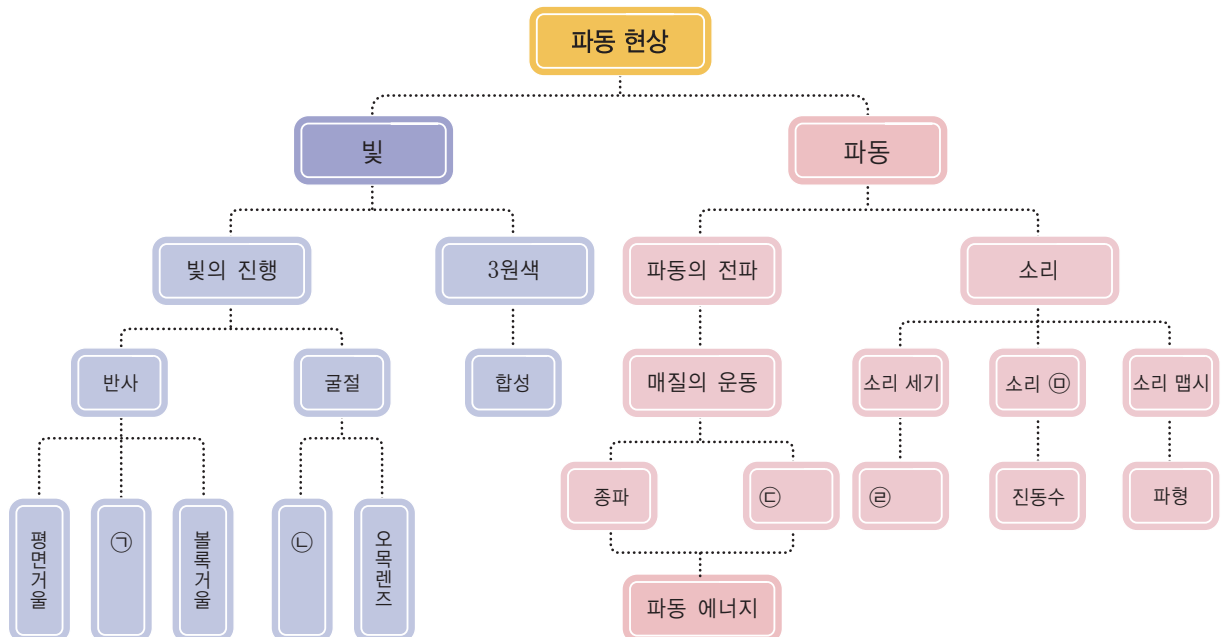
---



## 핵심 개념 확인하기

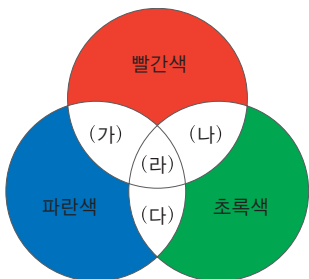
- 1 컴퓨터 모니터, 텔레비전 화면 등에서는 몇 가지 색의 빛을 하여 여러 가지 색을 얻는다.
- 2 물체에서 빛이 반사될 때 입사한 빛이 법선과 이루는 각을 거울이고, 물체보다 큰 상이 보이는 것은 거울이며, 항상 물체보다 작은 상이 보이는 것은 거울이다.
- 4 렌즈로 물체를 볼 때 물체보다 큰 상이 생기는 것은 렌즈이다.
- 5 파동이 전파될 때 은/는 제자리에서 진동만 하고, 파동 에너지가 주변으로 전파된다.
- 6 매질이 파동의 진행 방향과 수직으로 진동하는 파동을 이가 크기 때문이며, 고음은 저음보다 음파의 이가 크다.
- 9 악기마다 독특한 소리가 들리는 것은 소리의 이가 서로 다르기 때문이다.

## 한눈에 정리하기



이해하기

1. 그림과 같이 흰 종이에 빨간색, 파란색, 초록색 빛을 조금씩 겹치도록 비췌다.

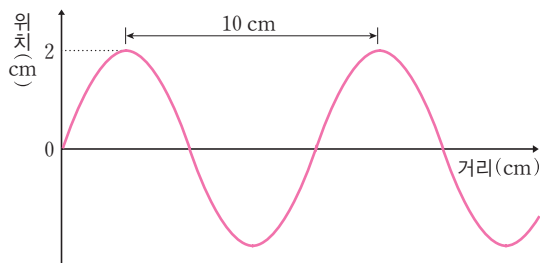


빨간색 빛을 끄면 (가)~(라) 부분은 각각 어떤 색깔로 보이는가?

2. 거울이나 렌즈에 의해 생기는 상을 바르게 연결해 보자.

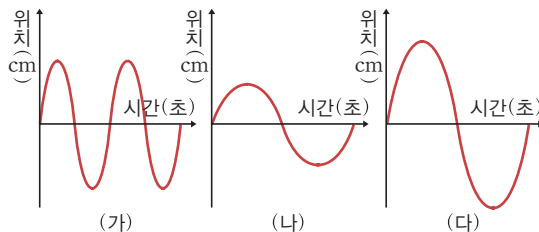
거울	상	렌즈
(1) 볼록 ·	· (가) 실물보다 작은 바로 선상	· ㉠ 오목
(2) 오목 ·	· (나) 실물보다 큰 바로 선상	· ㉡ 볼록

3. 그림은 어떤 파동을 나타낸 것이다.



- (1) 이 파동은 횡파와 종파 중 어느 것인가?  
 (2) 이 파동의 진폭과 파장은 각각 얼마인가?

4. 다음은 컴퓨터로 소리를 나타낸 것이다.



- (1) 가장 작은 소리는 어느 것인가?  
 (2) 가장 높은 소리는 어느 것인가?

적용하기

5. 그림은 기타줄을 튕겼을 때 줄이 진동하는 모습을 나타낸 것이다.



줄을 더 세게 튕겼을 때 소리의 요소 중 어떤 것이 달라지는가?

6. 그림은 장난감 자동차가 아스팔트에서 모래밭으로 진행할 때 속력이 느려져 진행 방향이 꺾이는 것을 나타낸 것이다.



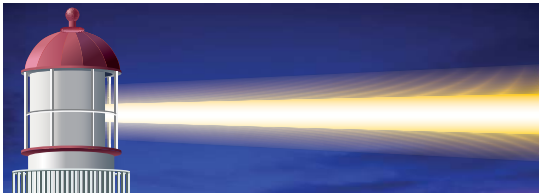
빛이 공기에서 물, 유리, 다이아몬드로 각각 같은 입사각으로 입사하였을 때 물, 유리, 다이아몬드 속에서 빛의 속력을 비교해 보자(단, 굴절률의 크기는 '물 < 유리 < 다이아몬드' 이다.).

7. 원판에 색종이를 붙여 팽이를 만들어 빠른 속력으로 돌려 주었다. 표와 같이 같은 크기의 색종이를 붙이고 돌렸을 때 어떤 색으로 보이는지 써 보자.

붙인 색종이	빨강+ 초록	파랑+ 초록	빨강+ 파랑	자홍+ 초록	빨강+ 파랑+ 초록
보이는 색					

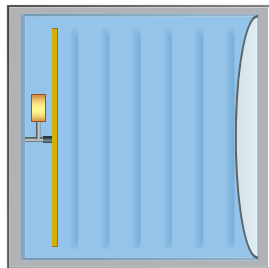
문제 해결하기

8. 한 점에서 나온 빛은 사방으로 퍼져 먼 곳까지 가면 희미해진다. 그림은 어떤 도구를 사용하여 빛이 퍼지지 않고 멀리까지 가도록 하였을 때 빛의 진행 방향을 나타낸 것이다.



이때 사용된 도구는 무엇인가?

9. 물결과 발생 장치로 그림과 같은 파동을 발생시켜 곡선 모양의 벽에 부딪혔을 때 반사되는 파동의 모습을 그려 보자.



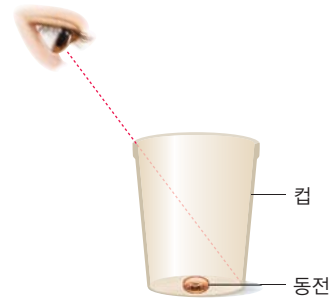
서술하기

10. 다음은 학생과 할아버지의 대화이다.

학생: 할아버지는 안경을 쓰시면 눈이 커 보여요.  
할아버지: 넌 안경을 쓰면 평소보다 눈이 작아 보인단다.

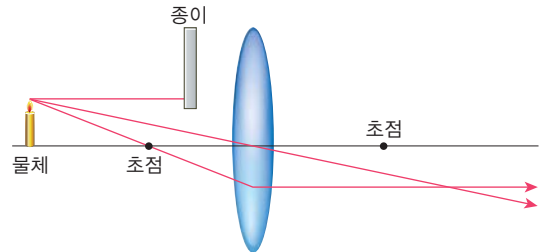
학생과 할아버지가 쓰는 안경이 어떤 렌즈로 된 것인지 쓰고 그 까닭을 설명해 보자.

11. 빈 컵 속에 동전을 넣고 비스듬한 방향에서 보았더니 동전이 보이지 않았다.



사람과 컵이 움직이지 않고 동전을 볼 수 있는 방법을 써 보자.

12. 그림은 볼록렌즈에 의해 상이 만들어질 때 빛의 진행 경로를 나타낸 것이다.



볼록렌즈의 일부분을 종이로 가리면 상은 어떻게 될지 써 보자.

13. 소리는 성대의 진동에 의하여 만들어진다. 성대는 진동할 수 있는 얇은 막인데, 사람마다 길이와 두께가 달라 서로 다른 소리를 만든다. 대체로 남자의 목소리가 여자의 목소리보다 저음이다. 그 까닭을 성대의 길이와 관련지어 설명해 보자.