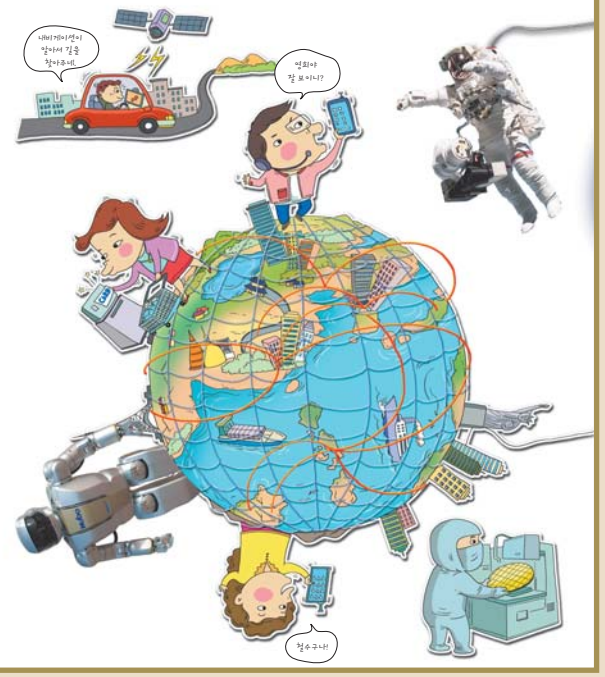


# IV 정보 통신과 신소재

## IV 정보 통신과 신소재



### \* 단원의 개관

첨단 기술을 이용한 기기들은 더 이상 그 분야에 종사하는 사람들만의 것이 아니고, 일반인들도 거의 매일 첨단 기술을 이용한 기기를 사용하고 있다. 이에 본 단원에서는 우리가 사용하고 있는 첨단 기기들의 작동 원리를 알고, 더욱 편리한 생활을 위한 발전 방향을 모색할 수 있다.

### \* 단원의 교육 과정

이 단원에서는 자연 현상에서 발생하는 정보를 여러 가지 형태로 인식하는 방법과 정보의 처리 과정을 이해하고, 정보를 저장하는 장치의 기본 구조와 특히 반도체의 원리를 알게 한다. 또한, 다양한 신소재에 대해서 소개하고, 이러한 소재의 원료가 되는 천연 자원에 대해서 학습한다.

- (가) 정보의 발생 과정을 이해하고, 아날로그와 디지털 정보의 의미와 차이를 안다.  
그리고 정보를 인식하고, 저장하며 표현하는 장치의 원리와 활용을 알 수 있다.
- (나) 도체, 부도체, 반도체의 차이를 이해하고, 반도체의 도핑과 반도체 소자의 전 기적 특성을 통해 다이오드와 트랜지스터의 구조와 활용 방법을 이해한다.
- (다) 새로운 소재의 특징을 이해하고, 고분자 물질의 구조와 특성을 바탕으로 합성 섬유, 합성수지, 나노 물질 등 다양한 첨단 소재의 원리와 활용 방법을 이해한다.
- (라) 중요한 광물 자원의 생성 과정과 유형, 분포와 탐사 방법을 이해하고, 광물 자원의 여러 가지 활용 방법을 안다.

### \* 교육 과정 연계

**배운 내용**

- [3학년]
  - 자석의 성질    • 빛의 직진
- [4학년]
  - 무게    • 열전달
- [5학년]
  - 전기 회로
- [6학년]
  - 빛    • 자기장
- [7학년]
  - 정전기
- [8학년]
  - 빛과 파동
- [9학년]
  - 일과 에너지    • 전기



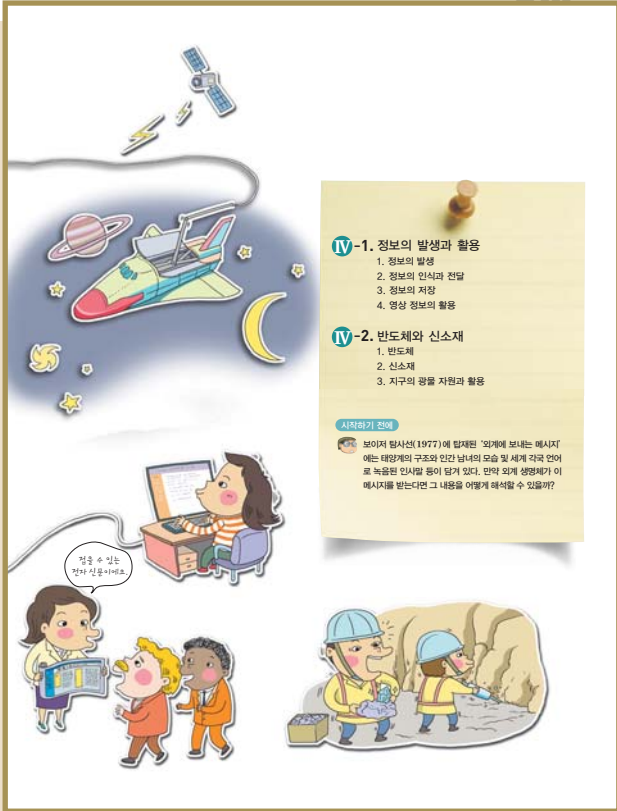
**이 단원의 내용**

- 신호의 물리적 발생
- 아날로그 신호와 디지털 신호
- 여러 가지 센서
- 아날로그-디지털 변환기
- 자기 디스크, 광디스크
- 시세포, 빛의 3원색
- 액정 화면
- 디지털카메라
- 반도체와 그 이용
- 초전도체, 고분자 화합물
- 첨단 나노 복합 재료
- 광물 자원의 이용과 분포
- 광상의 생성 및 광물 자원의 탐사
- 광물 자원의 고갈



**배울 내용**

- [물리 I]
  - 시공간과 우주
  - 물질과 전자기장
  - 정보와 통신
- [화학 I]
  - 아름다운 분자 세계
- [지구 과학 I]
  - 지구의 선물



**IV-1. 정보의 발생과 활용**  
 1. 정보의 발생  
 2. 정보의 인식과 전달  
 3. 정보의 저장  
 4. 영상 정보의 활용

**IV-2. 반도체와 신소재**  
 1. 반도체  
 2. 신소재  
 3. 지구의 광물 자원과 활용

**시작하기 전에**  
 보이저 탐사선(1977)이 탑재한 '외계에 보내는 메시지'에는 태양계의 구조와 인간 남자의 모습 및 세계 각국 언어로 녹음된 인사말 등이 담겨 있다. 만약 외계 생명체가 이 메시지를 받는다면 그 내용을 어떻게 해석할 수 있을까?

**\* 단원의 목표**

1. 여러 가지 신호의 물리적 발생 과정을 알고, 아날로그와 디지털 신호의 차이를 이해한다.
2. 정보를 인식하는 여러 가지 센서의 작동 원리를 알고, 첨단 정보 전달 기기에서 신호의 변환을 이해한다.
3. 자기와 빛을 이용한 정보 저장 장치의 원리를 안다.
4. 시세포의 특성과 빛의 삼원색 사이의 관계를 알고, 이를 바탕으로 영상을 표현하고 저장하는 장치의 원리를 이해한다.
5. 에너지띠 구조를 바탕으로 도체, 부도체, 반도체의 차이를 알고, 반도체의 이용을 이해한다.
6. 초전도체, 고분자 물질 등 신소재의 특징과 그 활용을 안다.
7. 주요 광물 자원의 생성 과정과 탐사 방법 및 그 활용을 안다.

**\* 시작하기 전에**

외계에 보내는 메시지는 보이저 탐사선이 지적인 외계 문명과 조우할 것에 대비한 것이다. 보이저 탐사선에 실린 음성 메시지는 LP 레코드와 비슷한 방식으로 재생되는 금속성 디스크에 실려 있다. 이 디스크에는 문명이 어느 정도 발달한 외계인이라면 충분히 해석할 수 있으리라고 여겨지는 간단한 조작 방법의 설명이 붙어 있다.

**\* 단원의 지도 계획**

중단원	소단원	차시	교과서 쪽수	학습 내용 및 창의·인성 활동
1. 정보의 발생과 활용	1. 정보의 발생	2	216~223	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우리 주변의 다양한 신호와 정보</li> <li>• 아날로그 신호와 디지털 신호의 특징, 활동 1</li> </ul>
	2. 정보의 인식과 전달	3	224~235	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광센서, 소리 센서, 압력 센서, 온도 센서, 이온 센서, 가스 센서의 원리와 이용</li> <li>• 전자기 센서의 원리와 이용, 활동 2</li> <li>• 정보 통신 기기에서의 정보 전달 과정, 활동 3</li> </ul>
	3. 정보의 저장	3	236~245	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자석에 의한 자기장, 활동 4</li> <li>• 자기와 빛을 이용한 정보의 저장(자기 디스크와 광디스크)</li> <li>• 활동 5, 활동 6</li> </ul>
	4. 영상 정보의 활용	2	246~253	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 눈이 물체를 보는 과정, 활동 7</li> <li>• 활동 8, LCD, 디지털카메라의 구조와 원리</li> </ul>
2. 반도체와 신소재	1. 반도체	3	254~261	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지띠 이론에 의한 도체, 부도체, 반도체</li> <li>• 다이오드와 트랜지스터의 작용과 집적 회로</li> <li>• 컴퓨터의 논리 회로, 활동 9</li> </ul>
	2. 신소재	3	262~271	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초전도체의 특징과 이용</li> <li>• 고분자 물질, 천연 고분자, 합성 고분자</li> <li>• 첨단 나노 복합 재료, 활동 10</li> </ul>
	3. 지구의 광물 자원과 활용	3	272~281	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광물 자원의 이용과 분포, 활동 11</li> <li>• 광상의 생성 및 광물 자원의 탐사</li> <li>• 광물 자원의 고갈, 활동 12</li> </ul>
단원 마무리		1	282~285	과학과 진로, 논리력 키우기, 단원 마무리

# 1 정보의 발생과 활용

## ★ | 중단원의 지도 방향 |

1. 실생활에 많이 쓰이는 정보 통신 기기와 신소재를 예로 들어 학습 내용과 연계시킨다.
2. 각종 첨단 기기들의 작동 원리를 설명하는 데 있어 지나치게 자세하게 다룰 필요는 없다. 학생들이 본인의 지식 수준에서 설명할 수 있을 정도가 되도록 지도한다.
3. 컴퓨터와 휴대 전화는 이 단원을 설명하는데 가장 좋은 소재이므로 적절히 활용하도록 한다.



2050년에는 지금보다 어떤 편리한 생활이 가능할까?

1965년에 상상한 2000년대 생활 중에는 과학의 발달로 실제로 가능해진 일이 많다. 얼굴을 보며 통화하는 화상 전화, 청소하는 로봇, 태양열을 이용하는 집 등 편리한 기기의 이용은 우리에게 너무 일상적인 모습들이어서 더 이상 신기하지 않다.

2050년에는 로봇이 일반 가정에서 사용될 수 있을 정도로 복잡한 상황을 인지할 수 있을 것이다. 그리고 전원 코드 없이 일정한 거리 안에 있으면 전력을 무선으로 공급받을 수 있게 되어 컴퓨터나 가전제품의 전원 케이블이 사라질 것이다. 또 형태를 자유롭게 바꾸는 전환 소재가 개발 될 것이다. 이러한 생각이 1965년에 상상한 대부분의 것이 현재에 이루어진 것처럼 2050년에 실제로 이루어질 수 있는 원동력이 될 수 있다.

## ★ | 오개념 유형 |

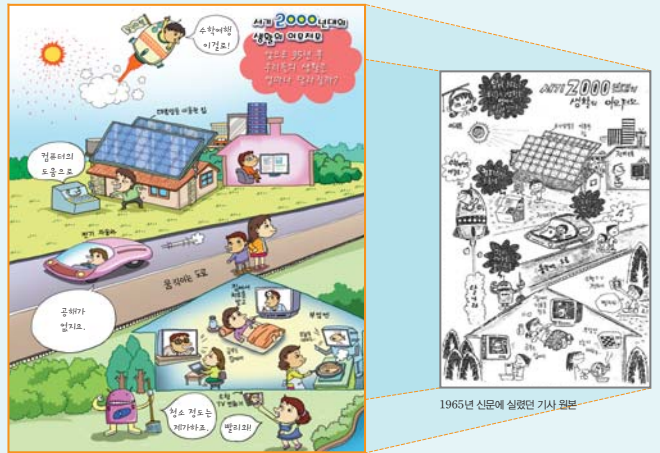
### ● 진공에서는 소리가 들릴까?

시끄럽게 울리는 알람 시계를 병에 넣은 다음, 병 속의 공기를 모두 빼내어 진공으로 만들면 알람 시계의 따르릉 소리는 들릴까? 아니면 들리지 않을까? 이것은 소리(음파)가 매질의 진동으로 전파되는 탄성파라는 것을 알면 금방 알 수 있다.

매질이 진동하여 고막을 진동시키면, 이 진동에 의해 청세포가 자극되어 소리를 듣는다. 따라서 진공의 병 속에서 울리는 알람 시계의 소리는 들리지 않을 것이다. 소리는 매질의 진동에 의해 전달되므로 매질이 밀하게 구성된 고체에서 속력이 가장 빠르고, 그 다음이 액체, 매질이 소하게 구성된 기체에서 가장 느리다.

그에 비해 진공의 병 속에 들어 있는 알람 시계는 계속 볼 수 있는데 빛은 매질이 필요 없는 전자기파이기 때문이다. 즉, 진공에서 소리는 들리지 않지만 볼 수는 있다.

## IV-1. 정보의 발생과 활용



▲ 그림 1\_ 1965년에 상상한 시기 2000년대 생활의 이모저모(재구성)

### 무엇을 상상하건 그 이상이다

미래를 상상해 보라. 우리가 상상하는 미래에는 과학의 발달로 인류는 항상 지금보다 훨씬 편리한 생활을 영유한다. 우리가 살고 있는 현재 역시 과거에는 상상으로만 가능했던 것들이다. 얼굴을 보며 통화하는 화상 전화, 소형 휴대 전화, 전자 신문 등은 예전에는 상상으로만 가능했다. 이처럼 편리한 생활은 인간이 자연의 정보를 처리하고, 저장하고, 활용하는 것으로부터 시작된다. 이 단원에서는 자연에서 발생하는 신호에는 어떤 것들이 있는지 알아보고, 이러한 신호를 처리하고 활용하여 어떻게 정보로 만드는지에 대해 알아보자.

? 2050년에는 지금보다 어떤 편리한 생활이 가능할까?

## 📖 주요 과학 용어

- 정보(情 뜻, 報 값음, Information)
- 아날로그(Analogue)
- 디지털(Digital)
- 센서(sensor)
- 광통신(光 빛, 通 통할, 信 펼, optical communication)
- 자성(磁 자석, 性 성품, magnetism)
- 자기장(磁 자석, 氣 기운, 場 마당, magnetic field)
- 자기력선(磁 자석, 氣 기운, 力 힘, 線 줄, line of magnetic force)
- 자화(磁 자석, 化 화할, magnetization)
- 화소(畫 그림, 素 힐, picture element)
- 액정(液 진, 晶 밝음, liquid crystal)
- 편광(偏 치우칠, 光 빛, polarized light)

## 📖 참고 자료

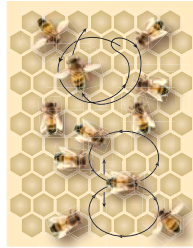
- 한국 지진 연구소: <http://www.safe.or.kr/>
- 사이언스올: <http://www.scienceall.com>
- 찰스 테일러 외 옥스퍼드 주니어 사이언스 과학의 발견, (주) 비룡소, 2001

1

정보의 발생

**학습 목표** • 자연이 만들어 내는 수많은 신호의 발생 과정을 알고, 정보의 의미를 설명할 수 있다.  
• 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 과정을 설명할 수 있다.

꿀벌은 꿀을 발견하면 벌집에 돌아와 특정한 방향으로 몸을 흔들며 춤을 추어 다른 동료에게 신호를 보낸다. 이 신호는 꿀을 얻을 수 있는 꽃의 위치를 알려 주는 귀중한 정보가 된다. 꿀벌과 마찬가지로 모든 동식물은 생존을 위해 여러 가지 방법으로 신호를 주고받으며 정보를 교환한다. 현대 사회를 살아가는 우리 역시 자연이 보내는 신호로부터 정보를 얻어 자연을 이해하고, 인간 생활을 영위하기 위해 다양한 정보를 서로 교환하고 공유한다. 우리 주변의 다양한 신호에는 어떤 것들이 있고, 그 신호들은 어떻게 정보로 활용되고 있을까?



▲ 그림 2\_ 꿀벌의 의사소통

**여러 가지 신호와 정보**

남아프리카 칼라하리 사막에 사는 미어캣은 그림 3의 (가)와 같이 보조를 세워 포식자가 나타났을 때 소리를 내서 동료들에게 위험을 경고한다. 그림 (나)의 방울뱀은 눈과 콧구멍 사이에 열을 감지하는 기관이 매우 발달되어 있어 열을 방출하는 물체의 위치를 정확하게 판단할 수 있다. 그림 (다)의 치타는 배설물의 냄새를 이용하여 영역을 표시한다. 이 냄새에는 가족, 나이, 성별 등 많은 정보가 담겨져 있다. 이와 같이 동물은 여러 가지 신호를 이용하여 정보를 전달하고 받아들인다.

우리는 우주에서 지구로 도달하는 전자기파로부터 우주의 기원과 진화에 대한 정보를 얻을 수 있으며, 지각이 흔들리며 발생하는 지진은 우리에게 인명과 재산 피해를 주기도 하지만 지구 내부 에너지와 지구 내부의 운동을 이해할 수 있는 정보를 주기도 한다.

▼ 그림 3\_ 여러 동물들의 신호와 정보 전달



(가) 미어캣



(나) 방울뱀



(다) 치타

1. 정보의 발생

☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 자연이 만들어내는 수많은 신호의 발생 과정을 알고, 정보의 의미를 설명할 수 있다.
2. 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 과정의 특징을 말할 수 있다.

🕒 | 1차시 | 216~219쪽

<b>도입(5분)</b>	<b>전개(35분)</b>	<b>정리(10분)</b>
우리 주변에서 발생하는 신호에는 어떤 것들이 있을까?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신호의 종류와 특징</li> <li>• 신호로부터 얻는 정보</li> </ul>	정리 및 예제 풀이

☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 언어가 없는 동물들 사이에서 먹이나 위험과 같은 정보를 어떻게

게 주고받는지 생각해 보도록 한다.

- 우리가 자연으로부터 받는 신호에는 무엇이 있는지 이야기해 보도록 한다.

🌟 | 지도상의 유의점 |

1. 인간을 포함한 지구 상의 모든 생물이 자연과 더불어 신호를 주고받으며 정보를 얻어 생활하고 있음을 이해하도록 한다.
2. 우주 배경 복사 역시 우주에서 보내는 신호인 전자기파를 검출하여 발견하였음을 이해하도록 하여, I 단원의 내용과 연계시킨다.

📖 | 보충 자료 |

- 인간 생활에서 정보 교환의 예: 정낭

옛날부터 제주특별자치도에서는 대문에 걸여두는 나무 막대의 개수로 집주인의 출타 여부를 알 수 있었다. 대문에 나무 막대가 1개 걸려 있을 때에는 집안에 사람은 없으나 곧 돌아온다는 의미이고, 나무 막대가 2개 걸려 있을 때에는 집주인이 출타중이나 오늘 중으로 돌아온다는 의미이다. 그리고 나무 막대가 3개 걸려 있을 때에는 집주인이 먼 곳으로 출타해 2~3일 후에 돌아온다는 의미이다. 도둑이 없기로 유명한 제주특별자치도에기에 가능한 일이었을 것이다.



▲ 정낭

- 지진파

지진이나 폭발에 의해 발생한 진동이 지구 내부 또는 표면을 따라 전파되는 탄성파의 한 종류이다. 지구 내부를 따라 진행하는 지진파에는 진행 방향과 매질의 진동 방향이 나란한 P파(Primary wave)와 진행 방향과 매질의 진동 방향이 수직인 S파(Secondary wave)가 있다. P파와 S파는 관측소에 도달하는 순서에 따라 이름을 붙인 것이다. 표면파에는 발견한 사람의 이름을 딴 러브파(Love wave, L파)와 레일리파(Rayleigh wave)가 있다. 지진파의 속도는 P파가 가장 빠르며, 그 다음이 S파, 가장 느린 것이 표면파이다. 이러한 지진파의 특징을 분석하여 지구 내부 물질에 대한 연구를 하며, 다음 지진이 언제, 어떤 규모로 일어날지 미리 예측하여 대비할 수 있다.

☆ | 보충 자료 |

● 빛의 특징

주기적으로 변화하는 전기장과 자기장이 공간으로 퍼져 나가는 현상을 전자기파라고 하며, 전기장과 자기장의 진동으로 퍼지기 때문에 매질이 필요 없다. 이 때문에 전자기파의 한 종류인 태양 빛이 진공인 우주 공간을 가로질러 지구에 도달할 수 있다. 빛의 속력은  $c$ 로 나타내며  $c=3 \times 10^8$  m/s는 우주 공간 어디에서나 변하지 않는 절대적인 상수이다.

● 소리의 전달

소리는 매질이 진행 방향과 나란하게 진동하며 진동 에너지가 전달되는 탄성파의 한 종류이다. 따라서 소리는 매질이 없으면 전달되지 않는다. 친구의 목소리를 들을 수 있는 것은 친구의 성대로부터 시작된 공기의 진동이 전달되어 내 귀의 청세포를 자극하기 때문이다. 공기 중에서 소리의 속력은 약 340 m/s 이다.

● GPS(Global Positioning System)

1970년대 초 미국 국방성에서 미사일을 목표물로 정확히 유도하기 위해 고안된 방법으로 위성 항법 장치라고도 부른다. GPS 시스템은 위치, 속도, 시간 정보를 제공하는 GPS 위성과 GPS 수신기로 구분된다.



▲ GPS 위성과 휴대 전화의 GPS 수신

현재 지상 20,200 km 상공의 6개의 궤도면에 4개씩 배치된 24개의 GPS 위성은 지구 어디에서나 4개 이상의 위성이 보이도록 설계되어 있다. GPS 위성에는 10만 년에 1초 정도만 틀리는 정확한 원자시계가 내장되어 있어 정확한 시간 정보를 제공하고, 위도, 경도, 높이 등 3차원 위치 정보도 알려준다. GPS 수신기로 3개 이상의 위성으로부터 정확한 거리와 시간을 측정 한 다음, 3개의 다르게 관측된 거리를 삼각 방법을 이용하여 계산하면 현 위치를 정확하게 알 수 있다.

현재에는 3개의 위성으로부터 거리와 시간 정보를 얻고, 다른

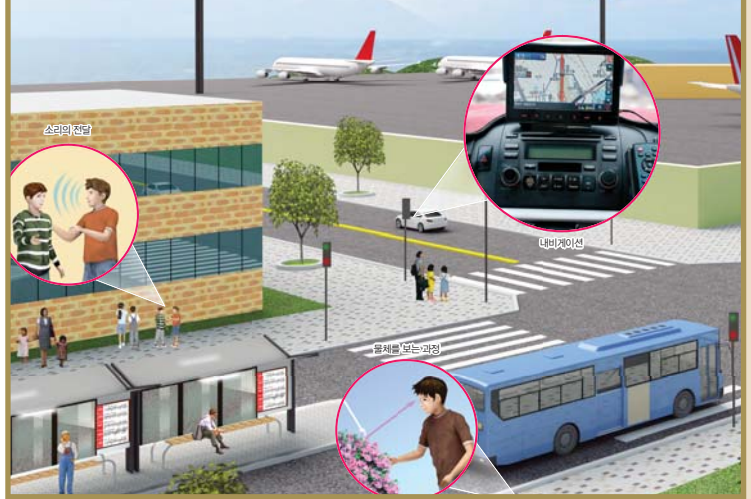
자연은 빛, 힘, 소리, 온도 변화, 전자기파 등의 여러 가지 신호를 보내고 있으며, 지구 상의 동식물은 다양한 방법으로 이러한 신호를 주고받으며 살아가고 있다. 자연이 보내는 신호를 우리에게 의미 있는 형태로 만들거나 형상화한 것을 **정보**라고 한다. 우리는 보고, 듣고, 만지고, 맛보고, 냄새 맡는 감각을 통해 자연의 여러 가지 다양한 형태의 물리적 신호를 받아들이고 필요한 정보를 얻는다.

우리 주위의 신호

태양 에너지가 빛의 형태로 우주 공간을 가로질러 우리 눈에 도달하면 시세포가 자극되어 태양을 볼 수 있고, 이 태양의 빛이 다른 물체에 반사되어 우리 눈에 들어 오면 그 물체를 볼 수 있다. 빛은 전자기파의 일종으로 이 빛이라는 신호를 통해 우리는 시각 정보를 얻는다.

친구가 내 이름을 부르는 소리는 어떻게 들리는 것일까? 친구가 내 이름을 부르는 순간 친구 입 주변의 공기가 진동을 시작하고, 공기의 진동이 내 귀에 전달되어 고막을 진동시킨다. 이 진동 에너지가 귓속의 청세포를 자극하여 소리를 들을 수 있다. 이러한 음파는 매질의 진동 에너지가 전달되는 현상으로 매질이 없으면 전달되지 않는다. 이 음파라는 신호를 통해 우리는 청각 정보를 얻는다.

▼ 그림 4\_ 우리 주위의 신호



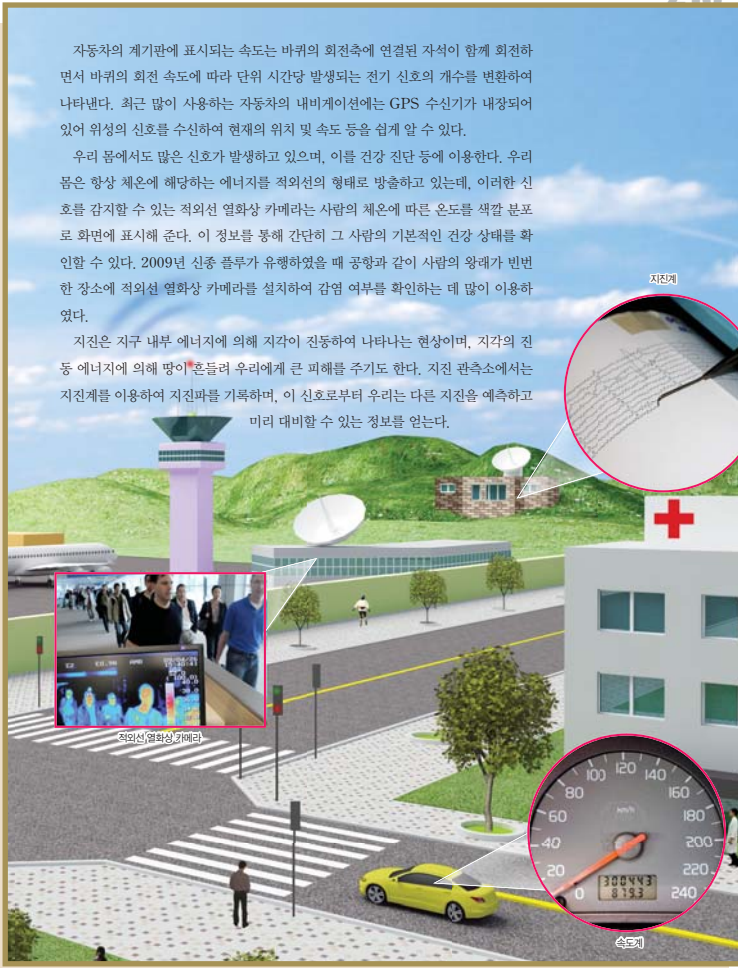
1개의 위성으로 오차를 수정하는 방법이 널리 쓰이고 있다. 이러한 GPS는 선박, 자동차, 비행기의 운행이나 토지 측량, 휴대 전화를 이용한 위치 추적 서비스에 이용되며, 지도 제작과 같은 측량 분야에도 널리 사용되고 있다. 한편 유럽 국가들은 미국의 GPS 시스템에 맞서기 위해 2008년부터 유럽식 GPS 시스템을 개발해 오고 있다.

● 지진계

가장 오래된 지진계는 132년 중국 후한 시대의 장형이 만든 지동의(地動儀)다. 그림과 같이 원통 둘레에 구슬을 입에 물고 있는 8마리의 용을 만들고, 그 아래에는 입을 벌리고 있는 8마리의 두꺼비가 배열되어 있다. 지진이 발생하면 원통 내부의 막대가 흔들리며 흔들리는 방향의 용을 건드려 용의 입에서 구슬이 떨어지고, 구슬이 두꺼비의 입으로 들어가는 것을 보고 지진을 관측하였다고 한다.



▲ 지동의



자동차의 계기판에 표시되는 속도는 바퀴의 회전축에 연결된 자석이 함께 회전하면서 바퀴의 회전 속도에 따라 단위 시간당 발생하는 전기 신호의 개수를 변환하여 나타낸다. 최근 많이 사용하는 자동차의 내비게이션에는 GPS 수신기가 내장되어 있어 위성의 신호를 수신하여 현재의 위치 및 속도 등을 쉽게 알 수 있다.

우리 몸에서도 많은 신호가 발생하고 있으며, 이를 건강 진단 등에 이용한다. 우리 몸은 항상 체온에 해당하는 에너지를 적외선의 형태로 방출하고 있는데, 이러한 신호를 감지할 수 있는 적외선 열화상 카메라는 사람의 체온에 따른 온도를 색깔 분포로 화면에 표시해 준다. 이 정보를 통해 간단히 그 사람의 기본적인 건강 상태를 확인할 수 있다. 2009년 신종 플루가 유행하였을 때 공항과 같이 사람의 왕래가 빈번한 장소에 적외선 열화상 카메라를 설치하여 감염 여부를 확인하는 데 많이 이용하였다.

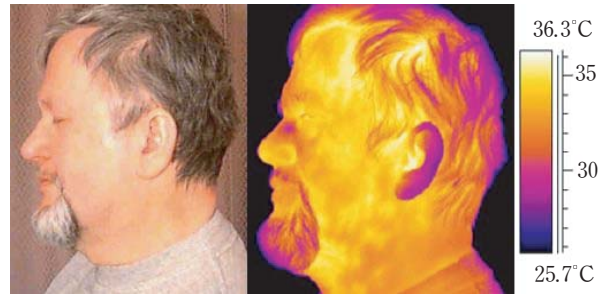
지진은 지구 내부 에너지에 의해 지각이 진동하여 나타나는 현상이며, 지각의 진동 에너지에 의해 땅이 흔들려 우리에게 큰 피해를 주기도 한다. 지진 관측소에서는 지진계를 이용하여 지진파를 기록하며, 이 신호로부터 우리는 다른 지진을 예측하고 미리 대비할 수 있는 정보를 얻는다.

● 적외선 열화상 카메라

모든 물체는 자신의 온도에 해당하는 열에너지를 전자기파(적외선)의 형태로 방출한다. 이러한 열전달 방법을 복사(radiation)라고 한다. 이와 같이 흑체(黑體) 표면에서 방출하는 복사열 에너지 총량은 절대 온도의 4제곱에 비례하는데 이것을 슈테판-볼츠만 법칙이라고 한다.

$$E = \sigma T^4 \text{ (슈테판-볼츠만 법칙)}$$

여기서  $E$ 는 에너지,  $\sigma$ 는 볼츠만 상수,  $T$ 는 물체의 절대 온도이다. 대부분의 물체가 복사하는 열에너지는 적외선 영역의 전자기파이므로 열화상 카메라의 검출기는 적외선을 감지한다. 감지된 적외선에 의해 검출기의 전자가 들뜨게 되어 전류가 흐르고, 이 전류 값으로부터 온도를 계산하여 화면에 색깔로 나타내어 준다.



▲ 사람의 얼굴 온도를 촬영한 모습

근대적인 지진계는 1880년대에 추의 관성을 이용하여 만들어졌다. 지진이 발생하여 지진계가 수직 또는 수평으로 진동하여도 비교적 질량이 큰 추는 관성이 크기 때문에 거의 움직이지 않는다. 따라서 기록지가 진동하면서 회전을 하면, 추에 연결된 묘침이 기록지에 지진파를 기록한다.

최근에는 전자기 유도를 이용한 지진계가 많이 사용되고 있다. 지진이 발생하면 금속 코일 안에 있는 자석이 흔들려 전류가 유도되고, 유도된 전류로부터 지진을 측정한다.

● 속도계(speedmeter)

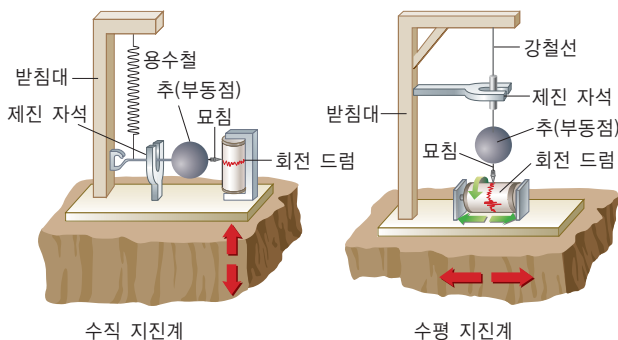
모든 기계 장치의 운동 속력을 측정하는 계기이다. 일반적으로 회전하는 차축의 속력은 축의 회전수로 표시된다. 보통 속도계라고 하면 직선 속도를 표시하는 계기를 말한다.

자동차에서는 단위 시간당 바퀴의 회전수와 바퀴의 원주의 길이를 곱한 값으로 속력을 표시한다.

$$\text{속력} = \frac{\text{거리}}{\text{시간}} = \frac{\text{원주}}{\text{주기}} = \text{원주} \times \text{진동수}$$

대개 차량에 널리 설치되어 있으며 지면에 대한 속력을 측정, 표시하는 계기로서 안전성 확보를 위해 반드시 필요하다. 일반적으로는 1시간의 주행 거리(시속)로 나타내며, 미국이나 영국에서는 mile, 세계적으로는 km로 통일되어 있다. 자동차의 경우는 변속기의 출력축 또는 추진축으로부터 회전을 끌어내어 속도계를 구동시키고 있다. 우리나라 도로 교통법에는 +15 ~ -10%의 오차 내에서 표시되도록 하고 있다.

항공기나 선박에서는 보통 주위의 공기와 기체, 또는 물과 선체의 상대 속도를 측정한다.



▲ 관성을 이용한 지진계

2차시 220~223 쪽

도입(5분)	전개(35분)	정리(10분)
아날로그와 디지털이란 무엇일까?	아날로그 신호의 디지털화 활동 1: 해 보기	정리 및 예제 풀이

★ 동기 유발을 위한 제안 |

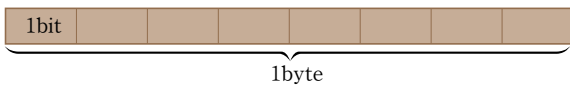
- 온도, 시간, 운동 에너지 등 우리 주변의 여러 가지 물리량들은 연속인지, 아니면 불연속인지 질문을 해본다.
- 요즘 텔레비전을 모두 디지털 방식으로 바꾸고 있는 이유는 무엇인지 생각해 보도록 한다.

★ 지도상의 유의점 |

1. 아날로그 신호를 일정한 시간 간격으로 추출하여 디지털 신호를 만들기 때문에, 학생들은 디지털 신호가 더 정확하지 않다고 생각할 수도 있다. 기술의 발달로 신호를 추출하는 시간이 매우 짧아 디지털 신호와 아날로그 신호의 차이가 거의 없기 때문에 디지털 신호가 덜 정확하다는 생각은 옳지 않은 것임을 주지시키도록 한다.
2. 아날로그 신호와 디지털 신호의 장단점을 모형과 주위의 예를 통해 비교해 볼 수 있도록 한다.

★ 보충 자료 |

- 비트(bit)와 바이트(byte)



▲ 8비트 디지털 정보

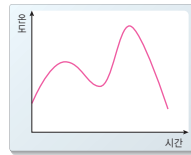
컴퓨터는 0과 1의 두 가지 값만을 이용하여 모든 자료를 표현한다. 0과 1로 표현되는 정보의 최소 단위를 비트(bit, binary digit)라고 하며, 8비트는 1바이트와 같다.

0과 1의 두 값만으로 우리가 사용하는 한글, 알파벳, 숫자, 특수 문자 등을 어떻게 모두 표시할 수 있을까? 예를 들어 두 개의 비트 조합을 사용하면 (00), (01), (10), (11)의 네 가지 조합이 나오므로 4가지 표현이 가능하다. 이와 같은 원리를 이용하여 컴퓨터는 비트를 조합하여 다양한 문자를 표현한다. 영어는 1바이트(8비트)인 아스키코드를 이용하고, 한글은 2바이트(16비트)인 유니코드를 이용하여 문자를 나타낸다.

아날로그 신호와 디지털 신호



(가) 알코올 온도계



(나) 실내 온도의 변화

▲ 그림 5\_ 아날로그 신호

비트와 바이트

이진수의 0과 1로 표현되는 최소 단위를 비트 (bit)라고 하며 binary digit의 약자이다. 컴퓨터는 보통 8개의 비트가 모인 바이트(byte)를 문자 표현의 최소 단위로 하여 정보를 처리하며 1byte = 8bit이다.

알코올은 온도에 따라 부피가 증가하거나 감소하는데, 이러한 알코올의 부피 변화를 이용하여 알코올 온도계는 주변의 온도를 나타낸다. 이때 주변의 온도가 아무리 급격히 올라가거나 내려가도 온도 변화는 그림 5의 (나)와 같이 연속적으로 나타난다. 이와 같이 자연에서 발생하는 빛, 소리 등 대부분의 신호는 연속적으로 변화하는데 이러한 연속적인 신호를 **아날로그 신호**라고 한다.

표 1과 같이 우리는 스위치를 이용하여 밝으면 불을 끄고, 어두우면 불을 켜고, 이와 비슷하게 컴퓨터는 꺼짐과 켜짐의 두 가지 상태를 인식할 수 있어 0과 1의 이진법으로 표시되는 신호만을 처리할 수 있다. 이렇게 컴퓨터가 처리하는 신호는 불연속적이며, 이러한 불연속적인 신호를 **디지털 신호**라고 한다.

표 1\_ 디지털 신호

스위치를 끄			0
스위치를 켜			1

컴퓨터가 널리 보급되기 전에는 대부분의 정보를 사람이 직접 볼 수 있는 문서나 그림 등의 인쇄물로 보관하였으며, 소리나 동영상은 자기 테이프에 연속적인 파형의 형태로 기록하였다. 현재는 컴퓨터가 널리 보급되면서 그림 6과 같이 신호를 디지털로 처리하여 저장하는 방식으로 점점 바뀌고 있다. 그 이유는 0과 1을 이용하여 디지털 신호로 표현하는 방법이 꺼짐(OFF)과 켜짐(ON)의 두 가지 상태로 신호를 처리하는 컴퓨터의 정보 저장과 전송에 더 적합하기 때문이다. 0과 1의 정보 저장 단위를 비트라고 하며, 3개의 비트를 사용하면  $2^3=8$ 가지의 정보를 저장할 수 있다.

▼ 그림 6\_ 정보의 디지털화

이진수	십진수	색상
11111110	254	빨간색
11011101	221	초록색
00000011	3	파란색
00000101	5	빨간색
00101111	47	초록색
01101101	109	파란색

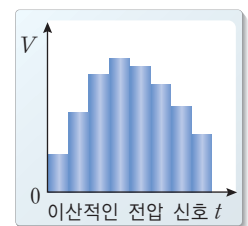
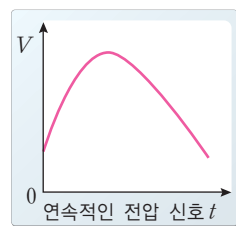


● 아날로그-디지털 변환기

책 속에 들어 있는 글자, 표, 컬러 사진 등의 아날로그 정보를 CD에 디지털 형태로 저장하면 한 장의 CD에 모두 저장하고도, 또 다른 책 수십 권을 저장할 수 있는 공간이 남는다.

아날로그-디지털 변환기는 연속적인 아날로그 신호를 일정한 시간 간격으로 추출하고, 부호화하여 디지털 신호로 변환하는 장치이다. 자연에서 얻은 아날로그 신호를 컴퓨터로 처리하기 위해서는 아날로그-디지털 변환기를 이용하여 변환하는 과정이 필요하다.

반대로 컴퓨터로 저장한 디지털 신호를 아날로그 신호로 재생할 때에도 그 반대 과정인 디지털-아날로그 변환기가 필요하다.



▲ 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환

컴퓨터는 연속적인 아날로그 신호를 잘게 분해해 조각으로 나누고, 각각의 조각을 0과 1의 이진수로 표시하는 디지털화 작업이 필요하다. 조각을 잘게 나눌수록 디지털 표현이 정밀해 지고, 아날로그 신호에 가까워진다. 그림 7은 연속적인 아날로그 신호를 일정한 시간 간격으로 추출하여 디지털 신호로 변환하는 과정을 보여 준다. A점의 정보는 10100001<sub>(2)</sub>로 변환되었으므로 변환되기 전 정보의 크기는 십진수 161이었으며, B점 정보의 크기는 십진수 255이었음을 알 수 있다.



▲ 그림 7. 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환

아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어 주는 장치를 **아날로그-디지털 변환기**라고 한다. 과거에는 아날로그 신호를 이용했던 전화, 오디오, 텔레비전 등의 많은 분야가 오늘날에는 디지털 신호를 이용하는 기술로 옮겨가고 있다. 그 이유가 무엇인지 두 방식을 잘 양동이로 사용하여 비교해 보자.

디지털 방식은 그림 8의 (가)와 같이 빈 양동이가 숫자 0을 나타내고, 물이 가득 찬 양동이가 숫자 1을 나타내다고 하면 임의의 숫자를 그림 8의 (가)와 같이 두 종류의 양동이를 일렬로 나열시키는 방법으로 비유할 수 있다. 반면, 그림 (나)와 같이 양동이 한 개에 채워진 물의 높이가 표현하고자 하는 숫자를 나타낸다고 하면, 아날로그 방식은 임의의 숫자에 해당하는 눈금만큼 물을 채우는 방법에 비유할 수 있다.



▲ 그림 8. 디지털 방식과 아날로그 방식의 모형 비교

**창의인성 과학 글쓰기**  
컴퓨터가 널리 보급되면서 아날로그 방식의 정보 처리보다는 디지털 방식으로 정보를 처리하는 비중이 점점 늘어나고 있다. 디지털 방식이 아날로그 방식보다 선호되는 이유를 두 방식의 특징을 비교하여 써 보자.

을 셀 때는 12자루를 묶어 한 다스라고 표현하는 12진법을, 계란은 30개를 묶어 한 판이라고 나타내는 30진법을 사용한다. 인류는 다음과 같이 고대부터 필요에 따라 다양한 진법을 사용해 왔다.

이진법(binary)은 두 개의 숫자만을 이용하는 수 체계이다. 관습적으로 0과 1의 기호를 쓰며 이들로 이루어진 수를 이진수라고 한다. 이 이진법은 라이프니츠가 발명하였는데, 이진수 1101을 십진수로 나타내는 방법은 다음과 같다.

$$1101_{(2)} = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 13$$

삼진법은 3을 밑으로 하는 기수법이다. 0, 1, 2를 사용하는 삼진법 외에도 -1, 0, 1를 사용하는 균형 삼진법도 널리 쓰인다.

사진법은 4를 밑으로 하는 기수법이다. 0부터 3까지의 숫자를 사용한다. 4진법은 오른쪽 끝 숫자부터 시작해서, 연속되는 2자리 숫자를 묶음으로써 2진법으로부터 만들어질 수 있다.

오진법(quinary)은 다섯 개의 숫자만을 이용하는 수 체계이다. 사람 한 손의 손가락이 5개인데서 왔다.

팔진법은 8을 밑으로 하는 기수법이다. 0부터 7까지의 숫자를 사용한다. 8진법은 오른쪽 끝 숫자부터 시작해서, 연속되는 3자리 숫자를 묶음으로써 2진법으로부터 만들어질 수 있다.

십진법은 10을 기수로 한 기수법이다. 자리수로 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9를 쓴다. 십진법은 고대 이집트 문명에서 나온 것으로 가장 많이 쓰이는 기수법이다. 미터, 킬로미터 등 많은 단위가 10진법에서 온 것이다.

십이진법(Duodecimal)은 12를 밑으로 한 기수법이다. 보통 0부터 9까지의 숫자와 A, B의 알파벳을 사용한다.

십육진법(hexadecimal)은 16을 밑으로 하는 기수법이다. 보통 0부터 9까지의 수와 A에서 F까지의 로마 문자를 사용하고, 이때 대소문자는 구별하지 않는다. 이진법 표기의 4자리와 십육진법 한 자리가 일대일 대응하며, 2진수가 많이 쓰이는 컴퓨터에서 2진수를 대신해 많이 쓰이고 있다.

이십진법은 20을 기수로 하는 법칙이다. 마야는 천체 관측법과 역법이 매우 발달했으며, 20진법을 사용했다.

육십진법은 60을 기수로 하는 법칙이다. 기원전 2000년경에 수메르에서 쓰였으며, 이는 바빌로니아로 전파되었다. 60진법 사용의 예는 시간 단위와 각의 측정을 들 수 있다. 시간 단위에서 하루는 24시간으로 되어 있으며, 1시간은 60분, 1분은 60초로 되어 있다. 이와 유사하게, 원은 360도로 되어 있으며, 1도는 60분으로, 1분은 60초로 나뉜다.

**창의인성 과학 글쓰기**

현대 사회에서 대부분의 정보는 컴퓨터로 처리하고 저장하는데, 컴퓨터는 정보를 전송하기 위해 전류를 흐르게 하거나(on, 1) 또는 흐르지 않게 하는(off, 0) 방법을 이용한다. 즉, 1과 0의 이진수로 정보를 전송하고 저장하므로 디지털 방식과 더욱 잘 맞아 떨어진다. 또한, 흐르는 전류의 양과 관계없이 무조건 전류가 흐르면 1, 흐르지 않으면 0이기 때문에 아날로그 방식에 비해 잡음에 덜 민감하며, 오차가 적다는 장점이 있다.

**☆ | 보충 자료 |**

● 여러 가지 진법

우리가 일상생활에서 많이 사용하는 수 체계는 십진수를 사용하는 십진법이다. 십진법은 수의 자리가 하나씩 올라감에 따라 자리의 값이 10배씩 커지는 수 체계이다. 즉 일의 자리는 10<sup>0</sup>, 십의 자리는 10<sup>1</sup>, 백의 자리는 10<sup>2</sup>배가 된다. 예를 들어 십진법 수 237은 2 × 10<sup>2</sup> + 3 × 10<sup>1</sup> + 7 × 10<sup>0</sup>으로 나타낸 수이다.

그러나 우리가 항상 십진법만을 사용하는 것은 아니다. 연필

**창의 인성** **활동의 이해**

**활동 1** 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꿀 수 있을까?

**목표**

- 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어 보고, 그 과정에서 발생하는 오차를 이해할 수 있다.

**안내**

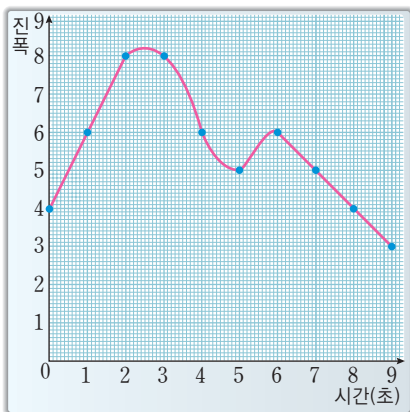
1. 활동을 시작하기 전에 십진수를 이진수로 변환시키는 과정을 연습하도록 한다.
2. 진폭에 가까운 정수 값을 읽기 위해, 각 시각마다의 정보를 소수점 첫째 자리에서 반올림하면 된다.
3. 표에 기록한 정수로 나타낸 그래프를 부드럽게 이어보고, 원래의 그래프와 비교해 보도록 한다.

**과정**

3. 0~9초 동안 1초 간격으로 진폭에 가장 가까운 정수와 정수를 이진수로 변환한 것은 다음과 같다.

시각(초)	0	1	2	3	4
정수 값	4	6	8	8	6
이진수	100 <sub>(2)</sub>	110 <sub>(2)</sub>	1000 <sub>(2)</sub>	1000 <sub>(2)</sub>	110 <sub>(2)</sub>
시각(초)	5	6	7	8	9
정수 값	5	6	5	4	3
이진수	101 <sub>(2)</sub>	110 <sub>(2)</sub>	101 <sub>(2)</sub>	100 <sub>(2)</sub>	11 <sub>(2)</sub>

4. 표에 기록한 정수를 그래프로 나타내면 다음과 같다.



**정리**

1. 1초 간격으로 신호를 추출하여 나타낸 그래프는 원래 그래프와 일치하지 않는다. 원래 그래프는 연속적인 아날로그 신호이고, 우리가 그린 그래프는 일정한 시간 간격으로 추출하여 나타낸 디지털 신호이므로 완전히 일치하지는 않는다.
2. 2~3초 구간의 오류가 가장 심하다.

디지털 방식과 아날로그 방식의 모형을 비교해 보면, 아날로그 방식이 디지털 방식보다 더 정확한 것처럼 보인다. 그러나 아날로그 방식에서는 양동이를 조금만 움직여도 물의 높이를 측정하는 데 오차가 생길 수 있는 반면, 디지털 방식에서는 물을 약간 얼질러도 물이 칸 양동이를 빈 양동이를 구분하는 것에 거의 문제가 생기지 않는다. 즉 디지털 방식은 아날로그 방식에 비해 오차에 덜 민감하다는 장점이 있고, 이러한 안정성 때문에 신호를 디지털로 처리하고 저장하는 방식이 아날로그 방식을 앞지르고 있다. 다음 활동을 통하여 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어 보자.

**창의 인성**

**활동 1** 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꿀 수 있을까?

**목표** 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어 보고, 두 신호의 특징을 말할 수 있다.

**해 보기**

**준비물** 아날로그 신호의 진폭을 시간에 따라 나타낸 그래프, 모눈종이

**미리 알아 두기**

십진수를 이진수로 변환하려면 주어진 수를 2로 나누고, 더 이상 나누어지지 않을 때까지 나눈다. 몫과 그 나머지를 역순으로 적는다.

$$\begin{array}{r} \text{진수 } 11 \div 2 \\ \underline{2) 11} \quad \dots \text{나머지 } 1 \\ 9 \quad \dots \text{나머지 } 1 \\ \underline{2) 9} \quad \dots \text{나머지 } 1 \\ 5 \quad \dots \text{나머지 } 1 \\ \underline{2) 5} \quad \dots \text{나머지 } 1 \\ 2 \quad \dots \text{나머지 } 0 \\ \underline{2) 2} \quad \dots \text{나머지 } 0 \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{② } 2) 7 \\ \underline{2) 3} \quad \dots 1 \\ 1 \quad \dots 1 \end{array} \quad 7 = 111_{(2)}$$

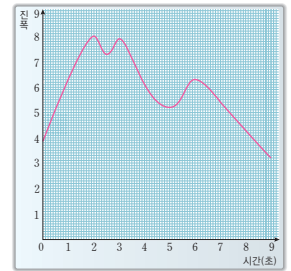
**과정**

① 그림 9는 아날로그 신호인 어떤 소리의 진폭을 시간에 따라 나타낸 그래프이다. 이러한 아날로그 신호의 그래프를 미리 준비하거나 모눈종이에 임의로 아날로그 신호를 나타내는 곡선을 그려 보자.

② 과정 ①의 그래프에서 0초부터 9초까지 1초 간격으로 소리의 진폭에 가장 가까운 정수를 아래 표에 기록해 보자.

③ 표에 기록한 정수를 이진수로 변환하여 기록해 보자.

시간(초)	0	1	2	3	4
진폭에 가까운 정수 값					
이진수					
시간(초)	5	6	7	8	9
진폭에 가까운 정수 값					
이진수					



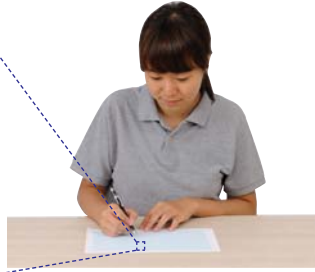
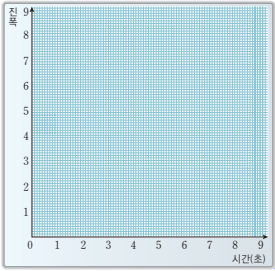
▲ 그림 9\_ 소리의 아날로그 신호 그래프

3. 1초보다 더 작은 간격으로 신호를 추출하면 원래 그래프와 거의 비슷한 형태의 그래프를 얻을 수 있을 것이다.
4. **창의 인성** 아날로그 신호를 이진수와 같은 디지털 신호로 변환하여 사용하면 저장해야 하는 정보의 양이 줄어든다는 장점이 있다. 또한, 디지털 신호는 컴퓨터를 이용한 정보 전송과 저장에 적합하여 정보를 이용하기가 편리해진다.

**평가 기준표**

활동 과정	평가 문항	점수
과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 십진수를 이진수로 능숙하게 변환시키는가?</li> <li>• 활동 과정 중 태도는 어떠한가?</li> </ul>	상, 중, 하
결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자신이 그린 그래프와 원래 그래프의 차이점을 비교할 수 있는가?</li> <li>• 아날로그 신호와 디지털 신호의 차이점에 대해 말할 수 있는가?</li> </ul>	상, 중, 하
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 디지털 신호를 아날로그 신호에 가깝게 하기 위한 방법을 말할 수 있는가?</li> <li>• 발표에 적극적으로 참여하는가?</li> </ul>	상, 중, 하

4 표에 기록한 정수를 그림 10의 그래프에 나타내어 보자.



▲ 그림 10\_ 기록한 정수를 그래프로 나타내기

**정리**

1. 과정 1과 과정 2에서 나타낸 그래프를 비교하여 보자. 두 그래프가 일치하는가? 일치하지 않는가? 그 이유를 이야기해 보자.
2. 가장 오류가 심하다고 생각되는 구간은 어느 곳인가?
3. 두 그래프를 일치시킬 수 있는 방법을 이야기해 보자.
4. **정의·인상** 아날로그 신호를 표의 이진수와 같은 디지털 신호로 변환하여 사용할 때의 장점은 무엇인지 이야기해 보자.

백여 차례에 대한 오류가 발생할 수 있는 활동이므로 진지한 태도로 일한다. 토의할 때는 상대방의 의견을 잘 듣고, 발표한다.

아날로그 신호를 일정한 시간 간격으로 추출하여 디지털 신호로 바꾸면 저장해야 하는 정보의 양은 줄어들지만, 원래의 정보를 정확하게 저장할 수는 없다. 원래의 정보를 정확하게 저장하기 위해서는 신호를 추출하는 시간 간격이 짧아야 한다. 표준 진동수가 44.1 kHz인 오디오 CD의 경우 1초당 44,100번 신호를 추출한 것으로 디지털화하여 재생된 소리는 우리가 듣기에 원래의 아날로그 신호와 비슷하게 들린다. 이러한 디지털 신호는 아날로그 신호에 비해 복사나 조작이 쉽고, 정보를 거의 손실하지 않고 압축할 수 있으나, 재생할 때에는 디지털-아날로그 변환기를 통해 아날로그 형태로 재생해야 하는 불편함이 있다.

**확인하기**

- 이해 1. 아날로그 신호를 디지털화할 때, 오차를 줄일 수 있는 방법에는 무엇이 있을지 이야기해 보자.  
 2. 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 사용하는 방식의 단점은 무엇인지 설명해 보자.  
 창의 3. 집을 출발하여 학교에 도착할 때까지 내가 걸칠 수 있는 신호의 종류와 그 신호로부터 얻는 정보는 무엇인지 말해 보자.

를 담기 위한 매체였으며, 후에 이 기술은 다른 디지털 정보도 저장하는 기억 장치인 CD-ROM에도 적용되었다. 콤팩트디스크는 알루미늄 박막에 레이저로 홈을 파서 신호를 저장하며, 레이저로 신호를 읽는다. 따라서 자료의 손상이 없는 반영구적 매체이다. 오디오 신호를 담은 오디오 CD는 여러 개의 스테레오 트랙으로 나누어져 있으며, 1초에 44,100번 신호를 추출한다(44.1 kHz, 사람의 가청 진동수의 2배). 이는 녹음 중에 매초마다 44,100번씩 수치 견본을 뽑기 때문에 원음을 정확하게 표현한다. 이때 저장되는 디지털 정보는 0과 1 두 숫자로 무수히 많은 패턴과 음향을 나타내는 하나의 부호로 조합될 수 있다. 사람의 귀로 들을 수 있는 범위 내의 소리는 어떤 소리도 정확하게 재생될 수 있다.

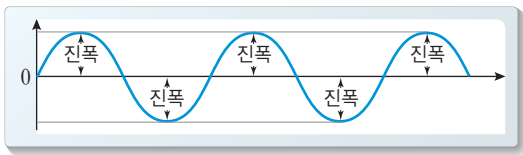


▲ 오디오 CD

**보충 자료**

● 진폭(amplitude)

매질의 진동이 퍼져 나가는 현상을 파동이라고 하며, 매질의 진동 중심에서 최대로 움직인 거리를 진폭이라고 한다.



▲ 파동의 진폭

● 진동수(frequency)

1초당 매질이 진동하는 횟수를 의미하며, 단위는 Hz를 사용한다. 사람의 귀가 들을 수 있는 소리의 진동수를 가청 진동수라 하며, 가청 진동수는 20~20,000 Hz 범위이다. 진동수가 크면 고음으로, 진동수가 작으면 저음으로 들린다.

● 콤팩트디스크(Compact Disc)

콤팩트디스크는 디지털 정보를 저장하는 광디스크이다. 영어식 약자인 CD라고 흔히 부른다. 원래는 음악과 같은 소리 정보

**확인하기**

1. 아날로그 신호를 디지털화할 때에는 일정한 시간 간격으로 신호를 추출하므로 디지털 신호가 아날로그 신호와 완전히 같아질 수는 없다. 신호를 추출하는 시간 간격이 길면 그만큼 오차가 클 것이고, 신호를 추출하는 시간 간격이 짧을수록 오차가 적을 것이다.
2. 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸는 과정에서 정보가 손실되거나 오차가 생길 수 있다. 그러나 인간의 오감으로는 그러한 오차를 거의 느낄 수 없으며, 기술의 발달로 이러한 정보 손실은 거의 없다고 볼 수 있다.

3. 예시 답안

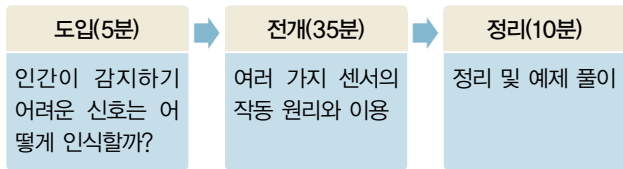
신호의 종류	신호로부터 얻는 정보
음파	친구가 말하는 소리를 들음
빛(전자기파)	물체를 볼 수 있음
기체 상태의 화학 물질	음식 냄새를 맡을 수 있음
액체 상태의 화학 물질	음식의 맛을 볼 수 있음

## 2. 정보의 인식과 전달

### ☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 정보를 수신하는 여러 가지 센서의 작동 원리를 알고, 일상생활에서 센서의 활용을 이해할 수 있다
2. 첨단 기기에서 신호가 다른 형태로 변환되어 전달되는 과정을 설명할 수 있다.

### 🕒 3차시 224~229쪽



### ☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 인간이 감지하기 위험한 신호는 어떻게 인식할 수 있을지 생각해 보도록 한다.
- 밤이 되면 가로등이 저절로 켜지는 이유가 무엇일까? 와 같이 일상생활에서 센서가 사용되는 곳의 예를 들어 발문한다.

### ☆ | 지도상의 유의점 |

1. 여러 가지 다양한 센서의 작동 원리를 학생들이 모두 알도록 하는 것보다는, 센서의 작동 원리를 단계적으로 간단하게 이해시키도록 한다.
2. 여러 가지 센서가 일상생활에 광범위하게 사용되고 있음을 알도록 지도한다.

### ☆ | 보충 자료 |

#### ● 황화카드뮴(CdS) 셀

황(S)과 카드뮴(Cd)의 화합물로 빛이 많이 들어오면 전기 저항이 작아지고, 빛이 적게 들어오면 전기 저항이 커지는 성질을 이용하여 빛의 유무를 파악하는 데 이용되는 소자이다.

황화카드뮴 셀은 황화카드뮴 분말과 약간의 불순물을 유리 기판 위에 도포한 후, 500~700°C로 가열하여 단단하게 뭉치게 하는 방법으로 제작한다. 이러한 황화카드뮴 셀은 사진기의 노출계, 어두워지면 자동으로 불이 들어오는 자동 점멸기(가로등), 텔레비전의 자동 휘도 조정 장치 등에 이용된다.

# 2

## 정보의 인식과 전달

**학습 목표** • 정보를 수신하는 여러 가지 센서의 작동 원리를 알고, 일상생활에서 센서가 사용되는 곳을 찾을 수 있다.  
• 첨단 기기에서 신호가 다른 형태로 변환되어 전달되는 과정을 설명할 수 있다.



▲ 그림 11. 여러 기능을 가진 휴대 전화

휴대 전화에는 통화 기능뿐만 아니라 음악 감상, 사진기, 게임 등 다양한 기능이 포함되어 있다. 최근에 등장한 휴대 전화에는 휴대 전화 몸체를 기울이면 화면이 자동으로 90° 회전되고, 전화를 받을 때는 화면이 자동으로 꺼지는 등 새롭고 편리한 기능들이 추가되고 있다. 이러한 기능은 휴대 전화에 기울기, 빛, 압력 등을 감지하는 다양한 센서가 장착되어 있어 가능하다.

센서는 인간의 오감인 시각, 청각, 촉각, 후각, 미각의 기능을 대신하여 인간의 감각으로는 감지하기 어렵거나 위험한 신호를 감지한 후 전기 신호로 바꾸어 주는 장치이다. 표 2는 인간의 오

**센서(sensor)**  
어떤 것을 느끼거나 감지할 수 있는 능력을 총칭하여 나타내는 라틴어 'sens-(us)'에서 유래되었다. 센서는 용어는 1960년대부터 사용되었다.

감과 이에 대응하는 센서를 나타낸 것이다. 이러한 센서들은 어떻게 작동하고, 우리 생활의 어느 부분에 이용되고 있을까?

표 2. 인간의 오감과 센서의 대응 관계

감각	자극	감각 기관	수용체	센서
시각	빛	눈	망막	광센서
청각	음파	귀	달팽이관	소리 센서
촉각	압력, 열	피부	압력, 통증, 냉점, 온점	압력 센서, 온도 센서
후각	기체 화학 물질	코	후세포	가스 센서
미각	액체 화학 물질	혀	미세포	이온 센서

**황화카드뮴(CdS)**  
카드뮴과 황의 화합물로 광전도 소자의 재료로 사용된다.

#### 센서의 종류와 원리

**광센서** 빛을 인식하여 전기 신호로 바꾸어 주는 **광센서**는 인간의 눈과 같은 역할을 한다. 밤새 켜져 있던 가로등이 아침이 되면 자동으로 꺼지는 이유는 가로등에 장착된 광센서 때문이다. 이 광센서는 황화카드뮴에 불순물을 섞은 반도체를 재료로 사용하는데, 이 반도체에 빛이 닿으면 전기 저항이 작아져 전류가 흐르는 원리를 이용한다. 은행에서 사용하는 지폐 계수기는 처음 지폐 한 장의 광 투과량을 측정하여 기준으로 정한 다음 지폐를 세는 동안 광 투과량을 비교하여 두 장씩 세는 오류를 잡아낸다. 여기서 광 투과량을 측정할 때에 광센서가 사용된다.



▲ 그림 12. 지폐 계수기

#### ● 자동 수도꼭지의 원리

손을 가까이 가져가면 자동으로 물이 나오고, 손을 치우면 자동으로 물이 멈추는 수도꼭지를 사용해 본 적이 있을 것이다. 이러한 자동 수도꼭지 역시 광센서를 이용한 장치이다.

수도꼭지에는 적외선을 방출하는 발광 다이오드가 부착되어 있어 계속 적외선을 방출한다. 여기에 손을 가까이 가져가면 적외선이 반사되고, 이 반사된 적외선을 수도꼭지에 장착되어 있는 포토트랜지스터(photo transistor)가 감지하여 물이 나오도록 하는 것이다.

포토트랜지스터는 빛에너지를 전기 에너지로 전환하는 광센서의 일종으로, 빛의 세기에 따라 흐르는 전류가 변화하는 원리를 이용한다. 이 전류를 트랜지스터를 이용하여 증폭시킨 것이 포토트랜지스터이다.

이러한 원리는 자동문에도 사용된다. 자동문 근처에 사람이 다가가면 바닥에서 자동문 위쪽으로 들어가는 적외선을 차단하게 되어 문이 열리게 된다. 이때에도 문 위쪽에는 적외선을 감지하는 광센서가 장착되어 있다.

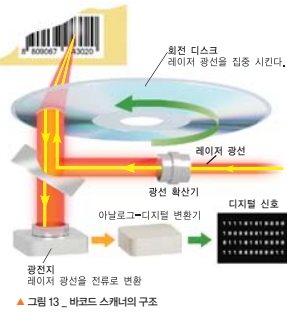
현재 판매되는 대부분의 상품에는 바코드가 인쇄되어 있는데 이 바코드를 해독할 때에도 광센서가 이용된다. 바코드는 문자나 숫자를 검정색과 흰색의 막대 모양 기호로 조합한 것으로 바코드에 빛을 쬐이면 검은색 막대는 빛을 흡수하고, 흰색 막대는 빛을 반사시킨다. 이때 빛이 흡수되면 0, 반사되면 1로 정보를 저장하여 물건을 판독한다.



스캐너                      디지털카메라

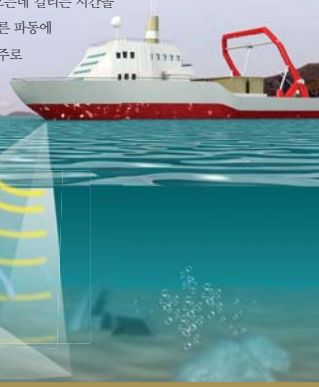
▲ 그림 14. 광센서를 이용한 기기

**소리 센서** 소리를 측정하여 전기 신호로 바꾸어 주는 소리 센서는 인간의 귀(청각)와 같은 역할을 한다. 바다 속의 물고기 떼를 찾거나 수심을 측정하는 음파 탐지기는 소리 센서의 일종이다. 사람의 귀가 공기의 진동을 인식하여 소리를 듣는 것과 마찬가지로 음파 탐지기는 물의 진동을 전기 신호로 변환시켜 음파를 감지한다. 그림 15와 같이 배에 장착된 음파 탐지기에서 바다 속으로 음파를 쏘아 보내면, 음파는 바다이나 물체에 반사되어 되돌아온다. 이때 음파가 되돌아오는데 걸리는 시간을 측정하면 배에서 바닥까지의 거리를 계산할 수 있다. 음파가 다른 파동에 비해 물속에서 멀리까지 전달될 수 있기 때문에 음파 탐지기는 주로 수중에서 사용된다.



▲ 그림 13. 바코드 스캐너의 구조

▼ 그림 15. 배의 음파 탐지기



● 바코드(Bar Code)

바코드는 '막대(Bar) 모양으로 생긴 부호(Code)' 라는 뜻으로 굵기가 서로 다른 검은색 막대와 흰색 막대가 섞인 채 배열되어 있는 모양이다. 제품마다 문자나 숫자로 표시된 코드를 각각 매기고, 이것을 컴퓨터에 일일이 입력하는 일은 매우 번거롭고 시간이 오래 걸리기 때문에 이를 간편하게 처리하기 위해 개발되었다.

바코드는 1973년 미국 슈퍼마켓 특별 위원회(US Supermarket Ad Hoc Committee)가 세계 상품 코드(UPC: Universal Product Code)를 식료품 업계 표준으로 제정하면서 일반화되기 시작하였다. 미국이 UPC를 제정하여 바코드가 미국과 캐나다의 슈퍼마켓에서 성공적으로 이용되자 유럽에서도 이에 자극을 받아 12개국이 모여 1976년 말 13자리로 된 EAN(European Article Number)코드를 채택하였다. 우리나라는 1988년 EAN에 가입하여 국가코드 880번을 부여 받고 같은 해에 한국 공통 상품 코드(KAN: Korean Artical Number) 체계를 확정하여 현재는 한국 유통 정보 센터에서 각 제조업체의 코드를 등록하여 상품에 바코드를 부

착하고 있다.

다음 그림은 우리나라의 바코드(표준형)를 나타낸 것이다. 앞의 3자리는 국가 코드인데, 우리나라는 '880'을 사용한다. 그 다음의 4자리는 제조 업체를 나타내는 코드, 그 다음 5자리는 상품별로 부여하는 코드, 마지막 1자리는 바코드의 오류를 검증하는 코드이다.



▲ 우리나라의 바코드(표준형)

이러한 바코드는 정보 처리가 정확하고 빠르며, 인건비와 관리비와 같은 유지비를 절감시킨다는 장점이 있다. 다음의 바코드는 일본에서 사용되고 있는 재미있는 바코드 들이다.



▲ 여러 가지 다양한 바코드

☆ | 보충 자료 |

● 수심 측정 방법

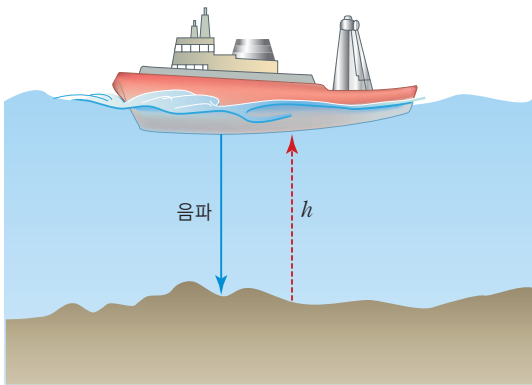
수심 측정은 바다를 향해하는 선박의 안전을 위해 시작되었다. 초기에는 납으로 만든 추에 눈금을 새긴 줄을 매어 해저까지 내린 다음, 줄에 표시한 눈금으로 바다의 깊이를 알아냈다. 이 방법은 오늘날에도 항만에서 안벽의 바로 아래 수심을 측정할 때 유용하게 사용되고 있다.

제2차 세계 대전 이후에 음향 탐지 기술이 급속히 발달하면서 음파를 이용하여 수심을 측정하는 장치가 개발되었다. 이것은 바닷속으로 초음파를 발사시키면 초음파가 약 1,500 m/s의 빠르기로 바다 밑바닥에 이른 뒤 다시 반사되어 같은 경로로 되돌아오는 성질을 이용한다. 이 과정에서 걸리는 시간을 측정하면 바다 밑까지의 깊이를 알 수 있다.

예를 들어 다음 그림과 같이 배에서 바닷속 바닥까지의 깊이를  $h$ , 물속에서 초음파의 속력을  $v$ , 초음파가 발사되어 바닥에 반사되어 되돌아오는 데 걸린 시간을  $t$ 라고 하면

$$2h = vt \quad (\text{단, } v = 1,500 \text{ m/s})$$

이 된다. 따라서  $h = \frac{1}{2}vt$ 로 계산할 수 있다. 그런데 실제 초음파의 전파 속력은 바닷물의 온도와 염분, 수압 등에 따라 달라지기 때문에 여러 가지 특성을 고려하여 관측 값을 수정해야 한다.



▲ 수심 측정 원리

현재에는 기존의 수심 측정기와 다르게 음파의 송·수신 범위 안에서 바다 밑 횡단면 전체의 수심을 동시에 측정할 수 있는 다중 빔 음향 측심기를 이용한다. 이전의 수심 측정기가 배의 수직 아래의 한 지점에 대해서만 수심을 측정할 수 있었던 것과 달리 다중 빔 음향 측심기는 해저 횡단면 전체를 동시에 측심할 수 있다. 또한, 훨씬 정밀하기 때문에 해저 지형도를 작성하는 데 많이 활용되고 있다.



초음파진단기



스피드검

▲ 그림 16 \_ 소리와 파동 센서를 이용한 기기

소리나 파동을 이용한 센서는 그림 16과 같이 초음파 진단기, 스피드 검 등에 이용되고 있다.

초음파 진단기는 초음파를 몸속으로 쏘아 보낸 후 되돌아오는 초음파를 전기 신호로 바꾸어 컴퓨터가 영상으로 처리하는 장치로 암마 뱃속에 있는 태어나 체내 장기의 모습을 볼 수 있다.

물체의 속력을 측정하는 스피드 검은 음파 대신 극초단파를 사용하는데, 그 원리가 음파 탐지기와 비슷하다. 스피드 검은 움직이는 물체를 향해 극초단파를 쏘아 보낸 다음, 물체에 반사되어 되돌아오는 극초단파를 감지하여 속력을 표시해 준다. 이때 되돌아오는 극초단파는 도플러 효과에 의해 진동수가 달라지는데, 진동수가 변화하는 정도로부터 움직이는 물체의 속력을 계산하여 나타낸다. 이러한 원리로 날아오는 야구공이나 달리는 자동차의 속력을 측정할 수 있다.

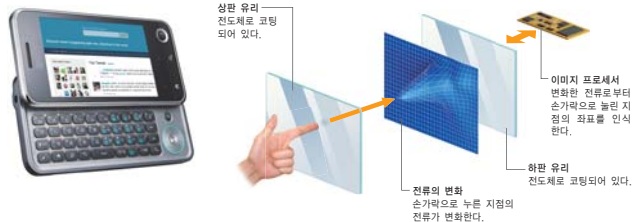
초음파

진동수가 약 20,000 Hz 이상으로 너무 커서 사람의 귀로는 들을 수 없는 음파이다. 부딪히는 물체에 따라 반사하는 정도가 다른 것을 이용하여 초음파 진단기 등에 이용된다.

압력 센서

외부에서 가해지는 압력의 정도를 전기 신호로 바꾸어 주는 압력 센서는 사람의 피부(촉각)와 같은 역할을 한다. 압력 센서는 외부에서 압력을 받아 찌그러지면 전기 저항의 크기가 미세하게 변하는 성질을 이용하여 압력의 정도를 전기 신호로 바꾸어 주는 방식과 외부에서 압력을 가하면 두 극판 사이의 간격이 변화하여 전기 용량이 변하는 정도로부터 전기 신호를 발생시키는 방식이 있다.

그림 17과 같이 휴대 전화나 자동 인출기에 널리 사용되고 있는 터치스크린은 스크린 전체를 센서로 만들어 화면의 글자나 그림을 손가락 끝으로 누르면 그 움직임 을 감지해 전기 신호로 바꾸어 명령을 실행한다.



▲ 그림 17 \_ 휴대 전화의 화면과 터치스크린의 원리. 손가락으로 누른 지점은 상판 유리와 하판 유리가 접촉되어 전기 저항이 감소하므로 전류가 증가한다. 이러한 전류 변화를 감지하여 손가락으로 누른 지점의 좌표를 인식시킨다.

● 초음파

사람의 귀가 들을 수 있는 음파의 진동수는 일반적으로 20 ~ 20,000 Hz인데, 이 진동수 범위를 가칭 진동수라고 하며, 가칭 진동수보다 진동수가 큰 음파를 초음파라고 한다. 사람은 초음파를 들을 수 없지만, 박쥐나 돌고래와 같은 동물은 초음파를 주고 받으며 의사소통을 한다.



▲ 태아의 초음파 사진

초음파가 물체에 부딪혔을 때 반사하는 정도가 다른 성질을 이용하는 장치가 초음파 진단기이다. 초음파 진단기를 이용하면 임신부의 뱃속에 있는 태아의 모습이나 장기를 볼 수 있다.

초음파는 초음파 세척기에도 이용된다. 물속에서 초음파를 발생시키면 음파의 진동에 의해 많은 거품들이 발생하는데, 이 거품들이 물체 표면에 붙어 있는 이물질들을 떼어낸다. 또한, 음파가 1초에 수만 번 물을 진동시키기 때문에 마치 빨랫방망이로 두드려서 세탁하는 것과 같은 효과를 내기도 한다.

압력 센서는 그림 18과 같이 단말기의 터치스크린, 노트북의 터치패드, 전자자율 등에 널리 이용되고 있다.



▲ 그림 18\_ 압력 센서를 이용한 기기  
단말기 터치스크린    노트북의 터치패드    전자자율

**온도 센서** 물체의 온도를 감지하여 전기 신호로 바꾸어 주는 온도 센서는 인간의 피부(온도 감각)와 같은 역할을 한다. 열을 감지하는 온도 센서가 들어 있는 온도계는 여러 가지 종류가 있다.

저항 온도계는 금속의 전기 저항이 온도에 따라 변하는 성질을 이용한다. 금속은 움직임이 자유로운 전자가 많아 전기가 잘 통하는 도체이다. 금속에 열을 가하여 온도를 높이면 금속 내의 전자의 운동이 활발해져 원자핵과의 충돌 횟수가 증가하기 때문에 전기 저항이 증가한다. 이 원리를 이용하여 저항 온도계를 만든다. 여러 가지 금속 중에서 백금은 온도에 따라 저항의 변화율이 일정하면서 변화의 폭이 넓어 저항 온도계로 가장 널리 이용되고 있다.

열전기쌍은 종류가 다른 두 금속을 연결하여 닫힌회로를 구성하고, 금속의 두 접합점의 온도를 다르게 하면 전위차가 발생하여 전류가 흐르는 원리를 이용해 온도를 측정한다.

적외선 온도계는 모든 물체가 자신의 온도에 해당하는 에너지를 전자기파의 형태로 방출하는 원리를 이용하여 온도를 측정한다. 그리고 다른 온도계와는 달리 온도를 측정하고자 하는 물체와 직접 접촉하지 않아도 된다는 장점이 있다.

온도 센서는 온도계뿐만 아니라 그림 20과 같이 에어컨, 전기밥솥, 보일러 등 온도 조절이 필요한 제품에 이용되고 있다.



▲ 그림 20\_ 온도 센서를 이용한 기기  
에어컨    전기밥솥    보일러



저항 온도계



열전기쌍



적외선 온도계

▲ 그림 19\_ 여러 가지 온도계

● 온도(溫度, temperature)

온도의 개념은 인간이 피부로 느끼는 덥고 찬 감각에서 유래한다. 이미 그리스 시대부터 덥고 찬 정도를 각각 몇 단계로 나타냈는데, 연속적인 양으로서 생각하게 된 것은 근세에 이르러서였다. 이전에는 냉(冷)과 난(暖)은 건(乾)과 습(濕)처럼 대립되는 요소로서 냉기와 열기가 섞여 실제의 난기를 만들어낸다는 사고방식이 지배적이었다. 또 라틴어로 온도를 의미하는 'temperatura'는 원래 '섞이는 방식'이라는 뜻이었다. 온도는 물질의 뜨겁고 찬 정도를 수량으로 나타내는 물리량이다. 물리적으로는 거시적인 물체의 열평형 상태를 특징짓는 양으로 두 물체를 접촉시키면 열은 온도가 높은 쪽의 물체에서 낮은 쪽으로 이동하여 최종적으로 두 물체의 온도는 같아진다. 온도의 단위는 섭씨와 켈빈이 널리 통용되고 있다. 섭씨는 순수한 물이 1기압에서 어는 온도를 섭씨 0°C로 하고, 1기압에서 수증기로 기화되는 온도를 섭씨 100°C로 정의한 것이고, 켈빈은 물리학에서 통용되는 공식적인 온도의 단위이다. 온도는 켈빈 단위로 측정할 때에 0 또는 양수가 된다.

● 터치스크린(touch screen)

터치스크린은 누르느냐 또는 만지느냐에 따라 '감압식'과 '정전식' 두 종류가 있다.

감압식 터치스크린은 화면이 눌리는 압력을 감지해 터치 여부를 판단한다. 감압식 터치스크린은 액정 위에 여러 종류의 층이 겹겹이 쌓여 있는데, 바깥쪽에 있는 층은 부드럽고 눌릴 수 있는 재질로 만들어져 있고, 그 아래에는 액정을 보호하는 층과 전기가 통하는 층 2개로 구성되어 있다. 바깥쪽의 부드러운 막을 누르면 전기가 통하는 층 2개가 서로 닿아 전류와 저항이 변한다. 감압식 터치스크린은 이러한 전류 변화를 감지하여 화면의 어느 부분이 눌렸는지 좌표를 인식한다. (교과서의 그림 17은 감압식 터치스크린의 원리를 나타낸 것이다.) 압력을 감지하기 때문에 스타일러스 펜처럼 손가락보다 얇은 보조 기구를 사용해 작은 아이콘도 섬세하게 터치할 수 있다. 그러나 액정 위에 여러 층 쌓여 있어 화면의 선명도가 떨어지고, 강한 힘으로 여러 번 문지르면 부드러운 바깥쪽 막이 손상될 수 있다는 단점이 있다.

정전식 터치스크린은 누르는 대신 손으로 만지기만 하면 터치를 인식한다. 정전식 터치스크린의 액정 유리에는 전기가 통하는 화합물이 코팅되어 있어, 화면에 미세한 전류가 계속 흐르고 있다. 여기에 손가락이 닿으면 액정 위를 흐르던 전자가 손가락으로 이동하여 전류가 변화하고, 이러한 전류 변화를 감지하여 손이 닿은 지점의 좌표를 인식한다. 정전식 터치스크린은 화면을 선명하게 유지하면서 힘을 주어 누르지 않아도 정확히 터치가 된다. 그러나 전기가 통하는 물체로만 터치가 가능하므로 스타일러스 펜을 이용할 수 없고, 손가락이 굵은 사람이 작은 아이콘을 터치해야 할 경우 정확한 터치가 힘들다는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 전기가 통하는 재질로 만들어진 정전식용 스타일러스 펜이 개발되었다.



▲ 감압식 터치스크린



▲ 정전식 터치스크린

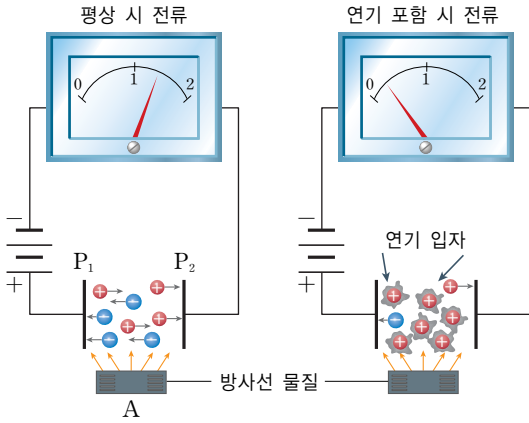
☆ | 보충 자료 |

● 연기 감지기의 원리

1. 이온화식 감지기

방사성 물질에서 방출되는 방사선은 공기를 이온화시키고 이온화된 공기는 연기 입자와 결합하는 성질이 있는데, 이를 이용한 것이 이온화식 연기 감지기이다.

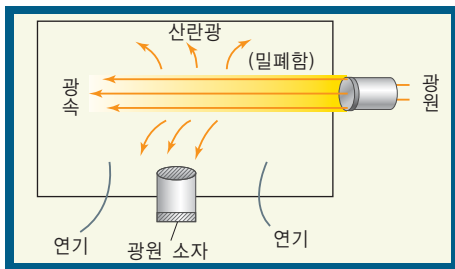
이온화식 감지기는 충전 전극 사이에 방사성 물질을 삽입시키고, 이 방사성 물질에 의해 이온화된 공기 입자가 전하를 운반하여 전류가 흐르도록 회로가 구성되어 있다. 만약 화재가 발생하여 연기가 충전 전극 사이에 들어와 이온화된 공기 입자와 결합하면 전극 사이에서 전하 운반자의 개수가 줄어들어 평상시보다 적은 전류가 흐른다. 이러한 전류 변화로부터 연기를 감지하는 장치가 이온화식 감지기이다.



▲ 이온화식 감지기의 회로 구성

2. 광전식 감지기

광전식 감지기는 연기가 빛을 차단하거나 반사하는 원리를 이용하는데, 산란광 방식이 가장 많이 쓰인다. 산란광 방식 감지기의 원리는 다음과 같다. 주위의 빛을 완전히 차단하여, 연기만 들어갈 수 있게 만든 어둠 상자의 한 쪽에서 빛을 한 방향으로 모아 비춘다. 그리고, 이 빛의 산란광을 받는 부분에 광전 소자를 부착한다. 평상시에 공기가 깨끗할 때에는 산란되는 빛이 없



▲ 광전식 감지기의 원리



▲ 그림 21. 화재경보기의 구조

가스 센서 기체 성분의 변화를 감지하여 전기 신호로 바꾸어 주는 가스 센서는 인간의 코(후각)와 비슷한 역할을 한다. 화재나 가스의 누출을 알려주는 탐지기에는 가스 센서가 들어 있다. 그림 21과 같은 화재경보기는 물체가 탈 때 발생하는 연기의 작은 입자를 감지하여 불길이 번지기 전에 경보를 울린다. 화재경보기에는 탐지실이라는 공간이 있는데, 이 탐지실 내부의 공기에는 항상 약한 전류가 흐르고 있다. 탐지실에 연기 입자가 들어오면 공기의 전기 저항이 커져 전류가 감소하여 경보가 울리게 된다.

음주 측정기는 내쉬는 숨에 알코올 성분이 있으면 측정기 내부에서 화학 반응이 일어나 전류가 흐르는 원리를 이용하는데, 이 전류의 세기로부터 내쉬는 숨에 포함된 알코올의 농도를 정확하게 계산할 수 있다. 그림 22는 가스 센서를 이용한 가스 경보기, 연기 감지기, 음주 측정기, 공기 오염 측정기를 나타낸 것이다.



▲ 그림 22. 가스 센서를 이용하는 기기

이온 센서 용액의 특정한 이온에 대하여 선택적으로 반응하고, 이온의 농도에 따라 전압을 발생시켜 전기 신호로 바꾸어 주는 이온 센서는 인간의 혀(미각)에 해당하는 역할을 한다. 산염기(pH) 측정기는 물질 내의 수소 이온의 농도에 따라 전류의 세기가 달라지는 것을 이용하여 물질의 산성이나 염기성을 측정한다. 염도 측정기는 식품에 전기가 통하는 정도인 전기 전도도를 이용하여 염도를 전기 신호로 바꾸어 나타낸다. 그림 23은 이온 센서를 이용한 산염기(pH) 측정기와 염도 측정기이다.



▲ 그림 23. 이온 센서를 이용하는 기기

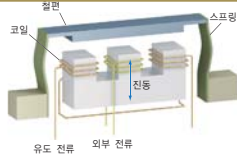
어 광전 소자가 빛을 감지하지 못하다가 화재가 발생하면 어둠 상자에 연기 입자가 들어와 빛이 산란되어 광전 소자가 빛을 받아 전기 저항이 변화한다. 이 전기 저항의 변화를 감지하여 연기를 감지한다.

● 바이오 센서(Bio-sensor)

생물의 기능을 모방하여 전자 공학을 응용함으로써 외부로부터의 물리적, 화학적 자극을 감지할 수 있는 생명 소자를 바이오 센서라고 한다. 요즘은 효소, 미생물, 동식물의 조직 등 생체 물질을 이용한 센서, 생체에 적용할 수 있는 센서, 생체 기능의 메커니즘을 모방한 센서를 통틀어 바이오 센서라고 한다.

효소는 일반적으로 가격이 비싸고 불안정하기 때문에 미생물 자체로 분자를 식별하는 소자로 이용하는 미생물 센서가 많이 이용된다. 예를 들어 효모의 일종인 트리코스포론 브라시카에는 알코올과 반응하는 균으로 알려져 있는데, 이 미생물을 이용하여 알코올 센서를 만들 수 있다. 또한, 질화균이라는 미생물은 암모니아를 질산으로 산화시키는 작용을 하는데, 이 과정에서 산소가 발생한다. 이 질화균을 이용하여 암모니아 센서를 만들 수 있다.

**가속도 센서** 급출발하는 버스 안에서 몸이 뒤쪽으로 기울어졌던 경험이 있을 것이다. 내 몸은 제자리에 있으려고 하는데 버스가 갑자기 출발하기 때문에 몸이 뒤로 기울어진다. 이것은 물체가 자신의 운동 상태를 계속 유지하려는 성질인 관성 때문이다. 이러한 물체의 관성을 이용한 센서가 **가속도 센서**이다. 가속도 센서는 가속 운동하는 물체에 장치한 전자가 관성에 의해 움직이는 원리를 이용한다. 물체의 속도 변화가 클수록 전자의 움직임이 커지는데, 이 전자의 움직임을 전기 신호로 바꾸어 가속도를 측정한다. 가속도 센서를 이용하면 수평과 수직 방향의 가속도를 모두 감지할 수 있어 배와 비행기 등의 수평을 유지하는 데 이용된다. 또한, 구조물의 미세한 진동을 감지할 때에도 가속도 센서를 이용한다.



▲ 그림 24 \_ 가속도 센서의 구조  
기초 코일에 외부에서 전류가 공급되어 코일 주위에 자기장이 형성된다. 외부의 진동에 의해 코일이 움직이는 동안 상대적으로 무거운 철편은 관성에 의해 거의 움직이지 않는다. 이렇게 코일과 철편 사이에 움직임이 생기면 코일을 통과하는 자기장이 변화하여 전류가 유도되고, 이 유도된 전류로부터 가속도를 계산할 수 있다.



▲ 그림 25 \_ 가속도 센서의 이용

**과학 마당 | 센서는 어떻게 생겼을까?**

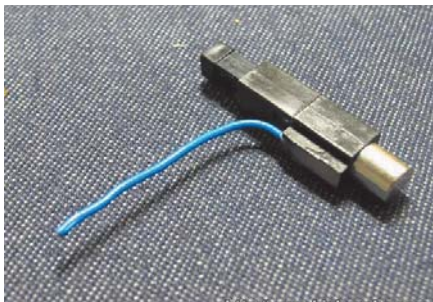
센서는 각종 물리 현상이나 화학 현상을 검출하고, 그것을 전기 신호로 변환하여 이용할 수 있게 하는 소자들을 총칭하는 말이다. 센서는 우리 주변에 매우 다양하게 이용되고 있는데 용도에 따라 광센서, 온도 센서, 압력 센서, 소리 센서, 가스 센서, 이온 센서, 가속도 센서, 전자기 센서 등 매우 다양하다. 센서는 우리의 삶을 더욱 편안하고 풍요롭게 만들어 주고 있다. 그림 26은 여러 종류의 센서들을 나타낸 것이다.



그림 26 \_ 여러 종류의 센서

● **압전 소자**

외부에서 압력을 가하면 전기 분극이 일어나 전기를 발생시키거나 또는 반대로 전기적 압력을 가하면 모양이 변화하는 소자이다. 예를 들어 가스레인지의 스위치를 돌리면 압전 소자에 압력이 가해져 전압이 유도되어 '딱' 하는 소리와 함께 불이 붙는다. 반대로 휴대 전화 카메라의 줌 기능은 압전 소자에 전압을 걸어 압전 소자의 모양이 변하는 것을 이용한다. 이러한 압전 소자는 1880년 프랑스의 자크 퀴리(Jacque Curie)와 피에르 퀴리(Pierre Curie) 형제가 처음 발견하였다.



▲ 압전 소자

● **여러 가지 가속도 센서의 종류와 원리**

종류	원리
압전형	압전 소자에 힘이 가해졌을 때 발생하는 전하를 검출하여 가속도를 구한다.
동전형	도체가 자기장 속을 이동하면 그 속도에 비례하여 전압이 유도된다. 유도된 전압으로부터 가속도를 구한다(패러데이 법칙 이용).
서모형	진자의 변화를 전류로 검출하여 가속도를 구한다.
변형 게이지형	저항선 변형 게이지: 스프링 등에 저항선 게이지를 붙여 가해진 힘과 저항의 변화에서 가속도를 구한다. 반도체 변형 게이지: Si, Ge 단결정의 압력 저항 효과를 이용하여 가해진 힘과 저항의 변화에서 가속도를 구한다.

● **자이로 센서**

방향을 감지하여 주는 자이로 센서는 회전하는 물체가 그 회전축을 일정하게 유지하려는 성질을 이용한 것이다. 자이로 센서는 자이로스코프라고도 하는데 오래전부터 항공기와 선박의 자세 제어 장치로 많이 이용되어 왔으며, 최근에는 스마트폰에 장착되어 기울어진 상태에 따라 화면을 자동으로 맞추는 등 여러 가지 편리한 기능을 제공한다.

**과학 마당**

**센서는 어떻게 생겼을까?**

온도, 압력, 소리, 빛 등 여러 종류의 물리량을 감지하고, 측정하여 신호로 전달하는 기능을 갖춘 소자나 이러한 소자를 이용한 계측기를 총칭하여 센서라고 한다. 검출기, 감지기 등으로 번역하는 경우도 있으나 적절한 번역어는 정해져 있지 않다. 그 까닭은 단순히 신호 검출기 (signal detector, pick up)로 제한하거나, 신호 변환기(signal convertor, transducer), 나아가서는 신호와 정보 처리 장치의 범위까지 확대하는 등 취급 방법에 따라 차이가 있기 때문이다.

인간은 외부로부터의 자극을 오감(五感)을 통하여 받아들인 뒤 그 신호를 뇌로 보내고, 뇌의 지령에 따라 근육을 움직인다. 따라서 인간의 사회생활에서 오감이 반드시 필요하듯이 과학 기술의 세계에서도 이에 대응하는 센서의 역할이 중요하다. 이러한 센서에는 그림 26과 같이 그 용도에 따라 다양한 종류의 센서가 있으며, 그 형태도 인간의 오감이 서로 다르듯이 다양한 모양의 센서가 만들어지고 사용되고 있다.

4차시 230~232 쪽

도입(5분)	전개(35분)	정리(10분)
도난 방지 장치의 원리는 무엇일까?	<ul style="list-style-type: none"> <li>전자기 센서의 작동 원리 및 활용</li> <li>활동 2: 자료 해석, 토의</li> </ul>	미래의 센서에 대한 토의 및 정리

★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 도서관에서 빌린 책을 대여 처리를 받지 않고 그냥 나오면 경고음이 울리는 원리가 무엇일지 생각해 보도록 한다.
- 지금까지 학습한 여러 가지 센서를 인간의 몸에 장착할 수 있다면 어떠한 센서를 갖고 싶은지 이야기해 보도록 한다.

★ | 지도상의 유의점 |

1. 학생들이 중학교 때 공부했던 전자기 유도를 떠올리도록 한다.
2. 인간의 오감을 대체할 만큼의 우수한 성능의 센서들이 개발되면 몸이 불편한 사람들에게는 새로운 삶을 살 수 있는 기회가 될 수 있음을 공익의 측면에서 생각해 볼 수 있도록 지도한다.

★ | 보충 자료 |

● 전류에 의한 자기장

‘전기’와 ‘자기’가 서로 관련이 없다고 생각되었던 18세기에 덴마크의 과학자 외르스테드(Orsted, H. C., 1777~1851)는 전류가 흐르는 도선 근처에서 나침반의 바늘이 움직이는 것을 발견하였다. 이때부터 전기와 자기의 연관성을 알아내기 위한 연구가 활발히 시작되었다.

1. 직선 전류에 의한 자기장

도선으로부터 수직으로  $r$ 만큼 떨어진 지점에서의 자기장은 전류의 세기  $I$ 에 비례하고, 거리  $r$ 에 반비례 한다.

$$B = k \frac{I}{r} \quad (k = 2 \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A})$$

오른손의 엄지손가락이 전류의 방향을 가리킬 때 나머지 네 손가락이 감싸 쥐는 방향이 자기장의 방향이다.

2. 원형 전류에 의한 자기장

반지름이  $r$ 인 원형 도선에 전류  $I$ 가 흐를 때 원형 도선의 중심에 형성되는 자기장의 세기는 다음과 같다.

$$B = k' \frac{I}{r} \quad (k' = 2\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A})$$

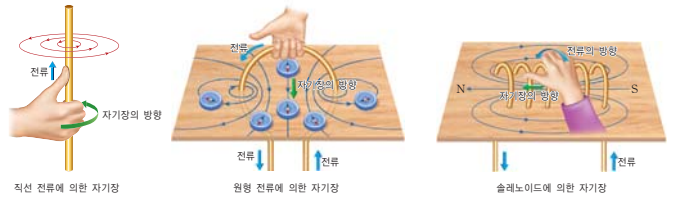
**전자기 센서** 자기장의 변화를 감지하여 이를 전기 신호로 바꾸어 주는 센서를 전자기 센서라고 하는데 앙페르 법칙과 패러데이 법칙이 응용된다.

도선에 전류가 흐르도록 한 다음, 도선 주위에 나침반을 놓으면 나침반의 바늘이 움직인다. 이것은 도선 주위에 자기장이 형성되었기 때문이다. 프랑스의 앙페르는 다음과 같이 도선에 흐르는 전류와 자기장 사이의 관계를 밝혔다.

앙페르(Ampere, A. M., 1775~1836)  
앙페르 법칙을 발견하고, 전자기학의 기초를 확립하였다.

“도선에 흐르는 전류가 증가할수록 자기장이 강해지며, 도선으로부터의 거리가 멀어지면 거리가 반비례하여 자기장이 약해진다. 단, 코일 내부에 형성되는 자기장은 코일로부터의 거리와 관계없이 코일을 촘촘하게 많이 감을수록 자기장이 강해진다.”

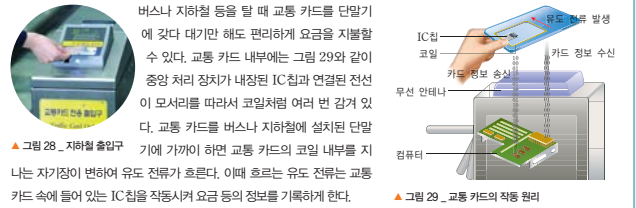
그림 27은 전류가 흐르는 직선 도선, 원형 도선, 솔레노이드 주위에 형성되는 자기장을 자기력선으로 나타낸 것이다. 자기장의 방향은 오른손 법칙으로 알 수 있다.



▲ 그림 27 전류에 의한 자기장

코일에 전류가 흐르면 주위에 자기장이 형성되는 것과 대칭적으로, 코일을 통과하는 자기장이 변하면 코일에 전류가 유도되어 흐른다.

과학 마당 | 교통 카드의 원리



▲ 그림 28 지하철 출입구

▲ 그림 29 교통 카드의 작동 원리

오른손의 엄지손가락을 전류의 방향으로하여 네 손가락을 감싸 쥐었을 때 네 손가락이 가리키는 방향이 자기장의 방향이다.

3. 솔레노이드(코일)에 의한 자기장

막대에 도선을 여러 번 감아 코일처럼 만든 것을 솔레노이드라고 한다. 단위 길이당 감은 수가  $n$ 인 솔레노이드에 전류  $I$ 가 흐를 때, 솔레노이드 내부에 형성되는 자기장의 세기는 다음과 같다.

$$B = k'' n I \quad (k'' = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A})$$

원형 전류에 의한 자기장의 방향을 알아볼 때와 마찬가지로 오른손의 네 손가락을 전류의 방향으로 감싸 쥐 때, 엄지손가락이 가리키는 방향이 자기장의 방향이다.

솔레노이드에 전류가 흐르면 양쪽 끝이 각각 N극과 S극이 되어 자석과 같은 역할을 하여 ‘전자석’이라고 부른다. 솔레노이드는 도선을 촘촘하게 여러 번 감거나, 전류를 증가시키면 강한 자기장을 얻을 수 있다. 그리고 영구 자석과는 다르게 전류가 흐를 때에만 자기장을 띠는 편리한 성질 때문에 산업 현장에서 다양하게 사용된다.

영국의 패러데이는 실험을 통해 다음과 같이 자기장의 변화와 코일에 유도되는 전류의 관계를 밝혔다.

패러데이(Faraday, M., 1791 ~ 1867)  
전자기 유도 법칙을 발견하였다.

“시간에 따른 자기장의 변화가 클수록, 코일을 많이 감을수록, 코일에 유도되는 전압이 증가하여 더 많은 전류가 유도되어 흐른다.”

그림 30과 같이 코일 근처에서 자석을 가까이 하거나 멀리하면, 코일 주위의 자기장이 강해지거나 약해지는 변화에 의해 코일에 전류가 유도되어 검류계의 바늘이 움직이는 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 패러데이 법칙은 오늘날 대부분의 발전소에서 전기를 발생시키는 원리가 되었다.



▲ 그림 30 \_ 자기장의 변화와 전류의 발생  
코일 주위의 자기장이 변화하면, 코일에 전류가 유도된다.

자기장 변화에 의해 코일에 전류가 유도되는 패러데이 법칙을 이용하여 전기 신호를 감지하는 전자기 센서를 만들 수 있다. 전자기 센서는 그림 31과 같이 도난 방지 시스템, 금속 탐지기 등에 이용된다.

상점의 출입구에 세워진 도난 방지 시스템은 사람이 물건을 값을 계산하지 않고 나갈 경우 경보음을 울린다. 이것은 상점에 진열되어 있는 물건에 작고 얇은 형태의 자기띠가 붙어 있거나 삽입되어 있기 때문이다. 손님이 물건 값을 지불하면 점원은 계산대 앞에 있는 기구를 물건의 자기띠에 대어 자기적 특성을 없애 준다. 만일 자성을 없애지 않은 물건을 들고 출입구의 두 기둥 사이를 통과하면 물건에 붙어 있는 자기띠의 자기장에 의해 기동 속의 코일을 통과하는 자기장이 변한다. 그러면 기동 속의 코일에 전류가 유도되고, 이 전류에 의해 경보음이 울리게 된다. 이것은 도서관에서 대여한 책의 자성을 없애지 않고 그냥 나올 때 경보음이 울리는 것과 마찬가지로 원리이다.

금속 탐지기는 탐지부의 코일에 전류를 흘려주어 자기장을 형성한다. 이때 탐지하는 곳에 금속이 있으면 자기장이 변하여 금속에 유도 전류가 흐르고, 이 신호를 받아 숨겨진 금속의 존재 유무를 확인한다.



▲ 그림 31 \_ 전자기 유도의 이용

● 패러데이의 일생

패러데이는 집안이 가난하여 학교에도 다니지 못했지만 독학으로 당대에 가장 훌륭한 실험 물리학자가 된 모든 시대에 걸쳐 가장 놀라운 과학자 중 한 사람이다.

영국 런던의 빈민가에서 대장장이의 아들로 태어난 패러데이는 책방에서 일을 하면서 제본을 맡긴 책들을 모두 읽었다. 배움에 대한 열망이 가



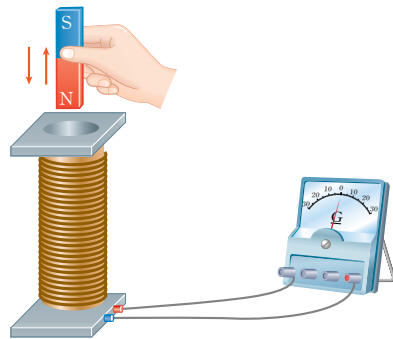
▲ 패러데이 (1791~1867)

득했던 패러데이는 영국 왕립 연구소에서 주최하는 대중 상대의 과학 강의를 열심히 들었는데, 그 중 화학자 험프리 데이비의 강의를 듣고 강의 내용을 책으로 제본하여 데이비에게 선물하였다. 그리고 패러데이의 끈질긴 간청으로 데이비는 실험 조교로 패러데이를 채용하게 된다. 이때부터 시작된 패러데이의 연구와 번득이는 아이디어는 곧 스승을 뛰어넘게 되었고, 전기와 자기의 역사에 한 획을 긋는 위대한 발견을 하게 되었다.

● 패러데이의 법칙

외르스테드가 전기 현상(전류)이 자기 현상(자기장)을 유도한다는 것을 발견한 이후, 전기와 자기에 대한 연구를 계속한 영국의 과학자 패러데이는 자기 현상(자기장의 변화)이 전기 현상(전류)을 유도한다는 것을 밝혀내었다.

그림과 같이 코일에 검류계를 연결한 다음, 코일에 자석을 넣었다 뺐다 하면 검류계의 바늘이 움직인다. 즉, 코일 주위에 형성되는 자기장이 변화하면 코일에 전압이 유도되어 전류가 흐른다.



▲ 전자기 유도

이때 유도된 전압을  $V$  라고 하면,

$$V = -N \frac{\Delta(BA)}{\Delta t}$$

의 관계식을 만족한다.  $N$ 은 코일의 전체 감은 수,  $B$ 는 코일 주위에 형성된 자기장,  $A$ 는 코일의 단면적,  $t$ 는 시간을 나타낸다. 위 식은 시간에 따라 코일을 통과하는 자기장과 단면적의 곱이 변화하면 코일에 전압이 유도된다는 것을 의미하며, 이것이 패러데이 법칙이다. 이때 코일에 전압이 유도되어 흐르는 전류를 유도 전류라고 한다.

이러한 패러데이의 법칙은 오늘날 발전소에서 전기를 발생시키는 기본적인 원리가 된다. 예를 들어 화력 발전소에서는 화석 연료를 이용하여 물을 끓인다. 이때 발생한 수증기가 터빈을 돌리는데, 터빈에는 코일이 무수히 많이 감겨 있고 터빈 주위에 자기장을 걸어 준다. 터빈이 돌아감에 따라 코일을 통과하는 자기장이 변화하기 때문에 코일에 전압이 유도되어 전류가 흐르게 되고, 우리는 이렇게 발생된 전류를 생활의 모든 곳에서 유용하게 사용하고 있다.

● 패러데이의 법칙에서 ‘-’의 의미

코일에 유도되는 전류의 방향이 코일의 자기선속의 변화를 방해하는 방향임을 의미한다. 이것은 독일의 과학자 렌츠(Lenz)가 독립적으로 연구하기도 하였다.

**창의인성** **활동의 이해**

**활동 2** 나에게 고성능 센서가 생긴다면?

**목표**

- 신호의 종류에 따라 필요한 센서의 종류를 알고, 미래 사회에서 인간의 센서 사용에 대해 생각해 본다.

**안내**

1. 고성능 센서를 인간 몸에 장착하여 신호를 받아들일 수 있는 장치가 개발되었다고 가정한다.
2. 이러한 고성능 센서들이 몸이 아픈 사람들에게 어떤 도움을 줄 수 있는지 생각해 보도록 한다.
3. 인간의 감각을 뛰어넘는 고성능 센서의 사용에 대한 장단점을 이야기해 보도록 한다.

**정리**

**1. 고성능 센서 장착의 예**

- 손에 고성능 광센서를 장착: 손을 움직여 내 주위의 모든 방향을 관찰하고, 볼 수 있다.
- 손에 전자기 센서를 장착: 금속이 있는지 없는지 손을 가까이 해 감지할 수 있다.
- 배에 가속도 센서 장착: 내 몸의 기울기를 미세하게 감지하여 바른 자세를 유지할 수 있다.
- 귀에 소리 센서 장착: 필요에 따라 초음파까지 감지하여 박쥐나 돌고래의 의사소통에 관여한다.
- 발에 온도 센서 장착: 바깥 날씨가 얼마나 추운지 더운지를 직접 걸어 다니면서 감지할 수 있다.



고성능 센서 장착의 예: 센서를 장착하고 싶은 위치에 (자료)에 제시된 센서의 번호를 표시하였다.

2. 예 인간의 감각이 고성능 센서만큼 발달한다면 독수리처럼 멀리까지도 잘 볼 수 있고, 개와 같이 작은 소리도 잘 듣고, 냄새에도 민감해질 것이다. 이러한 감각의 발달은 더 많은 정보를 얻을 수 있다는 장점도 있지만, 한편으로는 너무 많이 감각되는 정보를 주체할 수 없을지도 모른다.

여러 종류의 다양한 센서가 우리 인체의 감각 기관을 대신할 수 있다면 어떤 일이 생길지 다음 활동을 통해서 알아보자.

**활동 2** 나에게 고성능 센서가 생긴다면?

**목표** 신호의 종류에 따라 필요한 센서의 종류를 알고, 미래 사회에서 일어날 수 있는 인간의 센서 사용에 대해 생각해 본다. **자료** 해석, 토의

**과정**

미래의 어느 날, 고성능 센서를 인간의 몸에 장착하여 신호를 받아들일 수 있는 기술이 개발되었다고 가정해 보자. 자신이 갖고 싶은 센서를 주어진 자료에서 골라 우리 몸의 어느 부위에 장착할 것인지 그림 32에 표시해 보자.

**<자료>**

- |         |          |
|---------|----------|
| ① 광센서   | ⑦ 가스 센서  |
| ② 압력 센서 | ⑧ 가속도 센서 |
| ③ 온도 센서 | ⑨ 전자기 센서 |
| ④ 소리 센서 | ⑩ 이온 센서  |



공의 고성능 센서의 개발은 몸이 불편한 사람들에게 도움을 줄 수 있다. 이러한 과학 기술의 발전은 모든 사람에게 공평하게 혜택이 돌아가야 한다.

▲ 그림 32. 센서를 부착할 우리 몸

**정리**

1. 위 자료에서 제시한 센서를 몸에 장착하고 싶은 이유를 이야기해 보자.
2. 그림 32에 표시한 센서들과 마찬가지로 인간의 감각이 발달하여 신호를 감지할 수 있다면, 일상생활은 어떻게 달라질까?
3. 모든 센서가 인간의 감각보다 우수한 능력을 발휘하고 있는지 조사하여 발표해 보자.
4. **합의-면담** 위 자료에서 제시한 센서 이외에 앞으로 개발되어야 할 센서들에는 무엇이 있을지 생각해 보자.



현재 인간이나 동물의 오감을 모방하여 만든 여러 센서는 아직까지 인간의 오감을 완전히 대체할 수 있을 만큼 완벽하지는 않다. 그러나 어느 정도 비슷한 수준에 도달했으며 앞으로 기술이 점점 발달하면 인간의 감각보다 더 우수한 성능의 센서들이 개발될 수 있을 것이다.

3. 아직까지는 모든 센서가 인간의 감각보다 뛰어나지는 않다. 그러나 우수한 능력을 발휘하여 인간이 감지할 수 없는 화학 물질을 감지하는 이온 센서, 가스 센서 등이 있다.
4. 예 병원균을 감지하는 센서가 개발되어 우리가 휴대할 수 있다면 병을 미리 예방할 수 있을 것이다.

**평가 기준표**

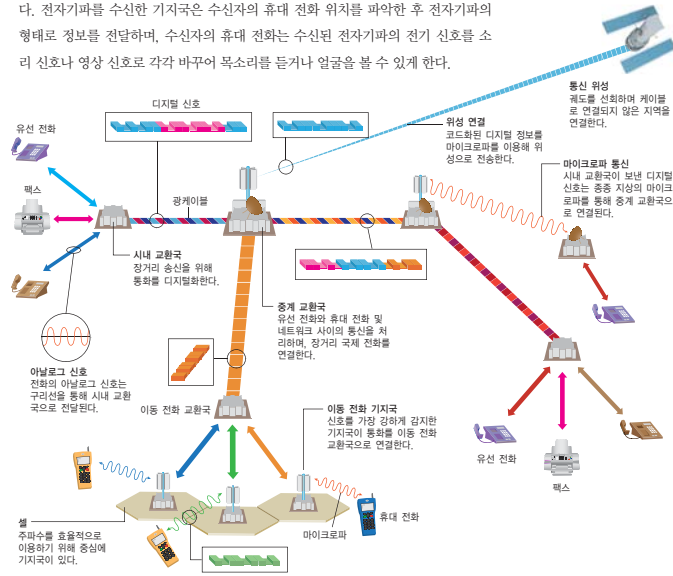
활동 과정	평가 문항	점수
과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신호에 따른 센서의 이용을 알고, 고성능 센서의 장착을 상상하는가?</li> <li>• 고성능 센서 장착에 대한 태도가 진지한가?</li> </ul>	상, 중, 하
결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자신이 선택한 고성능 센서에 대하여 이유를 설명할 수 있는가?</li> <li>• 인간의 감각 발달에 대한 자신의 의견을 발표할 수 있는가?</li> </ul>	상, 중, 하
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 앞으로 개발되어야 할 센서에는 무엇이 있는지 논리적인 근거를 제시하며 토의하는가?</li> </ul>	상, 중, 하

▶ **첨단 통신 기기에서의 정보 전달 과정**

1877년 전화가 발명된 이후 전화망은 통신의 가장 중요한 수단이 되었다. 전화망은 해저 케이블과 통신 위성으로 각 대륙을 연결해 세계를 하나로 만들고 있으며, 전화, 팩스, 인터넷 등 다양한 방식으로 통신을 한다. 정보를 주고받는 통신의 목표는 많은 양의 정보를 정확하게 빠르게 전달하는 것이다. 현대 과학이 발달함에 따라 현대인의 생활 필수품이 된 휴대 전화의 통화 음질과 영상 화면이 점점 좋아지고 있으며, 연결도 아주 빠르다. 휴대 전화는 어떻게 사람의 목소리와 영상을 멀리까지 정확하게 전달할 수 있는 것일까?

휴대 전화 통화에서 발신자는 그림 33과 같이 목소리와 모습을 휴대 전화의 마이크와 카메라를 통하여 디지털 전기 신호인 전자기파로 바꾸어 가장 가까운 기지국으로 전달한다. 이때의 전자기파는 주파수가 800~1,000 MHz 정도인 마이크로파이다. 전자기파를 수신한 기지국은 수신자의 휴대 전화 위치를 파악한 후 전자기파의 형태로 정보를 전달하며, 수신자의 휴대 전화는 수신된 전자기파의 전기 신호를 소리 신호나 영상 신호로 각각 바꾸어 목소리를 듣거나 얼굴을 볼 수 있게 한다.

**주파수**  
진동수와 같은 말로, 1초 동안 진동하는 횟수를 의미한다. 단위는 Hz를 사용한다.



▲ 그림 33\_통신 기기에서 정보 전달 과정

5차시

233~235 쪽

도입(5분)	전개(35분)	정리(10분)
휴대 전화는 소리 신호를 어떻게 전달하는 것일까?	<ul style="list-style-type: none"> <li>정보 통신 기기에서의 정보 전달 과정</li> <li>활동 3: 실험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>스피커에서의 신호 변환 과정 정리</li> <li>예제 풀이</li> </ul>

★ **동기 유발을 위한 제안**

- 친구와 전화 통화할 때, 내 목소리가 친구의 귀까지 어떻게 전달되는 것인지 생각해 보도록 한다.
- 전기 신호를 소리 신호로 바꾸는 장치를 만들 수 있을지 생각해 보도록 한다.

★ **지도상의 유의점**

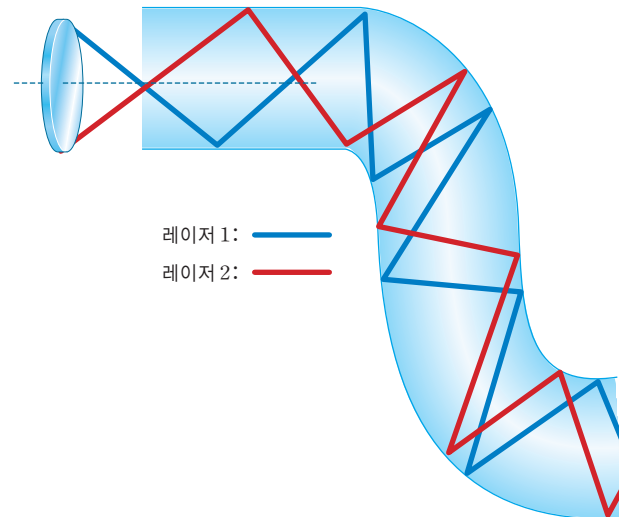
1. 광통신이 빛을 이용한 정보 전송 방법이라는 것을 알게 하고, 광통신의 장점을 이해시키도록 한다.
2. 여러 종류의 정보를 상황에 따라 우리가 원하는 다른 형태의 정보로 변환할 수 있음을 이해시킨다.

★ **보충 자료**

● **광통신**

광섬유는 보통 0.1 mm보다 얇게 만들어지며, 유리나 플라스틱으로 만든다. 요즘에는 광섬유를 통신뿐만 아니라, 액세서리나 내시경을 만드는 용도로도 사용한다. 광섬유는 날개로 사용하거나 다발로 사용하며, 수 센티미터에서 160 km 이상까지 빛을 전송할 수 있다. 광섬유는 중심에 유리나 플라스틱으로 된 투명한 심(코어)이 있고 이 심을 클래딩이라는 피복이 감싸고 있다. 레이저, 전구 등의 광원에서 나온 빛이 광섬유의 한쪽 끝으로 들어가면 빛이 심을 통과해서 전송되는 동안 클래딩이 섬유 내부의 표면을 때리는 빛을 다시 안쪽으로 반사시켜 빛이 심 속에서 계속 나아가게 한다. 광섬유의 다른 쪽 끝에서는 광 검출기나 사람의 눈으로 광섬유를 통과한 빛을 감지한다.

광섬유가 가장 많이 이용되는 광통신 시스템에서는 특수 레이저를 광원으로 사용하는데, 특수 레이저는 엄청나게 빠른 속도로 켜짐(1)과 꺼짐(0)을 반복하면서 부호화된 메시지를 보낸다. 이 부호화된 메시지가 광섬유를 타고 전송되어 수신 장치에 전달되면 수신 장치에서 부호를 해독하여 원래의 신호로 바꾼다. 광통신 시스템은 구리 케이블 시스템보다 정보 전송 용량이 아주 크고, 전기적으로 간섭을 받지 않아 전송 도중에 정보 손실이 거의 없다. 또한, 장거리 통신에 광섬유 케이블을 사용하면 같은 길이의 구리 케이블보다 신호를 덜 증폭해도 잘 전송된다. 많은 통신 회사들이 대규모 광섬유 케이블망을 설치하고, 태평양과 대서양 사이에도 해저 광섬유 케이블을 가설해서 통신에 사용하고 있다.



▲ 광섬유에서 빛의 반사

☆ | 보충 자료 |

● 실 전화에서 소리의 전달 과정

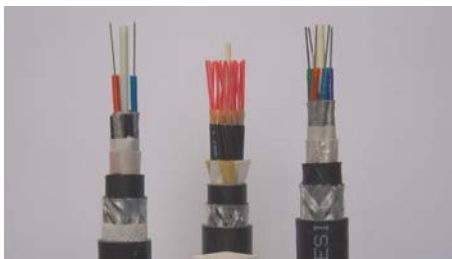
친구가 말을 하면 친구의 입 주변에 있는 공기가 진동을 하고, 공기의 진동이 실을 통해 전달된다. 실을 통해 전달된 진동 에너지는 나의 귀 주위의 공기를 진동시켜 소리가 들리게 되어 실전화로 통화가 가능하다. 즉, '공기의 진동 → 실의 진동 → 공기의 진동'의 순으로 진동 에너지가 전달된다.

● 동축 케이블과 광케이블

동축 케이블은 가운데 구리심을 꼬인 구리선이 둘러싸고 있고 그 사이에 절연층이 있다. 내부 구리 심선은 정보를 변조된 무선 주파수로 전송하고 외부의 꼬인 구리선은 외부의 전자기 간섭으로부터 보호하는 역할을 한다. 동축 케이블은 전화, 컴퓨터, 케이블 텔레비전, 네트워크에 사용되며 텔레비전 안테나와 수신기를 연결하는 용도로도 사용된다.

광케이블의 광섬유는 두 층의 순수한 유리 또는 플라스틱으로 구성된 머리카락 굵기의 선이다. 클래딩(피복) 내의 반사 작용을 통해 광신호를 코어(심) 안에 가둬 놓으며, 플라스틱 보호 외장으로 광섬유를 보호한다.

케이블의 대역폭은 전송할 수 있는 데이터양을 의미한다. 광케이블은 동축 케이블보다 대역폭이 크며, 빛이 전류보다 손실이 적고 빨리 전달되므로 신호를 더 멀리, 더 빠르게 전송할 수 있다.



▲ 광케이블

창의 인성 | 활동의 이해

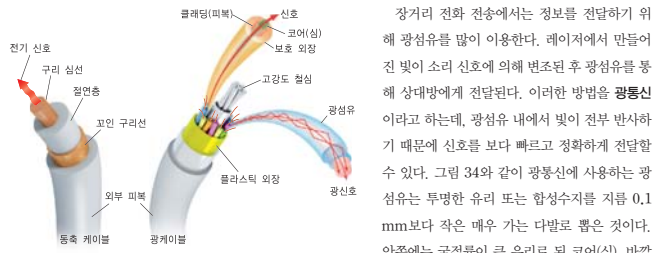
활동 3 전기 신호를 소리 신호로 바꿀 수 있을까?

목표

- 스피커를 직접 제작해 보고, 스피커가 전기 신호를 소리 신호로 바꾸는 원리를 설명할 수 있다.

원리

1. 코일을 많이 감을수록 코일과 자석 사이의 자기력이 커져 코



▲ 그림 34. 구리선을 이용한 동축 케이블과 광섬유를 이용한 광케이블



▲ 그림 35. 광섬유

장거리 전화 전송에서는 정보를 전달하기 위해 광섬유를 많이 이용한다. 레이저에서 만들어진 빛이 소리 신호에 의해 변조된 후 광섬유를 통해 상대방에게 전달된다. 이러한 방법을 **광통신**이라고 하는데, 광섬유 내에서 빛이 전부 반사하기 때문에 신호를 보다 빠르고 정확하게 전달할 수 있다. 그림 34와 같이 광통신에 사용하는 광섬유는 투명한 유리 또는 합성수지를 지름 0.1mm보다 작은 매우 가는 다발로 뽑은 것이다. 안쪽에는 굴절률이 큰 유리로 된 코어(심), 바깥쪽에는 굴절률이 작은 유리로 된 클래딩(피복)으

로 되어 있으며 외부 충격으로부터 보호하기 위해 코팅을 한다.

광통신에 사용하는 광케이블은 광섬유를 사용하기 때문에 구리선을 이용한 전기 통신에 비해 많은 장점이 있다. 광통신을 이용하면 많은 양의 정보를 동시에 교환하는 것이 가능하며, 에너지 손실이 적다. 또한, 외부 전자기장의 영향을 받지 않으므로 혼선이 없고 도청이 어렵다. 그러나 구리선을 이용한 동축 케이블에 비하면 비용이 비싸고, 끊어졌을 때 연결하기가 어렵다는 단점도 있다.

여러 종류의 정보를 수용하고, 상황에 맞게 다른 형태의 정보로 변환하는 등 우리는 끊임없이 정보를 이용하며 문명을 발전시키고 있다. 예를 들어 자석과 코일만 있으면 전기 신호를 소리 신호로 바꿀 수도 있다. 다음 활동을 통하여 전기 신호를 소리 신호로 바꾸어 보자.

창의 인성

활동 3 전기 신호를 소리 신호로 바꿀 수 있을까?

목표 양재의 법칙을 이용하여 전기 신호를 소리 신호로 바꿀 수 있다.

실험

**준비물** 종이컵, 원형 네오디뮴 자석, 에나멜선, 스피커 연결 잭, 투명 테이프, MP3 플레이어(또는 휴대 전화), 스위치, 알루미늄박, 칼, 전류계

과정

1. 그림 36의 (가)와 같이 종이컵의 바닥을 오려 낸 다음, 알루미늄박을 등갈래 잘라 종이컵의 외부면에 투명 테이프로 팽팽하게 붙인다.
2. 연결과 같은 등근 물체에 에나멜선을 20~30회 감은 다음 코일의 양끝에 에나멜선을 10cm 정도 남기자. 그리고 에나멜선의 양끝을 볼로 그늘리거나 칼로 끊어 에나멜을 벗겨 내자.

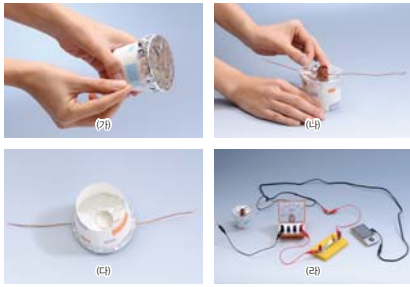
일이 진동하는 폭이 커지므로 소리가 크게 잘 들린다.(50~60회 정도 감으면 된다.)

2. 필름통과 같은 등근 원통에 코일을 감으면 편리할 뿐만 아니라 코일의 단면적이 네오디뮴 자석의 단면적보다 크게 되어 실험 결과가 잘 나온다.
3. 에나멜선과 집게 전선을 연결할 때, 에나멜선의 에나멜을 벗긴 부분에 정확히 연결해야 한다.

정리

1. 전류계의 바늘이 움직이는 것으로부터 전기 신호가 발생했음을 알 수 있다.
2. MP3 플레이어(또는 휴대 전화)를 켜면 코일에 전류가 흐르는데, 이 전류는 시간에 따라 세기가 변화한다. 코일에 변화하는 전류가 흐르면 코일이 형성하는 자기장도 변화하는데 이 때문에 코일에 의한 자기장과 네오디뮴 자석에 의한 자기장 사이의 인력과 척력에 의해 코일이 진동을 한다. 코일의 진동이 알루미늄박에 전달되어 알루미늄박이 진동하면 소리가 들린다.

- 3 알루미늄박의 가운데에 그림 (나)와 같이 원형 코일을, 뒤쪽에는 그림 (다)와 같이 네오디뮴 자석을 투명 테이프로 고정시키자.
- 4 그림 (라)와 같이 에나멜선의 한쪽 끝은 스피커 연결 잭을 이용하여 MP3 플레이어(또는 휴대 전화)와 연결하고, 다른 쪽은 스위치와 전류계를 연결하여 회로를 구성하자.
- 5 MP3 플레이어(또는 휴대 전화)를 켜 다음, 스위치를 닫자.



▲ 그림 36 전기 신호를 소리 신호로 바꾸기

정리

1. 전류계의 눈금을 확인해 보자. 전류가 흐르는가?
2. 코일과 자석으로 만든 스피커에서 소리가 나는 원리에 대해 말해 보자.
3. 스피커에서 발생하는 소리의 크기를 크게 하려면 어떻게 해야 할까?
4. **확인하기** 전기 신호를 소리 신호 이외에 어떤 신호로 바꿀 수 있는지 알아보자.

정적 활동 결과에 대한 오류가 있더라도 인정을 하고, 오류가 발생한 원인을 예측해 본다.

MP3 플레이어에서 나오는 전류는 시간에 따라 세기와 방향이 계속 변화하므로 코일에 흐르는 전류 역시 계속 변화한다. 코일에 흐르는 전류가 변화하면 코일이 형성하는 자기장도 변화하며 이 자기장과 자석 사이의 힘에 의해 알루미늄박이 진동을 한다. 그러면 알루미늄박의 진동이 주변 공기를 진동시켜 음파가 발생되어 우리가 소리를 들을 수 있다. 스피커와 마찬가지로 우리 주변에는 다양한 형태의 신호를 우리가 인식할 수 있는 신호로 바꾸어 인간 생활을 편리하게 하는 장치들이 많이 있다. 신호를 인식하고 전달하는 센서 기술은 앞으로도 계속 발전해 나갈 것이며, 센서의 발달은 단순히 인간의 오감을 대체하는 것 외에도 의료, 우주 공학, 군사 발전에 크게 기여할 수 있다. 이를 위해서 모든 과학 분야가 통합하여 기술을 개발해야 할 것이다.

확인하기

- 직음 1. 소리 신호를 전기 신호로 바꾸어 주는 장치를 찾아보고, 그 원리에 대하여 발표해 보자.  
 침의 2. 인간보다 발달한 감각 기관을 갖고 있는 동물을 찾아보고, 그 동물의 생활이 인간과 다른 점을 이야기해 보자.

- 3. 소리를 키우려면 코일에 의한 자기장을 크게 해 주면 된다. 즉, 코일의 감은 수를 늘리면 소리가 더 크게 들린다.
- 4. 광전 소자를 이용하면 전기 신호를 빛 신호로 바꿀 수 있다.

평가 기준표

활동 과정	평가 문항	점수
과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광통신이 다른 통신 방법에 비해 빠른 이유를 말할 수 있는가?</li> <li>• 정보 통신 기기에서의 정보의 전달 과정을 설명할 수 있는가?</li> <li>• 활동 3에서 안내하는 과정대로 스피커를 제작하였는가?</li> </ul>	상, 중, 하
결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스피커가 제대로 작동하는가?</li> <li>• 스피커에서 전기 신호가 소리 신호로 바뀌는 과정을 설명할 수 있는가?</li> </ul>	상, 중, 하
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스피커에서 발생하는 소리를 크게 만드는 방법을 잘 고안하였는가?</li> <li>• 전기 신호를 다른 종류의 신호로 변환하는 장치의 예와 그 사용을 말할 수 있는가?</li> <li>• 다른 사람의 의견을 바른 자세로 경청하는가?</li> </ul>	상, 중, 하

● 전파나 적외선을 소리나 영상 신호로 전환

우리가 전선의 제약 없이 편리하게 사용하고 있는 와이파이(Wi-Fi)라고 부르는 무선 인터넷은 IEEE 802.11 기반의 무선 랜 연결과 장치 간 연결(와이파이 P2P), PAN/LAN/WAN 구성 등을 지원하는 일련의 기술을 뜻한다.

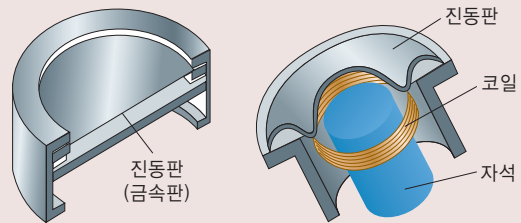
와이파이는 전파나 적외선 전송 방식을 이용하는 근거리 통신망으로 전선 없이 무선 통신이 가능하므로 보통 '무선 랜(LAN)'이라고 한다. 무선 랜을 하이파이 오디오처럼 편리하게 쓸 수 있다는 뜻에서 '와이파이'라는 별칭으로 쓰이게 되었다.

확인하기

1. 소리 신호를 전기 신호로 바꾸어 주는 장치로는 마이크가 있는데, 콘덴서형과 다이내믹형 두 가지가 있다.

콘덴서형 마이크에는 두 개의 나란한 금속판이 장착되어 있어, 소리(공기의 진동)에 의해 금속판의 간격이 좁아지거나 넓어지면 금속판의 전기 용량이 변하여 마이크에 흐르는 전류가 달라진다. 이러한 원리로 소리 신호를 전기 신호로 바꾼다. 금속판의 미세한 떨림으로 소리 신호를 감지하기 때문에 고음에서 저음까지 원음을 충실하게 기록할 수 있다는 장점이 있다.

다이내믹형 마이크는 진동판에 코일이 연결되어 있고, 코일 중앙에는 자석이 있는데 소리에 의해 진동판이 진동하면 코일이 움직인다. 자석 주위에서 코일이 움직이면 패러데이 법칙에 의해 전압이 유도되어 코일에 전류가 흐른다. 이와 같은 원리로 소리 신호를 전기 신호로 바꾼다.



▲ 콘덴서형 마이크의 구조 ▲ 다이내믹형 마이크의 구조

2. 개의 후각은 사람보다 약 1만 배 정도 뛰어나고, 가청 진동수는 15~50,000 Hz 정도로 사람의 가청 진동수 20~20,000 Hz 보다 민감하다. 따라서 외부의 위험에 재빨리 대응하여 행동할 수 있다는 장점이 있다.

### 3. 정보의 저장

#### ☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 자석의 성질을 알고, 자기 매체에 정보를 읽고, 쓰는 원리를 이해할 수 있다.
2. 광디스크에서 정보를 읽고, 쓰는 방법을 설명할 수 있다.

#### ▶ 6차시

236~239쪽

도입(5분)	전개(30분)	정리(15분)
정보의 저장 방법 소개	자석에 의한 자기장과 자화 활동 4: 해 보기	창의력 키우기와 과학 글쓰기 및 내용 정리

#### ☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 자기장이 어떠한 경우에 형성되는지 생각해 보도록 하고, 자석 주위에 자기장이 형성되는 이유를 이야기해 보도록 한다.
- 우리 주변에서 자석의 성질을 이용한 기기에는 무엇이 있는지 떠올려 보도록 한다.

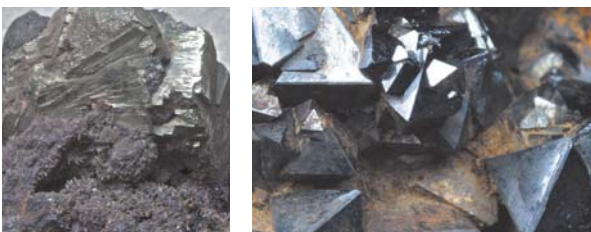
#### ☆ | 지도상의 유의점 |

1. 디지털 저장 장치로는 자기, 빛, 반도체를 이용하는 저장 장치가 있음을 소개한다.
2. 자석에 대한 성질은 학생들이 선행 학습으로 배웠지만 자기를 이용한 저장 장치의 이해에 필요한 특징을 더 자세히 다루어 지도한다.

#### ☆ | 보충 자료 |

##### ● 자철석(magnetite)

마그네타이트라고도 한다. 철의 중요한 광석이며 강한 자성으로 천연 자석이 된다. 가열하면 220°C에서 붉은색의 산화철로 변하지만 자성은 없어지지 않으며, 550°C에서는 결정 구조가 적철석으로 변하여 자성이 없어진다.



▲ 자철석

## 3 정보의 저장

**학습 목표** • 자석의 성질을 알고, 자기 매체에 정보를 읽고, 쓰는 원리를 이해할 수 있다.  
• 광디스크에서 정보를 읽고, 쓰는 방법을 설명할 수 있다.



▲ 그림 37. 정보의 저장

정보를 여러 편의 공백에 기록해 두면 필요한 정보를 찾기가 쉽지 않으며 저장하는 양에 한계가 있다. 컴퓨터는 정보를 저장하기 위해 자기장을 이용한 자기 디스크, 빛을 이용한 광디스크, 반도체를 이용한 플래시 메모리 등을 사용하는데, 이러한 저장 장치들은 좁은 공간에 막대한 양의 정보를 저장할 수 있다. 어떤 원리에 의해 정보를 디지털 장치에 저장할 수 있을까?

#### 자석과 자기장



▲ 그림 38. 자철석에 붉은 철 가루

자기 현상을 최초로 발견한 사람은 그리스의 마그네스라는 양치기라고 전해진다. 마그네스는 끝이 쇠붙이로 된 자팡이를 들고 다녔는데 지면에 끌리다니면 검은 돌조각이 자팡이 끝에 달라붙었다. 이 검은 돌이 바로 철광석의 일종인 자철석(마그네타이트)인데, 철광석은 현재 자석의 원료로 이용되고 있다. 자석은 항상 N극과 S극을 동시에 가지고 있으며, 자석을 둘로 자르면 N극과 S극이 분리되지 않고 2개의 자석이 된다. 즉, 자석을 반복하여 아무리 작게 잘라도 N극과 S극은 분리되지 않는다.

#### ● 생체 자기

1975년 미국에서 발견된 한 박테리아는 지구 자기장을 감지하여 그 방향으로 헤엄쳐 가는 특성을 보였다고 한다. 전자 현미경으로 보면 이 박테리아의 몸길이는 2~3 μm이고, 체내에 0.04 μm 정도의 자철석 수십 개가 염주처럼 배열되어 있다. 이 자석이 나침반 역할을 하여 박테리아는 북쪽을 향해 헤엄쳐 간다고 한다. 남반구에 있는 박테리아도 미국에서 발견된 자성 박테리아처럼 하나의 자기 구역을 가진 자철석을 가지고 있지만, 놀랍게도 그 방향은 정반대이다.

박테리아만이 생체 자기를 가지고 있는 것은 아니다. 우리가 잘 알고 있는 비둘기도 자기 감각을 가지고 있어 지구 자기장을 이용해 자신의 위치를 인지한다는 사실이 밝혀졌다. 1979년에는 비둘기의 머리뼈와 뇌의 경막 사이에 있는 2 mm×1 mm 크기의 작은 조직이 자석 덩어리임이 발견되었으며, 이것이 나침반 역할을 한다는 것이 밝혀졌다. 또한, 꿀벌의 배에서도 약한 자기장에 영향을 받는 자성 물질이 발견되었다.

1992년에는 인간의 뇌에서 작은 자철광 결정을 발견하였는



(가) 자석 위에 놓인 이크릴 판에 철 가루를 뿌린 다음 두드리면 철 가루가 일정한 모양으로 배열된다. (나) 자석 주위에 나침반을 놓으면 나침반의 N극은 더 이상 북쪽을 가리키지 않는다. (다) 자기력선은 자석의 N극에서 나와 S극으로 들어간다. 자기력선의 간격이 좁을수록 자기장이 세다.

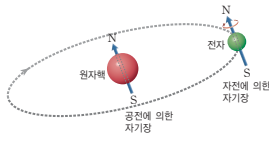
▲ 그림 39\_ 자석 주위의 자기장

자석은 주변의 쇠붙이를 잡아당기며 같은 극끼리는 서로 밀어내고, 다른 극끼리는 서로 끌어당긴다. 자석의 이러한 성질을 **자성**이라고 하며, 자석의 힘이 미치는 공간을 **자기장**이라고 한다.

자기장은 눈에 보이지 않지만 그림 39의 (가)와 같이 자석 주위에 철 가루를 뿌려 자기장의 모양과 세기를 대략 알 수 있으며, 그림 (나)와 같이 자석 주위에 나침반을 놓으면 나침반 바늘의 움직임으로부터 자기장의 방향을 알 수 있다. 자기장의 방향은 나침반의 N극이 가리키는 방향으로 정하였으며, 각 지점에서 나침반의 N극이 가리키는 방향을 선으로 이으면 그림 (다)와 같이 자기장을 가시화하여 나타낼 수 있다. 이렇게 그은 선을 **자기력선**이라 하고, 자기력선은 자석의 N극에서 나와 S극으로 들어가며 도중에 교차하거나 끊어지지 않는다.

**과학 마당 | 자석 주위에 왜 자기장이 형성될까?**

전류가 흐르는 도선 주위에는 자기장이 형성된다. 그리고 자석 주위에도 자기장이 형성되는데 자석이 전류가 흐르는 것일까? 이러한 현상은 원자핵 주위를 도는 전자의 운동을 공전과 자전 운동으로 비유하여 설명할 수 있다.  
원자는 (+)전하를 띠는 원자핵과 (-)전하를 띠는 전자로 구성되어 있으며, 지구가 태양 주위를 공전하는 것처럼 전자가 원자핵을 중심으로 원 궤도를 따라 운동한다. 전하를 띠는 전자가 원운동을 하면 원형 전류가 흐르는 것과 같은 효과로 원자에 자기장이 형성된다. 또한, 전자는 팽이처럼 또는 자전을 하는데, 전자의 자전 역시 전하를 띠는 입자의 움직임이기 때문에 자기장을 형성한다. 이 때문에 원자는 작은 자석처럼 자기장을 형성하고 있으며 대부분의 물질에서는 전자의 자전에 의한 자기장의 효과가 공전에 의한 것보다 더 크다.  
원자에는 여러 개의 전자들이 있으므로, 이 전자들의 자전 방향이 같으면 자기장이 같은 방향으로 형성되어 강한 자기장을 만들지만, 자전 방향이 반대면 자기장이 상쇄되어 약해진다. 대부분의 원자에서는 전자들에 의한 자기장이 상쇄되어 자성을 띠지 않지만 철, 니켈, 코발트와 같은 물질들은 자기장이 상쇄되지 않아 자성을 띤다.



▲ 그림 40\_ 원자를 구성하는 전자의 운동

데, 이것은 자기 박테리아에서 발견되는 결정과 닮아있다. 이것이 우리의 감각과 어떤 관련이 있는지는 아직 밝혀지지 않았다.

**1 | 자기력선의 특징 |**

나침반의 N극이 가리키는 방향을 따라 그은 선을 자기력선이라고 한다. 자기력선은 물리적인 실체는 아니나, 자기장을 가시화하여 자기장을 이해하는 데에 도움을 준다. 자기력선은 다음과 같은 특징을 갖는다.

- ① 자석의 N극에서 나와서 S극으로 들어간다.
- ② 폐곡선을 이룬다.
- ③ 도중에 교차하거나 끊어지지 않는다.
- ④ 자기력선이 밀집되어 있는 곳은 자기장이 세고, 자기력선이 듥성듬성한 곳은 자기장이 약하다.

**☆ | 보충 자료 |**

● 최초의 나침반

종이, 화약과 더불어 중국 3대 발명품 중의 하나로 꼽히는 나침반은 언제 누가 발명했는지 정확히 알 수는 없다. 다만 기원전

1500년경 중국에서 자석이 쇠를 끌어당기는 현상을 발견했다는 기록만이 남아 있다. 또한, 중국에서 4세기경 자석의 지북성(북쪽을 가리키는 성질을) 발견하였으며 이러한 성질을 이용해 방향을 찾을 수



▲ 지남침(사남)

있는 기구를 '지남침(指南針)'이라고 불렀다. 최초로 나타난 지남침은 '사남(司南)'이라고 했는데, 사남이란 '남쪽을 맡다'라는 뜻으로 국자 모양의 자루가 가리키는 방향이 남쪽이었기 때문에 붙여진 이름이다. 사남은 천연 자석을 연마하여 만든 것으로 그 모양이 국자와 비슷하였다. 사남의 중심은 밀 부분의 한 가운데에 있고, 밀판이 매끈하며 둘레에 24 방향이 새겨져 있었다. 사남을 사용할 때는 긴 국자를 밀판에 올려놓고 손으로 가볍게 돌린다. 국자가 돌다가 멈추었을 때 국자의 긴 자루가 가리키는 방향이 바로 남쪽이다. 이러한 중국의 나침반은 1260년경 마르코 폴로에 의해 유럽으로 전해졌다고 한다. 우리나라에서도 삼국시대에 패철이라는 나침반을 사용하였다고 한다.

**과학 마당**

**자석 주위에 왜 자기장이 형성될까?**

자기장의 가장 단순한 원천은 원자 내의 전자가 가지는 궤도 운동과 관련된 자기 쌍극자이거나 혹은 전자, 양성자 및 다수의 입자가 가지는 고유 스핀(spin)운동과 관련된 자기 쌍극자이다. 궤도 운동이란 지구가 태양 주위를 공전하듯이 원자핵 주위를 도는 전자의 운동을 말한다. 이때 자기 쌍극자(자기적 성질을 갖는 모멘트)는 운동하는 평면에 수직인 방향으로 생기는데 이 방향은 원형 전류에 의하여 생기는 자기장의 방향과 같다. 또한, 태양 주위를 도는 지구가 자전하면서 돌듯이 전자와 양성자 등 여러 입자들은 팽이가 돌듯이 고유 스핀 운동을 한다. 이때 이것도 하나의 원형 전류와 똑같이 자기 쌍극자를 만든다. 이와 같은 운동으로 인하여 물체의 자기적 성질이 생겨난다.

그러나 이 두가지 중에서 전자의 스핀 자기 모멘트가 물질의 자성에서 더 중요한 역할을 한다. 왜냐하면 철, 니켈, 코발트 등이 강자성적 성질을 띠게 되는 원인은 대부분 전자의 스핀 때문이다.

또 다른 실험

■ 바늘로 나침반 만들기

목표

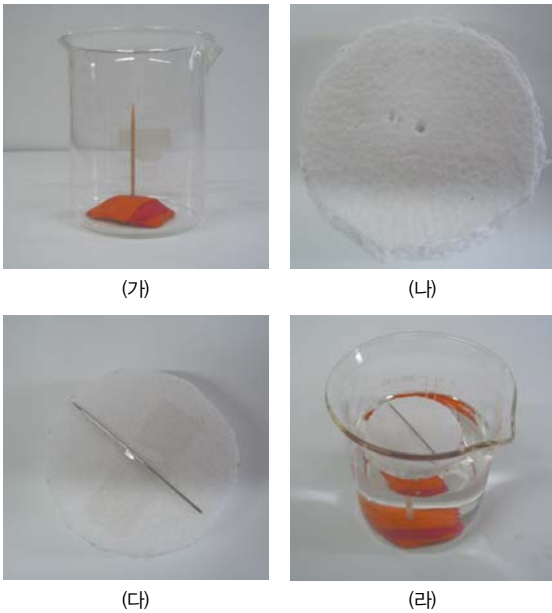
바늘을 자화시켜 나침반을 만들 수 있다.

준비물

비커, 고무찰흙, 바늘, 막대 자석, 스티yro폼, 투명 접착 테이프, 이쑤시개, 칼

과정

1. 그림 (가)와 같이 비커의 바닥 중앙에 고무찰흙을 붙이고, 그 위에 이쑤시개를 세로로 꽂는다.
2. 스티yro폼을 그림 (나)와 같이 원형으로 잘라낸다. 이때 스티yro폼의 크기가 바늘보다 크고, 비커보다는 작아야 한다.
3. 막대 자석의 N극으로 바늘의 귀 부분에서 뾰족한 부분 쪽으로 여러 번 문지른다.
4. 과정 3의 바늘을 과정 2의 스티yro폼에 접착테이프로 그림 (다)와 같이 고정시킨다.
5. 그림 (라)와 같이 스티yro폼의 다른 면에 흠을 내어 이쑤시개 위에 얹고, 비커에 물을 채운 후 바늘의 움직임을 관찰한다.
  - 바늘의 귀가 가리키는 방향은 어디일까?



▲ 바늘로 나침반 만들기

정리

바늘의 뾰족한 부분은 S극으로, 바늘 귀 부분은 N극으로 자화된다. 따라서 물 위에 떠 있는 바늘의 귀 부분이 지구의 북쪽을 가리킬 것이다.

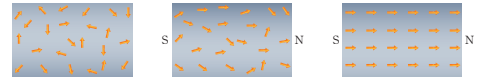


자기 구역  
▲ 그림 41\_ 철 원자의 자기 구역. 자기 구역의 자기장 방향을 화살표로 표시하였다. 화살표가 가리키는 방향이 N극이다.

자기 구역

작은 자석인 철 원자는 상호 작용에 의해 인접한 철 원자들과 무리를 지어 같은 방향으로 자기장을 정렬한다. 이렇게 자기장이 일정한 방향으로 정렬된 원자들의 집단을 자기 구역이라고 하며, 하나의 자기 구역은 수억 개의 정렬된 원자들로 이루어져 있다. 그림 41과 같이 보통의 철은 자기 구역의 배열이 무질서하기 때문에 자성을 띠지 않는다.

이러한 철에 자석을 가까이 가져가면 그림 42와 같이 자기 구역이 일정한 방향으로 배열되면서 자성을 띠는데 이러한 현상을 **자화**라고 한다. 철에서 자석을 멀리하면 원자들의 열운동에 의해 철 내부의 자기 구역은 다시 무질서한 방향으로 배치되어 자성이 사라진다. 자석을 가열하면 자성이 약해지는 것도 같은 원리이다.



▲ 그림 42\_ 철 원자의 자화 모습

자석을 철로 된 드라이버에 오랫동안 붙여 두거나, 자석으로 드라이버를 여러 번 문지르면 드라이버가 마치 자석처럼 다른 쇠붙이를 끌어당기는 현상을 볼 수 있다. 자석이 아닌 물질도 자석처럼 만들 수 있는지 다음 활동을 통해서 알아보자.

창의 인성

활동 4 클립을 연달아 붙일 수 있을까?

목표 자석에 클립이 일렬로 달라붙는 원리를 설명할 수 있다.

해 보기

준비물 막대 자석, 클립 여러 개

과정

1. 그림 43의 (가)와 같이 막대 자석에 클립을 일렬로 붙이자.
  - 클립을 몇 개까지 붙일 수 있는가?
2. 그림 (나)와 같이 막대 자석으로 클립을 한쪽 방향으로 여러 번 문지르자.
3. 과정 2의 클립에 그림 (다)와 같이 다른 클립을 일렬로 붙여 보자.
  - 클립을 몇 개까지 붙일 수 있는가?



▶ 그림 43\_ 자석에 클립 붙이기

창의 인성

활동의 이해

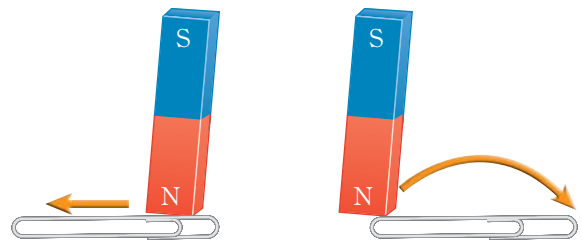
활동 4 클립을 연달아 붙일 수 있을까?

목표

- 막대 자석에 클립을 연달아 붙이며 자화의 원리를 이해할 수 있다.

원리

- 막대 자석으로 클립을 문지를 때에는 그림과 같이 한쪽 방향으로만 문지려야 클립이 일정한 방향으로 자화된다.



▲ 클립으로 나침반 만들기

- 막대 자석의 자성이 약해 실험이 잘 되지 않을 때에는 막대

정리

1. 과정 ①에서 막대 자석에 클립이 일렬로 달라붙는 이유는 무엇일까?
2. 막대 자석에 클립이 일렬로 달라붙었을 때, 클립 내부의 자기 구역을 그림 44에 화살표로 그려 보자.
3. 과정 ③에서 막대 자석으로 문지른 클립에 다른 클립이 달라붙는 이유는 무엇일까?
4. 창의인성 시간이 지나면 과정 ③의 클립들은 어떻게 되는가? 그 이유를 이야기해 보자.



▲ 그림 44 \_ 자석에 붙은 클립

클립 안에서 작은 자석과 같은 원자들의 자기 구역이 제각각 다른 방향으로 흩어져 있다가 자석을 가까이 하면 일정한 방향으로 정렬되어 자화된다. 즉 클립이 자석처럼 변해 다른 클립을 매달 수 있으며, 자석의 힘이 셀수록 많은 양의 클립을 매달 수 있다. 자석으로 클립을 한쪽 방향으로 문지른 경우에도 클립이 자화되어 다른 클립을 붙일 수 있다.

**창의인성 과학 글쓰기**

오래된 못은 자석에 달라붙지 않는다. 그 이유가 무엇인지 조사해 보고, 자기를 띤 물체의 자성을 없애는 방법에 대해 써 보자.

창의력 키우기

자석 주변에 신용 카드와 같이 자기를 이용하는 물건을 놓아두면 안 된다고 한다. 그 이유를 말해 보자.

자기를 이용한 정보의 저장

신용 카드로 물건을 구입할 때에는 현금을 주고받는 번거로움 없이 카드를 카드 단말기에 통과시키지만 하면 '빚' 하는 소리와 함께 결제가 완료된다. 이렇게 편리한 결제 방식의 비밀은 카드 뒷면에 붙어 있는 자기띠에 있는데, 자기띠에는 신용 카드 번호와 카드 소유자의 성명, 카드의 유효 기간 등의 정보가 저장되어 있다. 자기띠에 정보를 어떻게 저장하고, 단말기는 정보를 어떻게 읽을까?



▲ 그림 45 \_ 신용 카드의 이용

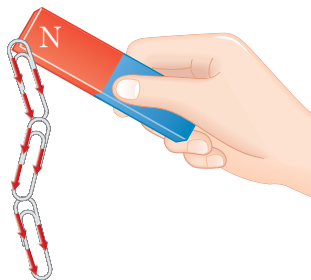
자석을 같은 극끼리 여러 개 붙여 실험하거나 네오디뮴 자석을 이용한다.

과정

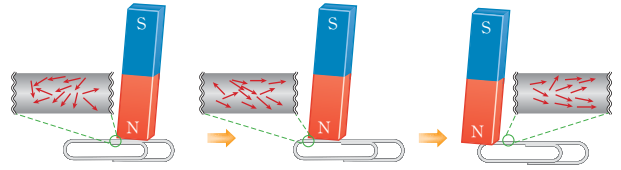
1. 예 막대 자석에 클립 5개까지 연달아 붙일 수 있다.
3. 예 자화시킨 클립에 클립을 2개까지 연달아 붙일 수 있다.

정리

1. 자석에 달라붙은 클립이 자화되어, 다른 클립을 연달아 붙일 수 있다.
2. 클립에 형성된 자기 구역을 화살표로 표시하면 다음 그림과 같다. 화살표가 가리키는 방향이 N극이다.



3. 막대 자석으로 문지른 클립 역시 자화되어 자석과 같은 역할을 한다. 막대 자석으로 문지른 클립은 다음과 같은 과정에 의해 자화된다.



4. 시간이 지나면 달라붙었던 클립이 떨어진다. 클립을 구성하는 원자들의 열운동에 의해 자성이 사라지기 때문이다.

평가 기준표

활동 과정	평가 문항	점수
과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 클립을 자화시키는 방법이 올바른가?</li> <li>• 진지하게 실험에 임하는가?</li> </ul>	상, 중, 하
결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 클립이 연달아 달라붙는 이유를 자화로 설명할 수 있는가?</li> </ul>	상, 중, 하
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 의견을 바른 자세로 발표하는가?</li> <li>• 상대방의 의견을 잘 경청하는가?</li> <li>• 물음에 바르게 답하는가?</li> </ul>	상, 중, 하

창의력 키우기

신용 카드나 통장 뒷면에 붙어 있는 자기띠에는 자기장을 이용하여 사용자의 정보가 저장되어 있는데, 이러한 물건을 자석 근처에 놓으면 자기띠에 저장된 정보가 자석에 의해 흐트러져 정보가 손실될 수 있다.

창의인성 과학 글쓰기

오래된 못은 녹이 슬어 철 본래의 성질을 잃어버린다. 따라서 오래된 못은 자성을 띠지 않아 자석에 달라붙지 않는다. 자성을 띤 물체의 자성을 없애려면 열을 가하면 되는데 물체에 열을 가하면 원자들의 진동이 활발해져 자기 구역의 정렬 상태가 흐트러져 자성을 잃게 된다. 물질이 자성을 잃게 되는 온도를 퀴리 온도라고 한다. 이 퀴리 온도라는 용어는 1895년 자성과 온도의 변화에 대한 법칙을 발견한 프랑스의 물리학자 피에르 퀴리를 기념하여 명명되었다. 자석에 열을 가하여 퀴리 온도 이상 온도가 높아지면 자석으로서의 성질을 잃어버린다. 암반과 광물의 경우 퀴리 온도 이하에서 잔류 자기가 나타나며, 일반적인 자성 광물인 자철석의 경우 퀴리 온도는 약 570°C, 적철석은 675°C, 철은 768°C, 니켈은 350°C, 코발트는 1120°C이다.

7차시 239~242쪽

도입(5분)	전개(35분)	정리(10분)
디지털 정보의 저장 방법	자기 디스크와 광 디스크에서 정보를 읽고 쓰는 방법	일상생활에서의 디지털 정보 저장 장치

★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 컴퓨터는 어마어마한 양의 정보를 어느 곳에, 어떠한 방법으로 저장하는지 생각해 보도록 한다.
- CD를 복사할 때 ‘굽는다’고 표현하는 이유가 무엇인지 이야기해 보도록 한다.

★ | 지도상의 유의점 |

1. 앞 차시에서 학습한 ‘자화’와 ‘패러데이 법칙’을 복습하는 과정을 거쳐야 자기 디스크의 원리를 이해하는 데 어려움이 없다.
2. 여러 가지 디지털 정보 저장 장치의 기본 원리만을 간단하게 설명한다. 너무 자세하게 저장 장치의 구조와 원리를 다루면 학생들이 어려워 할 수 있으므로 너무 구체적으로 다루지 않도록 한다.

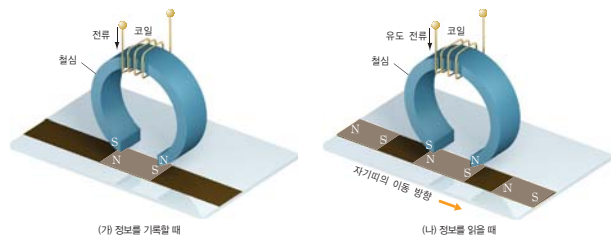
★ | 보충 자료 |

● 자기를 이용한 저장 장치

1. 자기 테이프

현재 많이 사용하고 있지는 않지만 예전에는 카세트테이프, 비디오테이프에 소리와 영상을 저장하는데 많이 이용되었다. 얇은 종이 위에 섯가루를 뿌려 놓고 종이 아래에서 자석을 움직이며 섯가루로 무늬를 만들어본 경험이 있을 것이다. 자기 테이프에 소리와 영상을 저장하는 방법도 이와 비슷하다. 테이프는 폴리에스터 리본에 입혀진 플라스틱에 분가루 같은 금속 입자들이 얇은 층으로 덮여 있다. 이렇게 만들어진 자기 테이프에 무늬를 만드는 녹음 헤드를 사용하여 소리나 영상에 해당하는 자기화된 금속 미립자 무늬를 만든다.

- ① 카세트테이프 : 소리를 기록할 수 있는 자기 테이프를 네모난 모양의 플라스틱에 장치한 것으로 1963년 네덜란드 필립스가 개발하였다. 카세트를 이용하여 자기 테이프에 저장된 소리를 재생하거나 녹음한다.
- ② 비디오테이프 : 영상과 음성 기호를 기록하기 위한 자기 테이프를 네모난 모양의 플라스틱에 장치한 것으로 소리만



▲ 그림 46 \_ 자기띠를 이용한 정보의 쓰기/읽기

그림 46의 (가)와 같이 고리 모양의 철심에 코일을 감고 코일에 전류를 흘리면 코일에 의한 자기장의 영향으로 철심의 양끝이 각각 S극과 N극으로 자화된다. 이때 철심 사이의 간격이 약 0.01 mm로 매우 좁기 때문에 철심 사이에는 매우 강력한 자기장이 형성되고, 이 철심 아래에 자기띠를 놓으면 철심과 가까운 부분의 자기띠가 철심의 극과 반대 방향으로 자화된다. 만약 코일에 흐르는 전류의 방향이 반대가 될 때 자기띠를 옆으로 이동시키면 자기띠는 처음과 반대 방향으로 자화될 것이다. 이러한 방법으로 전기 신호에 따라 전류의 방향이 바뀔 때 자기띠를 옆으로 움직이면 자기띠에는 오른쪽 또는 왼쪽 방향의 자기장이 기록되며, 오른쪽과 왼쪽 방향의 자기장 정보는 0과 1의 이진법 데이터로 저장된다.

패러데이 법칙  
코일을 통과하는 자기장이 변화하면 코일에 전압이 유도되어 전류가 흐른다.

자기띠에 저장된 정보를 읽을 때에는 패러데이 법칙이 이용된다. 그림 (나)와 같이 자기 정보가 기록된 자기띠를 한쪽 방향으로 이동시키며 그 위에 코일을 감은 철심을 둔다. 그러면 자기띠에 기록된 자기장의 방향이 갑자기 바뀌는 부분에서 코일에 전압이 유도되어 전류가 흐른다. 즉, 전류가 흐를 때를 1, 전류가 흐르지 않을 때를 0로 하여 자기띠에 저장된 정보를 읽을 수 있다. 이러한 자기띠는 통장과 신용 카드의 뒷면에 붙어 있는데, 자기띠에는 사용자의 정보가 저장되어 있다.



▲ 그림 47 \_ 자기띠의 이용

저장하는 카세트테이프에 비해 자기 테이프의 폭이 4배 정도 넓다.

비디오테이프리코더(video tape recorder)를 이용하여 자기 테이프에 기록된 소리와 영상을 재생하거나 녹화한다.



▲ 카세트테이프

▲ 비디오테이프

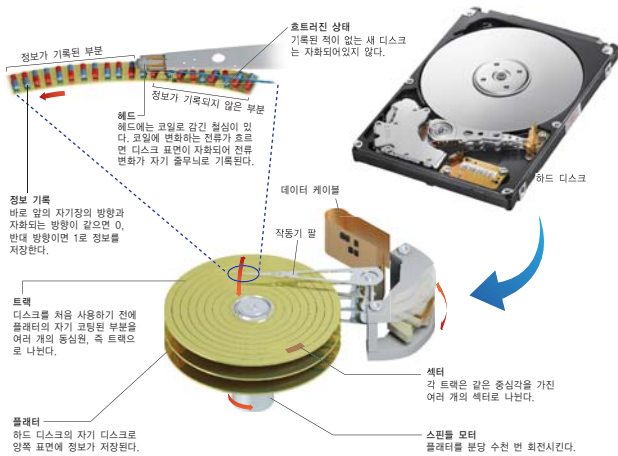
2. 자기띠

예전에는 대부분의 금융 거래가 현금과 수표로 이루어졌다. 그러나 오늘날에는 네모난 플라스틱에 자기띠를 붙인 현금 카드와 신용 카드를 이용한 전자 금융 거래가 많이 이루어지고 있다. 신용 카드의 자기띠에는 카드 번호, 카드 소유자의 성명, 유효기간 등의 정보가 저장되어 있다.

정보를 저장하기 위해 자기띠 대신 자기 물질이 코팅된 알루미늄 원판을 사용하기도 하는데 이 원판을 **자기 디스크**라고 부른다. 컴퓨터의 보조 기억 장치인 하드 디스크는 자기 디스크를 이용한 정보 저장 장치이다. 컴퓨터 내부의 하드 디스크 드라이브는 한 개 또는 여러 개의 자기 디스크가 겹쳐진 형태로 들어 있으며, 먼지가 끼지 않도록 밀폐되어 있다. 이 자기 디스크를 플래터라고 하는데, 바늘 모양의 헤드가 플래터 위를 다니며 정보를 기록하고 읽는다. 헤드에는 코일이 감긴 철심이 있어 코일에 변화하는 전류가 흐르면 헤드 아래의 디스크 표면이 자화되어 자기띠와 동일한 원리로 정보를 저장한다. 하드 디스크에 저장된 정보를 읽을 때는 자기띠와 마찬가지로 패러데이 법칙을 이용한다. 헤드는 플래터 표면 위를 머리카락 굵기보다 더 가까운 거리인 0.002 mm만큼 높은 곳에서 옆으로 미끄러지며 정보를 읽고 쓰는데, 헤드와 플래터 표면이 가까울수록 데이터를 많이 기록할 수 있다. 이러한 하드 디스크는 정보의 저장에 필요한 컴퓨터와 같은 여러 디지털 기기에 사용되고 있다.

**플래시 메모리**  
플래시 메모리는 데이터의 읽기와 쓰기가 자유로우며, 전원이 꺼져도 기록된 데이터가 지워지지 않는 특징을 가진 디지털 저장 장치이다. 자기 디스크와 달리 물리적으로 디스크를 회전시킬 필요가 없기 때문에 소음이 없고, 전력 소모도 적어 현재 휴대용 기기의 저장 장치로 많이 사용되고 있다.

**물음** 일상생활에서 자기를 이용하여 정보를 저장하는 예를 찾아 정리하고, 발표해보자.



▲ 그림 48\_하드 디스크의 구조

자기띠는 현금 카드, 신용 카드, 은행 통장, 공중 전화 카드(현재는 거의 이용되고 있지 않지만 예전에는 많이 이용되었다.) 등에 이용되고 있다.

### 3. 자기 디스크

- ① **플로피 디스크** : 원판 모양의 자성(磁性) 매체 위에 데이터를 기록하는 컴퓨터 외부 기억 장치이다. 보통 1.2 MB의 데이터를 기록할 수 있으며 규격에 따라 8인치, 5.25인치, 3.5인치로 구분한다.
- ② **하드 디스크(Hard disk)** : 컴퓨터의 보조 기억 장치로 금속 재질의 플래터에 기록하기 때문에 단단하다는 뜻으로 하드라는 이름이 붙었다. 1957년부터 현재에 이르기까지 플래터 하나의 용량이 급속히 늘어나, 지금은 2 TB에 가까운 큰 용량의 하드 디스크가 제품으로 나오고 있다. 그 용량이 한 해에 1.8배가 되고 2년에 3.2배, 5년에 10배가 될 것으로 내다보고 있다. 규격은 1.8인치, 2.5인치, 3.5인치로 만들어지고 있으며, 저장 장치가 필요한 작은 전자 제품에서부터 컴퓨터까지 다양하게 이용되고 있다.

한편 21세기에 들어서면서 발열, 속도, 전력 사용량이 우수한 반도체 기반의 기록 매체인 솔리드 스테이트 드라이브(Solid-state Drive)라 불리는 SSD가 점점 하드 디스크를 대체할 것으로 예상하고 있다.

### ● 플래시 메모리(flash memory)

플래시 메모리는 전기적으로 데이터를 지우고 다시 기록할 수 있는 비휘발성 컴퓨터 기억 장치를 말한다. 대표적인 활용 예로 디지털 음악 재생기, 디지털카메라, 휴대 전화에서의 정보 저장 장치로 사용 된다.

플래시 메모리는 1984년 '도시바'에서 근무하고 있던 마스오카 후지오 박사가 발명하였다. 도시바에 따르면, '플래시'라는 이름은 마스오카 박사의 동료인 아리시미 쇼자가 제안했다고 한다. 메모리의 내용이 지워지는 과정이 마치 카메라의 플래시와 같다는 생각이 떠올랐기 때문이라고 한다.

플래시 메모리는 메모리 칩 안에 정보를 유지시키는 데에 전력이 필요 없는 비휘발성 메모리이다. 정보를 저장하는 방법은 메모리 내의 트랜지스터의 스위치 작용을 이용하는데, 전류가 흐르면 1, 흐르지 않으면 0과 같은 방법으로 정보를 저장한다. 또한, 플래시 메모리는 하드 디스크나 광디스크처럼 정보를 저장하거나 읽기 위해 디스크를 움직이거나 헤드가 움직이는 물리적인 작용이 필요 없기 때문에 읽기/쓰기 속도가 빠르고, 하드 디스크보다 충격에 강하다. 이러한 특징으로 배터리로 동작하는 장치에서 저장 장치로 많이 사용한다. 플래시 메모리의 또 다른 매력은 강한 압력이나 끓는 물에도 견딜 만큼, 물리적인 힘으로 거의 파괴되지 않는다는 점이다. 보통 플래시 메모리를 USB라고 말하기도 하는데, 이는 잘못된 표현이다. USB는 플래시 메모리의 데이터를 컴퓨터로 옮길 때 많이 사용되는 드라이브의 명칭이기 때문이다.

**물음** 우리는 카세트테이프에 소리를 녹음하거나 비디오 테이프에 텔레비전의 드라마를 녹화하였다가 재생시켜 보기도 하고, 컴퓨터의 하드 디스크에 정보를 기록하였다가 필요할 때 그 정보를 꺼내보기도 한다. 이렇게 소리나 영상 등의 정보를 기록하는 자기 테이프는 자화와 패러데이 법칙을 이용하며, 녹음과 재생할 때는 반대 과정을 거친다. 자기띠는 자성체인 철-코발트-니켈 박막으로 구성되어 있다. 이와 같은 자기를 이용한 정보 저장 장치로는 비디오테이프, 신용 카드나 은행 통장의 자기띠, 컴퓨터의 기록 장치인 하드 디스크 등이 있다.

**창의인성 과학 글쓰기**

일반적인 백색광을 포함한 대부분의 광원은 다양한 파장의 빛을 한꺼번에 방출하기 때문에 빛이 전파되어 나가면서 퍼지므로 광원에서 멀어질수록 빛의 세기가 약해진다. 그에 비해 레이저는 파장과 위상이 동일한 빛을 방출하기 때문에 광원에서 멀어져도 세기가 강하고, 지름의 변화가 거의 없이 멀리까지 전달되어 광디스크에서 정보를 읽고 쓰기에 적합한 광선이다.

**보충 자료**

● CD 한 장에 넣을 수 있는 정보의 양은?

우리가 흔히 보는 650 MB의 얇은 CD-ROM 한 장에 담을 수 있는 정보량은 어마어마하다. 다음 그림과 같이 CD-ROM 한 장에는 백과사전 3~4권에 해당하는 정보 또는 고품질 스테레오 사운드 약 1시간 분량을 저장할 수 있을 정도로 용량이 엄청나다.



● CD에 74분의 음악을 담을 수 있도록 제작된 이유는 무엇일까?

오늘날 우리가 사용하고 있는 CD는 지름이 12 cm이고, 74분 2초 정도의 음악을 담을 수 있다. 그러나 1978년 필립스에 의해 처음 발표된 CD는 음악 파일을 60분 저장할 수 있었고, 크기도 지금보다 5 mm가 작았다. 60분이라는 시간은 딱 한 시간으로 기억하기도 좋은데, 왜 필립스에서는 74분 2초라는 복잡한 녹음 시간을 가지도록 만들었을까? 여기에는 한 가지 일화가 있다. 당시 필립스사는 최초의 CD를 발표한 후, 녹음 시간을 결정하기 위해서 베를린 필 오케스트라의 지휘자인 카라얀에게 자문을 구했다고 한다. 20세기 최고의 지휘자 중 한 명인 카라얀은 CD의 녹음 시간을 74분으로 제안했다. 그 이유는 베토벤의 ‘합

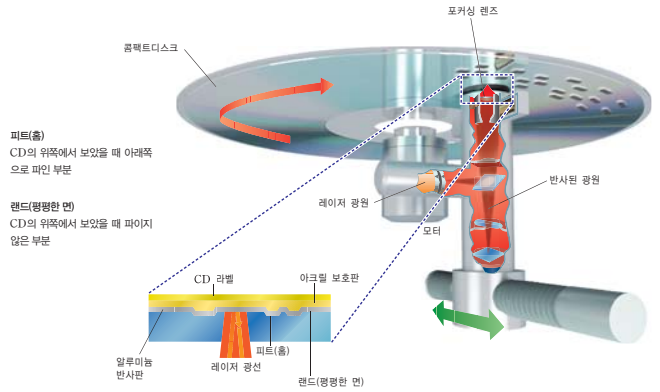
**빛을 이용한 정보의 저장**

**과학 글쓰기**  
광원  
광디스크에 정보를 저장하고 재생할 때는 레이저를 사용한다. 레이저에 대해 조사해 보고, 광디스크에서 정보를 읽고 쓸 때 다른 빛이 아닌 레이저를 사용하는 이유에 대해 써 보자.

CD와 DVD는 빛을 이용하여 정보를 저장하는 방식의 저장 매체이다. 이러한 디스크를 광디스크라고 하는데, 광디스크는 어떠한 방법으로 정보를 저장하고 읽을까? CD는 콤팩트디스크(Compact Disc)의 약자로 플라스틱으로 된 원반의 한쪽에 알루미늄 막이 씌어져 있다. 이 막에 레이저로 흡을 새기면 평평한 면과 흡이 새겨진 표면에서 빛의 반사율이 달라지는 것을 이용하여 정보를 저장한다. CD를 재생할 때는 광학 판독 장치에서 저장할 때보다 약한 레이저를 쏘아 레이저가 반사되는 정도를 전기 신호로 전환시킨다.

그림 49와 같이 레이저 빛이 디스크의 흡, 평평한 면, 흡과 평평한 면 사이의 경계에서 잘 반사되면 전기 신호를 발생시키고, 잘 반사되지 않으면 전기 신호를 발생시키지 않는다. 이렇게 레이저 빛이 반사되는 변화의 정도를 1이나 0 이진수의 데이터로 변환하여 디지털 정보를 읽을 수 있다. CD와 같은 광디스크는 동영상, 사운드, 이미지, 텍스트 등 주로 멀티미디어 자료를 저장하는 데 사용되고 있으며, 최근에는 기술의 발달로 저장 용량이 700 MB인 CD의 약 7배나 되는 저장 용량을 갖는 DVD도 많이 사용된다.

광디스크인 CD 표면을 자세히 들여다보면 정보를 저장하기 위해 새긴 홈이 보인다. 다음 활동을 통하여 CD에 정보가 기록된 부분과 기록되지 않은 부분의 차이점을 알아보자.



▲ 그림 49. 콤팩트디스크 표면과 CD-ROM의 구조

창 교향곡의 연주 시간과 맞추기 위해서였다. CD 한 장의 녹음 시간이 60분으로 정해지면 ‘합창’ 교향곡을 처음부터 끝까지 연속적으로 듣지 못하고 중간에 판을 갈아 끼워야 하는데, 이렇게 되면 한창 고조되던 음악 감상의 흥취와 열기가 사라진다는 카라얀의 충고에 따라 60분이었던 CD의 녹음 시간을 74분으로 늘렸고, 이 규격에 따라 CD-ROM에 650 MB의 자료를 저장할 수 있게 되었다.

요즈음에 나오는 CD는 용량이 더 커져 700 MB의 정보를 저장할 수 있어 80분까지 녹음이 가능하다.

**8차시** 243~245쪽

<b>도입(5분)</b>	<b>전개(35분)</b>	<b>정리(10분)</b>
CD 표면을 맨 눈으로 관찰하기	활동 5: 해 보기 활동 6: 해 보기	내용 정리 예제 풀이

**동기 유발을 위한 제안**

- 정보를 기록한 CD 표면은 정보를 기록하지 않은 부분과 어떤

창의  
인성

활동 5 CD 표면을 들여다 볼까?

목표 현미경으로 CD 표면을 관찰해 보고, 정보가 기록된 부분과 기록되지 않은 부분을 알아 줄 수 있다.

준비를 실제 현미경, 정보가 기록된 CD(또는 CD-R)

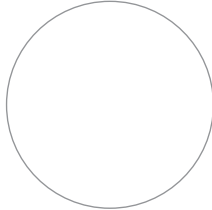
과정

- 1 실제 현미경의 전원을 켜고, 가장 낮은 배율로 눈금을 맞추자.
- 2 재물대 위에 CD의 아랫면이 위에 오도록 CD를 올려놓자.
- 3 조동 나사와 미동 나사를 돌려 초점을 맞추어 상을 관찰하자.
- 4 배율을 높여 가며 상을 관찰한 다음, 가장 잘 보이는 배율로 놓고 상을 그려 보자.
- 5 관찰하는 CD의 위치를 바꾸어 가며 상을 관찰하자.

**주의**  
CD 표면에 지문이 묻으면 잘 안보일 수도 있으므로 CD 표면을 손으로 잡지 않도록 한다.



▲ 그림 50\_ CD 표면 관찰



CD 관찰(배율: )

정리

- 1 정보가 기록된 부분과 정보가 기록되지 않은 부분을 구별할 수 있는가? 구별할 수 있다면 어떤 차이가 있는지 말해 보자.
- 2 콤팩트디스크인 CD, CD-R, CD-R/W의 차이를 조사하여 발표해 보자.
- 3 **창의 인성** CD와 플래시 메모리의 정보 기록 원리를 조사해 보고, 어떤 차이가 있는지 발표해 보자.

배려 현미경과 같은 실험 기구를 사용할 때는 혼자서 독점하지 말고 서로 양보하며 실험에 임하자.

CD-R이 한 번 정보를 기록하면 지울 수 없는 것과는 다르게, CD-R/W는 정보를 기록했다가 지우고 다시 쓸 수 있다. CD-R/W는 정보를 기록할 때 실제로 흡을 파는 것이 아니라 레이저가 표면을 그을려서 어두운 표시를 만든다. 어두운 부분과 밝은 부분이 CD-ROM의 홈이나 평평한 면과 같은 역할을 하여 정보를 저장하며, 어두운 표시를 지우고 다시 표면을 그을리는 방법으로 정보를 다시 저장하는 것이 가능하다.



▲ 그림 51\_ 전자 현미경으로 관찰한 CD 표면

차이가 있을지 생각해 보도록 한다.

- CD와 DVD의 차이가 무엇인지 생각해 보도록 한다.

☆ 지도상의 유의점

1. 빛을 이용한 광디스크의 특징 및 기록 밀도와 레이저 파장과 관계 이해시킨다.
2. 플래시 메모리는 우리가 일상생활에서 많이 사용하기는 하지만 반도체의 성질에 대한 선행 지식이 필요하므로 본문에서 자세히 다루기에 어려움이 있다. 조사 등을 통해서 간단히 알아보는 정도로 지도한다.

창의  
인성

활동의 이해

활동 5 CD 표면을 들여다 볼까?

목표

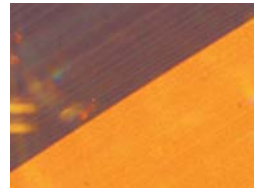
- 현미경으로 CD 표면을 관찰해 보고, 정보가 기록된 부분과 기록되지 않은 부분의 차이를 알 수 있다.

안내

- 실제 현미경이 없는 경우 생물 현미경으로 관찰해도 된다. 단, 생물 현미경을 이용하는 경우에는 재물대 위쪽에 전구를 켜 밝게 해야 관찰이 잘 된다.
- 현미경 준비가 여의치 않을 때에는 교사가 시범 실험으로 보여주어도 좋다.

과정

- CD의 표면을 실제 현미경으로 관찰하면 다음과 같다.



▲ CD 표면

정리

1. 정보가 기록된 부분은 밝게 보이고, 정보가 기록되지 않은 부분은 어둡게 보인다. 정보가 기록된 부분은 매우 좁은 간격으로 홈이 파여 있기 때문에 정보가 기록되지 않은 부분에 비해 CD 판의 두께가 얇다. 따라서 정보가 기록된 부분은 기록되지 않은 부분에 비해 빛의 투과량이 많아 더 밝게 관찰된다.
2. CD는 표면을 레이저로 흡을 파거나 파지 않는 방법으로 1과 0을 기록하여 이진 데이터를 저장한다. 이때 CD-R에 코팅되어 있는 염료는 정보가 기록된 후에 굳어 버리기 때문에 다시 사용할 수 없다. 그에 비해 CD-R/W에 사용되는 염료는 CD-R의 염료와 성질이 다르다. CD-RW으로 정보를 기록할 때에는 CD-R과 같은 방법으로 기록을 하고, 다시 기록할 때에는 조금 더 강한 레이저를 발생시켜 염료를 녹여 기존의 정보를 모두 지우기 때문에 새로운 정보를 기록할 수 있다.
3. CD는 빛으로 데이터를 읽고 쓰며, 플래시 메모리는 전기적으로 데이터를 읽고 쓴다.

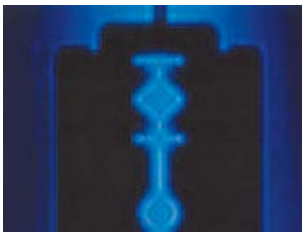
평가 기준표

활동 과정	평가 문항	점수
과정	• 실제 현미경을 잘 작동시키는가? • 현미경으로 관찰하는 태도가 진지한가?	상, 중, 하
결과	• 정보가 기록된 부분과 기록되지 않은 부분을 구별할 수 있는가?	상, 중, 하
정리	• 정보 기록 유무에 따라 다르게 보이는 이유를 말할 수 있는가?	상, 중, 하

☆ | 보충 자료 |

● 회절(diffraction)

파동이 진행하다가 장애물을 만났을 때, 장애물 뒤쪽까지 파동이 전달되는 현상을 회절이라고 한다. 빛은 파동의 성질을 갖기 때문에 장애물을 만나면 회절된다. 예를 들어 면도날을 통과한 빛은 면도날의 뒤쪽까지 돌아 들어가기 때문에 아래 그림과 같이 면도날 그림자의 가장자리가 선명하지 않다. CD 표면에서도 빛의 회절 현상에 의한 무지개를 관찰할 수 있는데, 이것은 CD 표면의 무수히 많은 홈들이 빛이 진행하는 데 방해하는 장애물 역할을 하기 때문이다.



▲ 면도날 가장 자리의 회절



▲ CD 표면의 회절

창의 인성 | 활동의 이해

활동 6 | 광디스크의 기록 밀도와 레이저 파장의 관계는?

목표

- 광디스크의 저장 용량이 커질수록 정보를 읽을 때 파장이 짧은 레이저를 사용해야 하는 이유를 이해할 수 있다.

안내

- 디스크 모형에 '1' 또는 '0'의 정보를 기록할 때, 형광펜으로 칠했을 때 자신이 원하는 모양이 나오게 디자인하도록 한다.

과정

- 다음은 디스크 모형에 기록한 정보의 예이다.

0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1
0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0

0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

정리

1. 9개, 36개, 144개

CD와 DVD는 겉으로 보기에 똑같이 생겼지만 저장 용량에서 차이가 난다. 일반적인 CD 한 장의 저장 용량은 700 MB이고, DVD의 저장 용량은 4.7 GB로 DVD가 CD의 7배 정도 크다. 이것은 DVD에 정보를 기록할 때 CD보다 더 촘촘히 기록하기 때문이며, 이에 따라 정보를 재생할 때에도 다른 파장의 레이저를 사용한다. 다음 활동을 통하여 광디스크의 기록 밀도와 레이저 파장 사이의 관계를 알아보자.

창의 인성

활동 6 | 광디스크의 기록 밀도와 레이저 파장의 관계는?

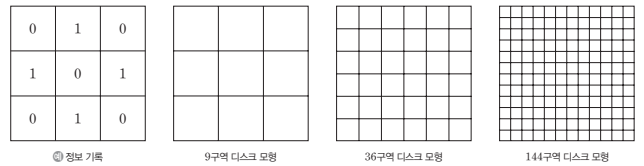
목표 광디스크의 저장 용량이 커질수록 재생할 때 파장이 짧은 레이저를 사용해야 하는 이유를 설명할 수 있다. 해 보기

준비물 형광펜, 구역의 수가 다른 정사각형 디스크 모형이 그려진 종이

과정

1. 다음 일정한 넓이의 정사각형 디스크 모형에 각각 정보를 기록해 보자. (각 디스크는 일정한 구역으로 나누어져 있으며 한 구역마다 0 또는 1, 한 개의 정보를 기록할 수 있다.)

약속 모형의 사용은 과학적인 약속이므로 정해진 규칙에 따라 진지하게 활동에 임한다.



2. 과정 1의 각 디스크 모형에서 '1'이라는 정보를 읽어 보자. 정보를 읽기 위해 레이저가 아닌 형광펜으로 칠하는 방법을 사용하자. 그리고 각 디스크에서 '1'이라는 정보 구역을 형광펜으로 칠해 보자.

그림 52. 디스크 모형에 색칠하기 ▶

정리

1. 각 디스크에 저장할 수 있는 정보의 개수는 얼마인가?
2. **창의·민감** 구역이 좁아질수록 형광펜으로 '1'이라는 정보를 칠하기 어려워진다. '1'을 정확히 칠하기 위해서 어떤 형광펜이 필요한지 이야기해 보자.



2. 정보를 기록하는 구역이 좁아질수록 디스크에 저장할 수 있는 정보의 개수가 증가한다. 그런데 정보를 기록하는 구역이 좁아질수록 정보를 읽기 위해 형광펜으로 '1'을 칠하기가 어려워진다. 즉, 좁은 구역의 정보를 읽기 위해 끝이 더 좁은 형광펜이 필요하다. 광디스크를 이에 비유할 수 있다. 홈을 촘촘히 파서 정보를 많이 기록할수록, 정보를 재생하기 위해서는 짧은 파장의 레이저를 사용해야 한다.

평가 기준표

활동 과정	평가 문항	점수
과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 디스크 모형에 정보를 기록하는 과정을 잘 이해하는가?</li> <li>• 해보기 과정이 진지한가?</li> </ul>	상, 중, 하
결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 좁은 구역일수록 형광펜으로 칠하기 어려움을 이해하는가?</li> </ul>	상, 중, 하
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다른 학생이 발표할 때 바른 자세로 경청하는가?</li> <li>• 활동으로부터 디스크의 기록 밀도와 레이저 파장의 관계를 유추할 수 있는가?</li> </ul>	상, 중, 하

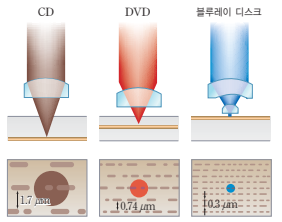
활동 6에서 알 수 있는 것처럼 구역이 좁아질수록 정보를 많이 저장할 수 있지만, 형광펜으로 칠하기는 어려워진다. 좁은 구역을 칠하기 위해서는 그만큼 끝이 좁은 형광펜이 필요하다. 형광펜은 광디스크를 읽기 위한 레이저에 비유할 수 있으며, 광디스크의 기록 밀도와 레이저 파장 사이의 관계도 마찬가지이다. 홈을 촘촘히 많이 파서 정보를 많이 저장할수록, 정보를 재생하기 위해서는 짧은 파장의 레이저가 필요하다. 즉, DVD를 재생할 때 사용하는 레이저의 파장이 CD를 재생할 때 사용하는 레이저의 파장보다 짧다.

과학·기술·사회(STS) | CD와 DVD의 차이

영화와 같은 대용량 정보를 저장할 때 많이 사용하는 DVD는 Digital Versatile Disc의 약자로 컬러오일만 보면 CD와 똑같이 생겼다. 그러나 저장할 수 있는 용량은 DVD가 CD의 약 7배 정도이다.

CD에 정보를 저장하기 위해서 홈을 파는데, 이 홈을 더 촘촘히 파수록 더 많은 정보를 저장할 수 있다. 이렇게 만든 것이 바로 DVD이다. 그런데 홈이 작아지면 작아질수록, 홈에 쓰여 주는 레이저의 파장도 짧아야 한다. 왜냐하면 빛은 파장과 비슷한 크기의 장애물을 만나면 장애물 뒤까지 돌아가는 성질을 가지고 있기 때문이다. 빛의 이런 성질을 회절이라 부르는데 그림자의 가장자리가 선명하지 않은 것이 바로 회절 현상 때문이다. 따라서 CD를 재생할 때에는 파장이 780 nm 정도인 적외선 레이저를 이용하지만, 더 작은 홈을 촘촘히 만들어 정보를 저장한 DVD를 재생할 때에는 파장이 650 nm 정도인 빨간빛 레이저를 이용한다.

최근에는 DVD보다 더욱 촘촘히 홈을 만들어 저장 용량이 25 GB가 되는 블루레이 디스크(blue-ray disc)가 출시되었는데, 블루레이 디스크를 재생할 때에는 빨간빛 레이저보다 파장이 더 짧은 405 nm 정도의 파란빛 레이저를 이용한다.



▲ 그림 53\_ 여러 디스크의 레이저 파장

디스크 종류	CD	DVD	블루레이 디스크
디스크 지름(cm)	12	12	12
홈 간격(μm)	1.7	0.74	0.32
레이저 파장(nm)	780(적외선)	650(빨간빛)	405(파란빛)
저장 용량	700 MB	4.7 GB	25 GB

\* 1 μm = 10<sup>-6</sup> m, 1 nm = 10<sup>-9</sup> m, 1 GB = 1024 MB

☞ 창의적 사고 : 저장 매체의 저장 용량이 커질수록 우리의 생활이 어떻게 변할 수 있을지 생각해 보자.

확인하기

- 이해 1. 자기 디스크와 광디스크 이외에 정보를 저장하는 저장 장치에는 어떤 것이 있는지 조사해 보자.
- 탐의 2. 플래시 메모리는 어떻게 정보를 저장하고, 그 특징은 무엇인지 조사해 보자.

과학·기술·사회(STS)

CD와 DVD의 차이

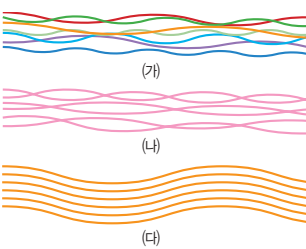
블루레이 디스크(blue-ray disc)는 고성능 비디오를 위한 데이터를 저장할 수 있는 장치이다. 블루레이 디스크는 저장된 데이터를 읽기 위해 CD나 DVD에 비해 훨씬 짧은 파장(405 nm)의 레이저를 이용하기 때문에 CD, DVD와 같은 크기인데도 더 많은 데이터를 저장하는 것이 가능하다. 현재 단층 기록면을 갖는 블루레이 디스크의 정보 저장 용량은 25 GB이고, 양면에 모두 정보를 저장할 수 있게 제작된 듀얼 레이어 디스크는 50 GB의 정보를 저장할 수 있다. HD DVD는 본격적인 HD 방송 시대에 대응하기 위해 개발된 디스크 미디어 규격으로 DVD 규격에 기반을 두고 있어 다른 기기와의 호환성이 좋다. 하지만 블루레이 디스크와 같은 405 nm 파장의 레이저를 이용하는데 정보 저장 용량은 15 GB이고, 블루레이 디스크와 소비자 가격이 같아 차세대 DVD 경쟁에서는 블루레이 디스크가 우위를 선점하고 있다.

☞ 창의적 사고: 부피가 크고 무거운 책과 같은 자료를 가지고 다닐 필요가 없으며, 작은 메모리 속에 방대한 양의 정보를 저장하여 다니며 필요한 정보를 언제든지 찾아볼 수 있을 것이다.

보충 자료

레이저(LASER)

레이저는 들뜬 원자나 분자를 외부에서 자극시켜 결이 똑같은(진동수와 위상이 같은) 빛을 방출하게 함으로써 크게 증폭된 빛을 말한다. LASER는 Light Amplification by Stimulated Emission



▲ 여러 종류의 빛

of Radiation의 머리글자를 따서 만들었는데 이것은 ‘유도 방출에 의한 빛의 증폭’을 의미한다. 그림 (가)와 같이 일반적인 백색광은 여러 색의 빛이 섞여 있고, 위상도 제각각이다. (나)와 같이 같은 진동수를 갖는 한 가지 색의 빛도 위상은 서로 다르다. 이에 비해 레이저는 (다)와 같이 위상과 진동수가 같은 빛들을 집적시켜 놓았기 때문에 보통의 빛과는 다른 성질을 갖는다. 보통의 빛은 진행하는 동안 바로 퍼져버린다. 그에 비해 레이저는 거의 퍼지지 않고 먼 곳까지 직진할 수 있다.

확인하기

- 반도체를 이용하여 정보를 저장하는 플래시 메모리가 있다. 자기 디스크나 광디스크는 정보를 저장하거나 재생할 때 디스크 회전, 읽기/쓰기 헤드의 이동, 레이저 빔의 조준과 같은 물리적 동작이 필요하기 때문에 정보를 읽고 쓰는 것이 느리다는 단점이 있다. 이러한 단점을 완화시키기 위해 전자 회로를 이용한 플래시 메모리가 개발되었다.
- 플래시 메모리는 전기적으로 정보를 지우고 다시 기록할 수 있는 기억 장치로 전자를 작은 회로에 가두는 방법으로 정보를 저장한다. 플래시 메모리는 비교적 읽고 쓰기가 빠르고, 충격에 강하다. 그리고 작은 크기에 저장 용량이 크고, 소비 전력이 작기 때문에 MP3 플레이어, 디지털카메라, 휴대 전화, USB 메모리 등의 소형 전자 기기의 저장 장치로 많이 사용되고 있다.

## 4. 영상 정보의 활용

### ☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 우리 눈의 구조를 알고, 눈이 색을 인식하는 과정을 말할 수 있다.
2. LCD와 디지털카메라의 구조와 원리를 설명할 수 있다.

### 🕒 | 9차시 | 246~249쪽

도입(5분)	전개(30분)	정리(15분)
사람은 어떻게 색을 볼 수 있을까?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원뿔 세포에 의한 색 인식</li> <li>• 활동 7: 자료 해석</li> </ul>	내용 정리

### ☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 다른 동물들도 사람처럼 천연색 세상을 볼 수 있을까? 생각해 보도록 한다.
- 빛의 삼원색은 어떻게 결정된 것인지 생각해 보도록 한다.

### ☆ | 지도상의 유의점 |

1. 세 종류의 원뿔 세포가 함께 작용하여 다양한 색을 인식할 수 있음을 이해하도록 한다.
2. 텔레비전이나 컴퓨터 화면은 빛의 삼원색을 이용하여 다양한 색을 만들고 있음을 이해하도록 한다.

### ☆ | 보충 자료 |

- 개와 소는 색맹  
사람과 달리 다른 포유동물들은 일부 영양류를 제외하면 색깔을 제대로 구분하지 못한다.  
놀라운 후각과 청각을 자랑하는 개는 시력이 매우 안 좋다. 또 색맹이어서 개가 보는 세상은 오래된 흑백텔레비전이 내보내는 화면과 같다. 시각 장애자를 도와주는 맹도견이 신호등을 구별하는 것은 색깔을 구별해서가 아니라 불빛의 점등 위치를 흑독하게 훈련받은 결과이다. 개뿐만 아니라 대부분의 포유류는 색맹인데 이는 포유류의 조상이 색깔 구별이 중요하지 않은 밤에 주로 활동하는 동물이었다는 사실을 암시하기도 한다.  
소 또한 마찬가지다. 투우가 붉은 천에 덩벼드는 이유는 천의 색깔 때문이 아니라 망토의 펄럭이는 움직임 때문이다. 소는 색맹이므로 흰색의 천이 오히려 붉은색의 천보다 잘 보인다. 따라서 흰 망토나 흰 천을 쓰면 투우는 더 한층 성을 내며 사납게 덩벼들 것이다.

# 4

## 영상 정보의 활용

- 학습 목표**
- 우리 눈의 구조를 알고, 눈이 색을 인식하는 과정을 설명할 수 있다.
  - 영상을 표현하는 장치인 LCD와 영상을 저장하는 장치인 디지털카메라의 구조와 원리를 설명할 수 있다.



▲ 그림 54 우리 주변의 아름다운 색

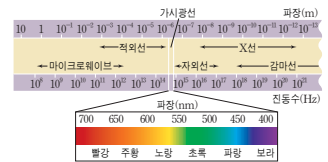
우리 주변을 둘러보면 자연은 온통 눈부시고 선명한 색채로 이루어져 있다. 파란 하늘에 흰 구름, 붉고 노란 단풍, 초록색의 풀잎 등 우리는 천연색의 자연을 눈으로 마음껏 보고 느낀다. 그러나 대부분의 동물은 색맹이어서 색을 구별할 수 없다. 사람을 잘 따르는 개 역시 색맹이어서 사람이 보는 세상과 다른 흑백 세상을 본다. 사람의 눈은 영상 정보를 어떻게 인식하며, 이와 비슷한 원리로 영상 정보를 인식하고 저장하는 장치에는 무엇이 있을까?

### 눈이 물체를 인식하는 과정

눈은 빛을 감지하여 정보를 인식하는 일종의 광센서인데, "몸이 천 냥이면 눈이 구백 냥"이라는 속담이 있다. 그만큼 사람의 신체 중에서 눈이 중요하다는 의미일 것이다. 아름다움을 보고, 위험을 피하고, 다른 사람의 표정을 읽고, 신체의 움직임을 조절하는 등 인간이 외부로부터 얻는 정보의 대부분은 눈을 통하여 이루어진다.

### 📖 과학 마당 | 빛은 무엇일까?

17세기 후반 영국의 뉴턴은 프리즘을 통과한 빛이 무지개 색으로 나뉘는 것을 보고, 빛이란 여러 색채를 지닌 입자라고 생각하였다. 지금은 빛이 전기장과 자기장의 진동이 순차적으로 교차되면서 공간으로 퍼져 나가는 전자파라는 것이 밝혀졌다. 전자파는 파장에 따라 그림 55와 같이 구분할 수 있는데, 이 중에서 사람이 볼 수 있는 빛의 파장은 약 400~700 nm이며, 이 영역의 빛을 가시광선이라고 한다.



▲ 그림 55 파장에 따른 전자파의 영역

### 📖 과학 마당

#### 빛은 무엇일까?

파장에 따른 전자기파는 다음과 같이 이용되고 있다.

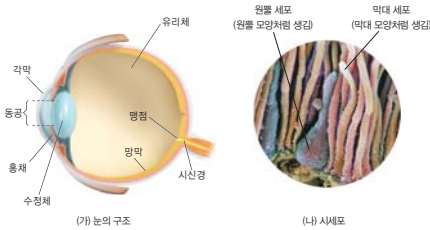
- ① 마이크로웨이브(1 mm~1 m): 레이더, 다중 통신, 전자레인지 등에 이용된다.
- ② 적외선(700 nm~1 mm): 적외선 카메라 또는 수열이나 중앙 제거나 이용된다.
- ③ 가시광선(400~700 nm): 사람의 눈에 보이는 전자기파 영역이다.
- ④ 자외선(10~400 nm): 에너지가 강하여 살균 작용에 이용, 피부병을 일으키기도 한다.
- ⑤ X선(0.01~100 Å): 투과력이 좋아 병원에서 X-ray 진단에 이용한다(많이 쬐면 암이나 백내장을 유발함).
- ⑥ 감마선(1 Å 이하): 생물의 품종 개량, 비파괴 검사 등에 이용된다(많이 쬐면 암, 백내장을 유발할 수 있음).

그림 56은 우리 눈의 구조와 시세포를 나타낸 것이다. 광원에서 직접 나오거나 물체에서 반사되어 나오는 빛은 각막을 통과한 다음, 수정체에서 굴절되어 유리체를 지나 시세포가 분포되어 있는 망막에 상을 맺는다.

이렇게 망막의 시세포가 감지한 빛의 정보가 시신경을 통해 대뇌로 전달될 때 우리는 광원 또는 물체를 볼 수 있게 된다.

빛 → 각막 → 수정체 → 유리체 → 망막(시세포) → 시신경 → 대뇌

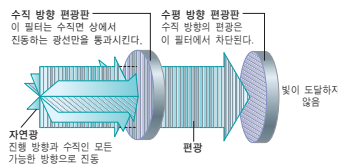
망막에는 그림 56의 (나)와 같이 막대 세포와 원뿔 세포의 두 종류의 시세포가 분포한다. 약한 빛에도 예민한 막대 세포는 물체의 형태와 명암만을 감지하는 반면, 원뿔 세포는 주로 강한 빛을 감지하여 물체의 형태와 색깔을 식별한다. 따라서 막대 세포에 이상이 생기면 야맹증이 되고, 원뿔 세포에 이상이 생기면 색각 이상의 증상이 나타난다.



▲ 그림 56 \_ 눈의 구조와 시세포

**과학 마당 | 빛은 어떤 특징을 가지고 있을까?**

빛은 전기장 또는 자기장의 진동 방향이 진행 방향과 수직인 횡파이다. 즉, 자연광은 진행 방향과 수직인, 가능한 모든 방향으로 진동하는 파동이다. 이 빛을 특정한 한 방향으로 진동하는 빛만 통과시키는 편을 편광편이라고 한다. 그림 57과 같이 편광편을 통과한 빛은 특정한 방향으로만 진동하는 빛이 되며, 이러한 빛을 편광이라고 한다.



▲ 그림 57 \_ 편광편을 통과하는 빛

**보충 자료 |**

**● 시세포**

시세포는 빛에 의한 자극을 받아들이는 감각 세포로 망막에 분포하며, 원뿔 세포와 막대 세포 두 종류가 있다. 원뿔 세포와 막대 세포는 각각 원뿔 모양과 막대 모양을 닮아 붙여진 이름이다.

원뿔 세포는 망막의 주변부에 적고 중심부에 많이 분포하며, 반대로 막대 세포는 망막의 주변부에 많고 중심부에 적게 분포한다. 망막에 분포되어 있는 원뿔 세포는 700~800만 개 정도, 막대 세포는 1억 2,000만 개 정도이다.

원뿔 세포는 밝은 빛에 반응하고 색깔을 구별하며, 막대 세포는 어두운 빛에 반응하고 색 감각에는 관여하지 않는다. 따라서 주행성 동물의 망막에는 원뿔 세포가 많고, 야행성 동물의 망막에는 막대 세포가 많다.

막대 세포에 이상이 생기면 야맹증이 되고, 원뿔 세포에 이상이 생기면 색각 이상의 증상이 나타난다.

**● 색각 이상(색맹)**

망막 상의 원뿔 세포에 이상이 생기면 빨간색, 초록색, 파란색 중 하나 이상의 색깔을 인식하지 못하게 된다.

이러한 증상을 '색각 이상' ('색맹'이라고도 불린다)이라고 한다. 가장 흔한 색각 이상은 빨간색을 인식하지 못하는 적 색각 이상과 초록색을 인식하지 못하는 녹 색각 이상이다. 적 색각 이상인 경우에는 빨간색과 초록색을 구분할 수 없고, 녹 색각 이상인 경우에는 초록색을 인식할 수가 없다.

색각 이상을 일으키는 유전자는 X 염색체에 존재하며, 열성 유전자이다. 따라서 남성의 경우는 XY 염색체 중 하나 뿐인 X에 문제가 생기면 색각 이상을 일으키지만, 여성의 경우는 XX 염색체 중 하나만 정상이어도 색각 이상을 느끼지 않는다. 이때문에 남성이 여성보다 더 높은 비율의 색각 이상을 가지게 되는데, 우리나라의 경우 남성의 약 6%, 여성의 약 0.4% 정도가 적 녹 색각 이상을 가지고 있다고 한다. 또한, 매우 드물기는 하지만 세 가지 원추 세포에 모두 문제가 생겨서 색깔 자체를 인식하지 못하는 전 색각 이상의 경우도 전체 인구의 약 0.003% 정도에서 발생한다고 한다. 이 경우에는 세상이 흑백텔레비전의 화면처럼 밝음과 어두움의 구분만이 존재하는 회색 톤의 세상으로 보이게 될 것이다.

**과학 마당**

**빛은 어떤 특징을 가지고 있을까?**

빛의 속성은 전자기 파동으로서 전기장과 자기장이 진동을 하면서 전파되는 것이다. 이때 전기장이나 자기장은 서로 직교하면서 진행 방향에 수직으로 진동을 하게 되어 횡파의 특성을 갖는다. 횡파의 경우에는 한 방향으로 진행되는 파동이더라도 진동 방향은 그 진행 방향에 수직인 평면상에 놓여 있게 되어 벡터의 성격을 갖게 된다. 이러한 어떤 파동의 진동이 그 평면상의 특정 방향으로 놓이게 되는 것을 편광이라 하고 그때의 진동 방향을 편광 방향이라고 한다. 빛의 경우에는 전기장과 자기장이 같은 평면상에 있지만 서로 수직으로 진동하므로 이때에는 물질에 더 큰 영향을 주게 되는 전기장이 진동하는 방향을 편광 방향으로 삼는다. 전파, X선, 감마선 등 다른 종류의 전자기파도 편광의 특성을 같이 가지며, 한 파동의 중첩의 원리에 의해 여러 편광 상태가 조합된 형태의 편광도 나타날 수 있다.

☆ | 보충 자료 |

● 야맹증

밝은 곳에 있다가 어두운 곳으로 들어가면 처음에는 잘 보이지 않다가, 시간이 지나 적응이 되면 보인다. 이것은 망막의 시세포의 변화에 의해 이루어진다. 처음에는 감도가 높은 망막의 원뿔 세포에 의해, 이후에는 막대 세포에 의해 어두운 곳에 적응이 되는 것이다.

야맹증은 밝은 곳에서 어두운 곳으로 들어갈 때 적응을 하지 못하거나, 희미한 불빛 아래 또는 어두운 곳에서 사물을 분간하기 어려운 증상을 말한다. 선천적인 야맹증을 제외하고는 비타민 A의 적절한 섭취를 통하여 야맹증을 예방할 수 있는데, 특히 녹황색 채소(당근, 시금치, 토마토, 호박)는 비타민 A를 많이 함유하고 있다.

참의 인성 | 활동의 이해

활동 7 | 우리 눈은 어떻게 색깔을 인식할까?

목표

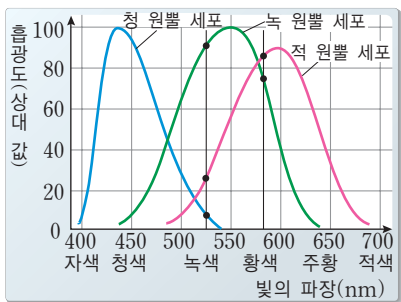
- 우리 눈이 감지할 수 있는 빛의 영역을 알고, 세 가지 원뿔 세포로 다양한 색을 인식하는 원리를 이해할 수 있다.

원리

1. 원뿔 세포에는 적 원뿔 세포, 녹 원뿔 세포, 청 원뿔 세포의 세 종류가 있음을 미리 학습시킨다.
2. 그래프의 가로축(흡광도)과 세로축(파장)의 의미를 먼저 설명해 준다.

정리

1. 그래프에서 알 수 있듯이 세 종류의 원뿔 세포가 감지할 수 있는 빛의 영역은 파장이 400~700 nm인 가시광선 영역이다.
- 2, 3. 황색과 녹색 빛이 들어왔을 때 자극되는 원뿔 세포의 종류를 알아보기 위해 그림과 같이 그래프에 세로선을 그어본다.



세 종류의 원뿔 세포로 어떻게 다양한 색깔을 볼 수 있는 것일까? 다음 활동을 통하여 알아보자.

참의 인성 | 활동 7 | 우리 눈은 어떻게 색깔을 인식할까?

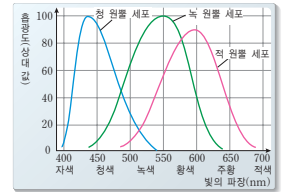
목표 우리 눈이 감지할 수 있는 빛의 영역을 알고, 세 가지 원뿔 세포로 다양한 색을 인식하는 원리를 자료 해석 설명할 수 있다. 자료 해석 설명할 수 있다.

과정

그림 58은 세 종류의 원뿔 세포가 빛을 흡수하는 정도를 파장에 따라 나타낸 것이다.

정리

1. 우리 눈이 감지할 수 있는 빛의 파장은 어느 범위인가?
2. 황색빛이 눈에 들어왔을 때 자극되는 원뿔 세포의 종류는 어느 것인가?
3. 녹색빛이 눈에 들어왔을 때 자극되는 원뿔 세포의 종류는 어느 것인가?
4. 참의 인성 적 원뿔 세포에 이상이 있으면 어떤 색깔을 감지할 수 없을지 토의해 보자.



▲ 그림 58 - 원뿔 세포가 파장에 따라 빛을 흡수하는 정도

색각 이상

원뿔 세포에 이상이 생기면 빨간색, 초록색, 파란색 중 하나 이상의 색을 인식하지 못하는 색각 이상이 나타난다. 빨간색을 잘 인식하지 못하는 적 색각 이상과 초록색을 잘 인식하지 못하는 녹 색각 이상인 경우가 가장 많다. 그리고 세 가지 원뿔 세포에 모두 이상이 생겨 색 자체를 인식하지 못하는 전 색각 이상인 경우도 있다.

물체의 색을 감지하는 원뿔 세포에는 적 원뿔 세포, 청 원뿔 세포, 녹 원뿔 세포의 세 종류가 있는데, 각각 적색 계통, 청색 계통, 녹색 계통의 빛을 잘 흡수한다. 적 원뿔 세포나 녹 원뿔 세포에 이상이 있으면 그림 59와 같이 적색이나 녹색이 다른 색과 섞여 있을 때 잘 구별하지 못하는 색각 이상이 나타난다.



▲ 그림 59 - 정상인과 적녹 색맹인이 보는 시물

- 녹색에서 그는 세로선은 세 종류의 원뿔 세포의 흡광도와 모두 교차하므로 세 종류의 원뿔 세포가 모두 자극됨을 알 수 있다. 황색에서 그는 세로 선은 녹 원뿔 세포와 적 원뿔 세포의 흡광도와 교차하므로 두 종류의 원뿔 세포가 자극된다.
4. 적 원뿔 세포에 이상이 생기면 적색을 인식하지 못하여 적색과 녹색을 잘 구분할 수 없다.

평가 기준표

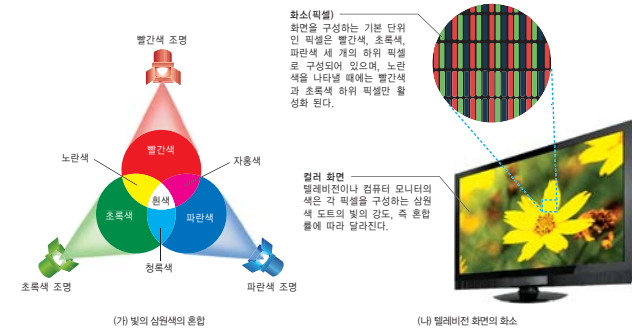
활동 과정	평가 문항	점수
과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세 종류의 원뿔 세포가 파장에 따라 빛을 흡수하는 정도가 다를 수 이해하는가?</li> <li>• 진지한 태도로 그래프를 이해하기 위해 노력하는가?</li> </ul>	상, 중, 하
결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 황색 또는 녹색의 색을 인식할 때 자극을 받는 원뿔 세포를 그래프를 통하여 유추할 수 있는가?</li> </ul>	상, 중, 하
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원뿔 세포에 이상이 생기면 색깔 이상이 있을 수 있음을 이해하는가?</li> <li>• 다른 학생의 발표를 진지한 자세로 경청하는가?</li> </ul>	상, 중, 하

원뿔 세포는 자외선과 적외선 영역의 빛은 감지하지 못하고, 파장이 약 400~700 nm 인 가시광선 영역의 빛을 감지한다. 이때 세 종류의 원뿔 세포가 파장에 따라 빛을 흡수하는 정도가 다른데, 이 차이를 대뇌가 인식하여 다양한 색을 인식할 수 있다.

예를 들어 노란색의 물체를 볼 때에는 적 원뿔 세포와 녹 원뿔 세포가 반응을 하여 노란색을 인식하고, 초록색의 물체를 볼 때에는 세 종류의 원뿔 세포가 모두 반응하여 초록색을 인식한다.

**빛의 삼원색**

세 종류의 원뿔 세포에 의해 정의된 빛의 삼원색인 빨간색, 초록색, 파란색 빛을 혼합률이 다르게 배합하면 다양한 색의 빛을 만들 수 있다. 그림 60과 같이 빨간색 빛과 초록색 빛이 혼합되면 노란색으로 보인다. 텔레비전에 보이는 노란색 꽃잎을 보면 가까이에서 자세히 들여다보면 빨간색과 초록색의 점이 빛나고 있음을 알 수 있고, 이 두 빛이 혼합되어 눈에서 노란색으로 인식된다. 마찬가지로 빨간색 빛과 파란색 빛이 혼합되면 자홍색, 파란색 빛과 초록색 빛이 혼합되면 청록색으로 보이며, 빛의 삼원색 모두를 똑같은 비율로 혼합하면 흰색으로 보인다.



**물음** 어느 무대 조명 기사는 빨간색, 파란색, 초록색 조명을 가지고 있다. 흰색 빛을 내려면 어떻게 해야 할까?

**과학 글쓰기**  
텔레비전은 빛의 삼원색을 이용하여 모든 색의 빛을 표현하고, 컬러 프린터는 색의 삼원색을 이용하여 모든 색을 표현한다. 빛의 삼원색과 색의 삼원색은 어떤 차이가 있는지 조사.

**보충 자료**

● 빛의 삼원색과 색의 삼원색

빛의 삼원색은 텔레비전과 컴퓨터 등의 디스플레이에서 이용되며, 색의 삼원색은 종이에 인쇄할 때 이용된다. 빛의 합성은 섞을수록 밝아지고, 물감의 합성은 섞을수록 어두워진다.

빛의 삼원색(RGB)		색의 삼원색(MCY)	
빨강	Red	자홍	Magenta
초록	Green	청록	Cyan
파랑	Blue	노랑	Yellow

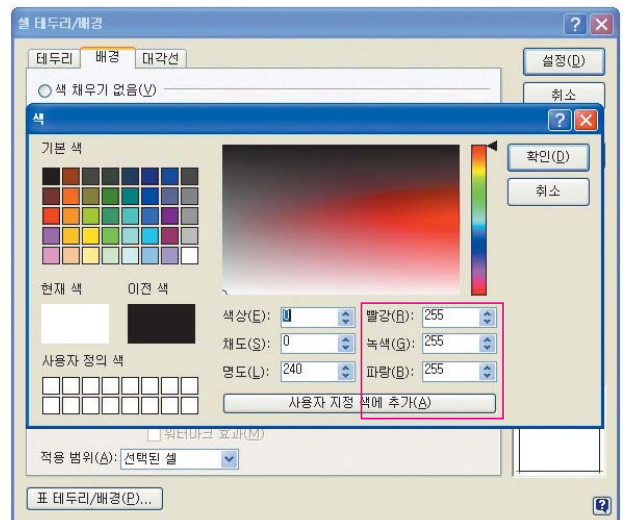
세 영역의 빛이 동일한 세기로 더 해지면 백색광이 된다.      세 영역의 색이 동일한 세기로 더 해지면 검정색이 된다.

● 빛의 삼원색의 혼합률에 따른 색 만들기

컴퓨터의 한글 프로그램에서 빛의 삼원색의 혼합률을 다르게 하여 여러 가지 색을 만들 수 있다. 표를 만든 후, 다음 과정에 따라 색을 만들어 보자.

한 개의 셀에 커서를 두고 마우스 오른쪽 버튼 클릭 → <셀 테두리/배경> 선택 → <각 셀마다 적용> 선택 → <배경> 선택 → <색> 선택 → <면색> → <다른색>

아래와 같은 화면이 나오면, RGB 값을 0~255까지 조절하여 원하는 색을 만들 수 있다.



R: 255	R: 0	R: 255	R: 0	R: 255
G: 255	G: 0	G: 255	G: 255	G: 0
B: 255	B: 0	B: 0	B: 255	B: 255

▲ 여러 가지 RGB 값에 따른 색의 표현

**창의인성 과학 글쓰기**

원뿔 세포가 민감하게 반응하는 파장대의 빛은 빨간색, 초록색, 파란색이며 이를 빛의 삼원색이라고 한다. 여러 빛들을 혼합하면 모든 파장대의 빛이 존재하여 밝아지므로 백색에 가까워진다.

반면 인쇄된 잉크나 물감은 자체적으로 빛을 내는게 아니라 백색광 속에 있는 일부의 색을 반사하고 나머지는 흡수하는데, 우리는 반사된 빛이 혼합된 것을 본다. 어떤 물체가 백색광 중에 파란색 빛만을 흡수하면 노란색으로 보이고, 빨간색 빛만을 흡수하면 청록색으로, 초록색 빛만을 흡수하면 자홍색으로 보인다. 이렇게 보이는 자홍색(Magenta), 청록색(Cyan), 노란색(Yellow)을 색의 삼원색이라고 한다. 여러 색들을 혼합하면 흡수하는 빛의 파장대가 많아져 어두워지므로 검정에 가까워진다.

**물음** 모든 파장대의 빛이 섞이면 백색광이 된다. 따라서 빛의 삼원색에 해당하는 빨강, 파랑, 초록의 조명을 모두 동일한 세기로 한 군데에 비춰주면 백색광을 얻을 수 있다.

10차시

250~253 쪽

<b>도입(5분)</b> 텔레비전 화면에 나타나는 색깔은 어떻게 나타내어지는 것일까?	<b>전개(35분)</b> • 활동 8: 해 보기 • LCD의 원리	<b>정리(10분)</b> • 내용 정리 • 정리 확인 학습
--	---	---

★ 동기 유발을 위한 제안 |

- 텔레비전에 나타나는 흰색 화면을 가까이서 보면 어떤 색으로 보일지 생각해 보도록 한다.
- 요즘 텔레비전이 LCD 모니터로 대체되는 이유가 무엇인지 생각해 보도록 한다.

★ 지도상의 유의점 |

LCD의 원리를 설명하기 위해 '편광' 현상을 미리 알아두어야 한다. 학생들이 앞 차시의 '과학 마당'을 떠올리도록 지도한다.

창의인성 **활동의 이해**

**활동 8** 텔레비전 화면은 어떻게 다양한 색깔을 만들어 낼까?

목표

- 텔레비전 화면에 보이는 다양한 색이 빛의 삼원색의 혼합으로 만들어진다는 것을 이해할 수 있다.

과정

1. 화면과 볼록 렌즈 사이의 거리를 넓혔다 좁혔다 하면서 초점이 가장 잘 맞는 순간을 찾아야 한다. 또 다양한 크기의 볼록 렌즈로 텔레비전 화면, 컴퓨터 모니터 등을 관찰해 보도록 한다.
2. 화소의 크기가 클수록 잘 관찰된다. 따라서 최신형 모니터보다는 구형 모니터가 화소수가 작아, 화소 한 개 당 크기가 크기 때문에 관찰이 잘 된다.

정리

1. 화면에 연속적으로 보이는 색을 볼록 렌즈로 확대해 보면, 볼 연속적인 수많은 화소들의 집합인 것을 볼 수 있다. 또한, 화소들의 색깔은 빨강, 파랑, 초록 세 가지 뿐이다.
2. 화면에 흰색으로 보이는 부분을 볼록 렌즈로 확대해 보면 빨강, 파랑, 초록의 무수히 많은 화소들이 집합되어 있음을 확인할 수 있다. 삼원색의 화소가 색깔별로 각각 같은 비율로 섞여 우리 눈에는 흰색으로 보이는 것이다.

영상을 보여주는 장치, 영상을 저장하는 장치

사진기, 텔레비전, 컴퓨터 모니터, 프린터 등의 색 혼합 원리는 사람의 눈이 색을 인식하는 방식과 밀접하게 관련되어 있다.

텔레비전은 정지 화면을 빨리 돌리면 동영상처럼 보이는 것과 빛의 삼원색을 적절히 혼합하면 다양한 색으로 보이게 할 수 있다는 착시 현상을 이용하여 영상을 보여 준다. 화면을 구성하는 최소 단위를 화소(픽셀)라고 하는데, 텔레비전에 보이는 컬러 화면은 빨간색, 초록색, 파란색의 점으로 이루어진 수백만 개의 화소가 모여 만들어진다.

다음 활동을 통하여 텔레비전 화면에 보이는 컬러 화면의 정체를 알아보자.

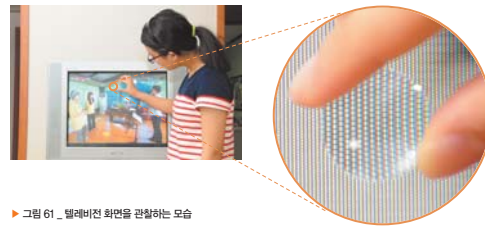
창의인성 **활동 8** 텔레비전 화면은 어떻게 다양한 색깔을 만들어낼까?

목표 텔레비전 화면에 보이는 다양한 색이 빛의 삼원색의 혼합으로 만들어진다는 것을 설명 할 수 있다. 해 보기

준비물 볼록 렌즈, 텔레비전이나 컴퓨터 화면

과정

1. 그림 61과 같이 텔레비전이나 컴퓨터 모니터 화면에서 확대해 보고 싶은 부분을 정한 다음, 볼록 렌즈를 화면 가까이에 대고 관찰하자.
2. 화면에 흰색으로 보이는 부분에 볼록 렌즈를 가까이 대고 관찰하자.



▶ 그림 61. 텔레비전 화면을 관찰하는 모습

정리

1. 화면에 보이는 색과 볼록 렌즈로 확대되어 보이는 모습을 비교하여 보자. 어떻게 다른가?
2. 화면에 흰색이 보이는 부분을 볼록 렌즈로 확대해 보면 어떻게 보이는가?
3. 창의·인성 텔레비전 화면의 노란색 부분을 볼록 렌즈로 확대해 보면 어떻게 보일지 말해 보자.

주의

- 텔레비전 화면을 가까이에서 너무 오랫동안 관찰하지 않는다.
- 볼록 렌즈가 깨지지 않도록 주의한다.

배려 볼록 렌즈로 텔레비전 화면을 관찰할 때 서로 인접하여 모두 관찰할 수 있도록 한다. 그리고 토론 할 때는 상대방의 의견을 잘 듣고서 자신의 의견을 발표한다.

3. 노란색 부분을 볼록 렌즈로 확대해 보면 노란색 화소는 없고, 빨간색과 초록색의 화소가 대부분이고 파란색 화소가 아주 약간 섞여 있다. 빨간색과 초록색이 우리 눈에 들어오면 우리는 노란색으로 인식한다.

평가 기준표

활동 과정	평가 문항	탐구 과정
과정	• 볼록 렌즈를 텔레비전 화면 가까이 대어 관찰하는 과정이 진지한가? • 볼록 렌즈의 초점 거리를 잘 맞추면서 관찰하는가?	상, 중, 하
결과	• 화면에 보이는 색깔과 볼록 렌즈를 통하여 보는 색깔이 다른 경우에 그 이유를 과학적으로 설명할 수 있는가? • 다른 친구의 의견을 긍정적인 자세로 경청하는가?	상, 중, 하
정리	• 화면에서 RGB가 조합되어 색이 표현되는 과정을 이해하는가? • 자신의 의견을 논리적으로 잘 표현하는가?	상, 중, 하

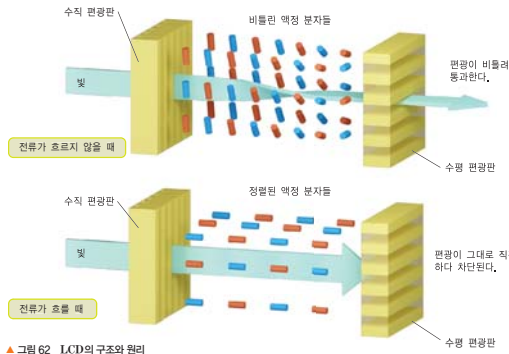
블록 렌즈에 의해 확대되어 보이는 화면은 무수히 많은 빨간색, 초록색, 파란색 점이 모여 다양한 색의 영상을 구성하고 있음을 알 수 있다. 그리고 흰색인 줄로만 알았던 하얀 화면이 무수히 많은 빨간색, 초록색, 파란색 점의 집합인 것을 볼 수 있는데 총천연색으로 보이는 컬러 텔레비전은 빛의 삼원색을 적절히 혼합하여 사람 눈의 착시 현상을 이용한 기기이다.

요즘의 텔레비전 모니터는 점점 얇고 가벼워지면서 해상도 역시 좋아지고 있다. 바로 액정 화면을 이용한 기술의 결과이다. 액정 화면은 LCD(Liquid Crystal Display)라고도 하는데, 액체처럼 흐르는 성질을 지녔으나 일정한 분자 배열을 갖는 독특한 물질인 액정 분자를 이용한다.

LCD를 만들기 위해 그림 62와 같이 수직 편광판과 수평 편광판 사이에 액정 물질을 채워 넣는다. 막대 모양의 액정 분자들은 보통 비틀린 상태로 배열되어 있어서 편광된 빛이 그 속을 통과하면 빛의 진동면이 비틀린다. 따라서 액정의 두께를 알맞게 하면 편광된 빛의 진동 방향을 직각 방향으로 비틀리게 할 수 있어 빛이 두 번째 편광판도 통과한다. 이 액정에 전압을 걸어 약한 전류를 흐르게 하면 비틀어져 있던 액정 분자들이 한 방향으로 정렬하므로 첫 번째 편광판을 통과하여 편광된 빛의 진동 방향이 변하지 않아 두 번째 편광판을 통과할 수 없다. 이와 같이 액정에 전류를 흐르게 하거나, 흐르지 않게 하는 방법으로 화면을 어둡게 또는 밝게 만들 수 있다. 물론 화질을 좋게 하기 위해 수백만 화소를 갖는 LCD를 만들기 위해서는 이러한 장치를 수백만 개 만들고, 각각의 액정을 제어해야 한다. 그리고 컬러 필터를 끼워 각 화소에 RGB의 색을 만들면 컬러 화면을 볼 수 있다.

**창의인성 과학 글쓰기**  
 액정 화면을 비스듬히 바라 보면 보는 각도에 따라 화면이 선명하게 보이지 않는 경우가 있다. 그래서 액정 화면이 정상적으로 잘 보이는 각도를 시야각이라고 한다. 액정 화면에 시야각이 생기는 이유는 액정 화면의 구조와 관련지어 써 보자.

**RGB**  
 Red(빨간색), Green(초록색), Blue(파란색)를 의미하는 영문의 처음 문자를 사용하여 만든 용어로, 빛의 삼원색을 의미한다.



**창의인성 과학 글쓰기**

액정 화면은 광원이 모니터 뒤쪽에 있는데, 이 광원에서 발생한 빛이 액정 분자와 컬러 필터를 통과하여 우리 눈에 색을 보여 준다. 필터를 통과한 빛을 보는 것이기 때문에 보는 각도에 따라 색상이나 밝기가 다르게 보인다.

이 때문에 액정 화면이 선명하게 잘 보이는 각도가 생기는데 이 각도를 시야각이라 한다. 이것은 창문에 처진 블라인드의 각도에 따라 블라인드 너머가 다르게 보이는 것과 같은 원리이다.

**보충 자료**

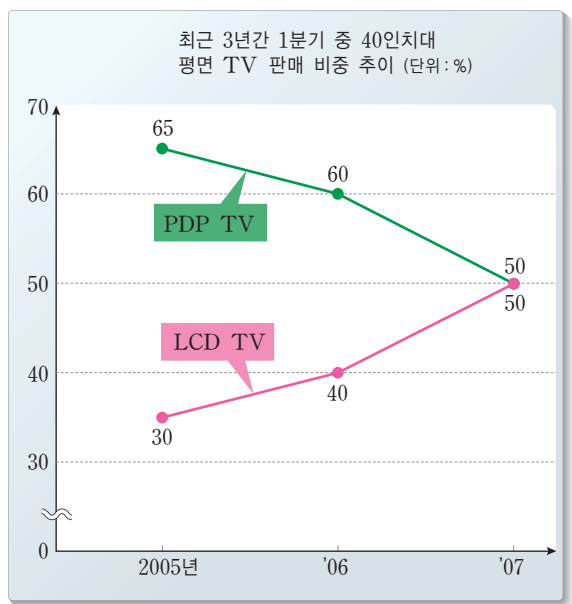
● 디스플레이의 발전: CRT → LCD와 PDP → LED  
 대부분의 텔레비전 모니터를 CRT가 장악하고 있을 때, LCD와 PDP가 차세대 디스플레이의 역할을 하기 위해 경쟁을 시작하였다. LCD는 Liquid Crystal이라는 액정 분자를 이용하는데, 전압을 걸어주거나 걸어서 안는 방법으로 액정 분자의 배열을 조절하여 화면을 영상을 나타낸다. LCD의 뒤쪽에는 항상 백라이트(back light)라고 하는 형광등이 켜져 있다.

이 빛이 액정 분자의 배열에 따라 밖으로 새어나오거나 또는 새어나오지 못하게 된다. 이때 빛이 나오는 화소마다 컬러 필터에서 색을 표현하게 된다.

반면 벽결이 TV라고 불리는 PDP(Plasma Display Pane)는 기체 방전(플라스마) 현상을 이용한 모니터이다. 두 개의 유리판 사이에 칸막이를 이용하여 수많은 작은 방을 만들어 각 방에 형광 물질을 바르고, 불활성 기체를 주입시킨다. 이 방에 높은 전압을 걸어주면 기체가 방전되어 플라스마 상태가 되고 여기서 자외선이 발생한다. 이 자외선이 형광 물질을 비추면 가시광선이 발생하게 되고, 이 가시광선이 화면에 나타난 영상을 표현하게 된다.

이러한 PDP는 기체 방전을 위해 고전압을 걸어주어야 하므로 LCD보다 전력 소모가 많다는 단점이 있다. 물론 초창기에는 PDP가 LCD보다 화질이 좋고, 잔상이나 시야각 문제가 없어 PDP가 앞서는 것 같았다. 그러나 LCD의 발달로 인해 시야각과 잔상의 문제가 해결되고 대형화도 가능해지면서 LCD가 우위를 선점하게 되었다.

최근 화제가 되고 있는 것은 LED TV의 등장이다. LED TV는 LCD TV의 일종으로 형광등 대신 LED(발광 다이오드)를 백라이트로 사용한다. 형광등에 비해 사이즈가 작고 효율이 높은 LED를 백라이트로 사용하여 훨씬 더 훌륭한 화질을 표현할 수 있게 되었다. 최근에는 자체 발광형 AMOLED가 차세대 디스플레이로 주목받고 있다.



자료 : ○○마트

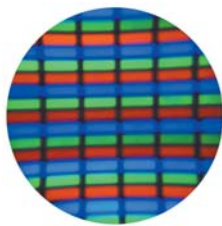
▲ 평면 TV 판매 추이

★ | 보충 자료 |

● 액정의 작동 원리

액정 분자는 액체처럼 흐르는 성질을 가지고 있으면서 일정한 분자 배열을 가진 독특한 물질이다. 막대 모양의 액정 분자들은 보통 비틀린 상태로 배열되어 있는데 액정 층에 전압이 가해지면 일직선상으로 정렬한다. 따라서 전압이 가해진 상태에서는 빛을 그대로 통과시키고 전압이 가해지지 않은 상태에서는 수직 편광을 수평 편광으로 바꾼다.

LCD는 전자 제품의 디스플레이 장치로 많이 사용되고 있다. LCD 스크린의 각각의 픽셀은 빨간색, 초록색, 파란색의 도트로 이루어진다. 백라이트의 백색 광선 중 액정 층과 편광 필터를 거쳐 컬러 필터를 통과한 빛이 컬러 도트를 비춰 색을 나타낸다. 액티브 매트릭스 LCD는 각 컬러 도트마다 한 개씩 장착된 총 230만 개의 트랜지스터가 전극을 켜고 끄면서 액정의 빛 전송 성질에 영향을 미쳐 투과광의 양이 조절되는데 액정이 셔터 역할을 하는 셈이다. 액정 화면은 컬러 도트에 투과된 빛의 강도에 따라 다양한 색이 표현된다.



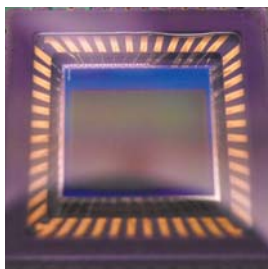
▲ LCD의 화소



▲ 휴대 전화의 LCD

● CCD(전자 결합 소자)

1920년에 미국의 벨 연구소가 발표한 반도체 소자로, 기억 장치의 일종이다. Charge-Coupled Device의 약자로 빛을 전하로 변환시켜 화상을 얻어내는 센서이다. 전하 결합 소자라고도 부른다.



▲ CCD 소자

CCD 칩은 많은 광다이오드들이 모여 있는 칩이다. 수백만 개의 미세한 픽셀로 이루어진 실리콘 반도체 칩으로 픽셀마다 들어오는 빛의 양에 비례해 전하들이 모아지는데 그림 정보를 전기 신호로 바꾸는 과정에서 전하들을 차례대로 출력한다. 보통 CCD는 초당 30회씩 이 과정을 반복한다. CCD는 디지털 스틸 카메라, 광학 스캐너, 디지털 비디오 카메라와 같은 장치의 주요 부품으로 사용된다.

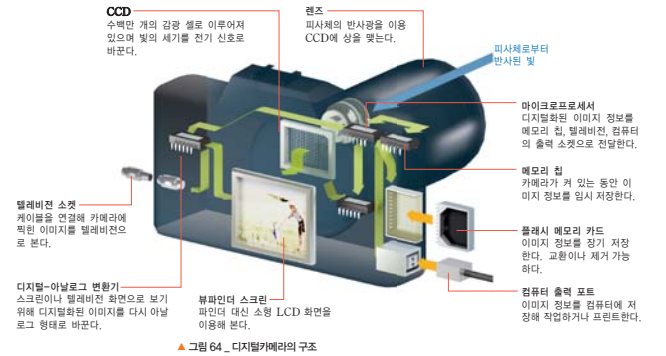


▲ 그림 63 \_ 컴퓨터 모니터에 편광판 대보기 화면이 잘 보이는 A 편광판을 회전시키면 점점 어두워 지다가 B 편광판처럼 화면이 안 보이는 때가 나타납니다.

그림 63과 같이 액정 화면을 이용하는 컴퓨터 모니터에 편광판을 대어보면 편광판의 방향에 따라 화면이 보였다 안보였다 하는 것을 확인할 수 있다.

예전에 사용하던 수동 카메라는 상을 필름에 맺히게 하여 인화하는 방식으로 사진을 찍었다. 요즘 많이 사용하는 디지털카메라는 그림 64와 같이 상을 필름에 맺게 하는 대신 CCD라 불리는 감광성 칩에 기록하는데, CCD는 영상의 빛 신호를 전기 신호로 변환시켜 주는 장치이다. 디지털카메라로 찍은 사진은 카메라의 액정 화면, 텔레비전 화면, 컴퓨터 모니터 상에서 볼 수 있고 프린터 출력도 가능하다.

CCD 디지털카메라 CCD의 각 화소는 빛의 세기에 따라 전기 신호를 생성하는데, 이 전기 신호는 다시 디지털 신호로 변환되어 플래시 메모리에 저장된다. 물론 CCD의 각 화소에 RGB 필터를 사용하여 컬러 영상을 기록하고 저장할 수 있다.



확인하기

- 적용 1. 사람의 구조를 카메라와 비교하여 설명하여 보자.  
 이해 2. 2개의 편광판을 서로 수직으로 겹쳐서 형광등 빛을 보면 어떻게 보일지 말해 보자.  
 인식 3. LCD 기술은 최근 많이 발전되어 텔레비전, 휴대 전화, 디지털카메라 등 여러 종류의 전자 제품에 장착되어 화면을 표시하는 데 필수품이 되고 있다. 이러한 LCD가 우리 생활에 미치는 영향을 말해 보자.

확인하기

1. 사람의 눈과 카메라 비교

눈	카메라	기능
홍채	조리개	빛의 양 조절
수정체	렌즈	빛을 굴절시킴
망막	필름 또는 CCD	상이 맺히는 곳
눈꺼풀	셔터	빛의 차단

2. 2개의 편광판을 수직으로 서로 겹치면 빛이 통과하지 못하므로 어둡게 보인다.

3. LCD는 디스플레이를 이용하는 전자 제품의 부피를 줄이면서 공간의 활용과 이동성을 높였다. 스마트 폰을 들고 다니면 음성과 영상 통화는 기본이고, 텔레비전 시청, 이메일 확인, 문서 작성, 독서, 현금 결제 등 언제 어디서나 실시간으로 필요한 정보를 이용할 수 있게 되었다. 그러나 오랜 시간 동안 LCD 화면을 보면 눈이 쉽게 피로해지는 등 눈의 건강에 안 좋은 영향을 미치기도 한다.

## 아날로그와 디지털

1. 다음 디지털 정보의 특징에 대한 설명 중 옳은 것에 ○표, 틀린 것에 ×표 해 보자.

- (1) 0과 1의 이진 데이터로 기록한다. ( )
- (2) 비트 수가 늘어날수록 정보 용량이 커진다. ( )
- (3) 비트 수가 늘어날수록 원래의 정보를 충실히 기록할 수 있다. ( )
- (4) 디지털 정보를 재생하면 원래의 아날로그 정보와 정확히 일치한다. ( )

(1)○ (2)○ (3)○ (4)× | 연속적인 아날로그 정보를 일정한 시간 간격으로 추출하여 0과 1의 이진수 데이터로 변환시켜 저장하는 정보를 디지털 정보라고 한다. 정보를 보다 정확하게 저장하고 전달하기 위해서는 비트 수가 많을 수록 좋으나, 비트 수가 늘어나면 용량이 커진다는 단점이 있다. 디지털 정보를 재생하면 원래의 아날로그 정보와 정확하게 일치하지는 않으나 사람의 감각 기관으로 그 차이를 감지하기는 어렵다.

## 센서의 원리

2. 다음 물음에 해당하는 센서는 무엇인지 써 보자.

- (1) 옷을 흔들어 먼지를 털어내는 원리를 이용하는 것은 어떤 센서인가?
- (2) 코일 주변의 자기장이 변화하면 코일에 전류가 유도되는 원리를 이용하는 것은 어떤 센서인가?
- (3) 빛을 쬐어 주면 저항이 작아져서 전류가 흐르는 원리를 이용하는 것은 어떤 센서인가?

(1)가속도 센서 (2)전자기 센서 (3)광센서 | 옷을 흔들어 먼지를 털어내는 것은 먼지의 관성을 이용하는 것이다.

## 하드 디스크

3. 하드 디스크에 대한 <보기>의 설명 중 옳은 것을 모두 골라 써 보자.

### ● 보기 ●

- ㄱ. 자기띠와 그 원리가 비슷하다.
- ㄴ. 디스크에 저장되는 정보의 형태는 아날로그이다.
- ㄷ. 디스크에 레이저를 쬐어 반사되는 레이저의 세기로 정보를 읽는다.
- ㄹ. 헤드의 코일에 흐르는 전류가 만드는 자기장을 이용하여 정보를 기록한다.

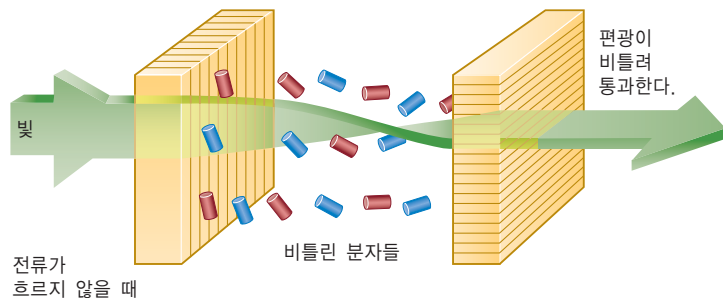
ㄱ, ㄷ | 하드 디스크에 저장되는 정보의 형태는 0과 1의 디지털이며, 디스크에 기록된 자기장의 변화에 의해 읽기 헤드의 코일에 유도되는 전류로부터 정보를 읽는다.

## LCD의 장단점

**장점:** 액정은 외부에서 들어오는 빛을 산란시켜 표시하므로 어두운 곳이나, 아주 밝은 곳에서도 볼 수 있으며 기존의 CRT에 비해 소비 전력이 낮다.

**단점:** 액정 화면 뒤에서 빛을 비추어 주어야 하기 때문에 빛이 편광판을 통과하면서 빛의 양이 감소하므로 효율이 떨어진다.

4. 그림은 액정을 이용하여 얇게 만든 모니터인 LCD의 뒤쪽에서 빛을 비추었을 때 빛이 진행하는 과정을 나타낸 것이다. 이로부터 LCD의 장점과 단점에 대해 설명해 보자.



## \* | 중단원의 지도 방향 |

1. 실생활에서 반도체가 얼마나 중요하게 사용되는지 강조하며 반도체의 원리를 이해하도록 지도한다.
2. 초전도체와 고분자 물질, 광물 자원의 장점을 알고, 앞으로의 전망에 대해 이해하도록 지도한다.



실리콘 이외에 우리 시대를 특징짓는 물질에는 무엇이 있을까?

- 플라스틱 시대: 플라스틱의 종류는 매우 다양하며, 가볍고, 가공에 비용이 적게 든다. 또한, 부식되지 않고, 열과 전기를 잘 전달하지 않는다는 장점이 있다. 이러한 장점 때문에 우리 생활에서 쓰이는 인공적인 생산품의 대부분에 플라스틱이 많이 사용된다.
- 알루미늄 시대: 알루미늄은 강철과 비교했을 때 질량은  $\frac{1}{3}$  정도이지만, 강하기는 강철 못지않다. 이러한 알루미늄은 비행기, 차량, 우주선, 통신 장비는 물론 자동차 엔진, 철도, 교량, 건축 자재 등 다양한 분야에 이용된다.

## \* | 오개념 유형 |

## ● 전자의 공전

지구가 태양 주위를 공전하는 것과 마찬가지로 전자 역시 원자핵 주위에서 원 궤도를 따라 공전한다고 생각하는 학생들이 많다. 그런데 전자의 원운동은 여러 가지 상황에서 이해를 돕기 위해 비유되는 설명일 뿐이지, 실제로 전자가 원 궤도를 따라 공전하지는 않는다.

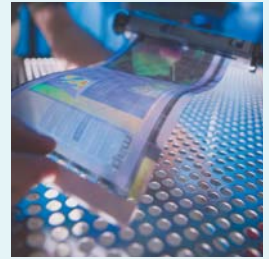
실제로 전자는 '원 궤도에서 발견될 확률이 가장 크다' 라고 표현한다. 물론 그 원 궤도가 아닌 다른 곳에서 발견될 수도 있다. 전자는 매우 작고 가벼운 입자이기 때문에 우리는 전자의 위치와 운동 상태를 동시에 확실하게 알 수 없다. 전자를 보기 위해서는 전자에 빛을 비추어 반사된 빛을 관찰해야 하는데, 전자에 빛을 비추자마자 전자는 빛과 상호 작용을 해 전자의 위치가 달라진다. 이것은 어떤 관측 가능한 양을 정확히 측정하면 다른 관측 가능한 양의 값에 관한 지식에 반듯이 불확정성이 생긴다는 '불확정 원리'로 1927년 독일의 하이젠베르크(Heigenberg, W. K., 1901~1976)가 양자 역학의 일반 형식을 이용하여 물리적 의미를 명백히 하였다.

따라서 우리는 전자의 정확한 위치를 알 수는 없고, 전자가 존재할 확률이 큰 부분과 작은 부분만을 전자 구름을 그려서 나타낸다.

## IV-2. 반도체와 신소재



◀ 그림 65\_ 회로 도면 설계 컴퓨터 시스템을 이용하여 전자 회로 도면을 설계한 후, 이상 여부를 정밀하게 검사한다. 이 회로를 실리콘 기판에 새겨 넣어 실리콘 칩을 만든다.



▶ 그림 66\_ 앞으로 실용화 될 전자 종이 전자 종이 기술은 종이를 흉내 내면서도 전자 디스플레이의 장점을 살리는 것을 목표로 삼는다.

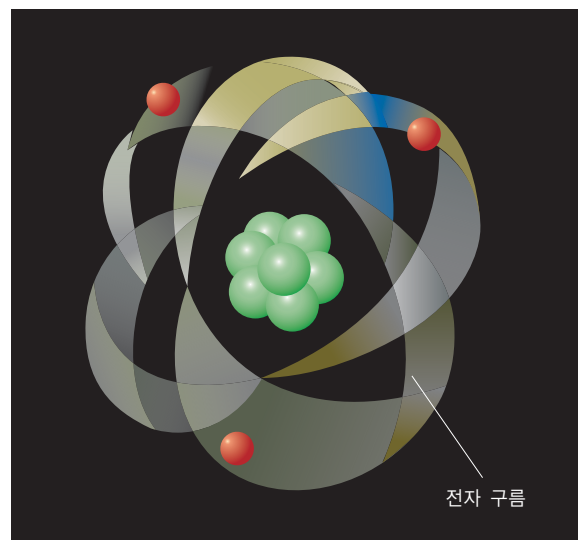
## 석기 시대, 청동기 시대, 철기 시대…… 지금은 실리콘 시대?

인류는 도끼나 칼과 같은 도구를 만들기 위해 돌, 청동기, 철을 사용하며 문명을 발전시켜 왔다. 그래서 우리는 조상들이 살던 시대를 각각 석기 시대, 청동기 시대, 철기 시대로 구분한다. 그렇다면 후에는 지금 우리가 살고 있는 시대를 뭐라고 부르게 될까? 어쩌면 실리콘 시대라고 부를지도 모른다. 왜냐하면 마이크로칩, 트랜지스터, 태양 전지의 기본 재료이며 우주 공학, 광통신 등 첨단 산업의 재료로 각광받고 있는 실리콘(규소)이야말로 우리 시대를 특징짓는 물질이기 때문이다.

이 단원에서는 우리의 생활을 더욱 편리하게 만들어 주며 첨단 산업에 사용되는 반도체와 신소재, 광물 자원에 대하여 공부하도록 하자.

## ? 실리콘 이외에 우리 시대를 특징짓는 물질에는 무엇이 있을까?

원자 내부의 미시적인 세계는 우리에게 익숙한 고전적인 물리 개념으로 설명할 수 없지만, 이 단원에서는 학생들의 이해를 돕기 위해 전자가 원자핵 주위를 원 궤도를 따라 공전하는 것으로 설명해도 무리가 없을 것이다.



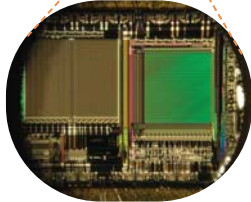
전자 구름

## ▲ 원자 모형

# 1 반도체

**학습 목표** • 에너지띠 구조를 바탕으로 도체, 부도체, 반도체를 설명할 수 있다.  
• 반도체를 이용한 다이오드, 트랜지스터, 집적 회로의 원리를 이해할 수 있다.

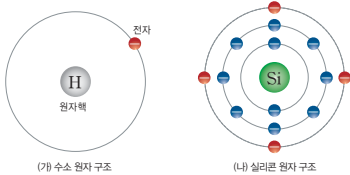
신문 또는 텔레비전 뉴스에서 '반도체 수출 1위'라는 기사를 본 적이 있을 것이다. 약 20여 년 전부터 반도체는 우리나라의 수출 품목 중 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 그림 67과 같이 반도체를 매우 작은 기판에 집적하는 기술이 발달하면서 반도체는 가정에서 사용하는 각종 전자 제품을 비롯하여 자동차, 컴퓨터, 교통, 정보 통신 등 모든 산업에서 없어서는 안 될 만큼 우리 생활 여러 곳에 다양하게 사용되고 있다. 반도체는 어떤 성질을 가지고 있으며, 어떻게 이용될까?



▲ 그림 67\_ 집적 회로를 현미경으로 확대한 모습

## 에너지 준위와 에너지띠

원자는 (+) 전하를 띠는 원자핵과 그 주위를 돌고 있는 (-) 전하를 띠는 전자로 이루어져 있다. 수소 원자는 그림 68의 (가)와 같이 한 개의 원자핵과 한 개의 전자로 이루어져 있고, 14개의 전자를 가지고 있는 실리콘(Si)의 원자 구조는 그림 (나)와 같이 나타낼 수 있다.



▲ 그림 68\_ 원자의 구조

그림 68의 (나)와 같이 실리콘 원자 내의 첫 번째 궤도에는 2개의 전자, 두 번째 궤도에는 8개의 전자, 세 번째 궤도에는 4개의 전자가 존재한다. 가장 바깥 궤도에 존재하는 4개의 전자를 **최외각 전자**라고 한다. 이와 같이 원자 내의 전자는 아무 곳이나 있을 수 없고 정해진 궤도에서만 존재할 수 있다.

## 지도상의 유의점 |

에너지띠 구조론은 처음 접하는 개념이므로 원자 모형과 전자의 에너지 등을 바탕으로 차근차근 설명해 주는 것이 좋다.

## 보충 자료 |

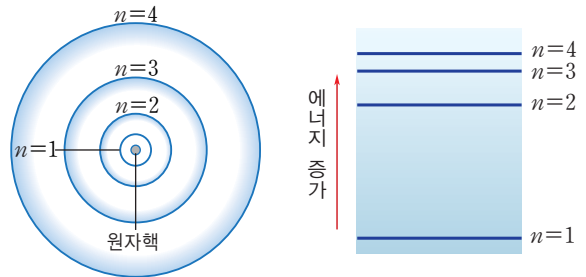
### 에너지 준위

원자나 분자의 정상 상태, 또는 정상 상태에 대응하는 에너지 값을 '에너지 준위'라고 한다. 여기서 정상 상태란 운동 상태가 변하지 않는 안정된 상태를 의미한다.

원자 내의 전자는 아무 곳이나 존재할 수 없고, 정해진 궤도에서만 운동할 수 있다. 이 정해진 궤도에서의 에너지 값이 에너지 준위이다. 전자가 원자핵에서 멀어지면 원자핵과 전자 사이의 전기적 인력이 작아진다. 즉, 원자핵으로부터 전자의 속박이 작아지므로 전자는 들뜬 상태가 되어 에너지 값이 커진다. 따라서 전자가 원자핵으로부터 멀어질수록 에너지 준위가 커진다.

그림과 같이 원자핵에서 가장 가까운 에너지 준위부터 차례대로  $n=1, 2, 3, 4, \dots$ 로 나타내며  $n$ 을 '양자수'라고 한다.

전자가 에너지 준위가 높은 곳에서 낮은 곳으로 전이되면 에너지 준위의 차이만큼 에너지를 전자기파의 형태로 방출한다. 반대로 에너지 준위가 낮은 곳에서 높은 곳으로 전이하려면 에너지 준위 차이만큼 에너지를 흡수해야 한다.



▲ 원자의 에너지 준위

### 원자 번호와 질량수

원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있다. 원자핵의 질량은 원자의 질량 대부분을 차지하므로 원자핵 속의 양성자의 수와 중성자의 수를 합한 것을 질량수라고 한다.

$$\text{질량수} = \text{양성자 수} + \text{중성자 수}$$

원자핵 속의 양성자의 수를 원자 번호라고 하며, 같은 원소의 원자는 모두 같은 원자 번호를 갖는다. 중성 상태의 원자는 같은 수의 양성자와 전자를 가지기 때문에 다음의 관계가 성립한다.

$$\text{원자 번호} = \text{양성자 수} = \text{전자 수}$$

## 1. 반도체

### 소단원의 학습 목표 |

1. 도체, 부도체, 반도체의 특징을 에너지띠 구조를 바탕으로 설명할 수 있다.
2. 반도체를 이용한 다이오드, 트랜지스터, 집적 회로의 제작 과정과 활용을 알 수 있다.

### 11차시

254~256쪽

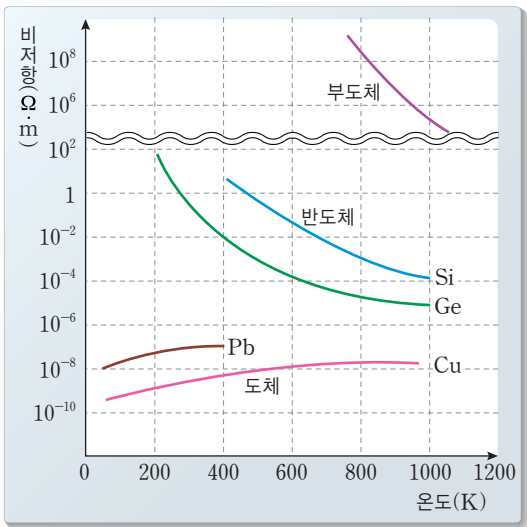
<b>도입(5분)</b>	<b>전개(35분)</b>	<b>정리(10분)</b>
우리나라 수출 1위 품목이 무엇일까?	도체, 부도체, 반도체의 특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학 글쓰기</li> <li>• 내용 정리</li> </ul>

### 동기 유발을 위한 제안 |

- 도체, 부도체, 반도체를 구분하는 기준이 무엇인지 생각해 보도록 한다.

창의인성 과학 글쓰기

도체의 온도를 증가시키면 원자들의 진동이 활발해져 자유 전자와의 충돌 횟수가 증가하기 때문에 전기 저항이 커진다. 즉, 도체의 온도를 증가시키면 전기 전도도가 감소한다. 반도체는 온도를 증가시키면 가전자 띠에 있던 전자가 전도띠로 올라가기 쉬워져 전류가 잘 흐른다. 따라서 반도체의 온도를 증가시키면 전기 전도도가 증가한다. 부도체 역시 온도를 증가시키면 전기 전도도가 증가하지만, 가전자 띠와 전도띠 사이의 간격이 매우 넓어 전기 전도도의 증가가 뚜렷하게 나타나지는 않는다.



▲ 온도에 따른 도체, 부도체, 반도체의 비저항 변화

보충 자료

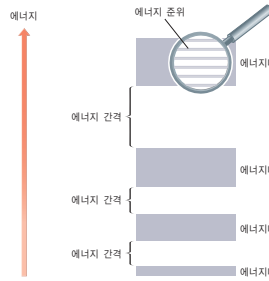
● 비저항(比抵抗)

단위 길이 당, 단위 면적 당 물질의 저항을 비저항이라고 한다. 비저항은 물질의 온도와 종류에 따라 달라지는 값으로 물질의 특성이다. 금속 도체 중에서 비저항이 가장 작은 물질은 은이고, 그 다음 비저항이 작은 물질은 구리이다. 일상생활에서 사용하는 도선을 구리로 만드는 이유는 은보다 값이 싸면서 비저항이 작아 전력 소모가 적기 때문이다.

- ① 은(Ag)의 비저항:  $1.59 \times 10^{-8} \Omega m$
- ② 구리(Cu)의 비저항:  $1.72 \times 10^{-8} \Omega m$

● 반도체(semiconductor)

상온에서 금속 등의 도체보다 전하를 잘 이동시키지는 못하나 유리나 자기 등 부도체보다는 비교적 전하를 잘 이동시키는 물질(물체)로 상온에서의 전기 저항에 있어서 저항률이 도체와 부



▲ 그림 69 원자의 에너지 준위. 무수히 많은 원자가 모여 고체를 형성하면, 전자들의 에너지 준위가 겹쳐 에너지띠를 형성한다. 원자에서 멀어질수록 전자의 에너지가 증가하므로 에너지띠의 폭이 넓어진다.

원자 내의 전자가 정해진 궤도에서만 존재할 수 있다는 것은 원자 내의 전자가 정해진 에너지만 가질 수 있음을 의미하며, 전자가 가질 수 있는 에너지 값을 **에너지 준위**라고 한다. 무수히 많은 원자가 모여 고체를 형성할 때 고체의 에너지 준위는 그림 69와 같이 나타낼 수 있는데, 위쪽으로 갈수록 전자의 궤도가 원자핵에서 멀어져 전자의 에너지가 증가함을 의미한다. 원자가 무수히 많이 모여 고체를 이루면, 전자가 가질 수 있는 에너지 폭이 넓어져 **에너지띠**를 이루게 된다. 이때 에너지띠와 에너지띠 사이를 **에너지 간격**이라고 한다. 따라서 고체에서의 전자는 에너지띠에서만 존재할 수 있다.

전자가 채워져 있는 에너지띠 중에서 원자핵과 가장 멀리 떨어져 있는 띠를 **가전자 띠**라 하고, **가전자 띠** 바로 위에 비어 있는 에너지띠를 **전도띠**라고 한다.

도체, 부도체, 반도체

창의인성 과학 글쓰기  
도체, 부도체, 반도체는 온도에 따라 전기가 통하는 정도인 전기 전도도가 달라진다. 에너지띠 구조를 바탕으로 온도에 따라 도체, 부도체, 반도체의 전기 전도도가 어떻게 달라지는지 써 보자.

은, 구리, 금, 알루미늄 등은 전기가 잘 통하는 **도체**이지만 나무, 고무, 유리, 운모 등은 전기가 잘 통하지 않는 **부도체**이다. 그리고 실리콘, 저마늄과 같은 물질은 도체와 부도체의 중간 정도의 성질을 갖기 때문에 **반도체**라고 부른다. 도체, 부도체, 반도체가 전기를 통하는 정도가 다른 이유는 에너지띠 구조의 차이 때문이다.

물질에 전압을 걸면 전도띠에 있는 전자들이 이동하여 전류가 흐른다. 도체는 그림 70의 (가)와 같이 가전자 띠에 전자 부분적으로 채워져 있어서 전압을 걸면 전자가 쉽게 비어 있는 에너지 준위로 이동할 수 있어 전류가 잘 흐른다. 이처럼 부에서 전압을 걸면 쉽게 이동할 수 있는 전자를 **자유 전자**라고 한다. 금속 원자의 경우 원자핵과 최외각 전자의 인력이 약해서 원자들이 모여 덩어리를 이루면 최외각 전자가 떨어져 나와 자유 전자가 된다. 이 때문에 금속은 좋은 도체가 된다.

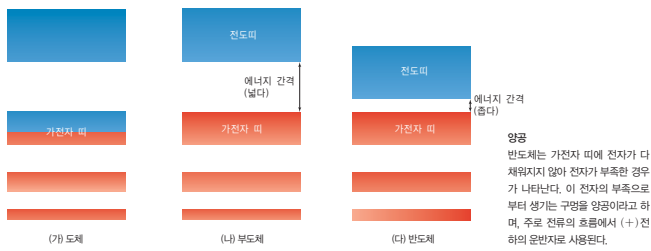
부도체의 에너지띠 구조는 그림 70의 (나)와 같이 가전자 띠와 전도띠 사이의 간격이 매우 넓어 전압을 걸어도 가전자 띠의 전자가 전도띠로 올라갈 수가 없기 때문에 전류가 흐르지 않는다.

반도체는 부도체와 비슷하지만 그림 70의 (다)와 같이 에너지 간격이 비교적 작으므로 전압을 걸면 가전자 띠의 전자 중에서 전도띠로 올라갈 수 있는 전자들이 있어 전류가 흐른다. 반도체로 트랜지스터를 만들 수 있는 이유는 불순물을 주입하면 전도띠의 전자 수가 조절되어 전기적 성질을 제어할 수 있기 때문이다.

도체의 중간 정도(약  $10^{-4} \sim 10^4 \Omega \cdot m$ )인 물질을 통틀어 반도체라고 한다. 또 반도체는 극저온에서 부도체와 같은 정도로 무한대에 가까운 저항률(절대 온도에서의 전기 전도율이 0에 가깝게 된다.)을 나타내나 온도 상승에 따라 저항률이 급격히 낮아진다. 이 성질은 온도 상승에 따라 저항률이 증가하는 금속 등 도체의 성질과는 상반되는 성질로, 반도체의 중요한 특성 중 하나이다. 또한, 반도체는 불순물의 첨가, 빛 조사(照射), 온도 변화 등 외부 요인에 의해 그 전기적 성질이 크게 변하는데, 이 특성은 저항률에 관한 성질보다도 더욱 중요하며, 응용 분야에서 많이 이용되고 있다. 반도체는 대부분의 전자 제품에 사용되어 우리의 생활에 편리함을 주어 '마법의 돌'이라고 부르기도 한다.

대표적인 반도체로는 다음과 같은 종류가 있다.

- ① 홑원소 물질: 실리콘(규소), 저마늄, 셀레늄 등
- ② 금속 산화물: 산화아연, 산화납, 산화구리 등
- ③ 금속 간 화합물: 비소화갈륨(갈륨비소), 인화갈륨(갈륨인), 안티모니화인듐(인듐안티모니) 등
- ④ 황화물: 황화카드뮴 등



▲ 그림 70 \_ 도체, 부도체, 반도체의 에너지띠 구조 전지들로 완전히 또는 부분적으로 채워져 있는 에너지띠를 붉은색으로 표시하였다. (a) 금속 도체의 가전자 띠는 부분적으로 채워져 있다. (b) 부도체의 가전자 띠는 완전히 채워져 있고 가전자 띠와 전도띠 사이의 간격이 비교적 크다. (c) 반도체는 부도체와 비슷하지만 가전자 띠와 전도띠 사이의 간격이 비교적 작다.

**불순물 반도체**

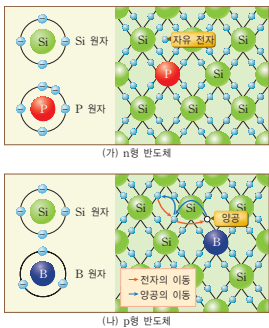
순수한 반도체인 실리콘과 저마늄(Ge)은 각각 최외각 전자를 4개씩 갖고 있다. 이들 반도체의 특성을 보완하는 실용적인 방법은 불순물을 첨가하는 것인데, 불순물의 종류에 따라 n형 반도체와 p형 반도체로 나눈다.

n형 반도체는 실리콘이나 저마늄에 최외각 전자가 5개인 인(P)이나 안티모니(Sb)를 소량 첨가하여 만든다. 예를 들어 실리콘에 인(P)을 소량 첨가하면 그림 71의 (가)와 같이 최외각 전자를 4개씩 공유하여 8개를 채우면서 결합하게 된다. 이때 결합 후에 1개의 전자가 남게 되는데, 외부에서 전압을 걸어 주면 남은 전자가 마치 자유 전자처럼 이동하면서 전류가 흐른다. 따라서 n형 반도체에서는 자유 전자가 전하 운반자이다.

p형 반도체는 실리콘이나 저마늄에 최외각 전자가 3개인 붕소(B)나 알루미늄(Al)을 소량 첨가하여 만든다. 예를 들어 실리콘에 소량의 붕소를 첨가하면 실리콘과 붕소가 결합할 때 전자 1개가 부족한 상태가 되어 전자가 들어갈 자리에 빈 구멍이 생긴다. 이 구멍을 **양공**이라고 부르는데, 외부에서 전압을 걸어 주면 양공 가까이 있는 전자가 이동해 와서 양공을 채우고, 전자가 이동한 자리에는 또 다른 양공이 생기며, 이 양공에 다른 전자가 또 들어와 채우는 형태로 전자들이 움직이면서 전류가 흐른다. 이때 전자의 이동 방향과 양공의 이동 방향은 반대가 된다. 따라서 p형 반도체에서는 양공이 전하 운반자가 된다.

n형 반도체 전류를 흐르게 하는 것이 (-) 전하를 띠는 전자이므로 negative의 n을 따서 n형 반도체라고 부른다.

p형 반도체 전류를 흐르게 하는 양공이 (+) 전하를 띠는 입자처럼 이동하므로 positive의 p를 따서 p형 반도체라고 부른다.



▲ 그림 71 \_ 반도체의 구조

2. 스위치 작용과 증폭 작용이 트랜지스터의 중요한 작용임을 주지시키도록 한다.

**보충 자료**

● 반도체의 특징과 이용

1. 반도체의 특징

금속 도체는 열을 가하면 전기 저항이 커지지만 반도체는 열을 가하면 전기 저항이 작아진다. 또 어떤 반도체는 빛을 비추거나 압력을 가하면 전기 저항이 작아지는 성질이 있다. 반도체의 이러한 특성을 이용하여 회로에서 전류를 조절할 수 있다.

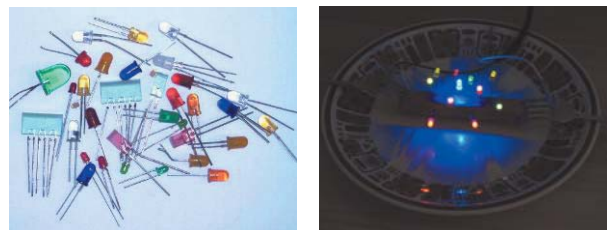
2. 반도체의 이용

- ① 정류 작용: 교류를 직류로 바꾸어 주며, 정류 작용을 하는 반도체를 다이오드라고 한다.
- ② 증폭 작용: 작은 신호를 큰 신호로 키워 주며, 증폭 작용을 하는 반도체에는 트랜지스터가 있다.
- ③ 변환 작용: 전기 신호를 빛이나 소리 신호로 바꾸어 주는 변환 작용을 하는 반도체에는 발광 다이오드(LED)가 있다. LED와 반대로 빛 신호를 전기 신호로 바꾸어 주는 반도체로는 CCD가 있다.

● 발광 다이오드(LED, Light Emitting Diode)

발광 다이오드는 순방향 전압을 가했을 때 빛을 발하는 발광 소자이다. 다이오드에 전압을 걸어주면 n형 반도체의 전자와 p형 반도체의 양공이 결합하면서 낮은 에너지 준위로 전이되는데, 이때 에너지 준위 차이에 해당하는 에너지를 빛의 형태로 발산한다.

발광 다이오드에는 화합물 반도체가 이용된다. 비소화갈륨(GaAs)은 적외선용 외에 희토류 형광체와 조합시켜 파란색, 초록색, 빨간색 등의 가시광선에도 이용된다. 비소화갈륨알루미늄(GaAlAs)은 적외선이나 빨간색용으로, 인화갈륨비소(GaAsP)는 빨간색·주황색·노란색용으로, 인화갈륨(GaP)은 빨간색·초록색·노란색용으로 이용된다.



▲ 발광 다이오드

**12차시**

257~259 쪽

도입(5분)	전개(35분)	정리(10분)
우리가 사용하는 반도체에는 어떤 것들이 있을까?	다이오드와 트랜지스터의 원리와 이용	내용 정리

**\* | 동기 유발을 위한 제안 |**

- 도체와 부도체의 중간적인 성질을 갖는 반도체가 산업에서 없어서는 안 되는 중요한 역할을 하는 이유가 무엇인지 생각해 보도록 한다.
- 자기 디스크나 광디스크와 다르게 반도체를 이용한 플래시 메모리는 어떠한 방법으로 정보를 저장하는 것인지 이야기해 보도록 한다.

**지도상의 유의점**

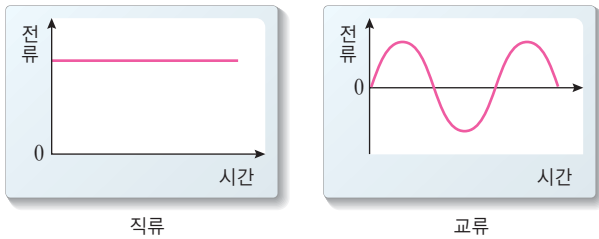
1. 다이오드에 걸리는 전압에 따라 전류가 흐르거나 흐르지 않는 원리를 이해하도록 지도한다.

☆ | 보충 자료 |

● 직류와 교류

그림과 같이 방향과 세기가 일정한 전류를 직류(Direct Current, DC)라 하고, 시간에 따라 방향과 세기가 주기적으로 변화하는 전류를 교류(Alternating Current, AC)라고 한다.

안정적인 전류를 필요로 하는 전기 회로나, 휴대 전화, 계산기 등은 직류를 이용하고, 큰 전류가 필요한 전기 제품은 교류를 이용한다. 건전지가 공급하는 전류는 직류이고, 발전소에서 공급하는 전류는 교류이다. 교류를 직류로 변환할 때에는 다이오드가 필요하다.



▲ 직류와 교류

● 정류 작용

방향이 주기적으로 변하는 교류를 직류로 바꾸어 주는 작용을 정류 작용이라고 하며, 교류를 직류로 바꾸어 주는 장치를 직류 변환기(어댑터)라고 한다. 휴대 전화의 배터리를 충전하는 충전기나 가정에서 사용하는 전기 제품 내부에는 이러한 직류 변환기가 장착되어 있다.



▲ 어댑터

● 다이오드

정류성이 있는 단자가 2개인 고체 소자를 총칭하여 다이오드라고 한다. 다이오드는 진공관 시대에는 양극과 음극이 있는 2극 진공관을 가리켰지만, 지금은 보통 반도체 다이오드를 뜻한다. 정류성이란 두 단자에 가해지는 전압의 방향에 따라 전류가 순조롭게 잘 흐르는 순방향과 거의 전류가 흐르지 않는 역방향이 구별되는 특성을 말한다. 다이오드의 정류성은 오늘날 정류에만 한정되지 않고 다방면으로 응용되고 있다.

반도체의 이용



▲ 그림 72. 다이오드

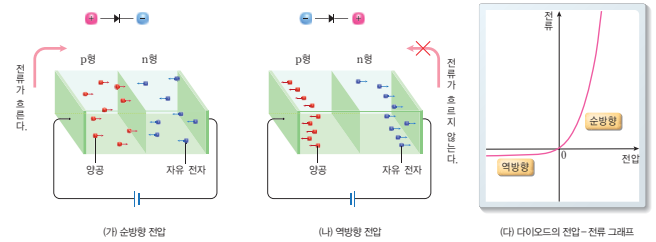
p형 반도체와 n형 반도체를 접합시킨 것을 다이오드라고 한다. 다이오드에 전압을 걸어 주지 않으면 p형 반도체의 양공과 n형 반도체의 전자가 각 부분에 고르게 분포되어 전류가 흐르지 않으며, 전압을 걸어 주면 전압의 방향에 따라 전류가 흐르기도 하고 흐르지 않기도 한다. 그림 73의 (가)와 같이 p형 반도체에 전지의 (+)극을, n형 반도체에 전지의 (-)극을 연결하면 p형 반도체의 양공과 n형 반도체의 전자는 접합면을 통하여 반대쪽으로 이동하여 전류가 흐른다. 만약 양공과 전자의 결합이 일어나도 p형 반도체의 (+)극에서는 양공이, n형 반도체의 (-)극에서는 전자가 계속 공급되기 때문에 전류가 계속 흐른다. 이 경우를 순방향으로 전압을 걸었다고 한다.

직류와 교류

흐르는 방향과 세기가 일정한 전류를 직류라고 하며, 시간이 경과함에 따라 크기와 방향이 주기적으로 변하는 전류를 교류라고 한다.

그림 (나)와 같이 역방향으로 전압을 걸면, 즉 p형에 전지의 (-)극을, n형에 전지의 (+)극을 연결하면 양공은 (-)극으로 끌리고, 전자는 (+)극으로 끌려 접합 부분에 전기를 운반하는 것이 남아 있지 않게 되어 전류가 흐르지 않는다.

이와 같이 다이오드는 전류를 한쪽 방향으로만 흐르게 하는 정류 작용을 하며, 이것은 주기적으로 전류의 방향이 변하는 교류를 한쪽 방향으로만 흐르는 직류로 변환시킬 때 이용된다.



▲ 그림 73. 다이오드에서 전류의 흐름

연계 학습

유기 발광 다이오드 ⇒ 264쪽

휴대 전화를 충전할 때 사용하는 어댑터에는 다이오드가 들어 있어 가정에 들어오는 교류를 휴대 전화 작동에 알맞은 직류로 바꾸어 준다. 또한, 빛을 방출하는 다이오드인 발광 다이오드(LED)는 시계, 전자 장치, 자동차 계기판 외에도 여러 가지 종류의 디지털 화면에 이용된다. 특히 디스플레이로 사용되는 유기 발광 다이오드(OLED)는 전류가 흐르면 스스로 빛을 내는 자체 발광형 소자로 백라이트에 의해 빛을 내는 LCD보다 뛰어난 색상과 선명도, 광시야각, 빠른 응답 속도, 낮은 전력 소모, 얇은 구조 등의 장점이 있어 LCD에 이은 차세대 디스플레이로 주목받고 있다.

● 트랜지스터

세계 최초의 트랜지스터는 1947년 12월 벨 연구소의 바딘(Bardeen, J.), 쇼클리(Shockley, W.), 브래테인(Brattain, W.)에 의해 만들어졌다. 이들은 반도체 격자 구조의 시편에 가는 도체선을 접촉시키면 전기 신호가 증폭한다는 사실을 발견하고 트랜스퍼(transfer)와 레지스터(resistor)를 합성하여 트랜지스터라고 이름 붙였다. 이 트랜지스터는 저마늄이라는 희귀한 광물을 소재로 하여 진공관의 모든 기능을 수용하면서도 진공관보다 훨씬 작고, 잘 깨지지 않으며 전력 소모도 많지 않았다. 하지만 추출이 어려운 저마늄은 가격이 비쌌기 때문에 진공관을 대체하기에는 어려웠다.



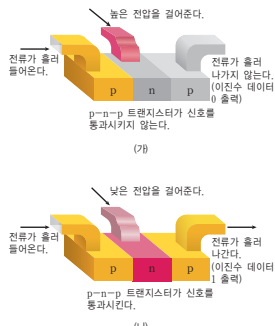
▲ 최초의 트랜지스터

1954년 물리학자 팀(Teal, G.)은 비싼 저마늄 대신 모래의 주성분인 실리콘(규소)을 원소로 하는 트랜지스터를 개발하였

두 개의 p-n 접합을 샌드위치 모양으로 배열하여 p-n-p 또는 n-p-n의 순으로 결합된 소자를 **트랜지스터**라고 한다. 그림 74의 (가)와 같이 p-n-p형 트랜지스터의 왼쪽 p형에 전류가 들어오고, n형에 높은 (+)전압이 걸리면 왼쪽의 p-n 접합에 역방향 전압이 걸리게 되어 전류가 통과하지 못한다. 따라서 이 경우에는 전류가 흐르지 않으므로 이진수 데이터의 0을 출력한다. 반대로 n형에 걸리는 전압이 0이면 왼쪽의 p-n 접합에 순방향 전압이 걸리게 되어 전류가 흘러나가게 되고, 이 경우에는 이진수 데이터 1을 출력하게 된다.

이와 같이 트랜지스터는 전류를 흐르게 하거나 흐르지 못하게 하는 스위치 작용을 하며, 이것은 컴퓨터의 주기억 장치에서 정보를 저장할 때 쓰인다. 또한, 트랜지스터는 신호의 파형은 그대로 유지하면서 약한 신호를 큰 신호로 바꾸는 증폭 작용을 하는데, 이것은 라디오에 사용된다.

초기의 컴퓨터는 진공관을 사용하여 부피가 크고 전력 소모가 많았으며, 느리고 비쌌다. 그러나 반도체 트랜지스터가 개발되면서 작고 성능이 좋은 컴퓨터 제작이 가능해졌다. 1959년에는 여러 개의 트랜지스터를 식각 기술을 이용하여 한 개의 실리콘 칩에 집적할 수 있는 기술이 개발되었다. 작은 실리콘 칩 위에 무수히 많은 다이오드, 트랜지스터, 저항, 축전기 등의 소자를 연결해 놓은 회로를 **집적 회로**라 한다. 집적 회로는 소형이면서 정보 처리 속도가 빠르다는 장점이 있는데, 이것은 고속 컴퓨터 제작을 위해 필수적이다. 최근에는 실리콘 칩에 천만 개 이상의 트랜지스터를 집적할 수 있을 정도로 기술이 발달되었고, 이로 인하여 플래시 메모리와 같이 보다 빠르고 용량이 큰 저장 매체를 사용할 수 있게 되었다.



▲ 그림 74\_ 트랜지스터의 스위치 작용



▲ 그림 75\_ 여러 종류의 트랜지스터

**컴퓨터의 논리 회로**

컴퓨터의 두뇌 역할을 하는 중앙 처리 장치(CPU)는 백만 개 이상의 작은 트랜지스터가 들어 있는 집적 회로이다. 이 트랜지스터가 서로 연결되어 수천 개의 논리 게이트를 형성하며 빠른 속도로 켜지거나 꺼지면서 이진수의 연산을 수행하는 방법으로 초당 10억 개가 넘는 명령을 처리한다. 논리 게이트는 AND, OR, NOR, NOT 등 여러 가지가 있다. AND, OR, NOR 게이트는 두 개의 입력을 받아 하나의 출력을 만들어 주고, NOT 게이트는 한 개의 입력을 받아 한 개의 출력을 만들어 준다. 이러한 논리 게이트들은 각각 특별한 논리 함수를 수행하고, 서로 연결해 논리 회로로 결합시킨다.



▲ 그림 76\_ 컴퓨터의 CPU

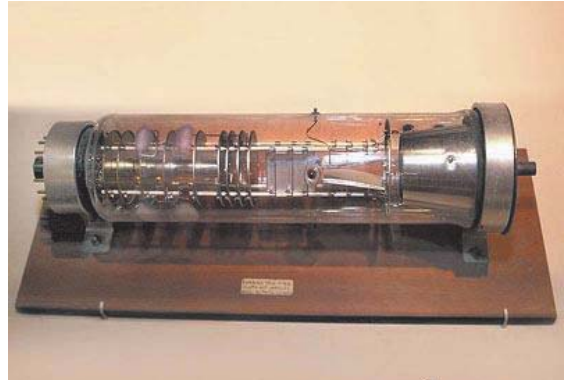
다. 이에 따라 트랜지스터의 값이 내리고 대량 생산되면서 컴퓨터와 전자 제품들의 소형화와 실용화가 촉진되었다. 1956년 바딘, 쇼클리, 브래테인은 최초로 트랜지스터를 만든 공로로 노벨 물리학상을 수상하였다.

트랜지스터가 개발되기 이전에는 진공관이 쓰였는데, 진공관은 사이즈가 크고 전력 소모가 많아서 실용성 면에선 크게 뒤떨어졌다. 컴퓨터와 같은 고성능 기기에는 수만 개의 진공관이 사용되었는데, 이 진공관들이 차지하는 엄청난 공간과 에너지 소비 때문에 컴퓨터 개발은 항상 한계에 부딪혔다. 트랜지스터는 작고, 빠르며 저렴했기 때문에 진공관의 단점들을 한꺼번에 해결할 수 있었다. 결국 트랜지스터는 우수한 성능의 컴퓨터와 전기 기기를 개발하고 대중화시키는데 결정적 기여를 하게 된 귀중한 발명품이다.

1956년 트랜지스터의 개발로 노벨물리학상을 수상한 바딘은 1972년에 초전도체에 대한 연구로 또 한번 노벨 물리학상을 수상하였다. 바딘은 한 분야에서 노벨상을 두 번 받은 유일한 수상자이다.

**진공관**

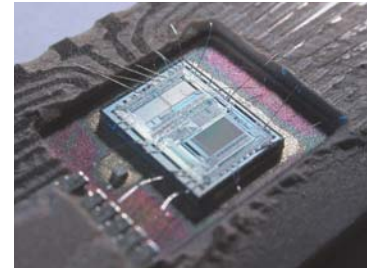
높은 진공 속에서 금속을 가열할 때 방출되는 전자를 전기장으로 제어하여 정류 작용과 증폭 작용의 특성을 얻을 수 있는데, 이러한 용도를 위해 만들어진 유리관을 진공관이라고 한다.



▲ 진공관

**집적 회로(IC, Integrated Circuit)**

작은 기판에 무수히 많은 저항, 축전기, 트랜지스터 등을 매우 가는 도선으로 연결하여 구성된 회로를 집적 회로라고 한다.



▲ 집적 회로

**집적 회로의 종류는**

회로에 들어 있는 트랜지스터의 개수로 구분하는데, 보통의 집적 회로는 300개 이하의 트랜지스터로 구성되어 있다. 고밀도 집적 회로(LSI)는 300~10,000개 정도의 트랜지스터로 구성되어 있고, 초고밀도 집적 회로(VLSI)는 10,000개 이상의 트랜지스터로 구성되어 있으며, 극초고밀도 집적 회로(ULSI)는 10억 개 정도의 트랜지스터로 구성되어 있다.

- LSI: Large Scale Integration
- VLSI: Very Large Scale Integration
- ULSI: Ultra Large Scale Integration

**칩(chip)**

집적 회로가 들어 있는 작고 얇은 반도체를 칩이라고 한다.

**식각(etching)**

칩의 특정한 부분에서 불필요한 부분을 화학적인 방법으로 녹여서 제거하는 작업이다.

13차시 260~261쪽

<b>도입(5분)</b> 컴퓨터는 어떤 방법으로 계산을 수행할까?	<b>전개(35분)</b> 활동 9: 자료 분석	<b>정리(10분)</b> 정리 및 확인하기
---	-------------------------------	-----------------------------

★ 동기 유발을 위한 제안

- 이진수로 정보를 처리하는 컴퓨터는 어떤 방법으로 계산을 할지 생각해 보도록 한다.
- 십진수와 이진수 중에 더 편리하게 생각되는 것은 어떤 진법인지 이야기 해보도록 한다.

★ 지도상의 유의점

1. 여러 가지 종류의 게이트의 의미를 잘 이해하도록 지도한다.
2. 논리 회로는 컴퓨터의 연산으로 많이 사용된다. 기본적인 논리 회로를 학생들이 이해할 수 있도록 지도한다.

★ 보충 자료

● 게이트(gate)

트랜지스터나 스위치 같은 것을 이용하여 어떤 특정한 조건에서만 전류가 흐르게 되는 회로 요소를 게이트라고 한다. 게이트 회로(gate circuit)는 2개 이상의 입력 단자로, 동시에 신호가 들어갔을 때만 출력 신호가 나타나는 회로로 전자계산기의 논리 회로에서 논리곱(AND) 회로, 논리합(OR) 회로, 부정논리합(NOR) 회로 등이 그 예이다.

창의인성 활동의 이해

활동 9 컴퓨터처럼 계산해 볼까?

목표

- 여러 개의 게이트가 조합된 논리 회로를 이용하여 입력 값에 대한 출력 값을 컴퓨터처럼 계산하는 과정을 통해 컴퓨터의 계산 방법을 이해할 수 있다.

원리

1. 활동 전에 먼저 AND, OR, NOR 게이트에 대한 이해를 충분히 하도록 지도한다.
2. 차근차근 회로를 잘 따라가며 판단해야 실수하지 않는다고 조언한다.

	입력	출력	
	A B	C	
	0 0	0	
	0 1	0	

	입력	출력	
	A B	C	
	0 0	0	
	0 1	1	

	입력	출력	
	A B	C	
	0 0	1	
	0 1	0	

▲ 그림 77. 여러 가지 논리 회로 게이트

AND 게이트는 두 개의 입력이 모두 1이어야 출력이 1이 나오며, 그렇지 않은 경우에는 0이다. OR 게이트는 두 개의 입력 중 하나만 1이면 출력이 1이고, NOR 게이트는 OR 게이트와 반대로 두 개의 입력이 모두 0인 경우에만 출력이 1이다. NOT 게이트는 입력과 반대의 결과를 출력한다. 즉, 입력이 1이면 0을 출력하고, 입력이 0이면 1을 출력한다. 컴퓨터는 이와 같은 논리 게이트로 모든 계산이나 작업을 매우 빠르게 수행하고 있다. 그림 77은 AND, OR, NOR 게이트의 입력과 출력을 나타낸 것이다.

우리가 직접 컴퓨터처럼 논리 회로를 이용하여 계산을 할 수 있을까? 다음 활동을 통하여 논리 회로를 이용한 계산을 해 보자.

창의인성

활동 9 컴퓨터처럼 계산해 볼까?

목표 여러 개의 게이트가 조합된 논리 회로를 이용하여 입력 값에 대한 출력 값을 도출할 수 있다. 자료 분석

과정

그림 78은 AND, OR, NOR 게이트를 이용하여 만든 논리 회로이다. 입력은 A, B, C의 3개이고, 출력은 D, E의 2개이다. 논리 회로를 따라가며 각각의 입력 값에 대한 출력 값을 표에 기록해 보자.

입력			출력	
A	B	C	D	E
0	0	0		
0	1	0		
1	0	0		
1	1	0		
0	0	1		
0	1	1		
1	0	1		
1	1	1		

정리

1. 그림 78의 논리 회로는 어떠한 연산을 수행하는 회로인지 이야기해 보자.
2. 창의인성 논리 회로를 이용한 컴퓨터의 계산 방법과 우리가 실제로 사용하는 계산 방법의 장단점을 비교해 보자.

과정

- 각각의 입력 값에 대한 출력 값은 다음과 같다.

입력			출력	
A	B	C	D	E
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0
0	0	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	1	1	0
1	1	1	1	1

정리

1. 주어진 논리 회로는 입력 값 3개를 합하여 그 결과를 이진수로 나타내는 회로이다.
2. 우리는 십진수의 사칙 연산에 익숙하기 때문에 컴퓨터와 같은 방법의 계산에 익숙하지 않다. 컴퓨터는 주어진 논리 회로와 같이 입력 값의 대소 관계를 비교하는 방법으로 계산을 수행

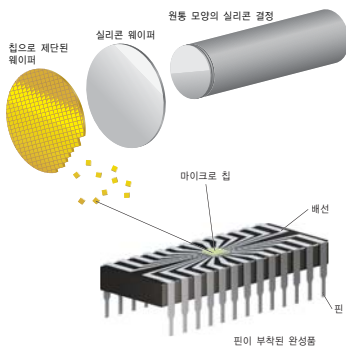
활동 9의 논리 회로는 3개의 입력 값이 정해지면 합을 이진수로 출력하는 회로이다. 예를 들어 세 입력 값이 1, 1, 1이면 합은 3이고, 3을 이진수로 표현하면 11<sub>(2)</sub>이다. 따라서 출력되는 값은 1, 1이다.

이제 인터넷을 사용하여 정보를 검색하고 휴대 전화로 통화하는 모습이 낯설지 않은 세상이 되었다. 컴퓨터의 정보 처리 속도는 점점 빨라지고, 메모리의 저장 용량은 점점 증가하고 있다. 21세기는 컴퓨터와 통신이 결합된 정보 통신 시대가 될 것이라는 예측이 사실로 증명되고 있다. 이러한 정보 통신 혁명의 밑바탕은 반도체이다. 앞으로도 반도체 기술의 발전에 의해 정보 통신 분야는 눈부시게 발달할 것이다.

**과학 마당 | 집적 회로의 제작 공정**

수백만 개의 트랜지스터를 너비가 1 cm도 안 되는 작은 칩 속에 어떻게 조립할까? 사람이 일일이 손으로 조립할 수 있을까? 물론 사람이 손으로 직접 조립하는 것은 불가능하다. 집적 회로 내의 작은 부품들은 하나하나 따로 만들어서 조립하지 않고, 각 부품과 연결 부분들을 미세하고 복잡한 사진으로 찍어서 새겨 넣는 방법을 이용한다.

먼저 필요한 전자 회로를 크게 그린 다음 사진으로 축소하여 마스크라는 것을 만든다. 그리고 자외선에 민감한 감광 유제를 코팅된 실리콘 웨이퍼 위에 마스크를 덮고 자외선에 노출시키면 웨이퍼에 전자 회로가 사진이 찍히듯 새겨지고, 마스크로 덮지 않은 부분의 감광 유제는 날아가 버린다. 화학적인 방법을 이용하여 회로가 찍히지 않은 부분을 부식시켜 깎아 내고 감광액을 없애면 웨이퍼 위에 수백 개의 집적 회로를 만들어 낼 수 있다.



▲ 그림 79 집적 회로 만들기

**확인하기**

- 이해 1. 금속 도체는 열을 가하면 전기 저항이 커지지만 반도체는 열을 가하면 전기 저항이 작아진다. 그 이유가 무엇인지 조사해 보자.
- 탐의 2. 칩이나 확고에 공급되는 전류는 주기적으로 방향이 변화하는 교류이다. 따라서 직류를 이용하는 전기 제품을 이용할 때는 다이오드가 필요하다. 우리 주변의 전기 제품 중에서 다이오드가 들어 있는 것을 찾아보자.

한다. 대소 관계로 계산을 처리하면 1과 0의 이진수 데이터로 정보를 처리할 수 있어 컴퓨터의 정보 처리 방법으로 알맞다.

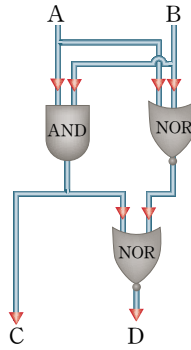
**평가 기준표**

활동 과정	평가 문항	점수
과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>주어진 입력 값을 게이트와 회로를 따라 논리적으로 연산을 수행하였는가?</li> <li>중간에 오류가 발생했을 때, 처음부터 진지한 자세로 다시 연산을 수행하는가?</li> </ul>	상, 중, 하
결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>논리 회로가 어떤 연산을 수행하는지 토의를 통해 해결하는가?</li> </ul>	상, 중, 하
정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>컴퓨터의 계산 방법과 우리의 계산 방법의 장단점을 바른 자세로 발표하고 경청하는가?</li> </ul>	상, 중, 하

**또 다른 실험**

**과정**

- 그림은 AND와 NOR 게이트를 이용하여 구성한 논리 회로이다. 입력은 A, B이고, 출력은 C, D이다.



입력		출력	
A	B	C	D
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

**정리**

- 표에 각각의 입력 값에 대한 출력 값을 기록해 보자.
- 위 논리 회로는 어떤 연산을 수행하는 회로인지 생각해 보자.

**과학 마당**

**집적 회로의 제작 공정**

현재 집적 회로의 주축을 이루고 있는 것은 모놀리식 집적 회로이며 두께 1 mm, 한 변이 5 mm 정도인 반도체(실리콘)의 얇고 작은 조각의 칩(chip)이나 다이(die) 위에 전자 회로를 형성시켜 만든다. 이 집적 회로의 실리콘 기판은 불순물이 첨가된 p형(또는 n형) 반도체로서 보통 그 위에 n형(또는 p형)의 실리콘 박막층을 부착시켜 그곳에 p형(또는 n형) 영역을 형성시켜 이들 p형과 n형 반도체 영역의 조합으로 회로를 구성한다.

**확인하기**

- 금속 도체에 열을 가하면 원자들의 진동과 자유 전자의 움직임이 활발해진다. 따라서 자유 전자와 다른 원자와의 충돌 횟수가 증가하여 전기 저항이 커진다. 이에 비해 반도체에 열을 가하면 가전자 띠에 있던 전자가 에너지를 얻어 전도띠로 올라가게 되어 전류가 잘 흐른다.
- 전기적인 안정성을 필요로 하는 제품은 직류를 이용하는데, 가정에서 들어오는 전류는 교류이기 때문에 교류를 직류로 변환시켜 주는 직류 변환기가 필요하다. 예를 들어 휴대 전화를 충전하는 충전기에는 어댑터가 있어 교류를 직류로 변환하여 휴대 전화를 충전시키는데, 이 어댑터 내부에 정류 작용을 하는 반도체인 다이오드가 들어 있다.

## 2. 신소재

### ☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 초전도체의 원리를 알고, 그 이용을 말할 수 있다.
2. 고분자 화합물의 구조와 특징을 알고, 다양한 소재의 원리와 활용을 설명할 수 있다.

### 🕒 14차시

262~264 쪽

도입(5분)	전개(30분)	정리(15분)
현재 개발되고 있는 신소재에는 무엇이 있을까?	초전도체의 특징과 이용	내용 정리

### ☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 어떤 온도 이하에서 저항이 0이 되는 물질이 있는데, 이러한 물질은 어디에 사용될 수 있는지 생각해 보도록 한다.
- 대전에 위치한 국립 중앙 과학관(<http://www.science.go.kr/>)에서는 국가 개발 연구 사업의 일환으로 자기 부상 열차를 개발·제작하고, 국립 중앙 과학관과 엑스포 과학 공원을 연결하여 차량 탑승을 할 수 있도록 운영하고 있다. 학생들에게 자기 부상 열차를 소개하면서 타 볼 수 있는 기회를 알려주는 것도 좋을 것이다.

### ☆ | 지도상의 유의점 |

1. 신소재의 개발은 우리의 생활을 더욱 편리하고 풍요롭게 만들고 있다. 신소재 개발의 중요성과 개발되고 있는 신소재의 종류를 이해시킨다.
2. 자기 부상 열차는 머지않은 미래에 주요한 교통 수단이 될 것이다. 자기 부상 열차의 핵심 소재인 초전도체의 원리와 개발 현황을 소개한다.

### ☆ | 보충 자료 |

#### ● 자기 부상 열차의 원리

자기 부상 열차는 차체를 레일에서 1 cm 정도 띄운 상태로 운행하기 때문에 마찰력을 줄일 수 있어 같은 에너지로 매우 큰 속력을 낼 수 있다. 또한, 그만큼 필요한 에너지가 적기 때문에 환경 오염도 줄일 수 있다.

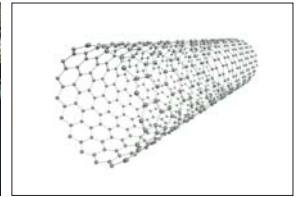
자기 부상 열차를 띄우는 원리는 레일에 있는 전자석과 차체 바닥에 있는 전자석 사이의 인력과 척력을 이용하는 것이다. 열차를

## 2 신소재

- 학습 목표**
- 초전도체의 원리를 알고, 그 이용을 설명할 수 있다.
  - 고분자 화합물의 구조와 특징을 알고, 다양한 첨단 소재의 원리와 활용을 설명할 수 있다.



우주 엘리베이터(태상산도)



탄소 나노 튜브

▲ 그림 80\_ 우주 엘리베이터와 탄소 나노 튜브

우주 정거장까지 가는데 로켓을 쏘아 올릴 필요 없이 엘리베이터를 타고 간다면? 상상만 해도 즐거운 일을 미국 항공 우주국(NASA)에서 연구 중이라고 한다. 강철보다 훨씬 단단하면서 가벼운 탄소 나노 튜브라는 신소재를 이용하여 지구에서 우주 정거장까지 우주 엘리베이터를 만들면 훨씬 쉽게 우주 정거장까지 왕복할 수 있을지 모른다. 탄소 나노 튜브 외에 현재 개발되고 있는 다양한 신소재는 어떠한 것들이 있을까?

#### 초전도체

자기 부상 열차는 자기력을 이용하여 열차가 레일 위로 약 1 cm 정도 공중에 뜬 상태로 운행되기 때문에 열차와 레일 사이의 마찰이 없어 고속으로 달릴 수 있다. 수백 톤이 넘는 열차를 띄우기 위해서는 엄청난 자기력이 필요하다. 즉, 철심에 감은 코일에 엄청난 전류가 흘러야 강한 자기장을 형성하여 열차를 띄울 수 있다. 그런데 코일에 이렇게 엄청난 전류가 흐르면 코일에서 발생하는 고온의 열 때문에 코일이 모두 녹아버릴 것이다. 그래서 자기 부상 열차에는 초전도체가 이용된다.

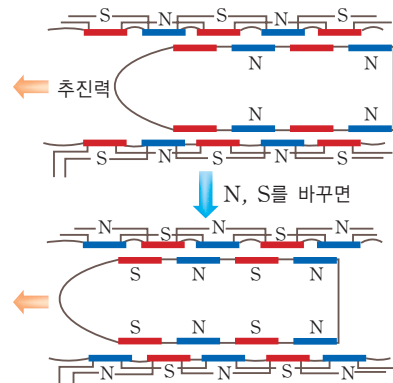
초전도체란 무엇일까?

▼ 그림 81\_ 자기 부상 열차



띄우기 위해서는 매우 강한 자기장이 필요하며, 강한 자기장을 만들기 위해서는 전자석을 형성하는 코일에 매우 큰 전류가 흘러야 한다. 이때 일반 도선으로 만든 코일은 전류가 많이 흐르면 저항이 커지거나, 녹아버리기 때문에 초전도 도선을 이용한다.

다음 그림과 같이 레일과 차체를 서로 반대 극으로 만들면 앞으로 추진되고, 다시 같은 극으로 만들면 밀어내는 원리로 차체가 운행된다.



▲ 자기 부상 열차가 추진되는 원리

1911년 네덜란드의 오너스는 수은의 온도를 낮추며 전기 저항을 측정하는 실험을 하다가, 약 4.2 K의 온도에서 수은의 저항이 갑자기 사라지는 것을 발견하였다. 오너스는 이와 같이 특정 온도 이하에서 저항이 0이 되는 현상을 **초전도 현상**이라고 하고, 이러한 물질을 **초전도체**라고 하였다. 그 이후 알루미늄, 주석, 납뿐만 아니라 다른 수많은 금속 화합물에서도 특정 온도 이하에서 물질의 저항이 0이 되는 것을 발견되었다. 이때 저항이 0이 되기 시작하는 온도를 **임계 온도**라고 한다. 표 3은 몇 가지 물질이 초전도 현상을 보이는 임계 온도를 나타낸 것이다.

표 3\_ 여러 물질의 초전도 현상의 임계 온도(Annotated Teacher's Edition HOLT PHYSICS, 2002)

물질	임계 온도(K)	물질	임계 온도(K)
Zn(아연)	0.88	Nb(나이오븀)	9.46
Al(알루미늄)	1.19	Nb <sub>3</sub> Ge	23.2
Sn(주석)	3.72	YBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7</sub>	90
Hg(수은)	4.15	Ti-Ba-Ca-Cu-O	125

Nb<sub>3</sub>Ge  
나이오븀(Nb), 제라늄(Ge)의 합금이다.

YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>  
이트륨(Y), 바륨(Ba), 구리(Cu)의 합금이다.

Ti-Ba-Ca-Cu-O  
티타늄(Ti), 바륨(Ba), 칼슘(Ca), 구리(Cu), 산소(O)의 합금이다.

초전도체에서는 열에너지의 손실 없이 많은 양의 전류가 흐를 수 있다. 예를 들어 초전도체 고리에 전류가 한 번 흐르기 시작하면 전압을 걸어 주지 않아도 전류가 몇 년 동안 지속되기도 한다. 이러한 초전도체로 만든 전선을 송전선으로 사용하면 전기 에너지가 열로 손실되는 것을 막을 수 있어 막대한 양의 전기 에너지를 절약할 수 있다. 그리고 초전도체로 만든 코일을 사용하면 열의 발생 없이 많은 양의 전류를 흘릴 수 있기 때문에 매우 강한 자기장을 만들 수 있다.

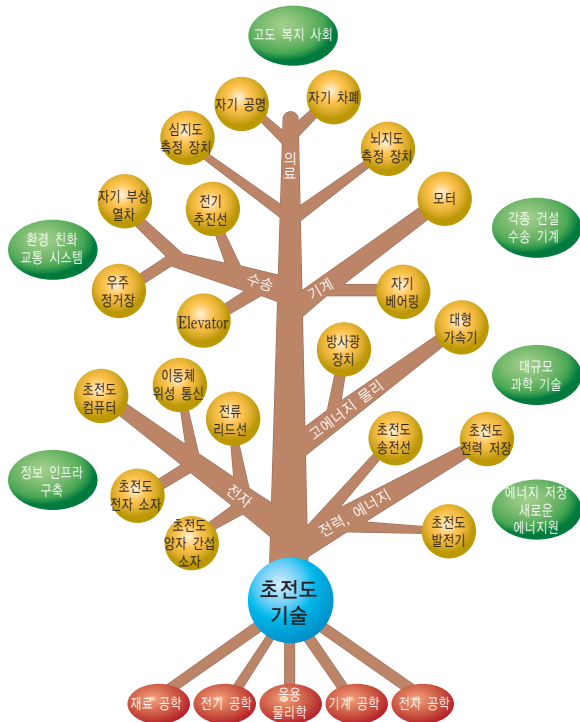
**창의력 키우기** 초전도체를 활용하면 어떻게 강력한 자기장을 만들 수 있으며, 어떤 방법으로 발전 효율을 높일 수 있는지 생각해 보자.

**과학자 이야기 | 오너스** Onnes, H. K., 1853-1926

네덜란드의 오너스는 1882년 레이덴 대학교의 물리학 교수(1882~1923)가 되었으며, 1894년에는 이 대학교의 저온 연구소(현재의 카머링 오너스 연구소) 소장이 되었다. 그는 듀어(Dewar, Sir. J., 1842~1923)가 1898년에 수소 기체의 액화에 성공한 것을 이어받아 1908년 헬륨 기체의 액화에 처음으로 성공했으며, 액체 헬륨의 끓는점이 4.2 K이라는 것을 확인하였다. 그 이후 계속 저온 영역에서 물질의 성질을 조사하여 1911년에는 수은, 1912년에는 납의 초전도 현상을 발견하여 극저온 물리학의 개척자 역할을 했다. 저온 물리학을 연구하고 개척한 업적으로 1913년 노벨 물리학상을 받았다.



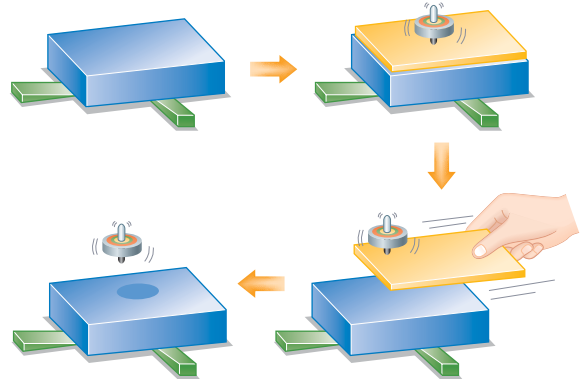
● 초전도체의 다양한 응용 분야



● 공중 부양 팽이

‘공중 부양 팽이’를 돌려 보면 자기 부상 열차의 원리를 쉽게 이해할 수 있다.

팽이가 공중에 떠서 돌아가는 원리는 받침대 윗면과 팽이의 아랫 부분에 서로 같은 극의 자석이 배열되어 있기 때문이다. 받침대와 팽이 사이의 척력에 의해 팽이가 공중에 떠서 돌게 된다.



▲ 공중 부양 팽이

- ① 팽이의 뾰족한 부분과 받침대 윗면 사이에 척력이 중첩되어 수직 방향으로 작용하도록 받침대의 수평을 잘 맞춰야 한다.
- ② 팽이가 너무 무거우면 공중에 잘 뜨지 않고, 또 너무 가벼우면 척력에 의해 밀리면서 팽이가 쓰러지므로 팽이 축에 끼우는 무게 추의 개수를 잘 조절하여 질량을 맞추어야 한다.

**창의력 키우기** 초전도체를 응용하게 되면 기존의 기기에 비해 전력 소모와 손실이 적고, 작동 속도가 빠르며, 환경 친화적인 동시에 감도가 높아진다.

일반적인 발전기 손실의 30~40%는 대부분 도선의 저항에 의해 발생하는 줄열 때문이다.

$$Q = I^2 R t \quad (Q: \text{줄열}, I: \text{전류}, R: \text{저항}, t: \text{시간})$$

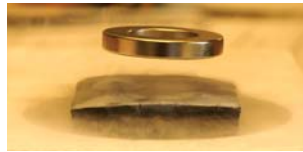
이 손실을 줄이기 위해 도선을 초전도 물질로 대체하면 손실이 거의 없어 발전기의 효율이 높아진다. 또한, 발전기의 도선으로 초전도 물질을 사용하게 되면 기본적인 설계부터 초소형, 고효율의 전력 기기를 만들 수 있다.

초전도 전력 저장 장치를 이용하면 각 지역에서 심야의 남은 전력을 초전도 전력 저장 장치에 비축해 두었다가 이것을 낮 동안에 수요 지역으로 전력 손실 없이 수송함으로써 에너지를 효율적으로 이용할 수 있다. 또한, 전력의 국제 무역도 가능해질 것이다.

☆ | 보충 자료 |

● 마이스너 효과(Meissner effect)

초전도체 속에 자기력선이 들어가지 못하고 밀어내는 현상으로 1933년 마이스너와 옥센펠트가 발견하였다. 액체 헬륨이 담긴 그릇 바닥에 니오브, 납 등으로 만든 접시를 가라앉힌 다음 페라이트 등으로 만든 영구 자석을 위로부터 떨어뜨리면 그것이 접시에 떨어지지 않고 공중에 뜨게 된다. 납 등으로 만든 접시가 정상 전도 상태가 되면 자석이 접시에 떨어진다. 그러나 다시 접시가 초전도 상태가 되면 자석은 위로 뜨게 된다. 즉 초전도체는 자석에서 나오는 자기력선을 통과시키지 않고 외부로 밀어내는데 그 까닭은 이와 같은 상태가 대단히 큰 반자성(反磁生) 상태이기 때문이다. 이와 같은 반자성을 완전 반자성이라고 하며, 일반적으로 초전도 상태의 마이스너 효과라고 말한다. 이것은 초전도의 기본적인 성질의 하나로 생각된다.



▲ 그림 82\_마이스너 효과

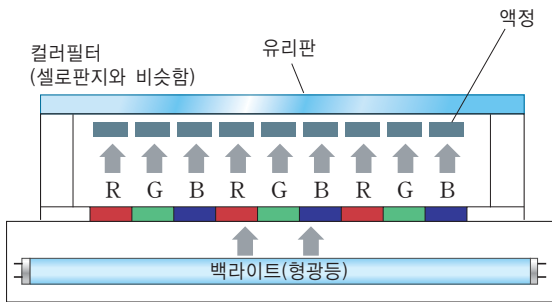
또 다른 초전도체의 특징은 1933년 독일의 마이스너(Meissner, F. W., 1882~1974)가 발견한 마이스너 효과이다. 마이스너 효과란 임계 온도 이하에서 초전도체 내부의 자기장이 완전히 없어지는 현상이다. 이것은 초전도체가 주변의 자기장을 배척하는 성질을 가지고 있기 때문이다. 이 때문에 그림 82와 같이 자석은 초전도체 위에 떠 있게 된다.

초전도체의 이러한 성질을 이용하면 자기 부상 열차를 만들 수 있으나, 아직 실용화되지는 않았다. 초전도체가 아직 실용화되지 못하고 있는 것은 초전도 현상이 나타나는 아주 낮은 온도를 유지하기 위해 비용이 많이 들기 때문이다. 따라서 많은 과학자들이 비교적 상온에 가까운 온도에서도 초전도 현상을 보이는 초전도체를 개발하기 위해 노력하고 있으며, 언젠가는 실용에서도 사용이 가능한 상온 초전도체 장치가 일상화되는 날이 올지도 모른다.

🔬 과학·기술·사회(STS)

LCD를 대체할 꿈의 디스플레이 아몰레드

LCD는 자체 발광이 안되며, 색깔도 스스로 낼 수 없다. 그림과 같이 모니터의 뒤쪽에 형광등을 켜면 백색의 빛이 컬러 필터를 통과하고, 이를 검은색 액정 분자가 가리거나 가리지 않는 방법으로 화면에 영상을 나타낸다.



액정이 RGB(빨간색, 초록색, 파란색) 빛을 가려서 색표현

LCD 구조



스스로 직접 색을 내며 구조가 간단하다

AMOLED

AMOLED 구조

▲ LCD와 AMOLED의 비교

🔬 과학·기술·사회(STS) | LCD를 대체할 꿈의 디스플레이 아몰레드

AMOLED의 AM은 Active Matrix의 약자로 능동적이라는 의미이고, OLED는 Organic Light Emitting Diode의 약자로 유기 발광 다이오드를 뜻한다. OLED는 유기물로 만들어진 얇은 막에 전류를 흘리면 전자와 양공이 결합하면서 빛을 내는 원리를 이용함으로써 LCD를 대체할 꿈의 디스플레이로 각광받으며 개발되고 있다. AMOLED는 화면의 뒤쪽에서 빛을 쏘아 주어야 하는 LCD와는 달리 자체에서 빛을 발하는 능동형 디스플레이 장치이다.



▲ 그림 83\_ AMOLED를 이용한 휴대 전화 화면

AMOLED는 LCD보다 동영상 응답 속도가 1000배 이상 빨라 LCD의 문제점이었던 동영상 잔상 문제를 해결하였으며, 뒤에서 빛을 쏘아 줄 필요가 없어 두께와 무게를 LCD의 1/3 수준으로 줄일 수 있다. 또한, 자체 발광형이기 때문에 밝기나 보는 각도에 따라 명암비가 달라지지 않아 LCD의 시야각 문제를 해결된다.

AMOLED는 원래 '에이엠 오엘이다'로 불렸으나 어떤 기업의 '아몰레드' 마케팅으로 해외에서도 아몰레드로 부르게 되었다.

🔍 창의적 사고: 아몰레드가 어떻게 이용되고 있는지 조사해 보고, 이러한 신소재의 개발이 우리의 생활을 어떻게 변화시킬지 생각해 보자.

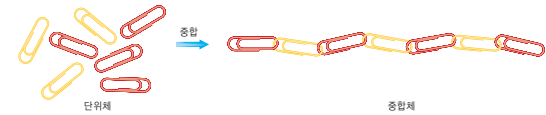
예를 들어 화면에 빨간 빛을 나타내기 위해서, 액정 분자가 초록과 파랑 빛을 가리면 화면에는 빨간색 빛만 나타내게 된다. 즉, 액정 분자는 빛을 가리는 역할을 하는 것이다. 이에 비해 AMOLED는 빛의 3원색인 빨간색, 초록색, 파란색 빛을 모두 스스로 발광하는 LED를 이용하여 화면에 영상을 표현한다.

🔍 창의적 사고 : AMOLED는 Active Matrix Organic Light-Emitted Diode의 약자로, Back Light로 빛을 쏘아주는 LCD와 다르게 유기 발광 다이오드를 이용하여 자체에서 빛을 발하게 하는 디스플레이이다. 즉, 기존 디스플레이와 달리 AMOLED는 Back Light가 없어 화면의 두께가 얇기 때문에, 그만큼 영상을 빨리 표현하므로 빠른 화면 재생 시 잔상이 전혀 나타나지 않는다. 특히 스스로 발광하는 유기 물질을 이용하기 때문에 밝은 곳이나 어두운 곳에서도 잘 보일 뿐만 아니라, 어느 각도에서든지 선명하고 깨끗한 화질을 감상할 수 있다. 이러한 AMOLED는 앞으로 LCD보다 가격이 비싸다는 단점을 극복한다면 와이브로나 DMB 등으로 수요가 확대될 모바일 시장에서 확실한 우위를 점할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 이러한 신소재의 개발은 우리의 삶을 보다 편리하고 풍요롭게 만들어 줄 것이다.

고분자 물질

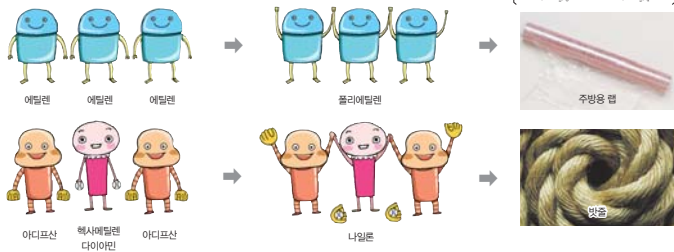
삶에서 섭취하는 녹말, 지우개의 원료인 천연고무를 비롯하여 섬유, 주방 기기, 가구, 가전제품, 포장 용기, 일회용 의료기, 위생 용품 등 많은 것이 고분자 물질로 이루어져 있다. 더욱이 생명의 기본 단위인 DNA와 단백질 또한 고분자 물질이다. 최근에는 첨단 소재 고분자의 등장으로 화학, 의학, 바이오 분야가 급성장할 것으로 전망하고 있다. 고분자 물질은 무엇이고, 이것은 우리 생활에 어떻게 활용되고 있을까?

고분자 물질은 분자량이 10,000 이상인 것으로 많은 수의 작은 분자가 반복적으로 결합하여 만들어지며, 이와 같이 고분자 물질을 형성하는 반응을 **중합 반응**이라고 한다. 이때 고분자를 구성하는 기본 단위가 되는 작은 분자를 **단위체**라고 하고, 단위체가 결합한 것을 **중합체**라고 한다. 고분자는 자연에서 직접 얻을 수 있는 천연 고분자와 인공적으로 합성한 합성 고분자가 있으며, 천연 고분자를 화학적으로 부분 변형시켜 사용하기도 한다.



▲ 그림 84\_ 중합 반응 모형 여러 개의 단위체가 결합하여 중합체가 만들어진다.

그림 85는 고분자 물질인 폴리에틸렌과 나일론을 만드는 중합 반응을 모형으로 나타낸 것이다. 폴리에틸렌은 에틸렌(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)끼리 결합하여 만들어지고, 나일론은 아디프산(HOOC(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>COOH)와 헥사메틸렌다이아민(H<sub>2</sub>N(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>NH<sub>2</sub>)이 교대로 결합하는 과정에서 물 분자가 빠져나가며 만들어진다.



▲ 그림 85\_ 고분자 물질의 중합 반응 모형 폴리에틸렌은 첨가 중합의 예이고, 나일론은 축합 중합의 예이다.

고분자 물질의 특징 일반적으로 상대적 질량이 정해져 있지 않으며, 전체적으로 규칙적인 배열을 하지 않아 질량이 되기 어렵고, 녹는점이 일정하지 않다.

1

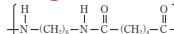
중합 반응의 종류

- 첨가 중합: 단위체가 결합하면서 분자가 빠져나가지 않는다.
- 축합 중합: 단위체가 결합하면서 작은 분자가 빠져나간다.

2



3



질을 스스로 찾아보도록 하고, 이들의 장점을 살리거나 단점을 보완하여 사용되는 고기능성 고분자가 사용되는 예를 알게 한다.

지도상의 유의점

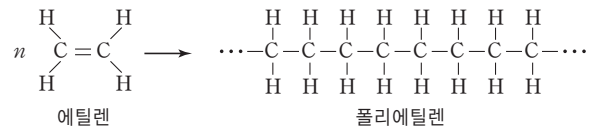
1. 합성 고분자 물질의 발명에 의해 생활이 편리해졌음과 함께, 이로 인한 문제점과 해결책도 생각할 수 있도록 지도한다.
2. 고기능성 고분자의 이름이나 성질을 무리하게 외우지 않도록 한다. 이 부분에서는 고분자의 성질을 알고, 고분자가 갖는 장점을 강화하거나 단점을 보완하여 새로운 성질을 갖는 고분자들이 다양하게 사용되고 있음을 알게 하는 것이 목적이다.

1 | 중합 반응 |

1. 첨가 중합: 단위체가 결합할 때 분자의 이탈이 없으며, 보통 탄소 사이에 이중 결합을 가진 단위체가 중합체가 되는 반응이다. (폴리에틸렌, 폴리스타이렌, 폴리염화비닐 등)
2. 축합 중합: 단위체가 결합할 때 물과 같은 작은 분자가 빠져나가는 중합 반응이다. (나일론, PET, 폴리에스터 등)

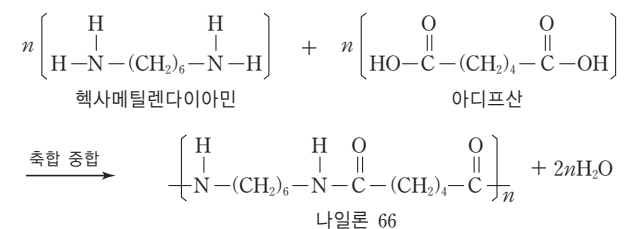
2 | 폴리에틸렌 |

에틸렌을 단위체로 첨가 중합하여 폴리에틸렌이 만들어진다. 에틸렌은 탄소와 탄소 사이에 이중 결합이 있으며, 중합 반응 과정에서 이중 결합이 깨지면서 서로 단일 결합으로 연결되어 폴리에틸렌이 형성된다.



3 | 나일론 |

헥사메틸렌다이아민의 -NH<sub>2</sub>기와 아디프산의 -COOH기 사이에서 H<sub>2</sub>O가 빠지면서 -NHCO- 결합이 생기는 중합 반응이 일어나 나일론이 형성된다.



15차시

265~268 쪽

도입(5분)	전개(30분)	정리(15분)
고분자란 무엇이고 이들의 특징은 무엇일까?	고분자의 정의와 특징, 중합 반응, 천연 고분자, 합성 고분자	고기능성 고분자의 이용 예

동기 유발을 위한 제안

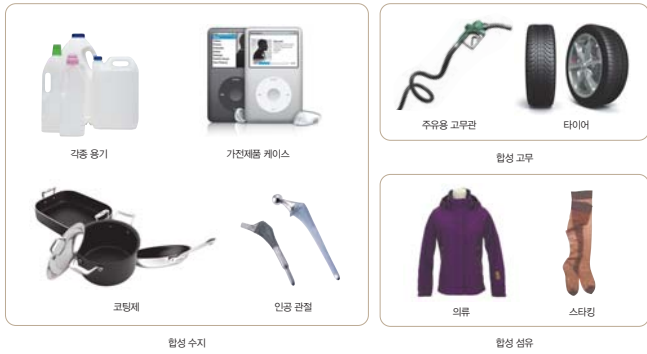
- 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있는 예들을 통해 고분자에 대한 흥미를 유발하고, 학생들이 고분자로 되어 있는 물질을 찾아보도록 한다.
- DNA와 단백질 등 생명 현상의 기본 단위들도 고분자인 것으로부터 고분자 물질의 중요한 역할을 알게 한다.
- 종래에 없거나 기존에 사용되고 있는 물질의 성질을 획기적으로 개선시킨 새로운 신소재들을 소개하여 첨단 기술의 발전을 체험해 보도록 한다.
- 학생들과 친숙한 합성 수지(플라스틱)와 같은 고분자들의 특



스타킹, 밧줄, 그물, 전선 절연재 등에 이용된다. 합성 고무는 탄성이 크고 열과 화학 약품에 강해 타이어, 전선 피복 등을 만드는 데 쓰인다.

이처럼 합성 고분자가 목재, 천연고무, 금속 등과 같은 물질 대신 사용되면서 생활이 편리해졌고, 천연 자원의 고갈을 줄일 수 있었다.

**고무의 탄성**  
고무는 힘을 주어 잡아당기면 늘어 나고, 힘을 멈추면 원래의 상태로 돌아가는 성질이 크다.



▲ 그림 87. 여러 가지 합성 고분자가 사용된 예

**과학·기술·사회(STS) | 플라스틱의 재활용**

플라스틱은 보통 합성 수지를 말한다. 수지는 탄소 화합물로 이루어진 비결정성 고체로 천연 수지와 합성 수지가 있다. 천연 수지는 식물이 스스로 만들어 분비하며, 합성 수지는 합성된 고분자 물질 가운데 점성이 있고, 굳어질 수 있는 액체를 말한다. 플라스틱은 제조 공정 중 유동성을 가지며, 이때 모양의 변형이 가능하다. 플라스틱이 우리 생활에서 많은 부분을 차지하면서 고체 쓰레기 중 플라스틱이 차지하는 비율이 1960년 약 1% 이하에서 2008년에는 거의 12%에 이르렀다. 페플라스틱은 자연적으로 분해되기 어렵고, 태울 때 유독 가스와 높은 열을 발생시킨다. 소각 후에도 중금속 등의 잔재가 남아 2차적인 환경 오염을 일으킨다. 또한, 플라스틱의 원료인 석유의 매장량에도 한계가 있으므로 페플라스틱은 분리수거하여 재활용하는 것이 중요하다. 2010년 월드컵에서 우리나라 국가 대표 선수들이 입은 유니폼은 페트병을 재활용한 친환경 섬유로 만들어진 것이었다.

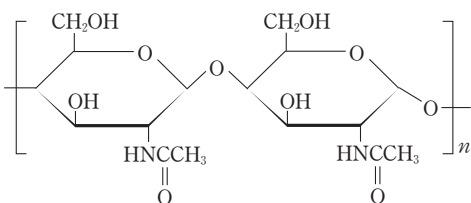
▲ 그림 88. 가공하기 위해 잘게 자른 페트병(좌)과 페트병을 재활용하여 만든 유니폼(우)

☞ 창의적 사고: 페플라스틱을 재활용한 예는 어떤 것이 있을까?

$\alpha$ -포도당, 사슬 모양 포도당,  $\beta$ -포도당의 형태가 평형을 이루고 있다.

● 키틴

게나 새우 등과 같은 갑각류의 껍질, 곤충의 외피, 미생물의 세포벽에 많이 분포하면서 단백질과 복합체를 이루고 있는 다당류이다. 지구 상에서 생산되는 생물질 중 셀룰로스 다음으로 많은 물질로, 단독으로는 존재하지 않고 균류나 무척추동물 등의 키틴-단백질 복합체의 형태로 분포하여 이들의 세포벽이나 각피를 구성하고 있다. 무척추동물 중 절지동물, 환형동물, 연체동물에 많고, 골격 구조 등 몸의 지지와 방어 및 보호의 역할을 한다.



▲ 키틴의 구조

● 주요 용어 설명

1. 천연 고분자

자연적으로 존재하거나 생물에 의하여 만들어지는 고분자 물질이다.

2. 합성 고분자

인공적으로 합성한 고분자로, 대부분 석유를 원료로 하여 만들어진다.

3. 수지

탄소 화합물로 이루어진 비결정성 고체로, 천연 수지와 합성 수지가 있다. 천연 수지는 식물이 스스로 만들어서 분비하는 것이고, 합성 수지는 합성된 고분자 가운데 점성이 있고 굳어질 수 있는 액체를 말한다. 합성 수지는 보통 열과 압력을 가해 모양을 변형할 수 있는 고분자 화합물로, 플라스틱이라고 한다.

4. 합성 섬유

면, 마, 모, 견과 같은 천연 섬유를 대체하는 나일론, 폴리에스터 등의 섬유를 말한다.

**과학·기술·사회(STS)**

**플라스틱의 재활용**

분리 배출 표시 제도는 지난 2003년 1월부터 시행해 온 제도로, 그간 복잡한 표시 도안으로 인한 분리 배출 과정에서의 혼란을 최소화하기 위해 2010년 10월 다음과 같이 개정되어 2011년 1월부터 시행된다.



☞ 창의적 사고: 페플라스틱을 재활용한 예에는 어떤 것이 있을까? 섬유로 만들어 카펫이나 의류 등으로 제조하거나 농업용 필름 등을 만든다. 페플라스틱을 고온에서 촉매를 이용한 열분해로 다른 물질의 연료가 되는 화학 물질을 얻거나 제올라이트를 넣어 고체 연료로 만든다.

창의인성 과학 글쓰기

새로운 물질의 개발과 이를 이용한 연구는 매우 중요하다. 예를 들어 에테르를 이용한 마취 기술은 현재와 같이 발달하기까지 오랜 시간이 걸렸지만 수술 기술의 발달로 이어져 인류의 건강한 삶의 바탕이 되었다. 또한, 클로르프로마진이라는 항정신병 약물의 합성으로 정신 의학 분야에 큰 발전이 이루어졌다. 이처럼 새로운 물질을 개발하는 것과 이것의 효과를 알아보기 위한 장기간의 연구는 인류의 건강과 편리하고 풍요로운 삶에 큰 영향을 미치므로 오랜 시간이 소요되는 과학 기술의 경우에도 연구 개발비의 지원을 아끼지 말아야 한다.

보충 자료

의료용 고분자

인공 장기를 만들거나 의약용으로 쓰이는 의료용 고분자는 성형하기 쉬워야 하며, 체내에 이식했을 때 생체 거부 반응이 일어나지 않아야 한다. 또 체내의 여러 가지 단백질이나 혈액 성분들이 흡착됨으로써 기능이 저하되지 않아야 한다.

병으로 혈관이 막히거나 수술 시 혈관 길이가 짧은 경우에 대비한 인공 혈관을 만드는 데 쓰이는 고분자는 몸 안에 이식했을 때 재료 표면과 혈액 사이에 혈전이 생기는 것을 막을 수 있어야 한다. 데이크론, 테플론, 폴리테트라에틸렌 등 다양한 종류의 제품이 개발되었다.

인공 심장에 쓰이는 고분자는 혈액과 직접 접촉을 하기 때문에 혈액이 응고되지 않는 것이 중요하다. 인공 심장의 본체나 내부 코팅재로는 폴리우레탄, 폴리염화비닐, 폴리카보네이트 등이 사용되고 있지만 물성이 나빠지고 혈전이 생기는 현상 때문에 아직까지 영구적인 사용이 불가능하다. 이러한 문제점을 보완하고자 항응고제를 화학적·물리적으로 고정시키거나, 혈장 단백질을 흡착을 억제하기 위해 폴리에틸렌옥사이드(PEO)를 이용해 표면의 성질을 조절하는 연구가 진행되고 있다.

압전성 고분자

압력을 가하면 전기 에너지를 얻을 수 있는 고분자로, 스피커, 헤드폰 등 음향 교환기에 응용되고 있다.

고분자 멤브레인

고분자 화합물을 이용하여 만든 얇은 막으로, 정수 시설의 필터나 연료 전지의 분리막 등으로 이용된다.

**창의인성 과학 글쓰기**  
현재 개발되고 있는 다양한 신소재 중에는 가까운 미래에 활용될 수 있는 신소재도 있지만 사용하기까지 많은 시간이 걸리는 것도 있다. 과학 연구 개발에 지원의 중요성에 대한 자신의 의견을 써 보자.

**고기능성 고분자** 고분자는 가볍고 가공하기 쉬우나 전기가 통하지 않고 강도가 약하다. 최근에는 이러한 고분자의 장점을 살리거나 단점을 보완하여 새로운 성질을 가지는 **고기능성 고분자**가 많이 개발되었다.

예를 들면, 고분자의 성질을 전기가 흐를 수 있도록 바꾸어 발광 다이오드(LED), 전자 회로 등으로 이용하거나 자체 발열 기능이 있는 섬유로 활용할 수 있다. 이러한 전도성 고분자는 섬유의 유연한 특성을 그대로 살릴 수 있어 휘어지는 것도 가능하며, 무게와 부피가 크게 감소된다.

또한, 약한 강도를 보완하고 가벼운 성질을 강화한 고분자는 운동 용품, 자동차, 항공기 소재로 사용되고 있다. 케블라 섬유는 가볍고 열에 강하며 강도와 탄성이 우수하여 방탄 헬멧과 조끼 등으로 이용된다. 화학 약품과 열에 강하고 잘 타지 않는 노멕스 섬유는 화재 진압용 방화복이나 자동차용 브레이크 장치 등에 이용된다.

이 외에도 압력을 가하면 전기 에너지를 얻을 수 있는 고분자, 전기 저항이 없는 초전도성 고분자, 자석의 성질을 보이는 고분자, 특정 물질만을 통과시키는 고분자 등과 같이 기능이 크게 향상된 새로운 고분자들이 개발되고 있다. 그림 89는 상용화된 고기능성 고분자가 이용된 제품이다.

스마트 섬유

섬유와 IT(정보 통신) 기술을 융합한 기능성 신소재 섬유로 나노 섬유와 함께 대표적 차세대 섬유이다. 두께 0.24 mm의 전도성 고분자를 내장하고 있어 소형 배터리팩을 착용시키면 섬유의 온도가 높아져 2분 이내에 35~40°C 온도를 발열, 이를 지속적으로 유지시켜 준다.



자체 발열 등산 재킷과 스마트 섬유 스마트 섬유를 내피에 적용하여 자 체 발열 기능이 있는 등산용 재킷 등을 만드는 데 이용된다.



휘는 태양 전자 전도성 고분자를 이용하여 만든 태양 전지는 가볍고, 구부릴 수 있어 휴대가 간편하다.



케블라 섬유로 만들어진 군용 조끼와 헬멧: 강도와 탄성이 강해 주로 방탄재로 사용된다.

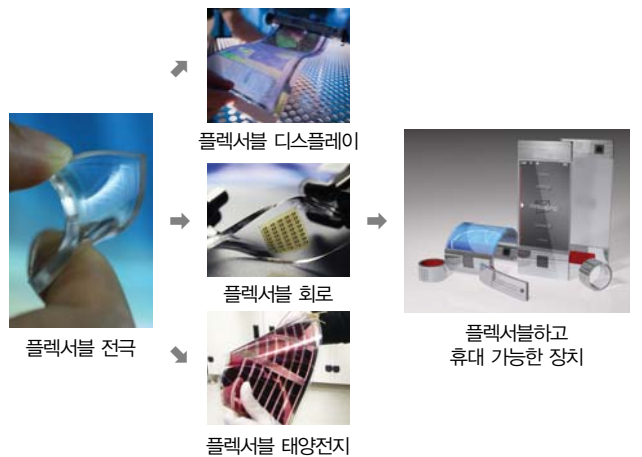


노멕스 섬유로 만들어진 화재 진압용 방화복: 열에 매우 강해 방화복이나 가레이상 의류 등에 사용된다.

▲ 그림 89\_ 상용화된 고기능성 고분자 물질

전도성 고분자

고분자의 장점으로 생각되었던 전기가 통하지 않는 성질을 전기가 흐를 수 있도록 바꾼 고분자로, 발광 다이오드, 투명 전도체, 전자 소자, 트랜지스터 등으로 활용된다. 이들은 섬유의 유연한 특성을 그대로 살릴 수 있어 휘어지는 것이 가능하며, 무게와 부피가 크게 감소된다.

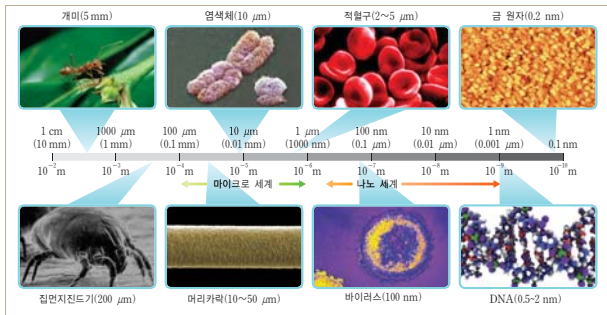


▲ 폴리아닐린 전도성 고분자 응용 분야

첨단 나노 복합 재료

7

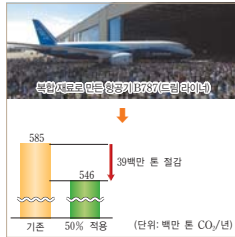
최근에는 고분자에 나노 물질을 첨가하여 기능을 향상시키고 있다. **나노 물질**이란 구성 입자의 크기가 1~100 nm인 물질로, 머리카락의  $\frac{1}{1만} \sim \frac{1}{5만}$  정도이다. 물질의 크기가 나노미터 수준으로 작아지면 기존 재료에서 나타나지 않는 새로운 성질이 나타난다.



▲ 그림 90\_ 여러 가지 물질의 크기 1 nm는  $\frac{1}{10억}$  m이다.

이러한 나노 물질을 이용한 나노 기술은 물질을 원자와 분자 수준에서 관찰하고 구조를 조작 제어하여 새로운 특성의 소재와 기능의 창출이 가능하다. 나노 기술은 이미 화장품, 기능성 옷, 접착제, 반도체, 유전자 연구, 의약품 등 다양한 분야에서 상용화되어 사용되고 있으며, 전자, 통신, 에너지, 환경, 의학, 군사 등 다양한 분야에서 연구가 활발히 진행 중이다.

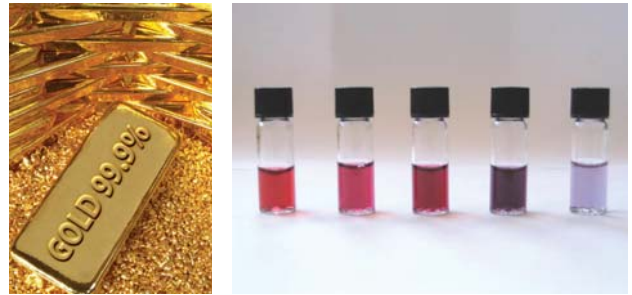
서로 다른 재료를 섞어 더 좋은 기능을 갖도록 만든 것을 **복합 재료**라고 하는데, **나노 복합 재료**는 고분자에 강화제로 나노 물질을 사용하는 것이다. 고분자에 나노 입자를 첨가하면 고분자의 구조와 표면이 변화되어 고분자의 물리적 특성이 강화되는데, 나노 물질은 크기가 매우 작아 표면적이 넓기 때문에 기존의 복합 재료보다 적은 양의 첨가로도 우수한 성질을 얻을 수 있다. 또한, 나노 크기의 첨가제를 이용하면 여러 개의 강화제를 사용할 수 있다. 이러한 나노 복합 재료를 항공기와 자동차에 적용하여 무게는 가볍고 강도는 높은 운송 수단을 만들 수 있으며, 이것은 에너지 효율을 높임으로써 온실 기체의 발생을 줄여 환경과 에너지 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대된다.



▲ 그림 91\_ 탄소 섬유 복합 재료 사용을 통한 이산화탄소 감축 효과 항공기 재료의 50%를 첨단 나노 복합 재료로 적용했을 때 39백만 톤의 이산화탄소 절감 효과가 있다.(도레이(Toray), 2009년)

7 | 나노 물질 |

물질의 크기가 나노미터 수준으로 작아지면 성질이 달라진다. 예를 들어 금덩어리는 노란색이지만 금 나노 입자는 붉은색이다.



▲ 금덩어리(좌)와 금 나노 입자(우)

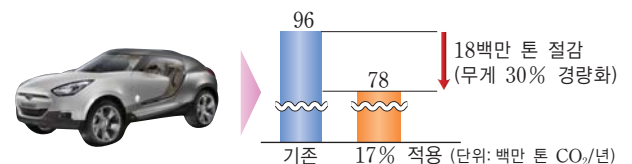
☆ | 보충 자료 |

● 나노 구조물을 만드는 기술

‘깎아내기 (top-down)’와 ‘쌓아가기 (bottom-up)’ 방법이 있다. 깎아내기는 큰 석고를 조각칼로 깎아 형상을 만들 듯이 덩어리에서 불필요한 부분을 잘라내며, 쌓아가기는 찰흙을 붙여 형상을 만들 듯이 나노 크기의 분자를 쌓아 원하는 물체를 만든다.

● 첨단 나노 복합 재료의 사용과 효과

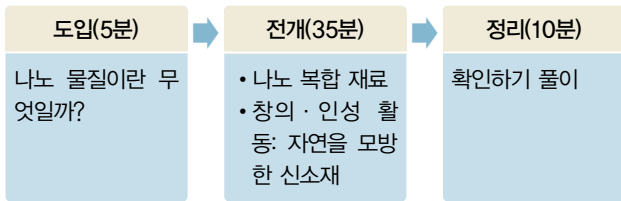
첨단 나노 복합 재료는 나노 물질을 이용하여 기존의 복합 재료보다 적은 양의 첨가로도 우수한 성질을 얻을 수 있다. 가벼우면서도 강도가 높은 첨단 나노 복합 재료를 항공기나 자동차 등의 운송 수단에 이용하게 되면 무게의 경량화에 따라 연료 절감을 얻을 수 있으며, 에너지 효율을 높여 환경 문제와 에너지 문제를 해결할 수 있다. 교과서에서 제시된 탄소 복합 소재를 이용한 차세대 항공기 B787(드림 라이너)은 몸체에 탄소 섬유와 플라스틱 소재가 결합된 복합 재료가 적용되었다. 몸체 재료 비중의 50%를 복합 재료를 사용하여 금속 재료보다 강하면서 무게는 20% 정도를 줄일 수 있으며, 이를 통해 온실 가스 절감의 효과를 함께 얻을 수 있다. 다음은 나노 복합 재료를 자동차에 17% 이상 적용했을 때의 온실 기체 절감 효과이다.



▲ 첨단 나노 복합 재료에 의한 온실 가스의 절감 효과

16차시

269~271 쪽



☆ | 동기 유발을 위한 제언 |

- 물질의 크기가 달라질 때 성질이 변하는지 토의해 본다.
- 자연에서 볼 수 있는 중 나노 물질이나 나노 복합 재료와 관련된 예를 찾아 이들을 응용한 신소재를 찾아본다.

☆ | 지도상의 유의점 |

1. 자연을 모방한 신소재의 원리를 외우지 않도록 한다.
2. 자연에서 발견되는 생물들의 행동 또는 그들이 만들어 내는 물질에 착안하여 새로운 소재로 개발하고 있음을 알게 한다.

● 물질의 크기

1. 매크로(macro) 크기

우리가 주변에서 쉽게 볼 수 있는 km, m, cm, mm 크기의 물질이 이에 해당한다.

2. 마이크로(micro) 크기

육안으로 관찰할 수 없으며 현미경을 이용하여 관찰한다.

3. 나노(nano) 크기

일반 현미경으로 관찰할 수 없고, 주사 전자 현미경(SEM), 주사 프로브 현미경(예 원자간력 현미경 AFM) 등을 이용하여 관찰한다.

접두어	인자	기호
데시(deci)	$10^{-1}$	d
센티(centi)	$10^{-2}$	c
밀리(milli)	$10^{-3}$	m
마이크로(micro)	$10^{-6}$	$\mu$
나노(nano)	$10^{-9}$	n
피코(pico)	$10^{-12}$	p

▲ 국제 단위계(SI) 접두어

창의인성 **활동의 이해**

활동 10 자연을 모방한 신소재에는 무엇이 있을까?

목표

- 일상생활에서 자연을 모방한 신소재를 찾을 수 있다.

정리

1. 연잎의 표면을 응용한 코팅제를 자동차나 건물의 외관이나 유리 등에 사용하면 항상 깨끗한 상태를 유지할 수 있다. 홍합의 강한 접착력을 이용한 접착제는 물에 젖었을 때 더 강해지는 성질을 이용하여 수술용 봉합사로 이용한다.
2. 상어 비늘 모양의 작은 나노 돌기를 응용한 것이다.
3. 파리는 회전, 후진, 8자 비행, 선회 등 다양한 비행 기술을 가지고 있어 자유로운 비행이 가능하다. 개코도마뱀은 발바닥에 난 무수한 극미세 털 때문에 천장이나 유리 벽면에 거꾸로 매달려 오르거나 붙어 있을 수 있다. 이 외에도 세라믹보다 2배 정도 강하고 단단한 전복 껍데기를 모방하여 방탄복이나 탱크, 바퀴벌레의 다리 움직임은 모방하여 울퉁불퉁한 곳에서도 똑바로 갈 수 있는 로봇, 자벌레의 움직임을 이용하여 대장을 자유자재로 드나들 수 있는 내시경 로봇 등이 가능하다.

자연에서도 나노 크기의 물질을 이용하는 예를 찾을 수 있다. 나노 물질까지 연구가 가능해지면서 자연의 특별한 구조물과 특성을 관찰하여 새로운 소재로 활용하고 있다. 다음 활동을 통해 자연을 모방한 신소재에 대해 알아보자.

창의인성

활동 10 자연을 모방한 신소재에는 어떤 것이 있을까?

목표 일상생활에서 자연을 모방한 신소재를 찾을 수 있다.

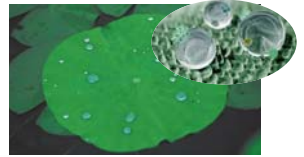
조사, 토의

과정

일상생활에서 사용되는 여러 가지 물질은 자연을 모방한 것들이 많다. 다음 글을 읽고 연잎의 자정 능력과 홍합의 접착력을 모방한 제품에 대해 토의해 보자.

생체 모방 기술 생물체가 가지고 있는 다양한 기능을 인위적으로 모방하여 이용하는 기술을 말한다.

연잎에 떨어진 물방울은 잎을 적시지 않고 동그랗게 뭉쳐 있다가 미끄러진다. 이때 오염물이 함께 씻겨나가 연잎은 항상 깨끗하다. 연잎의 표면은 나노 크기의 미세한 돌기로 덮여 있는데, 이러한 구조 때문에 물방울이 잎 속으로 스며들지 못하고 흘러내린다. 연잎의 이러한 특징을 모방한 코팅제는 건물이나 자동차 등에 활용된다.



▲ 그림 92 \_ 연잎 표면의 모습

홍합은 몸에서 만들어 내는 실 모양의 분비물을 이용해 바위에 붙어 산다. 2mm 크기의 분비물이 약 12.5kg의 물체를 들어 올릴 정도로 강한 접착력을 가지는 이유는 10개의 아미노산이 반복된 독특한 구조의 단백질로 이루어져 있기 때문이다. 더욱이 홍합의 분비물은 물속에서 접착력이 더 세며, 이러한 특징은 여러 분야에서 접착제를 제조하는 데 활용된다.



▲ 그림 93 \_ 홍합의 분비물

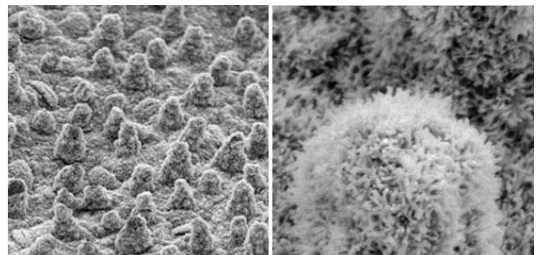
정리

1. 연잎의 표면을 모방한 코팅제와 홍합 분비물의 접착력을 모방한 접착제를 이용할 수 있는 분야를 써 보자.
2. 물과의 마찰 저항력을 줄여 빠른 속도를 내는 첨단 수영복은 무엇을 모방한 것인지 생각해 보고, 인터넷을 통해 조사해 보자.
3. 창의·인성 우리 주변에서 응용하면 좋을 생물의 독특한 행동이나 구조, 그들이 만들어 내는 물질을 찾아보자.

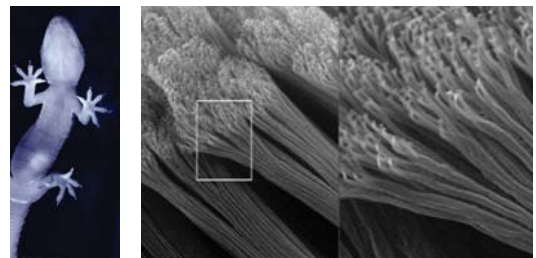
☆ | 보충 자료 |

● 자연 속의 나노 구조

1. 연잎 표면의 나노 구조



2. 개코도마뱀 발바닥의 나노 구조

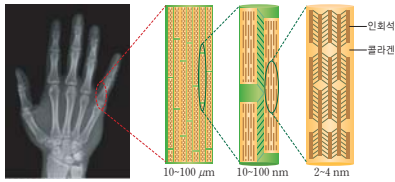


연잎의 특징을 모방한 코팅제는 더러워지지 않는 자동차와 건물 유리 등에 활용할 수 있다. 혼합 분비물의 강한 접착력을 모방한 접착제는 다양한 분야에 사용할 수 있는데, 특히 물에 젖었을 때 접착력이 더 강한 성질을 이용하여 수술용 봉합사로 사용할 수 있다. 과학자들은 자연의 생물체가 보여 주는 놀라운 능력을 우리 생활에 필요한 형태로 만드는 노력을 하고 있다. 이렇게 자연 속의 나노 구조와 나노 복합 재료를 응용하는 것은 각 분야에서 최대한의 능력을 갖는 구조나 특성에 대한 가장 효과적인 정보를 얻을 수 있어 매우 중요하다.

초전도체부터 첨단 나노 복합 재료까지 다양한 신소재는 과거에 불가능했던 일을 가능하게 함으로써 우리 생활을 바꾸고 있다.

**과학 마당 | 자연 속의 나노 복합 재료**

자연에서도 나노 크기의 물질과 나노 복합 재료를 찾아볼 수 있다. 사람의 뼈는 단단하여 몸의 무게를 지탱할 수 있는 인회석과 부드러운 충격을 잘 흡수하는 콜라겐이 결합하여 만들어진 나노 복합 재료이다. 또한, 거미줄은 가능지만 같은 무게의 철보다 5~10배 정도 강한다. 이것은 질기고 튼튼한 성질을 가지는 단백질과 충격을 흡수하는 단백질이 결합한 나노 복합 재료이기 때문이다. 매우 단단한 조개껍질도 탄산 칼슘과 단백질이 결합한 나노 복합 재료이다. 이와 같은 자연 속의 나노 복합 재료는 생명체가 지구상에서 많은 시행착오와 적응을 거쳐 최적의 생존 조건을 갖춘 것이다. 자연의 모습을 상세하게 관찰할 수 있게 됨에 따라 자연을 모방한 나노 복합 소재가 새로운 첨단 소재 분야로 부각되고 있다.



▲ 그림 94\_ 사람의 뼈에서 볼 수 있는 나노 복합 재료

**확인하기**

- 이해 1. 고분자 물질을 간단히 설명해 보자.
- 2. 천연 고분자와 합성 고분자에 해당하는 예들을 써 보자.
- 적용 3. 플라스틱을 재활용하는 것이 가능한 까닭을 써 보자.
- 탐의 4. 고분자의 특성을 살리고 단점을 보완한 새로운 고분자 화합물이 개발되고 있다. 앞으로 개발되었으면 하는 새로운 기능의 고분자 물질을 생각해 써 보자.

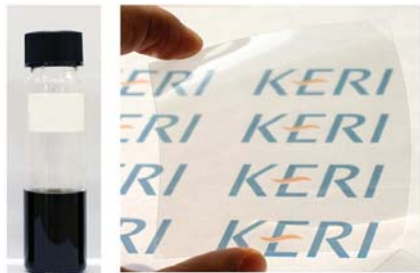
**나노 복합 재료의 이용 예**

**1. 나노 복합 재료 양말**

19 nm의 은나노 입자를 합성 섬유에 혼합하여 냄새와 무좀을 방지하는 폴리에스테르 양말이 개발되었다.

**2. 투명 전극용 탄소나노튜브 나노 복합 재료**

탄소 나노 튜브(CNT)를 고분자 소재(나노 물질)와 결합한 것으로, 빛 투과도와 전기 전도도가 우수하면서 구부릴 수 있는 전극 재료로 유용하게 이용될 수 있다. 기존의 비싼 유리 전극을 대체할 수 있는 나노 복합 재료이다.

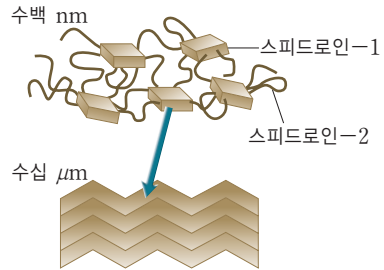


▲ 탄소 나노 튜브 코팅액(좌)과 이를 이용해 만든 유연한 투명 전도성 필름(우)(한국 전기 연구원)

**자연 속의 나노 복합 재료**

**1. 거미줄**

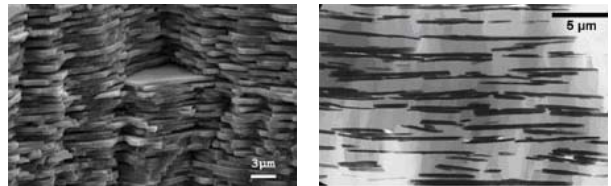
질기고 튼튼한 스피드로인-1 단백질과 탄력이 좋아 충격을 흡수하는 스피드로인-2 단백질이 결합하여 같은 무게의 강철 선보다 5~10배 정도 튼튼하다.



▲ 거미줄의 구조

**2. 조개껍질**

95%의 탄산칼슘과 5%의 단백질이 샌드위치 구조로 되어 있어 외부 충격에도 잘 깨지지 않는다.



▲ 조개껍질의 구조

**확인하기**

1. 고분자는 분자량이 10,000 이상인 물질로, 많은 수의 단위체가 반복적으로 연결된 물질이다.
2. 천연 고분자에는 녹말, 셀룰로스, 단백질, 천연고무, DNA 등이 있으며, 합성 고분자에는 플라스틱, 합성 섬유, 합성 고무 등이 있다.
3. 플라스틱은 열과 압력을 가하면 모양의 변형이 가능하므로 같은 단위체로 만들어진 물질들을 모아 재가공이 가능하다.
4. 인체에 부작용이 없고 실제 장기와 기능에 큰 차이가 없는 인공 장기(인공 심장, 신장, 혈관)와 인공 조직(인공 관절, 뼈, 피부 등)에 사용되는 고분자, 의료용 접착제로 사용되는 고분자 등

### 3. 지구의 광물 자원과 활용

#### ☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 광물 자원의 생성 과정과 유형, 분포와 탐사 방법을 이해한다.
2. 광물 자원의 여러 가지 활용법을 안다.

#### 🕒 | 17차시 | 272~274쪽

도입(5분)	전개(35분)	정리(10분)
우리 생활에 필요한 제품의 재료들은 어디서 얻어지는가?	광물 자원의 종류와 이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질의 응답 및 토의</li> <li>• 학습 내용 정리</li> </ul>

#### ☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 현대 사회에 많이 사용되는 철은 어디서 얻어지는지 생각해 보게 한다.

#### ☆ | 지도상의 유의점 |

1. 천연 자원의 가치를 이해하기 위한 관점에서 광물과 자원 분포 등을 학습한다.
2. 지나치게 어려워지지 않도록 광물 자원과 관련된 기본적인 개념 정도만 다룬다.

#### 1 | 생활 속의 소금 |

소금을 얻는 방법에는 바닷물을 증발시키거나 가열하여 얻는 방법, 암염을 채굴하는 방법, 화학적으로 정제하는 방법이 있다. 우리나라에서는 천일염을 건강 식품으로 여기고 있으나, 한때 천일염의 제조 과정에서 불순물이 들어갈 수 있다는 이유로 1963년 염관리법 제정 시 광물로 분류됐었고, 1992년에는 천일염을 식품공전에서 제외함으로써 식품으로의 사용을 제한했었다. 하지만 2005년부터 1년간 천일염에 대한 정밀 분석이 이루어졌고, 식품으로 문제가 없다는 식약청의 판단 하에 2008년 3월 28일 다시 식품공전에 천일염이 기입되고, 염관리법의 개정으로 천일염이 식품으로 인정받았다.

소금에는 14,000가지의 용도가 있다. 이렇게 소금의 용도가 많은 이유는 흡수력이 강하고 물에 잘 녹으며, 수용액은 전기를 잘 통하기 때문이다. 최근 생산된 소금은 5% 정도만이 식용으로 쓰이며, 대부분은 화학 공업에 쓰인다. 소금은 유황, 석회암, 석탄, 석유와 함께 화학 공업의 5대 원료 중 하나이다.

## 3 지구의 광물 자원과 활용

**학습 목표** • 광물 자원의 생성 과정과 유형, 분포와 탐사 방법을 이해한다.  
• 광물 자원의 여러 가지 활용 방법을 안다.



전라남도 신안의 염전



에티오피아 다나킬의 암염 채취

▲ 그림 95. 소금의 채취

**1** 우리 생활에 없어서는 안 될 광물 자원인 소금은 단순히 식품으로만 이용되는 것이 아니라 만 가지가 넘는 다른 용도가 있다. 소금은 염료를 섬유에 고정하고, 알루미늄과 같은 금속을 세련할 때 불순물을 제거하는 역할을 한다. 소금과는 관련 없어 보이는 플라스틱 병이나 화장품, 페인트, 로켓을 만들 때도 소금이 필요하며, 한 대의 자동차에는 적어도 10 kg의 소금이 들어간다고 한다. 이처럼 제조 과정에서 소금이 필요한 제품의 수는 150가지가 넘는다.

예전에는 존재하지 않았던 새로운 소재들이 현재 우리 생활에 이용된다. 그러나 아직 우리 생활에서 광물 자원을 없어서는 안 될 귀중한 자원이다. 유리로 만든 컵, 도자기로 만든 접시, 터블러 텔레비전, 컴퓨터, 자동차, 비행기 등 우리 생활에 이용되는 도구들은 대부분 지구의 광물 자원을 이용하여 만든다. 이처럼 유용한 광물 자원들은 어떤 과정으로 생성되고 어떻게 얻을 수 있는지 알아보자.

#### 2 광물 자원의 이용과 분포

지구의 암석 속에는 약 9,000가지의 광물이 포함되어 있는데, 그중 자원으로 활용되는 유용한 광물이나 암석 덩어리를 **광물 자원**, 또는 **광석**이라고 한다. 광물은 땅속의 광석을 채굴하여 모은 다음, 잘게 부수거나 액체로 녹이는 등의 과정을 거쳐 우리 생활에 이용된다.

다음 활동을 통하여 우리 주변에서 이용되는 여러 가지 광물을 조사해 보고, 어떤 광물이 많이 이용되는지 알아보자.

#### 2 | 광물과 광석 |

자연적으로 산출되며, 특정한 결정 구조와 일정한 화학 성분을 가지고 있는 원소 또는 화합물이다. 천연 무기물로 균질의 고체이며 일정한 범위 내의 화학 조성과 규칙적인 원자 배열을 가지고 있다. 한편, 광석은 경제적 이윤을 내며 채광할 수 있는 광물 또는 광물의 집합체이다. 과거에는 가격이나 운송 비용 때문에 개발 가치가 없어서 광석으로 취급되지 않던 것도 지금은 운송 수단의 발달이나 가격 상승 때문에 개발되는 경우가 있다.

#### ☆ | 보충 자료 |

##### ● 광물은 어디에 존재하는가?

자연은 동물계, 식물계, 광물계로 구분된다. 지구 위에는 동물과 식물이 살고 지표면 가까운 곳에는 대기가 있으며, 지구 표면에는 암석이 풍화 작용을 받아 생성된 표토가 있다. 그 아래쪽에는 암석으로 구성된 지각과 맨틀이 있고, 더 안쪽에는 외핵과 내핵이 있다. 따라서 지구는 내부의 마그마와 지표의 식물, 동물, 공기를 제외하면 모두 광물로 이루어져 있다고 할 수 있다.

창의  
인성

### 활동 11 우리 생활에는 어떤 광물이 많이 이용될까?

목표 현대 사회에서 이용되는 주요 광물 자원은 무엇인지 알아본다.

조사, 토론

과정

그림 96은 우리 생활에서 쉽게 접할 수 있는 여러 가지 제품이다.



▲ 그림 96\_ 우리 생활에서 이용되는 여러 가지 제품

정리

1. 우리 생활에 이용되거나 관심 있는 분야의 여러 가지 제품을 만들 때 어떤 광물 자원이 이용되는지 모둠별로 다양한 매체를 활용하여 조사해 보자.
2. 각 모둠에서 발표한 광물 자원들을 금속과 금속이 아닌 것으로 분류해 보자.
3. 각 모둠에서 발표한 자료를 토대로 우리 생활에서 가장 많이 이용되는 광물 자원은 무엇인지 이야기해 보자.

활동 모둠원끼리 역할을 나누어 다양한 매체를 이용하여 가능한 한 많은 사례를 조사하도록 한다.

3. 광물을 적절히 이용하려면 광물과 광석의 특성을 잘 알아야 한다. 금, 은, 구리, 알루미늄과 같은 금속 원소는 전기와 열을 잘 전달하며 전성과 연성이 뛰어나다. 이러한 금속 원소가 주성분인 광물 자원을 **금속 광물**이라고 한다. 반면, 석회석, 석영, 고령토 등의 광물 자원은 **비금속 광물**로 분류한다.

전성 두드리거나 눌렀을 때 쉽게 파지는 성질  
연성 힘을 받아도 부서지지 않고 가늘고 길게 늘어내는 성질

금속 광물 중 철은 지각에서 알루미늄 다음으로 풍부한 금속 원소이며 인류가 사용하는 금속의 약 95%를 차지한다. 철의 합금에 이용되는 금속 중 가장 중요한 땅 가니즈는 건전지, 유리, 의약품의 제조에 이용되며, 지각에서 가장 풍부한 금속 원소인 알루미늄은 가볍고 강도가 높으며 잘 녹슬지 않기 때문에 항공 우주 산업, 건축, 각종 전기 제품 등에 다양하게 사용된다. 구리는 우리 생활에 가장 중요한 금속 중 하나로 각종 전기 재료, 합금, 전자 공업에 주로 사용된다.

#### ● 화장품의 주요 성분

- 수성 성분: 정제수, 에탄올
- 유성 성분: 기름(식물성, 동물성, 광물성, 합성), 왁스, 고급 알코올, 고급 지방산
- 계면 활성제: 양이온 계면 활성제, 음이온 계면 활성제, 비이온성 계면 활성제, 양쪽성 계면 활성제
- 보습제: 폴리에틸렌(글리세린, 솔비톨 등), 고분자 다당류(히아루론산염, 콘드로이친 황산염)
- 점증제: 유기 점증제(카복시 비닐 폴리머, 카복시 메틸 셀룰로스), 무기 점증제(알루미늄 실리케이트)
- 색소: 염료(레이크, 타르 색소), 안료(무기, 유기 안료)
- 산화 방지제: 천연 산화 방지제(비타민 E), 합성 산화 방지제(BHA, BHT 등)
- 방부제: 파라벤(메틸 파라벤, 프로필 파라벤)
- 향료: 천연 향료(식물성, 동물성), 합성 향료
- 알카리제: 수산화나트륨, 수산화칼륨, 트리에탄올 아민
- 생리 활성 성분: 향 노화제, 미백제 등

창의  
인성

### 활동의 이해

### 활동 11 우리 생활에는 어떤 광물이 많이 이용될까?

목표

- 현대 사회에서 이용되는 주요 광물 자원은 어떤 것이 있는지 알아본다.

과정

- 색연필: 색연필에서 연필심의 재료에 광물이 사용된다.
- 텔레비전, 휴대 전화: 케이스나 내부 부품의 재료는 모두 광물로부터 얻어진다.
- 도자기: 도자기의 재료는 점토 광물이다.
- 반도체: 반도체의 원료는 규소를 포함한 광물에서 얻는다.
- 화장품: 화장품의 원료 중 일부는 광물로부터 얻는다.

정리

1. • 색연필: 색연필 심의 재료는 무기 안료로서 흑연(검은색), 이산화타이타늄(백색), 적철광(빨간색) 등의 광물이 사용된다.  
• 텔레비전, 휴대 전화: 텔레비전이나 휴대 전화의 재료로는 유리, 금, 은, 구리, 철 등이 있다.  
• 도자기: 도자기의 재료인 고령토에는 운모, 석영, 장석 등의 광물이 들어있다.  
• 반도체: 반도체는 규소 결정에 불순물을 넣어서 만든다.  
• 화장품: 화장품의 색소 중 안료에는 운모, 활석, 이산화타이타늄, 산화아연 등의 광물이 사용된다.
2. • 금속 광물: 금, 은, 구리, 철 등  
• 비금속 광물: 운모, 석영, 장석 등의 점토 광물과 흑연, 활석, 실리카 등
3. 2007년 기준으로 국내에서 가장 많이 소비되는 광물은 석회석, 철광, 규석, 규사, 고령토, 동광, 아연광 등이다.

#### 3 | 금속 광물과 비금속 광물 |

금속이 주성분으로 함유된 광물로서 원소 광물, 황화 광물, 산화 광물 등이 이에 속한다. 대개 불투명하고 금속 광택이 나며, 제련 과정을 거쳐야 이용이 가능하다. 금속 광물은 광석으로부터 선광을 거쳐 정광을 생산하고, 이 정광으로부터 금속을 추출하기 위해 제련 공정을 거쳐야 한다.

한편, 비금속 광물은 금속 광물이 아닌 광물로 산화염, 규산염 광물과 같이 화합물의 상태로 이용되는 광물이다. 금속 광물과는 달리 제련 공정을 필요로 하지 않는다.

☆ | 보충 자료 |

● 광산물의 용도

금속 광물	용도
금	전기 통신 부품, 장신구, 미사일, 주화
은	전기, 사진 재료, 장신구, 주화, 도금
백금	전극, 의치 재료, 촉매, 장신구
구리	전기 계기, 전선, 화폐, 동판, 건축재
아연	도금, 합석, 합금 광물, 방부제
수은	금·은 제련, 수은 전지, 뇌관, 온도계
철	제철, 시멘트
티탄	항공기, 제트 엔진, 병기, 석유 화학
망간	제철, 건전지, 강재, 화학약품, 성냥
니켈	디젤 기관의 밸브, 스테인리스강, 배터리
텅스텐	필라멘트, 무기 재료, 합금, 고속도강
보크사이트	알루미늄 원석
우라늄	핵 연료, 핵 무기

비금속 광물	용도
흑연	전극, 연필, 윤활제, 펄창 흑연, 내화 벽돌
다이아몬드	보석, 절삭 공구, 금형, 광학 부품
운모	절연재, 도자기, 석재
활석	제지, 화장품, 농약, 공예품
형석	유리 공업용 용제, 제철, 제련, 냉동제
장석	도자기, 유리, 브라운관, 용접봉, 석재
고령토	도자기, 제지 충전제, 내화 연와
석회석	제철, 시멘트, 농업용, 건축재, 석재
규석	유리, 주물사, 규소철, 시멘트
규사	판 유리, 주물사
희토류	텔레비전 브라운관, 자석, 연마재, 원자로
석탄	화력 발전, 연료용, 화학 공업 원료
대리석	건축 내장 마감 재료

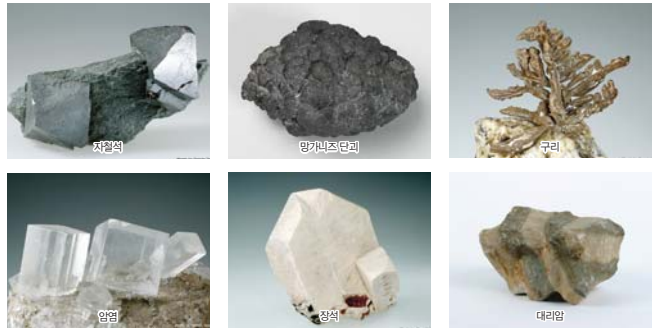
● 판 구조론과 광물 생성

광물 자원이 산출되는 지질 특성을 넓게 살펴보면 판의 경계 부가 철, 금, 구리, 수은 등이 산출되는 광상의 기원과 관련 있음을 알 수 있다.

발산형 경계에서 생성되는 금속 광상의 기원은 해수의 심층 순환과 관련 있다. 해령 부근의 현무암질 암석 부근에서 뜨거운 해수가 암석 사이의 균열을 따라 움직이면서 금속 성분을 녹인 후 해저 열수구 부근에서 황과 함께 금속 황화물로 침전된다.

수렴형 경계에서 생성되는 금속 광상은 마그마가 생성되어 이동하고, 식어 굳어지는 과정에서 생성되었다. 예를 들어, 수은 광상의 경우 수렴형 경계 부근의 판이 섭입하는 과정에서 수은이 증류되어 상부에 침전되면서 형성된 것으로 알려져 있다.

비금속 광물 자원도 금속 광물 못지않게 널리 이용된다. 암염의 주성분은 염화나트륨이며, 화학 비료의 원료, 유리, 화학·제지 공업에 이용된다. 장석이 풍화 작용을 거쳐 만들어지는 고령토는 도자기의 원료로, 활석은 종이, 페인트, 화장품의 제조에, 흑연은 탄소분, 원자로, 주형 재료로 사용된다. 대리암이나 화강암은 색이 밝고 판 모양으로 만들기 쉬우므로 건물의 바닥이나 벽을 장식하는 건축 재료로 이용되며, 석회암은 시멘트의 주원료이다.



▲ 그림 97. 자연 상태에서 볼 수 있는 여러 가지 광물



▲ 그림 98. 자연 상태의 금. 금 광상은 해양판과 대륙판이 만나는 수렴형 경계에서 주로 발견된다.

4 광물 자원은 지각에 매우 적은 양이 불균일하게 분포하는데, 광물 자원이 특정한 장소에 많이 모여 있는 부분을 광상이라고 한다. 광상은 지각 전체에 고르게 분포하지 않으며 광물의 종류에 따라 특정한 지역에서만 발견된다. 최근 연구 결과 광상의 분포는 판의 운동과 관련 있다고 알려졌는데, 실제로 화산 활동이나 변성 작용이 일어나는 판의 경계는 광상들이 자주 발견되는 곳이다. 광상은 지하 깊은 곳에서 형성되었다가 지각이 융기하면 지표 부근으로 이동하며, 오랜 시간이 지나면 암석의 순환 때문에 지각 깊은 곳으로 다시 이동하기도 한다.

세계 여러 나라에서 지각 내의 광상을 개발하고 있지만 광물 자원을 자급자족할 수 있는 나라는 거의 없다. 유용한 광물 자원은 지각 내의 특별한 곳에서만 발견되며, 매장량도 한정되어 있기 때문이다.



만약 광물 자원이 지각에 골고루 퍼져 있다면 광물 자원을 발견하기가 더 쉬워질지 어려워질지 생각하여 이야기해 보자.

4 | 광상 |

한 가지 또는 두 가지 이상 광물의 집합체로 유용 광물이 국부적으로 집합하여 채굴의 대상이 되는 곳이다. 광상으로부터 광석을 채굴하기 위해서는 경제성이 있어야 하며, 광상의 경제성 평가는 함유되어 있는 유용 광물의 함량과 상태에 따라 달라진다. 생성 원인에 따라 마그마 광상, 퇴적 광상, 변성 광상으로 나눈다.



광물 자원의 양은 지각 전체에서 매우 적으므로, 특정 지역에 모여 있지 않고 지각에 골고루 퍼져 있다면 광물 자원을 발견하기가 지금보다 더 어려워질 것이다.

광물 자원은 암석 속에 있는데, 이들이 한 곳에 모여 광상을 형성하고 있으면 주변 암석과 다른 물리적, 화학적 특징을 나타내므로 탐사를 통해 발견하기가 쉽다. 만약 이들이 지각 내에 골고루 섞여 있다면 발견하기가 쉽지 않을 것이다.

**광상의 생성**

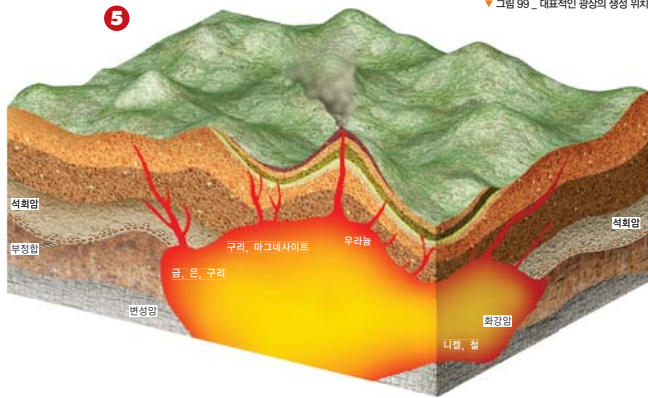
광물 자원은 암석의 일부이므로 광상의 생성 원리도 암석의 생성 원리와 비슷하다. 광상은 마그마가 식어 암석이 만들어지는 과정에서 생성되기도 하고, 퇴적 작용으로 생성되기도 한다. 또 높은 열과 압력에 의한 암석의 변성 과정이나 생물의 작용으로 생성되기도 한다.

뜨거운 마그마가 지하에서 천천히 식어 화성암이 만들어질 때 여러 가지 광상도 함께 생성된다. 그림 99와 같이 백금이나 니켈은 고온의 마그마가 냉각되는 초기 단계에서 밀도가 큰 광물이 액체 상태의 마그마 아래로 가라앉을 때 모여서 광상이 생성된다. 남아 있는 마그마는 주변 암석의 틈을 따라 흘러들어 굳어지며, 이 과정에서 광상이 생성되기도 한다. 한편, 마그마 속에 남아 있던 휘발 성분이나 우라늄과 같은 무거운 원소들이 마그마와 함께 주변 암석을 뚫고 들어가면서 석영, 장석, 운모 등의 광물과 함께 광상을 이루기도 한다.

퇴적암이 만들어지는 과정에서 암석 속의 광물 자원이 퇴적층에 모여 광상이 형성되기도 하는데, 사금이 대표적인 예이다. 또 화강암을 이루는 장석이 풍화되면 온대 지방에서는 고령토가 생성되고, 기온이 높고 습한 지역에서는 고령토를 거쳐 알루미늄 광물인 보크사이트가 된다.

한편, 물속에 녹아 있던 성분이 침전되어 광상이 형성되기도 한다. 바닷물 속에 녹아 있던 탄산칼슘이 침전되면 석회암 광상이 만들어지고, 건조한 지역에서 바닷물이 증발하면 바닷물 속에 녹아 있던 염류가 침전되어 암염 광상이 만들어진다.

▼ 그림 99\_ 대표적인 광상의 생성 위치



**18차시**

275~278 쪽

<b>도입(5분)</b>	<b>전개(35분)</b>	<b>정리(10분)</b>
광물 자원은 어디서 채취하는가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광상의 종류</li> <li>• 광물 자원의 탐사 방법</li> </ul>	질의, 응답 및 토의

**★ | 동기 유발을 위한 제안 |**

- 금이나 은과 같은 귀금속은 어디서 채취하며, 어떻게 만들어지는지 생각해 보게 한다.

**5 | 광상의 종류 |**

**1. 화성 광상**

- 정마그마 광상: 마그마가 냉각됨에 따라 무거운 금속 산화물 등이 가라앉아 형성된 광상.
- 페그마타이트 광상: 마그마에서 광물이 정출되고 남은 잔액이 주위의 암석을 뚫고 들어가 만들어진 광상
- 기성 광상: 마그마가 더 냉각되고 남은 수증기와 휘발 성분이 주위의 암석 틈으로 스며든 후 반응하여 형성된 광상

- 열수 광상: 수증기와 휘발성 성분의 온도가 374°C 이하로 떨어지면 수증기는 여러 가지 성분을 포함한 열수로 변하는데, 이 열수 용액이 암석의 틈을 지나가며 여러 가지 광물을 침전시켜 만들어진 광상.

**2. 퇴적 광상**

- 사광상: 기존에 있던 암석이 풍화, 침식되어 다른 곳으로 이동해서 만들어진 광상
- 잔류 광상: 암석의 풍화 작용 중 유용 성분이 토양에 남거나, 염호 등의 염류가 잔류 집중되어 형성된 광상
- 침전 광상: 풍화에 의하여 물에 용해된 물질이 다른 곳으로 운반되어 화학적으로 침전해서 만들어진 광상
- 증발 광상: 해수의 증발에 의해 형성된 광상

**3. 변성 광상**

- 스키른 광상: 칼슘이나 마그네슘을 함유하는 탄산염 암석에 화성 기원의 규소, 알루미늄, 철 등이 첨가되어 금속 규산염(스키른 광물) 암체로 형성된 광상
- 접촉 고대 광상: 마그마가 석회암에 관입할 때의 열로 모암이 변질되어 유용 성분을 치환하여 형성된 것
- 반암동 광상: 반암 관입암체 주변에서 대규모, 저품위로 형성되는 구리 광상

**★ | 보충 자료 |**

● 광화대

광상이 모여 있는 특정 지역이다. 이 지대는 화성 광상에서 광화 용액(열수)이 광물을 농집시키는 장소로, 금속 성분이 광화 용액에 녹은 상태로 암석 내부의 틈을 따라 이동하다가 특정 장소에 용해된 물질을 농집시켜서 광상을 형성하게 된다. 따라서 광화대는 화성암체와 밀접한 시공간적 관계를 가지며 광상의 생성 지역이라고 할 수 있다. 즉, 광물 자원을 얻을 수 있는 지역을 뜻한다.

● 마그네사이트

마그네사이트는 중요한 마그네슘 광물로 CaCO<sub>3</sub>, FeCO<sub>3</sub>, MnCO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> 등을 함유하며, 퇴적층, 사문암의 변질, 광맥 충전, 석회암과 돌로마이트의 고대 광상으로 발견된다. 마그네사이트는 선광과 하소 과정을 거쳐 다양한 마그네슘 화합물을 생산한다. 주요 마그네슘 함유 광물에는 마그네사이트를 비롯하여 백운석, 감람석, 사문석 등이 있으며, 중국, 북한, 러시아에 세계 매장량의 70% 이상이 존재한다.

☆ | 보충 자료 |

● 광물 자원 함유 광석과 분포

1. 주요 금속 광물

- **금:** 황동광, 황철광, 자연금, 실버나이트 등으로 산출된다. 고대로부터 귀금속 및 화폐로 이용되어 왔으며, 전성과 연성이 뛰어나고 저항이 작아 최근에는 반도체, 전기 통신 부품 등에 이용된다. 경도는 2.5~3으로 낮은 편이나 비중은 상당히 커서 다른 금속 광물에 비해 무거운 편이다. 남아공, 미국, 파푸아뉴기니, 호주 등에서 주로 생산되고 있다.
- **구리:** 황동석, 휘동석, 반동석으로 산출된다. 주요 비철 금속 중의 하나로 동선, 동판, 각종 전기 전자 제품, 기계 부품 재료, 군수품 재료 등에 이용되고 있으며, 합금으로는 황동, 청동이 있다. 주요 광석은 황동석이고, 대표적인 광상은 반암동 광상이다. 주요 부존국은 태평양 연안 국가들로 칠레와 미국에 약 39%가 부존되어 있다.
- **철:** 적철광, 자철광, 갈철광, 침철광, 티탄 철광으로 산출되며, 금속 광물 중 가장 많이 사용되는 광물이다. 제철, 제강의 주원료로 널리 사용되는 금속이며, 산소, 규소, 알루미늄 다음으로 지각에 풍부한 원소이다. 대부분 산화물 형태로 산출되는데, 주요 생산 국가는 중국, 브라질, 호주, 러시아, 인도, 미국, 우크라이나, 캐나다, 남아공, 스웨덴 등이며, 이들 10개국에서 세계 생산량의 약 92%가 생산되고 있다.
- **알루미늄:** 보크사이트, 빙정석, 다이아스포 등으로 산출된다. 지각에서 3번째로 많은 원소로, 가볍고 부식에 강하며 쉽게 가공할 수 있는 장점 때문에 철 다음으로 많이 사용되고 있다. 항공기, 건축 자재, 전기 통신 기기, 가정용품, 자동차 부품 등에 사용된다. 주요 생산국은 기니, 브라질, 자메이카, 중국, 인도 등이다.
- **망가니즈:** 연망가니즈광, 경망가니즈광, 수망가니즈광 등으로 산출된다. 철과 유사한 회색 광택을 띠는 금속으로, 철, 알루미늄, 구리에 이어 4번째로 많이 소비되는 금속이다. 망가니즈는 대표적인 철강재의 첨가 원료로서 약 90%가 철강 산업에 소비되고 있으며, 제철용 고품위 광석은 남아공, 가봉, 호주, 브라질에 편중되어 있다.

2. 주요 비금속 광물

- **고령토:** 장석류가 탄산, 또는 물에 의해 화학적으로 풍화되어 생성된다. 백색의 점토 광물로 연성, 수용액에서의 분산 용이성 때문에 제지, 고무, 도자기, 내화 공업, 페인트, 플라

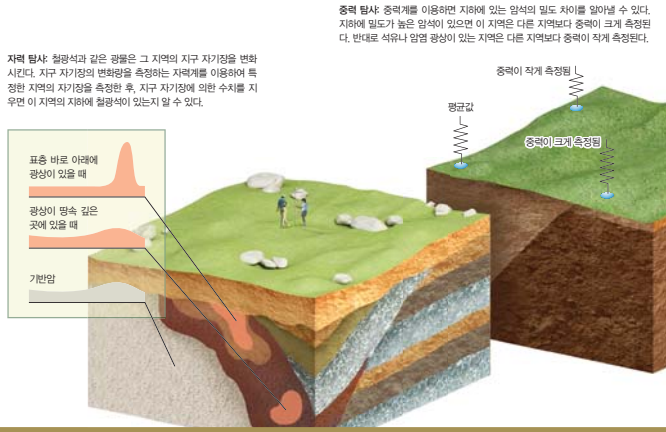
**연결 학습**  
 석탄과 석유의 생성 ➔ 410쪽  
 스트로마톨라이트 ➔ 110쪽

암석이 변성 작용을 받을 때 광상이 생성되기도 한다. 연필심이나 절연재로 쓰이는 흑연은 퇴적물이 변성 작용을 받는 동안 탄소 성분이 모여 만들어지고, 대리암은 석회암이 변성 작용을 받아 만들어진다. 한편, 석탄과 석유처럼 생물의 사체가 지각 내부에서 변하여 생성된 광상도 있고, 철광석 중에는 지질 시대에 살았던 생물이 바닷물에 녹아 있던 철 성분을 산화철로 바꾸어 침전시켜 생성된 광상도 있다.

6 광물 자원의 탐사

지하 깊은 곳에 광상이 있는지, 또 그 규모가 어느 정도인지 알아보려면 땅을 파서 직접 조사해 보는 것이 가장 좋은 방법이다. 그러나 이 방법은 비용이 많이 들며, 무엇보다 숲과 생태계를 파괴하고 물과 토양을 오염시키는 경우가 많다. 따라서 땅을 파지 않고도 광상의 존재와 규모, 광물의 종류 등을 알아보기 위하여 과학자들은 여러 가지 방법을 이용한다.

지질학자들은 해당 지역에 분포하는 암석의 종류를 조사한다. 그들은 특정한 광물 자원이 어떤 종류의 암석과 관계 있는지 알고 있으므로, 광물 자원을 찾기 위하여 이 광물 자원과 관련된 특정한 암석을 찾는다. 그리고 습곡이나 단층과 같은 지질 구조, 암석의 색과 암석에 나타난 균열, 주변과 구별되는 지층 등을 조사하여 지도에 표시한다. 이 과정으로 완성된 지도를 **지질도**라고 하며, 지질학자들은 지질도를 이용하여 광물 자원 분포와 암석의 종류, 지층의 구조 등을 이해한다.



- 스틱, 촉매 화학제 등에 사용된다. 주요 생산국은 미국, 영국, 브라질, 중국 등이다.
- **규소:** 석영, 트리다이미트, 아메시스트 등으로 산출되며, 산소 다음으로 지각에 많이 존재하는 원소이다. 대개 산소와 결합하여 SiO<sub>2</sub>로 존재하며, 순수한 SiO<sub>2</sub>의 결정은 석영이다. 규소는 뛰어난 반도체이며, 유리 공업, 도자기류, 화학 공업, 충전재, 내화물, 규산 소다, 페로실리콘, 제철 제강, 정소 공업 등에 사용된다. 원료인 실리카는 세계 곳곳에 풍부하게 존재하고 있다. 주요 생산국은 중국, 러시아, 노르웨이, 미국, 브라질 등이다.
- **석회석:** 방해석, 백운석, 석회질 이토로 산출되며, 퇴적암의 30%를 차지할 만큼 흔한 암석이다. 주성분은 탄산칼슘이며 CaO와 CO<sub>2</sub>와 함께 이루어져 있다. 시멘트의 원료로 용도가 매우 다양하며, 거의 모든 나라에 존재한다.
- **활석:** 감람석, 휘석류, 각섬석류 등의 변화에 의하여 생성된 2차적 광물로 제지나 도자기 산업에 쓰인다. 중국, 일본, 한국, 미국, 핀란드, 프랑스, 태국 등에서 생산된다.

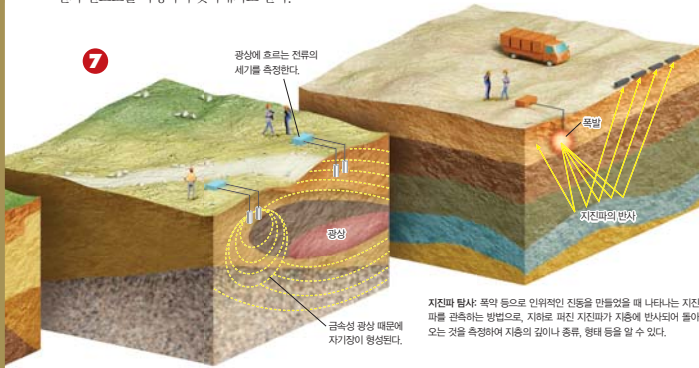
암석과 광물의 화학적 특성을 분석하는 지구 화학자는 지표의 토양 표본과 시추를 통하여 얻은 암석 표본을 분석하여 암석을 이루는 원소를 알아낸다. 그리고 인근 지역의 물과 동식물을 조사하기도 하는데, 광상의 광물을 이루는 원소가 식물의 뿌리로 흡수되거나 물에 녹을 수도 있기 때문이다. 이러한 결과들을 이용하면 지하에 광상이 존재하는지 판단할 수 있다.

지구 물리학자는 지구 내부의 성질, 지표의 암석과 광물의 성질 등을 알아내는 여러 가지 방법을 연구한다. 땅속에 있는 광물 자원을 탐사할 때는 지진파를 조사하는 방법이 많이 이용되는데, 이때 폭약을 이용하거나 무거운 물체를 지면에 낙하시켜 인공 지진파를 만든다. 이 진동이 지하로 전파되었다가 성질이 서로 다른 암석의 경계에서 반사되어 돌아오는 데 걸리는 시간을 측정하여 광물 자원이 매장된 위치를 알아낼 수 있다. 또한, 지진파의 굴절을 조사하여 광상의 규모와 땅속의 구조도 비교적 정확하게 알 수 있다.

한편, 땅속에 밀도가 큰 암석이 있는 곳은 주변의 밀도가 작은 암석이 있는 곳보다 중력이 크게 측정되므로, 금속 광물을 포함하는 광상이 있는 지역은 다른 지역보다 중력이 더 크게 측정된다. 또 철을 많이 포함한 광물은 자력계라는 장치로 각 지역의 자기장 변화를 측정하여 찾아내기도 하며, 금속 광물이 많이 포함된 광물은 암석의 전기 전도도를 측정하여 찾아내기도 한다.

**광상 주변의 화학적 분석**  
매장량이 많은 광상 주변의 암석에 소량의 다른 광물 자원이 포함되어 나타내기도 한다. 예를 들어, 금광 상은 구리나 은 광상 주변에서 발견되는 경우가 많다.

**전기 전도도를 이용한 광물 탐사**  
암석 속에 스며든 물에 전류가 얼마나 잘 흐르는지 알아보는 방법으로, 어떤 암석의 전기 전도도가 매우 높다면 많은 양의 물이 스며들었거나 많은 양의 금속 광물을 포함하고 있다는 의미이다.



전자기 탐사: 전기가 잘 통하는 광물의 광상이 있는 지역에서 지하로 높은 전압의 전류를 흘려보내면 광상을 통해 전류가 흐른다. 그리고 지표면의 다른 지층에 있는 전류체가 광상을 통해 흐른 전류를 감지한다.

▲ 그림 100. 광물 자원의 여러 가지 탐사 방법

**6 | 광물 자원의 탐사 |**

광물 자원의 조사 및 탐사는 지하에 부존되어 있는 경제성 있는 유용 광물을 지질 조사, 광상 조사, 원격 탐사, 물리 탐사, 지화학 탐사, 시추 탐사 등으로 찾아내는 기술을 총칭한다. 광물 자원의 조사 및 탐사 기술은 탐사 대상에 따라 그 접근 방법이 여러 가지로 매우 다양하다. 현재까지는 주로 기술의 적용이 용이하였던 지하 천부의 광상들에 집중하여 왔으나, 이들의 채산성이 악화됨에 따라 탐사 기술도 점차 심부화 되고 있다. 따라서 최근에는 지표 지질 및 광상뿐만 아니라 그 광체가 형성되기까지의 과정을 밝혀 개념적인 광상의 성인 모델을 정립하고 있다. 또 심부 부존 광상의 탐사 및 신규 광상 확보를 위해 노력하고 있으며, 탐사 기술과 자원 개발 및 활용 기술을 함께 포함하는 통합 기술 체계로 이루어지고 있다.

**7 | 광물 자원의 탐사 방법 |**

- 물리 탐사: 암석과 광물의 물리적 특성을 측정하여 지하 구조나 지하에 부존되는 유용 광물을 탐사하는 방법으로, 중

력 탐사, 자력 탐사, 전기 탐사, 전자 탐사, 탄성과 탐사, 방사능 탐사, 지열 탐사 등이 있다.

- 원격 탐사: 원거리에서 항공기 및 인공위성 등에 탑재된 센서를 이용하여 조사 대상체로부터 반사 또는 방사된 전자기파를 측정하고 대상물에 대한 정보를 얻는 방법이다. 지질 경계 분석, 암상 연구, 선 구조 분석 등에 유용하다.
- 지화학 탐사: 금속 광상 주변의 암석, 토양, 지표수에서 광상과 관계되는 원소들을 체계적으로 측정하여 광상의 존재를 추정하는 방법이다.
- 시추 탐사: 암석을 직접 뚫어 암석의 일부를 회수한 후, 여러 가지 특성을 관찰하여 지하의 지질과 광상 및 그 구조를 추정하는 조사 방법이다.
- 물리 검증: 소형의 정밀한 물리 탐사기가 내장된 검증봉을 시추공 내에 삽입하여 주위 지층의 특성을 심도에 따라 연속적으로 조사하는 방법이다.
- X선 회절법: X선을 광물 결정에 쏘아 회절되는 모습을 관찰하여 광물을 감정하는 방법으로, 단일 광물뿐만 아니라 여러 종류의 광물 집합체에도 효과적으로 이용된다. 이 방법은 현미경으로 감정이 불가능한 점토 광물, 토양이나 세립질 물질도 정확한 감정이 가능하다.

**☆ | 보충 자료 |**

● 광물 자원을 얻기까지

- 채광: 언고자 하는 광물을 지하와 지상 또는 해저에서 채취하여 최종 산물로 만든 후 경제성을 가질 수 있는 상품이 될 수 있을 때 채광한다.
- 선광: 광석에서 목적 광물을 다른 광물과 분리해 유용 광물의 품위를 높이는 작업으로 채광과 제련의 중간 공정이다. 구리의 경우 광산에서 채광된 저품위 동광석은 선광 과정에서 품위가 20~30% 정도인 정광으로 만들어진다.
- 제련: 광석에는 목적하는 금속을 함유한 유용 광물 외에 맥석이라고 하는 무용 광물도 포함되어 있다. 이러한 금속 원소를 함유한 암석에서 목적하는 금속을 추출하여 덩어리와 가루로 만드는 공정이다. 즉 선광의 산물인 정광을 화학적으로 처리하여 목적하는 금속을 얻는 공정(추출)이다. 구리 정광의 경우 제련 공정을 거치면 품위 99%의 제련동이 된다. 그리고 제련 이후에 다시 정련 공정을 거쳐 품위 99.9%의 고품위 정련동을 얻는다.

생활 속의 과학

타이타늄의 이용

최근 가장 인기 있는 금속은 아마 타이타늄일 것이다. 비싼 가격에도 불구하고 자전거, 골프 클럽, 테니스 라켓, 안경테, 시계, 자동차, 카메라 등 다양한 곳에 쓰이고 있다. 타이타늄은 철에 비해 가볍지만, 강도는 4배 더 단단하다. 알루미늄의 경우 타이타늄보다 조금 더 가볍지만 강도는 6배가 약하다. 특히 알루미늄 합금은 300°C가 넘는 고온에서 강도가 현격히 떨어지지만, 타이타늄 합금은 특유의 강도를 유지한다. 뿐만 아니라 알루미늄보다 18배나 유연한 성질을 가지고 있어 큰 힘을 계속 받는 기계 부품에 사용했을 때 놀라운 성능을 발휘한다.

이와 같이 금속 재료로서의 우수성 때문에 초기에는 우주선의 재료로만 쓰였다. 현재 일반 비행기에는 알루미늄 합금인 두랄루민이 사용되지만, 초음속 여객기나 전투기의 부품은 대부분 타이타늄 합금으로 구성되어 있다.

타이타늄은 염소, 황산, 질산 등 화학 물질에 대한 저항성도 뛰어나 화학 공장의 각종 펌프나 노즐, 배기관 등에 적용했을 때 스테인리스강보다 수명이 10배 이상 오래 가며, 금속의 가장 큰 적인 부식에도 강해 바닷물 속에 10년 동안 넣어 두어도 녹이 슬지 않는다고 한다. 타이타늄은 원자 번호 22번으로 주로 타이탄철석과 금홍석에서 얻는다. 한편, 이산화타이타늄은 흰색 안료의 재료나 페인트 등에도 쓰인다. 최근에는 반지나 치아 이식 재료로도 사용된다.

타이타늄은 지각을 구성하는 금속 원소 중 4번째로 많지만 풍부한 매장량에 비해 사용량은 적다. 그 이유는 이산화타이타늄이 주성분인 타이타늄 광물을 제련하기가 어렵기 때문인데, 매우 복잡하고 어려운 정제 과정으로도 아주 적은 양이 생산되기 때문이다.



▲ 정련된 타이타늄

생활 속의 과학 | 우리 주변 곳곳에서 쓰이는 알루미늄



알루미늄은 지각을 이루는 금속 원소 중 가장 많은 양을 차지한다. 그러나 알루미늄은 산소와 쉽게 반응하므로 순수한 알루미늄은 자연 상태에서 발견되지 않으며, 대부분 산소와 결합한 산화물의 형태로 산출된다.



광석으로부터 순수한 알루미늄을 얻기가 쉽지 않았기 때문에 알루미늄은 한 때 희귀하고 값비싼 금속이었다. 19세기 프랑스의 나폴레옹 3세는 자신과 귀한 손님은 알루미늄으로 만든 식기를 사용하고, 일반 손님은 은이나 금으로 만든 식기를 사용하도록 했다는 이야기도 전해진다.

알루미늄은 강철과 비교할 때 질량은  $\frac{1}{3}$  정도지만 강하기는 강철 못지않으므로 우리 생활에서 강철 다음으로 많이 쓰이는 금속이다. 비행기, 차량, 우주선, 통신 장비는 물론, 큰 힘을 받기 때문에 내구성이 높은 재료로 만들어야 하는 자동차의 엔진, 철도, 교량, 건축 자재에도 알루미늄이 이용된다.



최근에는 MP3 재생기나 휴대 전화, 노트북 컴퓨터의 케이스도 알루미늄으로 만들어, 주택과 학교의 창틀, 주방 기구 등 물과 가까운 곳에서 이용하는 제품도 알루미늄으로 만들어진다. 이러한 물건들은 녹이 잘 슬지 않고 다양한 색깔을 띠는데, 이는 알루미늄 표면에 인위적으로 두께를 조절한 알루미늄이라는 산화알루미늄 층 때문이다. 알루미늄 표면에 알루미늄이나 층을 만들어 주면 부식과 마모를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 색을 입히기 쉽다. 또 염료를 사용하지 않고도 알루미늄이나 층의 두께를 조절하여 다양한 색을 만들어낼 수 있다.



알루미늄은 보크사이드를 빙정석이라는 광물과 함께 녹인 용액을 전기 분해하여 얻을 수 있으며, 이 과정에서 막대한 양의 전기가 이용된다. 그러나 한번 알루미늄이 제련되면 그것을 녹이는 데에는 그리 큰 에너지가 소모되지 않는다. 알루미늄을 재활용할 때 필요한 에너지는 보크사이드에서 알루미늄을 분해할 때 필요한 에너지의 5% 정도이다. 그러므로 반드시 재활용해야 하는 금속이기도 하다.



▲ 그림 101. 알루미늄의 이용

보충 자료 |

광산의 평가 방법

현재 우리나라의 광업권 평가 방식은 투자 수익성 평가 방식으로, 광산을 개발하여 생기는 추정 기대수익을 산정하고 이를 평가액 계산에 이용한다. 이것은 광산을 합리적으로 개발한다는 전제 하에 광업권 자체만을 평가하는 방법으로 배당 이율(S)과 축적 이율(r)을 차등 적용한다. 연 수익을 A, 투자비를 E, 가행년수를 n이라고 하면, 광산 평가액  $P = A / (S + (r / (1 + r)^n - 1)) - E$ 이다. 이때 광산 평가액은 기존 시설 이용 가치가 포함된 개념이므로 광산 평가액에서 기존 시설 이용 가치를 빼면 광업권 평가액이 된다. 즉, 광업권 평가액 = (광산 평가액 - 기존 시설 이용 가치)이다.

이 방법의 의미는 광산을 평가액으로 매입하여 매년 필요한 투자를 시행하면서 개발할 때, 발생하는 수익으로 투자비(광산 매입금 - 향후 투자비)에 대한 배당금을 지급하고, 나머지를 적립하여 광산 개발 종료 시 매입금과 투자비를 회수한다는 것이다.

광물 자원의 고갈

과학자들은 미래에 우리 삶의 질을 좌우할 중요한 요소 중 하나로 자원의 고갈을 이야기한다. 지속적으로 공급되는 태양 에너지나 풍력 에너지, 조력 에너지와는 달리, 석탄이나 석유와 같은 에너지 자원처럼 금속을 비롯한 유용한 광물 자원은 지구에 존재하는 양이 한정되어 있다. 따라서 광물 자원을 채굴하여 사용할수록 그 양은 감소하며, 결국에는 완전히 고갈될 것이다. 이러한 광물 자원들이 고갈되면 우리의 생활은 어떻게 달라질까? 다음 활동을 통하여 함께 이야기해 보자.

**창의인성 활동 12** 광물 자원을 절약해야 하는 까닭은 무엇일까?  
 목표 광물 자원의 유한함과 소중함을 이해한다. 조사, 토론

**과정**  
 그림 102는 현재의 광물 자원 수요 변화율을 적용하여 50년 후의 전 세계 광물 자원 수요를 나타낸 것이다.



▲ 그림 102\_ 주요 광물 자원의 수요량과 매장량(일본 물질 자료 연구 기구, 2007년)

- 정리**
1. 광물 자원이 고갈되는 시기는 매장된 광물이 완전히 채굴되는 시기가 아니라 매장량의 약 80%가 채굴되는 시기로 정한다. 그림 102를 참고로 할 때, 50년 후 고갈될 것으로 추정되는 광물 자원은 무엇인지 이야기해 보자.
  2. 광물 자원이 생성되는 과정을 고려했을 때 광물 자원이 생성되는 데 걸리는 시간을 추정해 보고, 광물 자원이 고갈되는 데 걸리는 시간과 비교해 보자.
  3. 석탄이나 석유와 같은 에너지 자원과 비교하였을 때 광물 자원이 고갈되는 시기가 정해지는 데에는 어떤 변수가 작용할 수 있는지 생각해 보자.
  4. 광물 자원이 고갈되면 자원 확보를 위해 어떤 사회적 변화가 나타날지 토론해 보자.
  5. **창의인성** 광물 자원의 고갈에 대한 대책에는 어떤 것들이 있는지 토론해 보자.

광역 광물 자원이 생성되는 시간은 매우 길지만 인간은 이러한 자원들을 짧은 시간에 소비했음을 인식하고, 광물 자원의 소중함을 생각하도록 한다.

● 세계의 자원 확보 경쟁

광물 자원의 확보를 둘러싼 경쟁은 점점 심해지고 있다. 또 최근에는 철광석, 석탄, 망가니즈 등 석유 이외의 광물 자원에 대한 수요가 빠른 속도로 증가하고 있다. 현재와 같은 속도로 수요량이 늘어날 경우, 2050년까지의 누적 수요량은 대부분 광물에서 경제적 매장량을 초과할 전망이다. 따라서 광물 자원의 공급 부족이 심화되고 있으며, 채굴량 증가로 품질이 저하되면서 공급 감소에 대한 우려도 커지고 있다.

특히 광물 자원은 편재성이 높아 생산국의 정책 변화나 자연 재해 등에 의해 공급에 장애를 가져올 위험도 높다. 이러한 자원 공급 장애의 확대에 따라 국제 원자재 가격 및 광물 자원의 가격은 급등하고 있으며, 주요 자원 보유국 및 공급 국가들의 자원 민족주의는 인접국과의 동맹 형성으로 자원을 무기화하는 단계로까지 발전하고 있다. 그 결과 자원 수요국들도 자원 확보 경쟁에 활발하게 가세하여 자원 확보를 둘러싼 국가 간의 경쟁은 더욱 치열해지고 있다. 특히 최근에는 희소 금속에 대한 확보 경쟁이 매우 치열하다.

19차시 279~281쪽

<b>도입(5분)</b> 현대사회에서 석유가 없다면 생활이 어떻게 바뀔까?	<b>전개(30분)</b> • 창의 인성 활동 • 광물자원의 고갈과 대책	<b>정리(15분)</b> • 학습내용 정리 • 확인하기
--	--	---------------------------------------

★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 2010년 중국과 일본 간의 영토 분쟁에서 희토류 금속이 왜 그렇게 중요한 역할을 하였는지 생각해 본다.

★ | 지도상의 유의점 |

지구 상의 자원은 한정되어 있으므로 일상생활에서 자원을 절약하는 것이 중요함을 이해하고, 자원 절약을 실천할 수 있는 생활 태도를 기르도록 한다.

창의인성 활동의 이해

활동 12 광물 자원을 절약해야 하는 까닭은 무엇일까?

목표

- 광물 자원의 유한함과 소중함을 이해한다.

원리

- 최근 들어 신흥 자원 소비국의 성장과 비효율적인 소비 구조로 광물 자원에 대한 수요가 급증하고 있으며, 채굴량이 증가하면서 품위가 낮아져 경제성도 점차 낮아지고 있다.

정리

1. 50년간 수요량이 전체 매장량보다 많은 인듐, 납, 주석, 아연, 구리, 니켈과, 수요량이 경제적 매장량보다 많은 몰리브데넘과 텅스텐 등이 고갈될 것이다.
2. 광물 자원은 지각의 활동으로 생성되므로 생성에 오랜 시간이 걸린다. 반면 부존량이 제한되어 있고 산업 발달에 따라 수요량은 급증하고 있어 광물 자원이 고갈되는 시간은 매우 짧다.
3. 광물 자원은 재생 불가능한 자원으로 채광 기술과 사용 기술의 발달, 매장 지역의 편중, 자원을 둘러싼 갈등으로 고갈 시기가 앞당겨질 수 있다.
4. 국제 광물 가격이 급등하며, 광물 자원 확보를 위한 경쟁이 심화되고, 품위가 낮은 광물 채굴로 자원 개발 비용이 증가한다.
5. 자원 절약과 재활용을 통한 자원의 효율적 이용, 새로운 자원 매장 지역 탐사, 새로운 자원 이용 기술 개발 등이 필요하다.

☆ | 보충 자료 |

● 2010년 중국과 일본 간의 영토 분쟁에서 나타났던 희토류 금속 광물 자원의 위력

현재 일본령인 오키나와현 센카쿠(중국명 댜오위다오)섬을 두고 중국과 일본 간에 영토 분쟁이 한창이던 2010년 9월 7일, 일본 해상 보안청 순시선이 중국 어선을 나포한 사건이 발생하였다. 이에 중국은 전세계 생산량의 97%를 자국이 점유하고 있는 희귀 금속(희토류稀土類)에 대한 수출입 통제를 통해 자원을 무기화하였고, 이로 인해 일본은 나포했던 중국 어선을 풀어줄 수밖에 없었다.

● 희토류 금속이란?

희토류는 관상상 원자번호 57(란타넘)~71(루테튬)까지 15종과 이트륨, 스칸듐을 포함하여 총 17개의 원소를 총칭하여 말한다. 금속 산업, 촉매제, 유리 및 렌즈 산업, 신 세라믹, 영구 자석, 인광 물질, 레이저 산업, 초전도체 제조 등에 사용되며, 주요 광물로는 모나자이트, 바스트네사이트, 제노타임 등이 있다. 주요 매장국은 중국, 러시아, 미국, 인도, 호주이다.

● 과학·기술·사회(STS)

휴대 전화 속의 광물 자원

휴대 전화에는 금, 은, 철 등 일반 광물은 물론 네오디뮴, 타이타늄, 바륨, 지르코늄, 비소, 갈륨, 인듐, 탄탈럼 등 각종 희귀 금속이 포함되어 있다.

우리나라는 금속 광물 대부분을 수입에 의존하고 있지만, 제품에 포함된 금속 물질을 추출해 재사용하는 비율은 2007년 말 기준으로 구리가 12.3%, 알루미늄이 18%에 그치고 있다. 첨단 산업의 필수 소재인 인듐이나 팔라듐 등 희귀 금속은 국내 비축 물량이 빈약하므로 재활용이 절실히 요구된다.



인구가 증가하고 산업과 기술이 발달하여 생활 수준이 향상됨에 따라 광물 자원에 대한 수요는 급격히 증가하고 있으며, 세계 여러 나라는 광물 자원을 확보하기 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 또 지구에 매우 희귀하게 존재하는 광물 자원들이 최첨단 소재에 이용되기 시작하면서 광물 자원의 가치는 그 어느 때보다 높아지고 있다.

그러나 지구가 가진 자원은 유한하다. 따라서 우리에게 반드시 필요한 광물 자원을 되도록 오랫동안 이용하려면 자원을 효율적으로 활용하고, 새로운 자원 이용 기술을 개발하거나 사용된 자원을 재활용하는 등의 적극적인 노력이 필요하다.

● 과학·기술·사회(STS) | 도시 광산

가전제품을 만들 때 광물 자원은 필수적으로 이용되므로 폐가전제품을 버리게 되면 그 속에 포함된 수많은 광물도 함께 버려진다. 게다가 이 광물 중에는 물이나 토양에 스며들어 환경을 오염시키고, 결국 인간에게 중금속 중독과 같이 나쁜 영향을 미치는 것도 있다.

같은 광물 자원이라도 석유나 석탄은 사용하면 없어지지만, 금속은 사용한 뒤에도 폐기물 속에 그대로 남아 있다. 도시 광산이란 휴대 전화, 컴퓨터, 자동차 등에 포함된 금속 물질들을 추출하여 재활용하는 것을 말한다. 금광석 1톤에서 약 5g의 금을 얻을 수 있는 데 비하여, 버려진 휴대 전화 1톤에서는 금 400g, 은 3kg, 구리 100kg을 얻을 수 있다.

특히 휴대 전화에는 팔라듐이나 코발트 등 희귀한 금속들이 16가지 이상 포함되어 있는데, 이러한 금속들은 소량으로 소재의 기능을 다양하게 만드는 핵심 물질로 널리 사용된다. 자원이 부족한 우리나라에서 폐가전제품을 재활용할 수 있다면 광물 자원을 얻기 위해 산, 들, 바다를 파헤칠 필요도 없을 것이다.

이처럼 폐가전제품의 재활용은 장점이 많고, 최근에는 실제로 어느 정도 성과를 거두고 있다. 그러나 아직은 재활용 비율이 낮고, 재활용되는 금속 자원보다 부가적으로 처리해야 하는 폐기물의 양이 상대적으로 많은 등의 문제가 남아 있다. 그러나 환경오염과 자원의 낭비를 줄이고 소중한 자원을 확보할 수 있다는 점에서 도시 광산 개발은 경제적인 관점만으로는 따질 수 없는 중요한 활동이라고 할 수 있다.



▲ 그림 103. 버려진 휴대 전화

● 창의적 사고: 도시 광산과 관련된 산업을 조사해 보고, 이러한 사람들을 지금보다 활성화시킬 방안을 서로 이야기해 보자.

● 확인하기

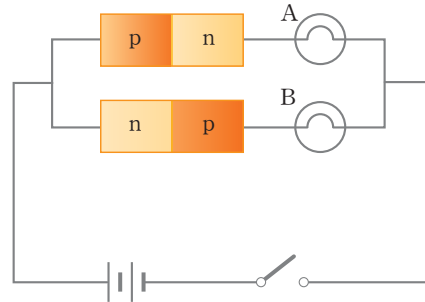
1. 지각의 금속 원소 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 무엇이며, 이 금속은 주로 어디에 이용되는지 써 보자.
2. 지하에 있는 광산의 규모를 알아내려면 어떤 방법의 탐사가 유용할지 설명해 보자.
3. 자원 고갈에 대한 대책에는 어떤 것들이 있는지 조사하여 발표해 보자.
4. 신문이나 잡지 대신 인터넷을 이용하는 것처럼, 기술의 발전은 자원의 이용에 어떤 변화를 가져올지 생각해 보자.

● 확인하기

1. 지각을 이루는 원소 중 금속 원소는 알루미늄이 가장 많다. 알루미늄은 매우 가벼우므로 항공기, 자동차, 선박 등을 만드는데 이용되며, 잘 마모되지 않으므로 식기, 알루미늄 박, 건축 자재, 전자 제품 등의 케이스를 만드는데 이용된다.
2. 지표나 지하의 토양과 암석 표본을 채취하는 방법, 중력을 측정하는 방법, 전기나 자기장을 측정하는 방법, 지진파를 조사하는 방법 등이 있다.
3. 자원 절약과 재활용, 자원 절약형 산업 육성, 새로운 자원 매장 지역 탐사, 대체 에너지와 새로운 자원 이용 기술 개발 등이 있다.
4. 과학 지식의 확대 및 기술의 발전으로 특정 광물 자원의 활용도가 달라진다. 기술 발전은 광물 자원의 채집 과정에서 발생하는 환경 피해와 폐기물의 양을 줄이는데 기여할 수 있다.

반도체

1. 그림과 같이 pn 접합 다이오드 두 개를 전구 A, B와 연결하여 회로를 구성하였다. 스위치를 닫았을 때 불이 켜지는 전구는 어떤 것인가?



위쪽 다이오드에는 순방향 전압이, 아래쪽 다이오드에는 역방향 전압이 걸려 전구 A에만 불이 들어온다.

천연 고분자

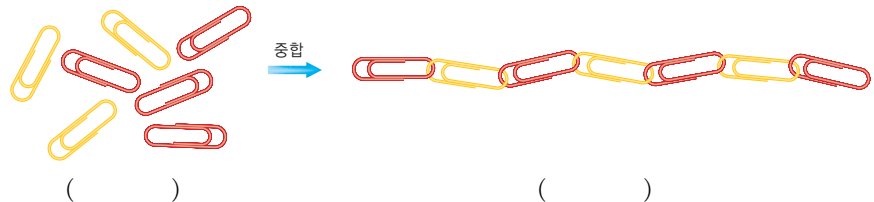
2. 다음 <보기> 중 천연 고분자에 해당하는 것을 모두 골라 써 보자.

● 보기 ●  
 가. 녹말      나. 플라스틱      다. 단백질      라. 나일론      마. DNA

가, 다, 마 | 녹말, 단백질, DNA는 천연 고분자이며, 플라스틱, 나일론은 합성 고분자이다.

중합 반응

3. 그림은 고분자의 형성 과정을 나타낸 것이다. 빈칸에 알맞은 말을 써 보자.



단위체, 중합체 | 중합 반응은 여러 개의 단위체가 연결되어 중합체를 형성한다.

광물 자원의 탐사

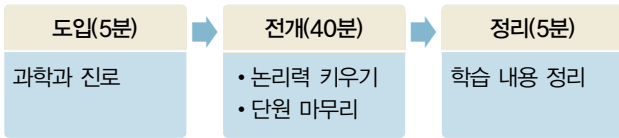
4. 다음은 여러 가지 자원 탐사 방법 중의 하나를 설명한 것이다. 어떤 탐사 방법에 해당하는 것인지 써보자.

자연에서 산출되는 암석 및 토양 등을 채취하여 광상과 관련된 특별한 원소가 포함되어 있는지 조사하는 방법이다. 이 방법은 정밀 탐사 대상 지역이나 채굴 위치를 선정하는 것을 목표로 한다.

화학 성분 분석

# 대단원 마무리

20차시 282~285쪽



## 과학과 진로

정보 통신 기술이란 개인이나 집단이 서로 정보를 주고받는 수단이나 활동과 관련된 모든 기술을 의미한다.

### 1. 원시 시대의 정보 전달

서로의 얼굴 표정이나 몸짓, 동물의 소리, 불을 피울 때 나는 연기 등을 이용하여 정보를 전달하였다.

### 2. 언어의 발달

사물을 나타내는 일정한 소리에서 언어가 발달하며 언어를 통하여 정보를 전달하였다.

### 3. 문자의 발달

- 다양한 정보를 기록하기 위한 필요에 따라 문자가 만들어졌다.
- ① 상형 문자: 물체의 모양을 본떠 만든 그림에 가까운 인류 최초의 문자이다.
  - ② 표음 문자: 소리를 기초로 한 문자(한글, 로마 문자 등)이다.

### 4. 인쇄술의 발달

활자를 인쇄하기 시작하면서 정보를 더 빠르게, 광범위한 장소에 전달할 수 있게 되어 인류 문화의 발전 속도가 더욱 촉진되는 계기가 되었다.

- ① 1448년 독일의 구텐베르크가 활판 인쇄기를 발명하여 성경을 출판하였다.
- ② 우리나라에서는 구텐베르크보다 앞선 1377년 백운이라는 스님이 세계 최초의 금속 활자인 직지심경을 제작하였다.

### 5. 전화의 발달

1860년 이탈리아의 안토니오 메우치는 몸이 마비된 병상의 아내와 연락을 하기 위해 자신의 작업실과 침실을 연결하는 시스템인 '텔레트 로폰'이라 이름 지었던 전화를 발명하였다.



▲ 안토니오 메우치

## 과학과 진로

### 더욱 작고 더욱 빠르게, 정보 통신 기술을 선도하는 과학자



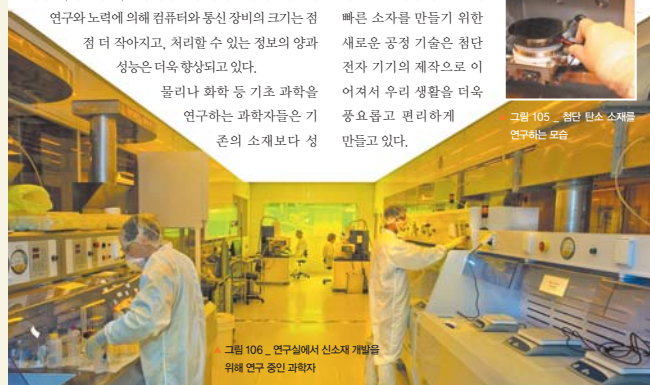
▲ 그림 104 \_ 노트북 컴퓨터와 휴대 전화

통신의 발달은 아무리 먼 곳이라도 이웃처럼 가깝게 만들었다. 정보를 전파할 수 있는 기술이 부족하던 시대에는 지식을 많이 가진 자가 경쟁에 유리했다. 그러나 통신 수단이 발달한 오늘날에는 지식의 양보다 필요한 정보가 어디에 있는지 신속히 알아내고 활용하는 기술이 더 중요하게 되었다. 엄청난 양의 정보를 만들고 처리할 수 있는 컴퓨터 기술의 발달과 전 세계의 컴퓨터를 하나의 그물로 연결한 네트워크 기술은 엄청난 속도로 정보를 전파시켰으며, 정보 통신의 비약적인 발전을 가져왔다.

정보 통신 기술은 장치를 구성하는 하드웨어와 장치를 운영하는 소프트웨어가 융합된 기술이다. 물리, 화학, 전자공학, 정보 통신, 컴퓨터 공학 등 여러 분야 과학자들의 연구와 노력에 의해 컴퓨터와 통신 장비의 크기는 점점 더 작아지고, 처리할 수 있는 정보의 양과 성능은 더욱 향상되고 있다. 물리나 화학 등 기초 과학을 연구하는 과학자들은 기존의 소재보다 성능이 더욱 향상된 신소재를 개발한다. 이러한 신소재를 이용하여 전자 공학자들은 컴퓨터와 정보 통신망에 사용할 작으면서 뛰어난 성능의 전자 소자를 개발하고, 기능이 향상된 컴퓨터와 통신 장비를 만든다. 그리고 정보 통신 및 컴퓨터 공학자들은 컴퓨터를 쉽고 편리하게 운용할 수 있는 각종 운영 체제나 프로그램 등을 개발하고, 정보 통신망을 구축한다. 이러한 정보 통신 기술을 우리는 편리하게 이용하고 있다. 컴퓨터와 정보 통신 기술은 스마트폰이나 전자 책 등과 같은 첨단 기기 제작에도 응용되고 있다. 손바닥보다 작은 스마트 폰을 이용하여 언제 어디서나 편리하게 영상과 음성 통화, 음악과 영화 감상, 사진 촬영, 독서, 문서 작성, 메일 확인, 현금 결제 등이 가능한 정보 통신 사회로 점점 변하고 있다. 이와 같이 과학자들이 개발하고 있는 새로운 성질을 가진 신소재와 더 작고 더 빠른 소자를 만들기 위한 새로운 공정 기술은 첨단 전자 기기의 제작으로 이어져서 우리 생활을 더욱 풍요롭고 편리하게 만들고 있다.



▲ 그림 105 \_ 첨단 탄소 소재를 연구하는 모습



▲ 그림 106 \_ 연구실에서 신소재 개발을 위해 연구 중인 과학자

이후 안토니오 메우치와 비슷한 시기에 전화 시스템을 연구하던 벨이 1876년 전화기에 대한 특허를 내고 전신 회사와 계약을 하면서 전화기가 보급되기 시작하였다. 현재 전화기는 화상 전화기, 이동 무선 전화기 등 다양한 형태의 정보 전달 기기로 인간 생활에 없어서는 안 되는 중요한 자리를 차지하고 있다. 이탈리아는 전화기의 최초 발명가로 알려진 안토니오 메우치를 기념하는 우표를 발행하였다.

### 6. 정보 통신 기술의 발달

과학 기술의 발달로 현재는 라디오, 텔레비전, 인공위성, 광통신, 종합 정보 통신망과 초고속 인터넷 등이 우리의 정보를 빠르고, 정확하게 전달해 주고 있다.

#### ● 진로 관련 사이트

- 한국 전자 통신 연구원(ETRI): <http://www.etri.re.kr>  
교육 과학 기술부 산하 연구 기관으로 반도체, 컴퓨터, 초고속 정보 통신, 기술 경제 등을 연구한다.
- 한국 정보 기술 연구원(KITRI): <http://www.kitri.re.kr/>  
지식 경제부 산하 연구 기관으로 IT 전문가를 양성하는 기관이다.

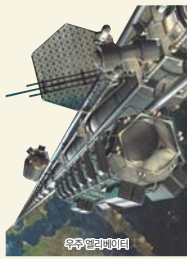
논리력 키우기

우주 엘리베이터에 사용되는 탄소 나노 튜브

다음 제시된 자료를 읽고, 물음에 답하라.

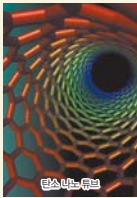
(자료 1)

영화: 최근 호주에서 우주 엘리베이터 플랫폼을 유지하기 위해 앞장서고 있다.  
 철수: 우주 엘리베이터가 뭐지. 우주까지 갈 수 있는 엘리베이터를 말하는 거야?  
 영화: 그래. 지구에서 우주 정거장까지 케이블을 연결해 엘리베이터를 만들려는 연구가 미국과 일본에서 진행되고 있어.  
 철수: 와, 신기하다. 엘리베이터를 타고 우주로 간단 말이지? 로켓을 타고 가는 것보다 훨씬 안전하고 경제적이겠다. 그런데 어떤 소재로 엘리베이터를 만드는 거지? 일반적인 엘리베이터와는 성질이 다른 소재를 이용해야 할 것 같은데…….  
 영화: 맞아. 탄소 나노 튜브라는 신소재가 케이블로 이용되고, 자실에서 쏘아 주는 레이저 빔을 동력으로 이용할 거라고 해.  
 철수: 우와, 우주 엘리베이터를 타고 우주 정거장에 가게 되는 그 날이 기다려진다.



(자료 2)

탄소 나노 튜브는 최근에 새롭게 떠오르고 있는 신소재이다. 탄소 6개로 이루어진 육각형들이 서로 연결되어 관 모양을 이루고 있는데, 관의 지름이 수십 나노미터에 불과해 탄소 나노 튜브 2억 개를 한 다발로 묶어야 겨우 머리카락 1개 굵기가 될 정도이다. 1991년 일본의 이치마 박사야 우연히 발견한 탄소 나노 튜브는 전기 전도도가 구리와 비슷하고, 열전도율은 자연계에서 가장 뛰어난 다이아몬드와 같으며, 강도는 철강보다 100배나 뛰어나다. 탄소 섬유는 1%만 변형시켜도 끊어지는 반면 탄소 나노 튜브는 15%가 변형되어도 견딜 수 있다.



1 우주 엘리베이터의 케이블로 탄소 나노 튜브가 사용되는 이유를 자료 2와 관련지어 서술해 보자.

2 자료 1, 2를 근거로 우주 엘리베이터 이외에 탄소 나노 튜브가 어느 분야에 이용될 수 있을지 서술해 보자.

평가 기준	배점(%)
자료 2의 특성을 예로 들어 논리적으로 서술하였다.	100
논리적으로 서술하였으나 자료 2와 관련지어 서술이 부족하였다.	70
서술이 논리적이지 못하고, 자료 2와 관련지어 서술하지 못하였다.	30

2. 탄소 나노 튜브는 속이 빈 관 모양이기 때문에 관 속에 수소나 리튬을 저장하여 2차 전지나 연료 전지에 사용될 수 있다. 또한, 가늘고 길게 서 있을 수 있는 성질은 평판 디스플레이에 응용될 수 있으며, 매우 작고 가늘기 때문에 고집적 메모리에도 이용될 수 있다.

평가 기준	배점(%)
제시된 자료를 활용하여 탄소 나노 튜브의 활용 방안을 창의적으로 제시하였다.	100
탄소 나노 튜브의 활용 방안을 제시했지만 제시된 자료를 잘 활용하지 못하였다.	70
제시된 자료를 활용하지 못하였고, 탄소 나노 튜브의 활용 방안의 제시가 부족하였다.	30

★ | 지도상의 유의점 |

인터넷에 탄소 나노 튜브를 이용한 우주 엘리베이터 설치에 대한 애니메이션이나 동영상을 검색하여 보여주면서 탄소 나노 튜브에 대한 특징을 잘 이해시키도록 한다.

논리력 키우기

★ | 평가 목표 |

주어진 자료를 해석하여 탄소 나노 튜브의 특성을 알고, 그 이용에 대해 자신의 생각을 글로 나타낼 수 있다.

★ | 예시 답안·평가 기준표 |

1. 지상에서 우주 정거장까지의 거리는 약 350 km 정도이기 때문에, 우주 엘리베이터를 만들기 위해서는 같은 길이의 케이블이 필요하다. 만약 350 km 길이의 철강을 케이블로 이용한다면 너무 무거운 케이블을 지탱하기가 어려울 것이다. 그에 비해 탄소 나노 튜브는 2억 개를 한 다발로 묶어야 머리카락 1개 굵기가 될 정도로 가볍기 때문에 350 km 길이가 되어도 철강보다 훨씬 가벼워 케이블로 이용하기에 적당할 것이다. 또한, 자료 2에서 언급한 것과 같이 탄소 나노 튜브는 철강보다 100배 강하기 때문에 우주에서 물품을 수송하기 위한 케이블로 적당하다.

★ | 또 다른 논술 |

■ 논술 문항

미래에 과학 기술의 발달로 인간의 오감을 대체할 고성능 센서가 개발되었을 때, 사회에 미칠 영향에 대하여 서술해 보자.

■ 예시 답안

고성능 센서는 시각 장애인이나 청각 장애인에게 정상적인 삶을 영위할 수 있도록 도와줄 것이고, 위험한 신호를 대신 감지하여 위험을 미리 예방할 수 있을 것이다. 반면 고성능 센서의 남용은 인간 소외 및 인간성 상실을 가지고 올 수도 있다.

■ 평가 기준표

평가 기준	배점(%)
자신의 생각을 논리적으로 기술하였다.	100
서술한 내용에 약간의 오류가 있었다.	70
자신의 생각을 논리적으로 기술하지 못하였다.	30

## 탐구형 문제

1. 그림 (가)와 (나)에서 발생하는 신호의 종류는 무엇이고, 그 신호를 어떻게 이용하고 있는지 써 보자.



(가) 몸속을 진단하는 모습



(나) 손을 말리고 있는 모습

그림 (가)의 사람의 몸속에 삽입된 초음파는 뱃속 장기에 흡수되거나 반사되며, 이것을 영상으로 전환하여 뱃속 장기의 모습을 볼 수 있다. 그림 (나)의 핸드 드라이어에 달린 센서는 적외선을 계속 방출하고 있다. 이 센서에 사람의 손이 가까이 오면 적외선이 반사되고, 이 반사된 적외선을 감지하여 핸드 드라이어가 작동하여 바람이 나온다.

## 사고력 향상 문제

2. 전자기 센서는 상점의 출입구에 있는 도난 방지 장치 이외에 금속 탐지기도 이용된다. 공항에서 승객이 지닌 금속 물건을 알아내거나 자동판매기에 투입된 동전을 검사하는 데에 이용되는 금속 탐지기의 원리에 대해 설명해 보자.

금속 탐지기는 패러데이 법칙을 이용하는 전자기 센서의 일종이다. 금속 탐지기에는 발신 코일과 수신 코일이 있는데, 발신 코일에 전류가 흐르면 주위에 자기장이 생긴다. 이 금속 탐지기가 금속 가까이 다가가면 금속 탐지기의 자기장에 의해 금속에 전류가 유도되어 흐른다. 금속에 유도된 전류가 다시 자기장을 형성하면 금속 탐지기의 수신 코일에 전류가 유도되어 흐르고, 이 전류로부터 금속을 탐지한다.

## 탐구형 문제

3. 정보 저장 매체인 DVD의 저장 용량이 CD의 저장 용량보다 큰 이유가 무엇인지 설명해 보자.

DVD는 CD와 다르게 앞면과 뒷면 모두 정보를 저장할 수 있어 정보를 저장할 수 있는 공간이 넓다. 뿐만 아니라 CD보다 더 촘촘하게 정보를 새겨 넣기 때문에 저장 용량이 더 크다. 물론 정보를 더 촘촘히 기록하기 때문에 정보를 읽을 때에는 CD에서보다 파장이 더 짧은 레이저를 사용해야 한다.

## 창의력 문제

4. 디지털카메라로 사진을 찍는 원리를 다음 용어가 모두 포함되게 서술해 보자.

빛 신호, 전기 신호, 아날로그, 디지털, 렌즈, CCD, 메모리 카드, LCD

연속적인 아날로그 정보인 빛 신호가 렌즈를 통과한 다음 CCD에서 전기 신호 형태의 디지털 정보로 변환되어 메모리 카드에 저장된다. 이 정보는 다시 LCD에서 전압에 따라 액정 분자의 배열이 달라지는 성질을 이용하여 빛의 통과 여부가 조절되며 빛 신호로 바뀌어 사람의 눈으로 전해진다.

## 수행 평가 문제

5. 대표적인 순수 반도체는 어떤 물질이 있으며, 순수 반도체보다 불순물을 첨가해 만든 불순물 반도체가 더 많이 사용되는 이유가 무엇인지 설명해 보자.

대표적인 순수 반도체는 원자가 전자가 4개인 실리콘(Si)과 저마늄(Ge)이다. 순수 반도체는 원자가 전자의 이동이 자유롭지 않아 전류가 잘 흐르지 않는다. 그런데 순수 반도체에 소량의 불순물을 첨가하면 전하 운반자의 개수가 많아지며, 전하 운반자의 개수를 조절하여 전류를 조절할 수 있어 더 많이 사용된다.

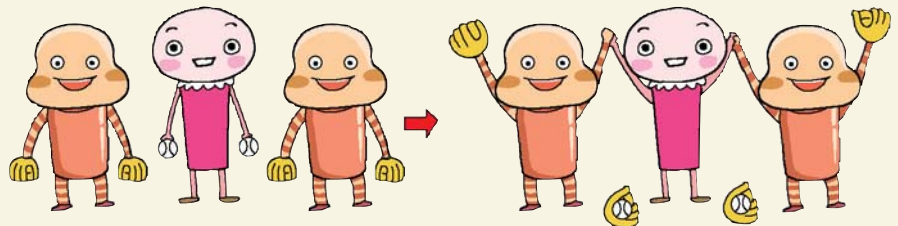
사고력 향상 문제

6. 고분자에 나노 물질을 첨가하여 고분자의 특성을 강화한 첨단 나노 복합 재료의 장점을 써 보자.

첨단 나노 복합 소재는 고분자에 나노 입자를 첨가하여 고분자의 구조와 표면을 변화시켜 고분자의 기계적 특성을 강화한 것이다. 나노 물질의 첨가는 기존 고분자의 단점을 극복하여 우수한 특성을 갖게 한다.

수행 평가 문제

7. 그림은 고분자를 생성하는 과정을 나타낸 것이다. 단위체가 중합체가 되는 과정을 간단히 설명해 보자.



두 가지 종류의 단위체가 연결된 고분자이다. 중합 과정에서 작은 분자가 빠져나가면서 고분자를 형성한다.

창의력 문제

8. 미국, 중국, 러시아와 같이 자원이 풍부한 나라도 외국으로부터 자원을 수입하여 사용하는데 그 까닭은 무엇인지 이야기해 보고, 자원을 수입에 의존하였을 때 어떠한 문제가 발생할 수 있을지 생각해 보자.

특정 광물 자원이 매장되어 있는 곳은 한정되어 있으므로 각 나라에서 필요한 자원이 자국에서 산출되지 않을 수 있다. 따라서 광물 자원의 완전한 자급자족은 불가능하다. 자원을 수입에 의존하는 경우 자원의 확보나 가격 결정에서 피동적일 수밖에 없으며, 자원 산출국과의 마찰이 벌어질 경우 자원 수급에 어려움이 있을 수 있다.

사고력 향상 문제

9. 철이나 알루미늄, 금이나 은과 같은 금속은 모두 도체이지만, 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 전선은 대부분 구리로 만든다. 전선을 만들 때 다른 금속 광물보다 구리가 주로 사용되는 까닭은 무엇인지 구리의 성질과 관련지어 설명해 보자.



구리는 은보다 가격이 저렴하며 철보다 녹이 잘 슬지 않는다. 또 알루미늄보다 잘 휘어지므로 가공이나 전선 배열이 쉽다.

수행 평가 문제

10. 암석 속에서 흔히 볼 수 있는 석영이나 장석이 금 광산에서 채굴된 금광석 내에 포함되어 있을 때 금을 제외한 석영과 장석은 경제적인 가치가 떨어진다. 이때 금과 같이 유용한 광물은 광석이라고 하지만, 석영이나 장석처럼 경제적 가치가 떨어지는 광물은 맥석이라고 한다. 그러나 맥석도 때로는 귀중한 자원으로 이용되는데, 석영이나 장석이 자원으로 이용되는 경우를 찾아보자.

석영과 장석은 암석을 이루는 가장 흔한 광물로 유리와 도자기의 원료로 막대한 양이 이용된다. 한편, 암석 속에 석영과 장석이 다른 광물들과 섞여 있을 때는 맥석이지만, 순수한 덩어리로 산출되는 경우에는 유용 광물이다.