

글동무

# 단어 토

물리·지구과학

자연과학  
편







# 단어토



자연과학  
물리·지구과학  
편



“분명히 같은 우리말인데...

알아듣기가 힘들고, 온통 외계어 같았어요”

“교과서를 보면 모르는 단어가 너무 많은데,

물어보기도 부끄러워서 그냥 아는 척하고 넘어갔어요”

여러 고비를 넘기며 한국에 정착한 탈북 학생들은 학교에서 공부를 할 때 또 다른 장벽을 마주합니다. 교과서의 모르는 단어를 형광펜으로 표시해보라고 하니, 교과서의 절반이 칠해질 정도였습니다.

언어차이로 인한 이들의 어려움을 돕고자 2015년 남북한어 언어번역 애플리케이션 ‘글동무’가 탄생했습니다. 이후 글동무는 끊임없는 개발을 통해 꾸준히 발전해 왔습니다. 그리고 2018년 글동무의 콘텐츠를 활용하여 탈북 학생들을 위한 학습단어집인 ‘글동무 단어통’을 출간하게 되었습니다. ‘글동무 단어통’은 학생들이 한 권의 책으로 중·고등학교의 학습 개념을 배우고, 언제 어디서나 활용할 수 있도록 만들어졌습니다. 이 책이 탈북 학생들의 꿈을 키워주는 계기가 되기를 바랍니다.

글동무 단어통 프로젝트 팀 일동

### 일러두기

사용된 북한어는 문화어, 중국어는 보통화(普通話)를 기준으로 표기했습니다.  
북한어는 대응하는 단어가 있는 경우에만 표기했습니다.

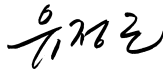


탈북 청소년들의 언어격차 해소를 위한 남북한어 번역 애플리케이션 ‘글동무’를 론칭한지 벌써 4년째가 되어갑니다. 제일기획은 커뮤니케이션과 아이디어로 솔루션을 생산하는 기업으로서 탈북 학생들이 겪는 소통의 문제를 해결하기 위한 여러 프로젝트를 진행하고 있습니다. ‘글동무’ 애플리케이션을 시작으로, 탈북 트라우마 및 남한 생활 적응을 위한 심리·정서지원 프로그램 ‘마음동무’와 학과·진로 멘토링 ‘길동무’ 등 탈북 학생들이 꼭 필요로 하는 분야에 실질적 지원을 지속하고 있습니다.

그동안 운영해 온 남북한어 번역 애플리케이션 ‘글동무’의 콘텐츠를 활용하여 학생들이 조금 더 편리하고 효율적으로 사용할 수 있도록 ‘글동무 단어통’을 출간하게 되었습니다. ‘글동무 단어통’은 국내 최초 탈북 학생들을 위한 학습단어집으로 학업 현장에서 탈북 학생들이 학과 내용을 좀 더 쉽고 자세하게 이해할 수 있도록 꼭 필요한 내용을 담았습니다.

‘글동무 단어통’이 탈북 학생들의 학업에 도움이 되기를 바라며, 앞으로도 제일기획은 ‘먼저 온 미래’인 탈북 학생들의 안정적 남한 정착을 돕고, 나아가 탈북민에 대한 사회적 관심과 인식 개선을 위해 노력하겠습니다. 제일기획의 ‘글동무 프로젝트’에 많은 관심과 성원 부탁 드립니다. 감사합니다.

제일기획 대표이사 사장 유정근



글동무 애플리케이션 개발로 분주하던 2015년 1월, 지금도 생각하면 몽글한 한 장면이 있습니다. 글동무 콘텐츠 개발을 위해 탈북 대학생들과 대한민국 대학생들이 모여 진지하게 논의하다가 농담을 주고받으며, 남북한이라는 서로 다른 배경이 무색할 정도로 하나가 되던 장면이었습니다. 통일의 시기는 알 수 없지만, 남북한 학생들의 하나 된 모습을 통해 작게나마 희망적 통일의 모습을 그려볼 수 있었습니다.

대한민국에 정착한 탈북민이 3만 명이 넘었고, 그 중 약 10%를 차지하는 탈북 학생들은 정규학교 또는 대안학교에 다니며 생활하고 있습니다. 드림터치포올은 이들이 학교생활에 잘 적응하고 더 나아가 통일세대의 주역으로 자라날 수 있도록 돕기 위해 실질적인 일부터 실천하고자 합니다. 특별히 언어 학습에 도움을 주고자 글동무 애플리케이션의 내용을 바탕으로 ‘글동무 단어통’을 출간하게 되었습니다. 이 책을 출간하기까지 함께 해주신 제일기획 임직원 및 이화여자대학교 권순희 교수님, 서울교육대학교의 박만구 교수님, 전영석 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 ‘글동무 단어통’ 작업을 총괄한 드림터치포올의 이지영 팀장과 제예나 매니저를 비롯하여 봉사자분들 및 전문가분들께도 감사를 드립니다.

‘글동무 단어통’ 책을 통해 탈북 학생들이 자신감을 가지고 학업에 잘 적응할 수 있기를, 진정한 단어통(通)이 되길 간절히 바랍니다!

드림터치포올 대표 최유강





내가 현재 공부하고 있는  
단원명을 보여줍니다.

# 1 힘과 에너지

- 01. 운동
- 02. 힘
- 03. 역학적 에너지
- 04. 열역학
- 05. 상대성 이론

우리 주변 물체들의 움직임은 물리 법칙으로 설명할 수 있다.  
그 중 물리 법칙의 기초가 된 뉴턴의 운동 법칙부터 아인슈타인의  
상대성 이론까지 배워보도록 한다.



표제어 단어와 주요 설명,  
예문을 살펴볼 수 있습니다.

## 04 열역학

1

2

현재 페이지에서 어느  
단원을 공부하고  
있는지 확인할 수  
있습니다.

### 온도 [중]

- [중] 온도
- [중] 温度 (wēn dù)

[温度] 차갑고 따뜻한 정도를 나타내는 물리량.

- 사람마다 차갑거나 뜨거운 정도를 느끼는 것은 주관적이다. 이를 객관적인 수치로 표현한 것이 온도이다.
- 분자의 운동이 활발할수록 온도가 높다.
- 분자의 운동에너지가 큰 순서대로 나타내면 기체, 액체, 고체 순이다.



기체



액체



고체

온도와 분자운동

## 이동거리 [중] 4

- [중] 이동거리
- [중] 移动距离 (yí dòng jù lí)

[고] 는 고등학교 과정에서  
다뤄지는 단어를,  
[중] 은 중학교 과정에서  
다뤄지는 단어를 의미합니다.


## 변위 [고]


- [고] 변화량 5
- [중] 位移 (wèi yí)

모든 단어에 표기된  
북한어와 중국어로 이해를  
높일 수 있습니다.



## 구성과 특징 2

 **Tip** 은 설명을 읽을 때나 문제를 풀 때 도움이 되는 내용입니다.

 **Tip**  
전도는 주로 고체에서 열이 이동하는 방식이다.

사람이 움직이지 않을 때 비는 하늘에서 수직으로 내려와서 우산을 머리 위로 들면 된다. 하지만 사람이 쫓을 때는 우산을 기울여야 비를 피할 수 있다.

마찬가지로 별빛의 겉보기 방향이 실제 별빛의 방향과 다르게 기울어져서 오는 것처럼 보이는 것은 지구의 공전 때문이다.



단어 설명에 대한  
예시입니다.

**+ 는 단어와 관련된 보충설명입니다.**

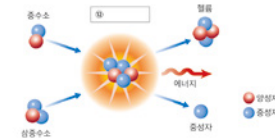
어떠한 값이 크기와 방향을 갖고 있으면 그 값 위에 화살표( $\vec{x}$ )로 표시한다.

## 복습하기-B

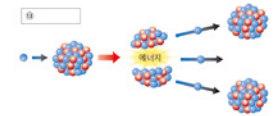
안에 알맞은 단어나 기호를 적어보세요.

7. 모든 물질이 파동의 성질과 입자의 성질을 모두 갖는 것을 **파동입자 이중성**이라 하며, 질량을 갖는 물질의 파동을 **물질파**라 한다.

8. 아래 그림은 원자핵끼리 합쳐져 더 무거운 원자핵이 되는 과정에서 에너지를 만드는 과정이다.



9. 아래 그림은 원자핵이 중성자를 흡수하여 많은 에너지를 내면서 둘 이상으로 쪼개지는 과정이다.



10. 양자역학의 기본이 되는 상수이며, 물질의 파동성과 입자성을 연결시키는  
하는 것은  $h$  이다. 막스 플랑크가 고안했으며, 기호  $h$ 로 나타

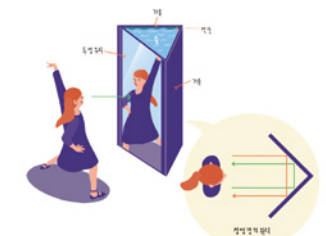
각 단원에서 배운 단어와  
내용을 빈칸을 채우면서  
복습할 수 있습니다.

복습하기의 정답은 페이지  
아래에서 확인할 수 있습니다.

거울은 왜 항상 좌우를 반대로 비출까?

거울을 보고 오른손을 들면, 거울 속의 나는 왼손을 듭니다.  
 입고 있는 티셔츠의 끝매도 뒤집혀서 보이지요.  
 그렇다면 좌우를 그대로 보여주는 거울은 없는 걸까요?  
 일본의 발명가 '기타무레 겐지'가 바르게 보이는 거울을 발명

이런 거울을 정영경(正映鏡)이라고 하는데요, 만드는 법은 간단합니다.  
거울 2장을 90°로 붙이고 투명한 유리를 붙인 뒤, 그 안에 물을 채웁니다.  
그러면 90°로 들어온 빛이 두 번 꺾이면서,  
최우거 두 번 뒤집혀서 원래대로 보이는 원리이지요.  
쉬운 물리법칙으로 새로운 발명품을 만들 수 있다는 사실이 신기하지 않나요?



한 과목 내용이 끝날 때  
각 과목에 연관된 재미있는  
이야기들을 읽으며 쉬어갈 수  
있습니다.



물리

<b>1 힘과 에너지</b>	014
01. 운동	015
02. 힘	022
03. 역학적 에너지	031
04. 열역학	035
05. 상대성 이론	041
<b>2 전기와 자기</b>	048
01. 전기	049
02. 전자기력	060
03. 반도체	068
04. 에너지 발전	074
<b>3 파동과 입자</b>	082
01. 파동	083
02. 빛	095
03. 현대물리	103

쉬어가기

거울은 왜 항상 좌우를 반대로 비출까?

지구과학

<b>1 고체 지구</b>	112
01. 지구계	113
02. 지구 내부 구조	118
03. 판 구조론	122
04. 지구 구성 물질	129
05. 지구의 역사	135
<b>2 대기와 해양</b>	142
01. 해수의 성질	143
02. 해양의 순환	147
03. 대기의 구성	150
04. 대기의 순환 ①	156
05. 대기의 순환 ②	161
06. 대기와 해양의 상호작용	170
<b>3 우주</b>	176
01. 태양계의 구성	177
02. 태양계의 운동	183
03. 별의 특성	192
04. 별의 진화	196
05. 우주의 구조	199
06. 우주의 진화	205



# 물리

“모든 물리학은 불가능한 것이거나 사소한 것이다. 이해하기 전까지는 불가능한 것이고, 이해하게 되면 사소한 것이 된다.”

- 어니스트 러더퍼드

**1** 힘과 에너지

**2** 전기와 자기

**3** 파동과 입자



# 1 힘과 에너지

- 01. 운동
- 02. 힘
- 03. 역학적 에너지
- 04. 열역학
- 05. 상대성 이론

우리 주변 물체들의 움직임은 물리 법칙으로 설명할 수 있다.  
그 중 물리 법칙의 기초가 된 뉴턴의 운동 법칙부터 아인슈타인의 상대성 이론까지 배워보도록 한다.

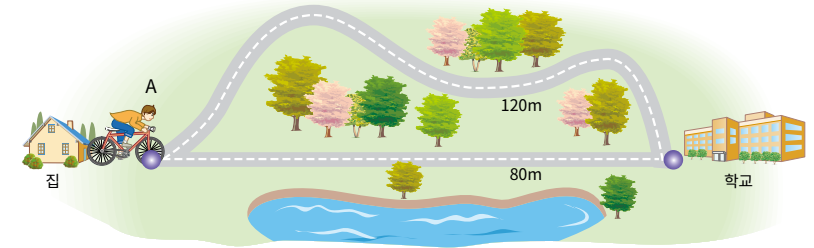


## 01 운동

1

힘과 에너지

01. 운동



### 이동거리

- 북 이동거리
- 중 移动距离 (yí dòng jù lí)

물체가 실제로 움직인 거리 또는 동선.

- 이동거리는 크기만을 갖는다.
- A가 학교를 갈 때는 아랫길로 가고 학교에서 집으로 돌아올 때는 윗길로 가면 총 이동거리는 200m이다.

### 변위

- 북 변화량
- 중 位移 (wèi yí)

[變位] 물체의 처음 위치(출발점)부터 나중 위치(도착점)까지의 가장 짧은 직선 거리.

- 변위는 크기와 방향을 갖는다.
- 변위의 크기는 처음 위치와 나중 위치의 직선 거리이다.
- 변위의 방향은 처음 위치에서 나중 위치를 가리키는 방향이다.
- A가 집을 출발하여 학교를 거쳐 집으로 돌아오면 출발점과 도착점이 같으므로 변위는 0m이다.

+

어떠한 값이 크기와 방향을 갖고 있으면, 그 값 위에 화살표(→)로 표시한다.

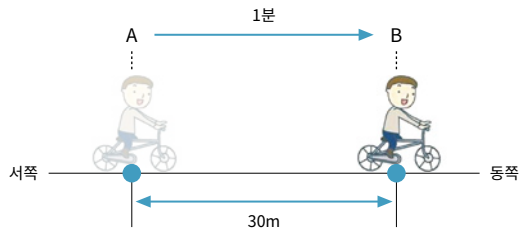


## 운동 [중]

- 북 운동
- 중 运动 (yùn dòng)

[運動] 물체의 위치가 시간이 갈수록 변화하는 현상.

- 운동은 시간에 따른 물체의 위치 변화로 나타낸다.



운동의 표현: B는 A지점으로부터 1분 동안 동쪽으로 30m를 이동했다.

## 속력 [중]

- 북 속력
- 중 速率 (sù lǜ)

### 평균 속력 [중]

- 북 평균속력
- 중 平均速率 (píng jūn sù lǜ)

### 순간 속력 [고]

- 북 순간속력
- 중 瞬时速率 (shùn shí sù lǜ)

[速力] 단위 시간당 물체가 이동한 거리.

- 속력은 크기만을 갖는다.
- 속력은 이동거리를 걸린 시간으로 나누어 계산한다.

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad [\text{단위: } m/s] (V: \text{속력}, \Delta s: \text{이동거리}, \Delta t: \text{걸린시간})$$

- 평균 속력은 전체 시간에 대한 물체의 속력이고 순간 속력은 특정 시각에서의 물체의 속력이다.

+

델타( $\Delta$ ): 두 양의 차이를 나타낼 때 많이 사용한다.  
 $\Delta t = t - t_0$  ( $\Delta t$ : 걸린시간,  $t$ : 측정 완료 시간,  $t_0$ : 측정 시작 시간)

## 속도 [고]

- 북 속도
- 중 速度 (sù dù)

### 평균 속도 [고]

- 북 평균속도
- 중 平均速度 (píng jūn sù dù)

### 순간 속도 [고]

- 북 순간속도
- 중 瞬间速度 (shùn jiān sù dù)

[速度] 단위 시간당 물체의 변위.

- 속도는 크기와 방향을 갖는다.
- 속도는 변위를 걸린 시간으로 나누어 계산한다.

$$\vec{V} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \quad [\text{단위: } m/s] (\vec{V}: \text{속도}, \Delta \vec{x}: \text{변위}, \Delta t: \text{걸린시간})$$

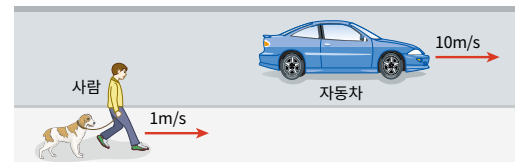
- 평균 속도는 전체 시간에 대한 물체의 속도이고, 순간 속도는 특정 시각에서의 물체의 속도이다.

## 상대 속도 [고]

- 북 상대속도
- 중 相对速度 (xiāng duì sù dù)

[相對速度] 관찰자 입장에서 관찰되는 물체의 속도.

- 직선상에서 물체 A의 속도를  $\vec{V}_A$ , 물체 B의 속도를  $\vec{V}_B$ 라고 하면, 물체 A가 바라본 물체 B의 속도  $\vec{V}_{AB}$ 는  $\vec{V}_B - \vec{V}_A$ 이다.



### 상대 속도

사람에 대한 자동차의 상대 속도는  $+9m/s(10m/s - 1m/s)$ 이고, 자동차에 대한 사람의 상대 속도는  $-9m/s(1m/s - 10m/s)$ 이다.

+

음수인 벡터 물리량과 양수인 벡터 물리량은 방향이 서로 반대이다.

## 가속도 [고]

- 북 가속도
- 중 加速度 (jiā sù dù)

[加速度] 단위 시간당 속도의 변화율.

- 가속도는 크기와 방향을 갖는다.
- 가속도는 속도의 변화량을 시간으로 나누어 계산한다.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad [\text{단위: } m/s^2]$$

( $\vec{a}$ : 가속도,  $\Delta \vec{v}$ : 속도의 변화량,  $\Delta t$ : 걸린시간)

## 질량 [중]

- 북 질량
- 중 质量 (zhì liàng)

[質量] 장소나 상태에 따라 달라지지 않는 물체의 고유한 양.

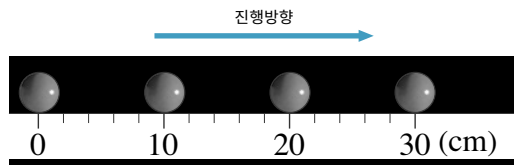
- 질량의 단위는 일반적으로 킬로그램[kg]을 사용한다.



## 등속 직선 운동 ☞

- 고른속도직선운동  
● 匀速直线运动  
(yún sù zhí xiàn yùn dòng)

[等速直线运动] 물체의 속력과 방향이 모두 일정한 운동.



### 등속 직선 운동

공이 한 방향으로 단위시간 당 일정한 거리만큼 움직일 때, 이 운동을 등속 직선 운동이라 한다.

## 가속도 운동 ☞

- 가속도운동  
● 加速运动 (jiā sù yùn dòng)

[加速度运动] 시간에 따른 속도 변화가 있는 운동.

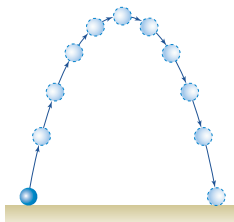
· 가속도 운동의 예시로는 세 가지가 있다.



1. 속력만 변하는 운동  
(공의 자유낙하 운동)



2. 방향만 변하는 운동  
(회전목마의 원운동)



3. 속력과 방향이 모두 변하는 운동  
(공의 포물선 운동)

가속도 운동의 세 가지 예시

## 뉴턴의 운동법칙 ☞

- 운동의 제 1, 2, 3 법칙  
● 牛顿运动定律  
(niú dùn yùn dòng dìng lǜ)

물체의 움직임을 다룬 세 가지 물리 법칙.

· 뉴턴의 운동법칙은 세 가지 법칙으로 이루어져 있다.

뉴턴의 운동 제 1법칙: 관성의 법칙  
뉴턴의 운동 제 2법칙: 힘과 가속도의 법칙  
뉴턴의 운동 제 3법칙: 작용 반작용의 법칙

## 관성의 법칙 ☞

- 운동의 제 1법칙  
● 牛顿第一运动定律  
(niú dùn dì yì yùn dòng dìng lǜ)

외부에서 힘을 받지 않을 때, 물체가 원래의 운동 상태를 유지하려는 성질을 설명한 법칙.

· 관성이란 물체가 원래의 운동상태를 유지하려는 성질을 말한다.  
· 물체에 작용하는 알짜힘이 없을 때, 정지해 있던 물체는 계속 정지해 있고, 운동하던 물체는 그대로 움직인다.

### 관성 중

- 관성  
● 惯性 (guàn xìng)



### 버스가 급출발하는 경우

버스가 정지에 있다가 급출발을 하는 경우, 사람의 몸은 정지상태를 유지하려 하기 때문에 버스가 움직이는 방향과 반대로 움직인다.



### 버스가 급정지하는 경우

버스가 급정지를 하는 경우, 사람의 몸은 앞으로 운동하려고 하기 때문에 몸이 앞으로 간다.

+

알짜힘이란 물체에 작용하는 순수한 힘이다.



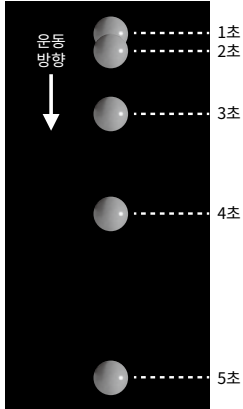
## 힘과 가속도의 법칙 고

- 복 운동의 제 2법칙
- 중 牛顿第二运动定律 (niú dùn dì èr yùn dòng dìng lǜ)

물체에 힘(알짜힘)이 작용할 때 발생하는 물체의 운동 변화를 설명한 법칙.

- 물체의 가속도 크기는 물체에 작용한 힘(알짜힘)의 크기에 비례하고 질량에 반비례한다.
- 물체의 질량이 일정할 때, 외부에서 힘이 가해지면 가속도가 생긴다.

$$\vec{F} = m \times \vec{a} \quad [\text{단위: } N(\text{뉴턴})] \quad (\vec{F}: \text{힘}, m: \text{질량}, \vec{a}: \text{가속도})$$



떨어지는 공의 속도 변화  
공을 떨어뜨리면 공에 중력(힘)이 작용해서 공의 속도가 빨라진다.

## 작용 반작용의 법칙 고

- 복 운동의 제 3법칙
- 중 牛顿第三运动定律 (niú dùn dì sān yùn dòng dìng lǜ)

작용 고

- 복 작용
- 중 作用 (zuò yòng)

반작용 고

- 복 반작용
- 중 反作用 (fǎn zuò yòng)

A가 B에 힘을 줄 때, B도 A에게 같은 크기의 힘을 반대 방향으로 준다는 법칙.

- 두 물체 사이에서 상호작용하는 두 힘 중 하나를 **작용**, 다른 힘을 **반작용**이라고 한다.



바닥과 발의 작용 반작용: 발은 바닥을 뒤로 밀고 바닥은 발을 앞으로 밀어낸다.



## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

1. 운동이란 시간에 따라 물체의 가 변하는 현상이다.
2. 변위는 와 을 가진 물리량이다.
3. 속력은 물체의 단위 시간당 변하는 이고, 속도는 물체의 단위 시간당 변하는 이다.
4. 는 속도의 변화량을 말한다.
5. 속력과 방향의 변화가 없는 운동을 이라고 하고, 속력이나 방향이 변하는 운동을 이라고 한다.
6. 은 외부에서 물체에 힘이 작용하면 물체의 운동을 변화시킨다는 법칙이다.
7. 물체가 실제로 움직인 전체거리를 라 한다.
8. 자신의 속도를 상대와 비교한 속도를 라 한다.
9. 물체의 고유한 값 또는 양을 이라 한다.
10. 은 뉴턴의 운동 제 1법칙이라 하며, 외부에서 힘을 받지 않으면 물체가 운동 상태를 유지하려는 성질을 설명한 법칙이다.
11. 은 뉴턴의 운동 제 3법칙이라 하며, 두 물체 사이에서 상호작용하는 두 힘을 설명한 법칙이다.

작용 반작용  (1)  (2)  (3)  (4)  (5)  (6)  (7)  (8)  (9)  (10)  (11)  (12)  (13)  (14)  (15)



## 힘 [중]

- 북 힘
- 중 力 (lì)

물체의 모양이나 운동 상태를 변화시키는 요인.

- 힘은 질량과 가속도에 비례한다.

$$\vec{F} = m \times \vec{a} \quad [\text{단위: } N(\text{뉴턴})] \quad (\vec{F}: \text{힘}, m: \text{질량}, \vec{a}: \text{가속도})$$

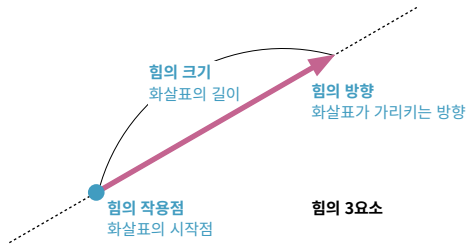
- 1N은 1kg의 물체의 속도를 1초 동안 1m/s만큼 변화시킬 수 있는 힘을 말한다.

## 힘의 3요소 [중]

- 북 힘의 3가지 요소
- 중 力的三要素 (lì de sān yào sù)

힘을 표현하는 3가지 요소(힘의 크기, 방향, 작용점).

- 힘의 3요소 중 어느 하나라도 바뀌면 힘이 달라진다.

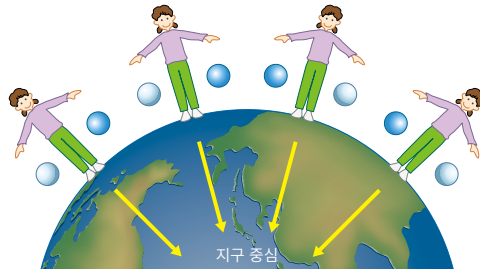


## 중력 [중]

- 북 중력
- 중 重力 (zhòng lì)

[重力] 지구와 물체 사이에 작용하는 힘.

- 지구가 물체를 당기는 힘을 **중력**이라고 한다.
- 중력의 크기는 물체와 지구와의 거리가 멀수록 작아지고, 물체의 질량이 클수록 커진다.
- 중력의 방향은 지구 중심 쪽으로 향하는 방향이다.



공에 작용하는 중력: 지구 어느 지점에서 공을 던져도 지구 중심을 향해 땅에 떨어진다.

## 무게 [중]

- 북 무게
- 중 重量 (zhòng liàng)

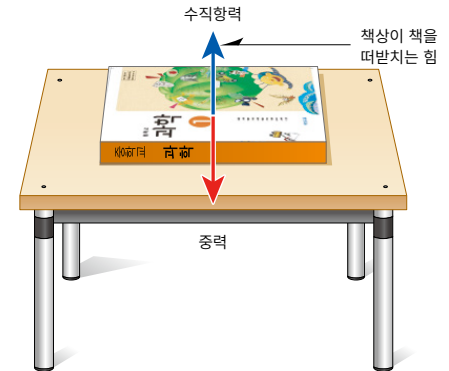
지구상에 있는 물체에 작용하는 지구 중력의 크기.

- 무게는 지구 중심과 물체와의 거리에 따라 달라진다.
- 지구 중심과 물체와의 거리가 멀수록 무게가 작아지고, 지구 중심과 물체와의 거리가 가까울수록 무게는 커진다.
- 지구의 중심에서 극지방까지의 거리가 적도까지의 거리보다 짧기 때문에 같은 물체도 적도보다 극지방에서 무게가 더 많이 나간다.

## 수직항력 [중]

- 북 수직방향의 힘
- 중 支持力 (zhī chí lì)

[垂直抗力] 물체와 접촉하고 있는 표면 위쪽 수직 방향으로 작용하는 힘.



수직항력: 중력을 받는 책을 위로 떠받쳐 책이 책상 위에 그대로 있도록 하는 힘이 수직항력이다.

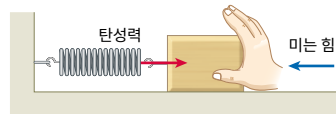
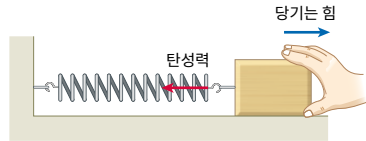


## 탄성력

- 북 탄력
- 중 弹力 (tán lì)

[彈性力] 외부의 힘에 의해 모양이 변형된 물체가 원래의 모양을 되찾는 방향으로 작용하는 힘.

- 탄성력의 크기는 물체가 외부의 힘에 의해 변형된 정도를 나타낸다.
- 탄성력의 방향은 탄성체가 변형되는 방향과 반대 방향이다.



용수철의 탄성력

+

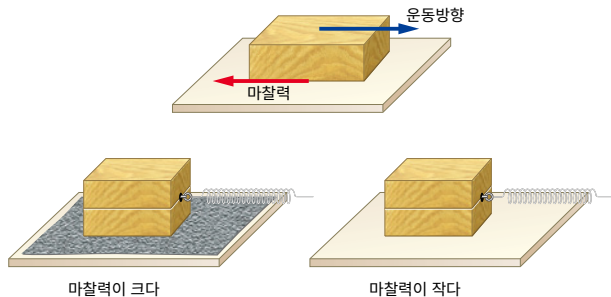
탄성체는 탄성을 가진 물체이며, 대표적으로 용수철이 있다.

## 마찰력

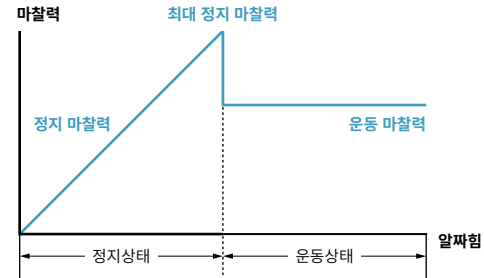
- 북 쓸림힘
- 중 摩擦力 (mó cā lì)

[摩擦力] 물체와 접촉면 사이에서 물체의 운동을 방해하려는 힘.

- 마찰력의 크기는 물체의 수직항력에 비례하며, 접촉면의 성질에 따라 달라진다.
- 마찰력의 종류에는 정지 마찰력과 운동 마찰력이 있다.



접촉면에 따른 마찰력



마찰력 그래프

물체가 움직이기 직전까지 정지 마찰력이 작용하고, 움직이기 시작하면 최대 정지 마찰력보다 작은 운동 마찰력이 작용한다.

## 정지 마찰력

- 북 정지 쓸림힘
- 중 靜摩擦力 (jìng mó cā lì)

[靜止摩擦力] 물체가 움직이지 않는 동안 물체에 작용하는 마찰력.

- 정지 마찰력의 크기는 물체에 가해지는 외부 힘(알짜힘)의 크기와 같다.
- 정지 마찰력의 방향은 알짜힘의 반대 방향이다.
- 물체와 접촉면 사이에서 발생하는 정지 마찰력 중 가장 큰 값을 **최대 정지 마찰력**이라고 한다.
- 알짜힘이 최대 정지 마찰력보다 커지면 물체는 움직이기 시작한다.

## 최대 정지 마찰력

- 북 최대 정지 쓸림힘
- 중 最大靜摩擦力 (zuì dà jìng mó cā lì)

## 운동 마찰력

- 북 운동 쓸림힘
- 중 動摩擦力 (dòng mó cā lì)

[運動摩擦力] 물체가 움직일 때 물체에 작용하는 마찰력.

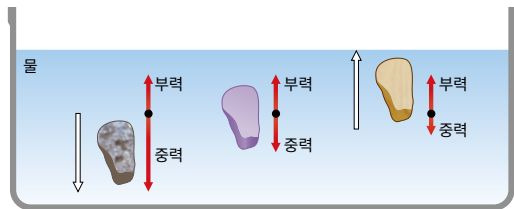
- 운동 마찰력의 방향은 운동 방향의 반대 방향이다.



## 부력

- 북 뜰힘
- 중 浮力 (fú lì)

[浮力] 액체나 기체에 있는 물체에 중력과 반대 방향으로 작용하는 힘.



### 부력

1. (부력 < 중력) 부력보다 중력이 크면 물체는 물에 가라앉는다.
2. (부력 = 중력) 부력과 중력이 같으면 물체는 물의 가운데에 있다.
3. (부력 > 중력) 부력이 중력보다 크면 물체는 물 위로 올라온다.



물체가 물에 떠 있으면 부력과 중력은 평형을 이루는 상태이다.

## 합력

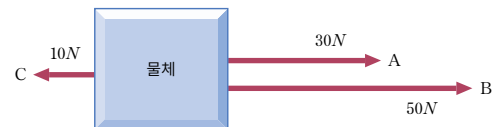
- 북 합침힘
- 중 合力 (hé lì)

### 힘의 합성

- 북 힘의 합성
- 중 力的合成 (lì de hé chéng)

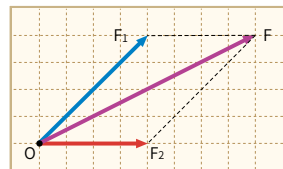
[合力] 한 물체에 작용하는 두 가지 이상의 힘들의 합.

· 한 물체에 작용하는 **합력**을 구하는 것을 **힘의 합성**이라고 한다.



### 나란한 두 힘의 합성

1. 두 힘의 방향이 같은 방향인 경우:  
합력의 방향은 두 힘의 방향과 동일하고, 크기는 두 힘을 합한 값이다.  
힘 A와 힘 B의 합력은 오른쪽으로 80N (30N + 50N)이다.
2. 힘의 방향이 서로 반대인 경우:  
합력의 방향은 두 힘 중 큰 힘의 방향이고, 크기는 큰 힘의 크기에서 작은 힘의 크기를 뺀 값이다.  
힘 A와 힘 C의 합력은 오른쪽으로 20N (30N - 10N)이다.



합력의 크기: 대각선의 길이  
합력의 방향: 대각선의 방향

### 나란하지 않은 두 힘의 합성 - 평행사변형법

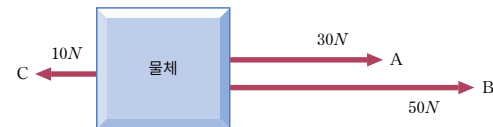
나란하지 않은 두 힘의 합성은 두 힘을 한 번으로 하는 평행사변형을 그려 평행사변형의 대각선으로 구한다.

## 알짜힘

- 북 물체에 작용하는 합침힘
- 중 淨力 (jìng lì)

한 물체에 작용하는 모든 힘들과 같은 효과를 내는 하나의 힘.

· **알짜힘**이란 물체에 작용하는 순수한 힘이다.



**물체에 작용하는 힘:** 물체에 가해진 알짜힘은 힘 A, B, C의 합력이므로, 오른쪽으로 70N (50N + 30N - 10N)이다.

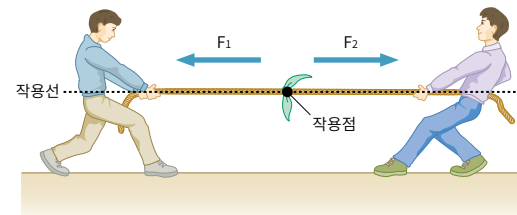


합력과 알짜힘은 비슷해 보이지만 다른 개념이다. 합력은 물체에 작용하는 여러 힘들 중 선택된 몇 가지 힘들의 합이고, 알짜힘은 물체에 작용하는 모든 힘들의 합이다.

## 힘의 평형

- 북 힘의 평형
- 중 力的平衡 (lì de píng héng)

물체의 알짜힘이 0인 상태.



### 두 힘이 평형을 이루는 경우

줄다리를 할 때, 양쪽 힘의 크기가 동일하고 방향이 반대이면 밧줄이 움직이지 않는다.

### 두 힘의 평형조건

물체에 작용하는 두 힘이 평형을 이루려면  
① 두 힘의 크기가 같고 ② 방향이 서로 반대여야 한다.



작용선은 작용점과 힘의 방향을 이은 선이다.



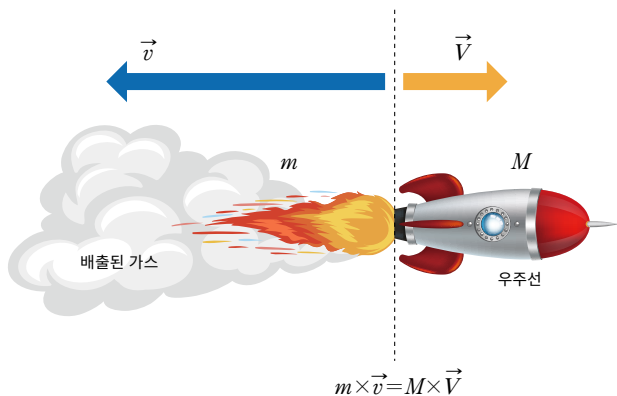
## 운동량

- 운동량
- 动量 (dòng liàng)

[運動量] 물체가 운동하는 정도를 나타내는 물리량.

- 운동량은 크기와 방향을 갖는다.
- 운동량은 질량과 속도의 곱으로 계산한다.

$$\vec{p} = m \times \vec{v} \text{ [단위: } kg \cdot m/s, N \cdot s \text{]} (\vec{p}: \text{운동량}, m: \text{질량}, \vec{v}: \text{속도})$$



정지된 우주선이 가스를 배출했을 때  
우주선에서 배출된 가스의 운동량과 우주선의 운동량은 같다.  
하지만 배출된 가스의 질량은 작기 때문에 빠른 속도로 움직이고,  
상대적으로 무거운 우주선은 느린 속도로 움직인다.

## 충격량

- 운동량의 변화
- 冲量 (chōng liàng)

### 충격력

- 운동량 변화를 일으키는 힘
- 冲击力 (chōng jī lì)

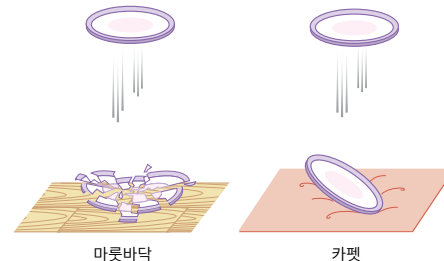
### 충돌 시간

- 운동량 변화를 일으키는 시간
- 冲击时间 (chōng jī shí jiān)

[衝擊量] 물체가 받은 충격의 정도를 나타낸 물리량.

- 충격량은 크기와 방향을 갖는다.
- 충격량은 두 물체가 충돌할 때 발생하는 운동량의 변화량이다.
- 충격량은 **충격력**(작용한 힘)과 **충돌 시간**(힘이 작용한 시간)의 곱으로 계산한다.

$$I = F \times \Delta t \text{ [단위: } N \cdot s \text{]} (I: \text{충격량}, F: \text{충격력}, \Delta t: \text{충돌 시간})$$

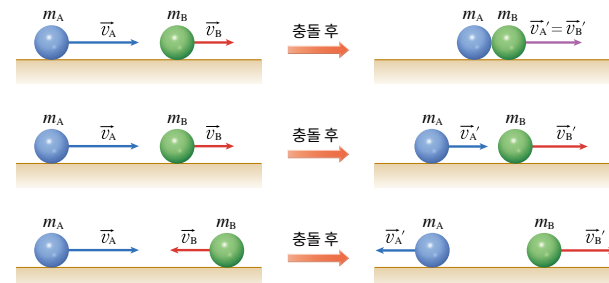


마룻바닥과 카펫에 떨어진 접시: 마룻바닥에 떨어진 접시와 카펫에 떨어진 접시가 받은 충격량은 서로 같지만, 카펫에서는 마룻바닥보다 충돌 시간이 길기 때문에 충격력이 작아 접시가 깨지지 않는다.

## 운동량 보존 법칙

- 운동량 보존법칙
- 动量守恒定律 (dòng liàng shǒu héng dìng lǜ)

[運動量保存法則] 외부에서 힘이 작용하지 않을 때, 물체들 간의 상호작용이 일어나기 전과 후의 운동량의 총합은 같다는 것을 설명한 법칙.



$$m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B = m_A \vec{v}_A' + m_B \vec{v}_B'$$

### 운동량 보존 법칙

3가지 경우 모두 충돌 전 운동량의 합과 충돌 후 운동량의 합이 동일하다.





## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

- 힘은 물체의 모양이나 ①  를 변화시키는 요인이고, 힘을 표현하는 3요소는 힘의 ② , 크기, 방향이다.
- 질량을 가진 물체들이 서로를 당기는 힘을 ③  이라고 한다.
- 외부의 힘에 의해 모양이 변형된 물체가 원래의 모양을 되찾으려는 힘을 ④  이라고 한다.
- 마찰력은 물체와 ⑤  사이에서 물체의 운동을 방해하는 힘이다.
- 물체가 움직이지 않는 동안 받는 마찰력을 ⑥  이라고 한다.  
그 중 최대값을 ⑦  이라고 한다.
- 물체가 움직일 때 받는 마찰력을 ⑧  이라고 한다.
- ⑨  이란 한 물체에 작용하는 여러 힘들 중 둘 이상의 힘들의 합을 구하는 것이다.
- ⑩  은 힘의 합력을 구하는 것이다.
- 힘의 평형이란 물체에 작용하는 ⑪  이 0인 상태를 말한다.
- ⑫  는 물체에 작용하는 중력의 크기이다.
- 물 위에 물체가 뜰 수 있게 하는 힘을 ⑬  이라 한다.
- 물체와 접촉하고 있는 표면의 위쪽 수직 방향으로 작용하는 힘을 ⑭  이라 한다.
- 물체가 받은 충격의 정도를 나타낸 물리량을 ⑮  이라 하며, 충격력과 충돌 시간의 곱으로 나타낼 수 있다.

운동량 ⑤ 탄성력 ⑥ 질량 ⑦ 크기 ⑧ 변형력 ⑨ 질량 ⑩ 질량 ⑪ 질량 ⑫ 질량 ⑬ 운동량 ⑭ 질량 ⑮ 질량 ⑯ 질량 ⑰ 질량 ⑱ 질량 ⑲ 질량 ⑳ 질량 ㉑ 질량 ㉒ 질량 ㉓ 질량 ㉔ 질량 ㉕ 질량 ㉖ 질량 ㉗ 질량 ㉘ 질량 ㉙ 질량 ㉚ 질량 ㉛ 질량 ㉜ 질량 ㉝ 질량 ㉞ 질량 ㉟ 질량 ㊱ 질량 ㊲ 질량 ㊳ 질량 ㊴ 질량 ㊵ 질량 ㊶ 질량 ㊷ 질량 ㊸ 질량 ㊹ 질량 ㊺ 질량 ㊻ 질량 ㊼ 질량 ㊽ 질량 ㊾ 질량 ㊿ 질량

## 03 역학적 에너지

### 일

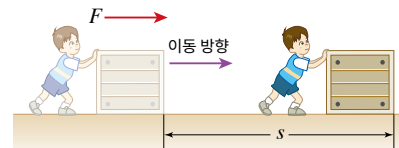
북 일  
중 功(gōng)

힘이 가해진 방향으로 움직인 물체의 이동거리와 힘의 곱.

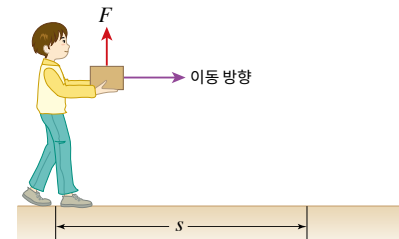
· 일은 물체에 작용한 힘과 힘의 방향으로 이동한 거리의 곱으로 계산한다.

$$W = F \cdot s \text{ [단위: } J = N \cdot m \text{]}$$

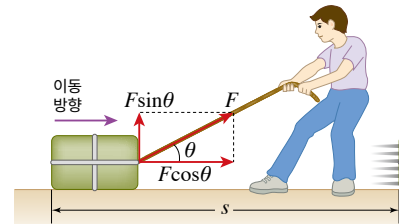
( $W$ : 일의 양,  $F$ : 물체에 가해진 힘,  $s$ : 이동거리)



**힘과 이동방향이 나란할 때:** 물체를  $F$ 의 힘으로  $s$ 만큼 이동시키면 총  $F \cdot s$ 만큼의 일을 한 것이다.



**힘과 이동방향이 다를 때 ① (수직인 경우):** 물체에 가한 힘( $F$ )과 물체의 이동방향이 수직이면 물체에 한 일은 0이다.



**힘과 이동방향이 다를 때 ② (수직이 아닌 경우):** 힘을  $F$ 만큼 물체에 힘을 주어  $s$ 만큼 이동하면, 이동방향으로 가해진 힘은  $F \cos \theta$ 이며 물체에 한 일은  $F \cos \theta \cdot s$ 이다.



## 일률

- 북 일률
- 중 功率 (gōng lǜ)

단위 시간 동안 한 일의 양을 나타내는 물리량.

- 일률은 크기를 갖는다.
- 일률은 작용하는 힘이 일정할 때 한 일을 걸린 시간으로 나누어 계산한다.

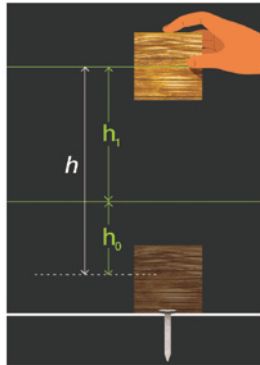
$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v \quad [\text{단위: } W(\text{와트})]$$

( $W$ : 일,  $F$ : 힘,  $v$ : 속도)

## 일-에너지 정리

- 북 일과 에네르기
- 중 动能定理 (dòng néng dìng lǐ)

물체에 일을 한 만큼 물체에 에너지가 생기거나 다른 에너지로 변한다는 정리.



**일-에너지 정리:** 나무토막을 높이가  $h$ 인 곳까지 올리는 일을 하면, 나무토막이 떨어질 때 뭇을 받을 수 있는 에너지가 생긴다.

+

에너지는 일을 할 수 있는 능력을 말한다. 단위는 일과 같은  $J(\text{줄})$ 을 사용한다.

## 운동 에너지

- 북 운동 에네르기
- 중 动能 (dòng néng)

움직이는 물체가 정지 상태에서부터 현재 속도까지 도달하는 데 필요한 일의 양.

- 물체의 **운동 에너지**는 질량과 속력 제곱으로 계산한다.

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \quad [\text{단위: } J/s] \quad (m: \text{질량}, v: \text{속력})$$



**볼링:** 볼링 공의 질량이 클수록, 속력이 빠를수록 운동 에너지가 커서 핀을 더 잘 쓰러트린다.

## 퍼텐셜 에너지

- 북 자리 에네르기
- 중 势能 (shì néng)

[potential energy] 힘이 작용하는 공간에서 물체의 위치에 따라 갖는 에너지.

### 1. 중력 퍼텐셜 에너지 (위치 에너지)

- 중력 퍼텐셜 에너지는 기준 위치로부터 현재 높이까지 물체를 올리는 데 필요한 일의 양을 말한다.
- 중력 퍼텐셜 에너지는 높이와 질량에 비례한다.

$$E = mgH \quad [\text{단위: } J(\text{줄})] \quad (m: \text{질량}, g: \text{중력 가속도}, H(h): \text{높이})$$

### 2. 탄성력 퍼텐셜 에너지 (탄성 에너지)

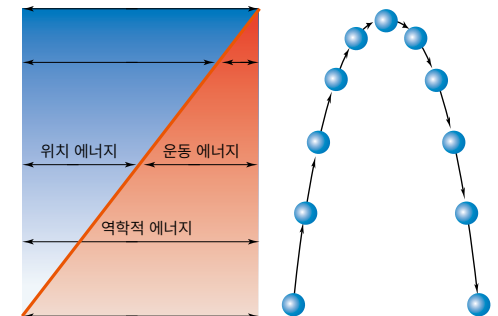
- 탄성력 퍼텐셜 에너지는 탄성체의 모양이 변화하는 데 필요한 일의 양을 말한다.
- 탄성력 퍼텐셜 에너지는 늘어난 길이 제곱에 비례한다.

$$E = \frac{1}{2}kx^2 \quad [\text{단위: } J(\text{줄})] \quad (k: \text{탄성계수}, x: \text{늘어난 길이})$$

## 역학적 에너지 보존 법칙

- 북 역학적 에너지 보존의 법칙
- 중 机械能守恒定律 (jī xié néng shǒu héng dìng lǚ)

운동하는 물체의 역학적 에너지는 마찰력이나 공기 저항을 받지 않을 경우 일정하게 유지된다는 법칙.



### 공의 역학적 에너지 변화

마찰력과 공기저항이 없는 공간에서 공을 연속 위로 던져 올리면 올라가는 동안 위치 에너지가 증가하고 대신 속력이 줄어들면서 운동 에너지가 감소한다. 최고점에 도달한 다음 내려올 때는 반대로 위치 에너지가 운동 에너지로 바뀌면서 속력이 빨라진다.

**역학적 에너지가 보존될 때** 바닥에 도달할 때의 속력은 출발할 때의 속력과 같다. 그러나 실제 상황에서는 공기 저항력으로 인해 바닥에 도착할 때의 속력은 출발할 때의 속력보다 느리다.

+

역학적 에너지는 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합이다.





## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

- ① 에 의하면, 외부에서 힘이 작용하지 않는다고 하면 트럭과 자동차가 부딪혔을 때, 감소한 트럭의 운동량만큼 자동차의 운동량이 증가한다.
- ② 란 물체에 일을 해준만큼 물체의 에너지가 증가하거나 물체가 다른 형태로 변한다는 정리이다.
- 운동 에너지는 ③ 이 클수록 ④ 이(가) 빠를수록 더 크다.
- 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합은 ⑤ 이다.
- ⑥ 은 단위 시간 동안 한 일의 양을 나타낸다.
- ⑦ 는 움직이는 물체가 정지 상태에서 현재 속도까지 도달하는 데 필요한 일의 양이다.
- ⑧ 는 힘이 작용하는 공간에서 물체의 위치와 운동량에 따라 갖는 에너지이다.
- ⑨ 은 역학적 에너지는 공기저항이나 마찰로 인한 에너지 손실이 없을 때 퍼텐셜 에너지와 운동 에너지가 달라져도 그 값은 항상 일정하다는 법칙이다.

질문 100 문제 100 문제 ⑥ 100 문제 100 문제 ⑧ 100 문제 100 문제 ⑦  
 100 문제 ⑨ 100 문제 ⑤ (5분) 100 문제 ④ 100 문제 ③ 100 문제 ② 100 문제 ① 100 문제

# 04 열역학

1

열과 에너지

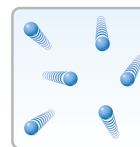
04. 열역학

## 온도

- 복 온도
- 중 温度 (wēn dù)

[温度] 차갑고 뜨거운 정도를 나타내는 물리량.

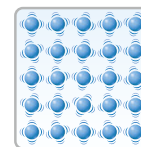
- 사람마다 차갑거나 뜨거운 정도를 느끼는 것은 주관적이다. 이를 객관적인 수치로 표현한 것이 온도이다.
- 온도가 높을수록 분자의 운동이 활발해진다.
- 분자의 평균 운동 에너지는 기체, 액체, 고체 순서대로 크다.



기체



액체



고체

온도와 분자운동

## 열에너지

- 복 열에너지
- 중 热能 (rè néng)

### 내부 에너지

- 복 속에너지
- 중 内能 (nèi néng)

온도에 의해 물체가 가지고 있는 에너지.

- 내부 에너지란 물질을 구성하고 있는 분자가 갖고 있는 에너지의 총합이다.
- 물체에 열에너지가 더해지면 물체의 내부에너지가 증가한다.
- 열은 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동한다.



**열음:** 손으로 얼음을 만지면 손이 차갑다. 손에 있는 에너지가 열음으로 이동했기 때문이다. 이때, 열에너지가 손에서 얼음으로 이동했다고 한다.



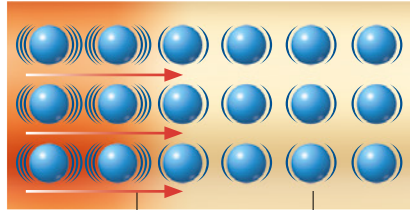
열에너지 전달 방식에는 열전도, 열대류, 열복사가 있다.



## 전도 [중]

- 북 전달
- 중 传导 (chuán dǎo)

[傳導] 물질이 직접 이동하지 않고, 물체의 이웃하는 분자끼리의 연속된 충돌에 의해 열이 전달되는 현상.



분자 운동이 활발함

분자 운동이 활발하지 않음

**전도:** 고체의 한 쪽 끝에 열을 가하면 그 부분의 분자들의 운동이 활발해진다. 활발해진 분자들은 옆의 분자와 충돌해 에너지를 전달한다.



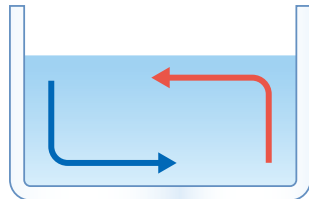
**Tip**

전도는 주로 고체에서 열이 이동하는 방식이다.

## 대류 [중]

- 북 열전달
- 중 对流 (duì liú)

[對流] 액체나 기체 분자가 직접 이동하면서 열을 전달하는 현상.



**대류:** 열을 받아 뜨거워진 액체나 기체는 위쪽으로 이동하며, 위쪽에 있는 차가운 액체나 기체는 아래쪽으로 이동한다.



## 복사 [중]

- 북 열복사
- 중 辐射 (fú shè)

[輻射] 열이 전자기파 형태로 고온의 물체로부터 저온의 물체로 직접 전달되는 현상.

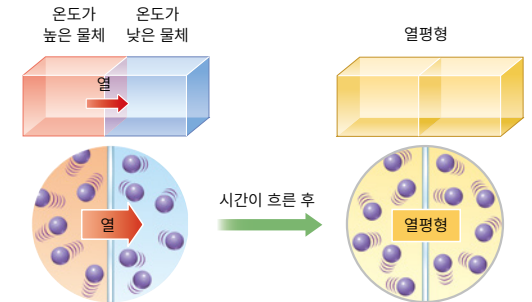


**복사:** 태양 에너지가 진공의 우주를 지나 지구에 도달한다. 이때 태양 에너지는 전자기파 형태로 전달된다.

## 열평형 상태 [중]

- 북 열평형 상태
- 중 热平衡 (rè píng héng)

[熱平衡狀態] 열 에너지의 이동으로 두 물체의 온도가 같아진 상태.



**물체의 열평형:** 온도가 높은 물체와 낮은 물체를 붙여 놓으면, 온도가 높은 물체에서 낮은 물체로 열이 이동한다. 두 물체가 서로 같은 온도가 되면 열평형 상태가 되어 온도가 더 이상 변하지 않는다.

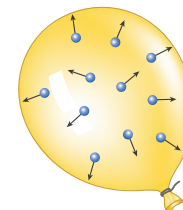
## 압력 [중]

- 북 압력
- 중 压力 (yā lì)

[壓力] 물체의 단위 면적당 수직으로 가하는 힘.

· 압력은  $[P]$ 로 표기하며, 단위는 파스칼 $[Pa]$ 이다.

·  $1Pa$ 은  $1N/m^2$ 이다.



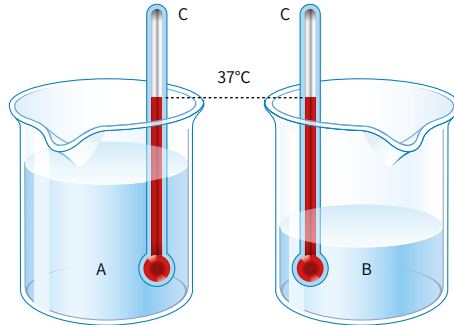
**풍선:** 풍선 안의 기체 분자들은 끊임없이 움직이면서 풍선의 안쪽 면과 충돌하여 풍선 바깥으로 힘을 준다. 이렇게 기체 분자가 풍선에 주는 힘을 **압력**이라고 한다.



## 열역학 제 0법칙

- 북 열역학 제 0법칙
- 중 热力学第零定律 (rè lì xué dì líng dìng lǜ)

물체 A와 물체 C가 열 평형을 이루고, 물체 B와 물체 C가 열 평형을 이루면 물체 A와 물체 B도 열 평형을 이룬다는 법칙.



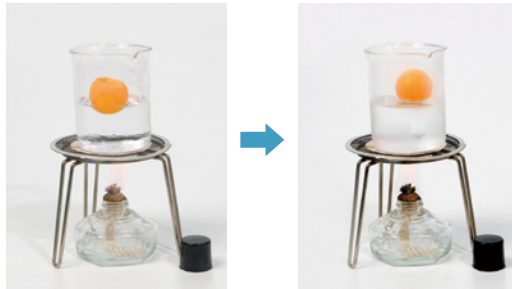
**평형을 이루는 물체:** 같은 공간에 물이 들어가 있는 비커 2개가 있다. 비커에 있는 물 A는 온도계(C)와 37°C로 열평형을 이루고 있다. 마찬가지로 비커에 있는 물 B는 온도계(C)와 37°C로 열평형을 이루고 있다. **열평형 제 0법칙**에 의해 비커에 있는 물 A와 물 B는 열평형을 이룬다.

## 열역학 제 1법칙

- 북 열역학 제 1법칙
- 중 热力学第一定律 (rè lì xué dì yī dìng lǜ)

기체가 흡수한 열은 내부에너지의 변화량과 기체가 외부에 한 일의 양의 합과 같다는 법칙.

- 기체가 열을 흡수하면 기체의 온도가 올라가고, 부피가 커져서 외부에 가해지는 압력이 커진다.



**찌그러진 탁구공 펴기:** 찌그러진 탁구공을 펴는 일은 **열역학 제 1법칙**으로 설명할 수 있다. 찌그러진 탁구공에 열을 가하면 탁구공 속 기체의 온도가 올라가고, 내부 에너지가 증가하게 된다. 탁구공의 내부 에너지가 증가하면 기체는 압력이 높아져서 찌그러진 부위를 다시 펴는 일을 한다.

## 단열

- 북 단열
- 중 绝热 (jué rè)

### 단열 팽창

- 북 단열 팽창
- 중 绝热膨胀 (jué rè péng zhàng)

### 단열 압축

- 북 단열 압축
- 중 绝热压缩 (jué rè yā suō)

[斷熱] 주위와 열 교환이 없거나 할 수 없는 환경.

- **단열** 상태에서는 외부로 에너지를 방출하거나 외부로부터 에너지를 받을 수 없다.
- **단열 팽창**은 단열 상태에서 기체의 부피가 커지는 과정이다. 부피를 늘리는 데 필요한 에너지를 내부 에너지로부터 얻기 때문에 온도가 내려간다.



- **단열 압축**은 단열 상태에서 기체의 부피가 작아지는 과정이다. 부피가 줄어들면서 내부 에너지가 증가하여 온도가 올라간다.

**보온병:** 보온병은 외부와 열 교환을 막아 단열 상태로 물의 온도를 유지할 수 있게 만든 도구이다.

## 열기관

- 북 열기관
- 중 热机 (rè jī)

### 열효율

- 북 열효율
- 중 热效率 (rè xiào lǜ)

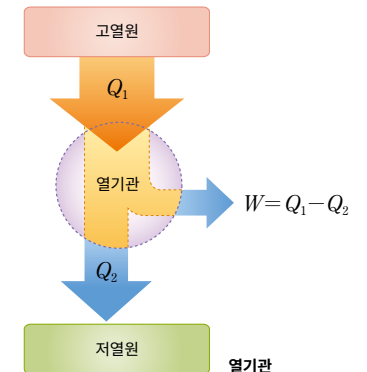
[熱機關] 열에너지를 기계적인 에너지로 바꾸는 장치.

- **열효율**은 열기관에 공급된 열과 열기관이 한 일의 비율이다.
- 열기관이 한 일은 공급된 열과 방출된 열의 차이이다.

$$e = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

(e: 열효율, W: 일,  $Q_1$ : 공급된 열,  $Q_2$ : 방출된 열)

- **열기관**을 통해 온도가 높은 물체(고열원)가 일을 하게 되면, 열역학 제 1법칙에 의해 일을 한 만큼 물체의 온도가 낮아진다.







## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

- ① 는 온도에 의해 물체가 가지고 있는 에너지이다.
- ② 는 물질을 구성하고 있는 분자가 가지고 있는 에너지의 총합이다.
- 물질이 이동하지 않고 이웃한 분자 간의 충돌에 의한 열 전달 방법을 ③ 라고 한다.
- 액체나 기체분자가 직접 이동해 열을 전달하는 방법을 ④ 라고 한다.
- 전자기파 형태로 열이 전달되는 방법을 ⑤ 라고 한다.
- ⑥ 는 두 물체의 온도가 같아서 더 이상 온도가 변하지 않는 상태이다.
- ⑦ 이란 기체 분자가 다른 물체에 충돌하면서 단위 면적당 가하는 힘이다.
- 물체 A와 물체 B가 열평형을 이루고, 물체 B와 물체 C가 열평형을 이루면, 물체 A와 물체 C도 열평형을 이룬다는 법칙을 ⑧ 이라고 한다.
- ⑨ 이 일어나면 부피는 커지고 온도는 내려간다.
- 열에너지를 기계적 에너지로 바꾸는 장치를 ⑩ 이라 한다.
- ⑪ 은 기체가 흡수한 열은 내부 에너지의 변화량과 기체가 외부에 한 일의 총 양과 같다는 법칙이다.
- ⑫ 이란 주위와 열 교환이 없거나 할 수 없는 환경을 뜻한다.

열량 ㉔ 열전도율 ㉕ 전도율 ㉖ 열전도도 ㉗ 열전도계 ㉘ 열전도도계 ㉙ 열전도도계 ㉚ 열전도도계 ㉛ 열전도도계 ㉜ 열전도도계 ㉝ 열전도도계 ㉞ 열전도도계 ㉟ 열전도도계 ㊱ 열전도도계 ㊲ 열전도도계 ㊳ 열전도도계 ㊴ 열전도도계 ㊵ 열전도도계 ㊶ 열전도도계 ㊷ 열전도도계 ㊸ 열전도도계 ㊹ 열전도도계 ㊺ 열전도도계 ㊻ 열전도도계 ㊼ 열전도도계 ㊽ 열전도도계 ㊾ 열전도도계 ㊿ 열전도도계

# 05 상대성 이론

1

원과 에너지

05 상대성 이론

## 좌표계 ㉔

- 북 좌표계
- 중 坐标系 (zuò biāo xì)

## 관성 좌표계 ㉔

- 북 관성좌표계
- 중 慣性系 (guàn xìng xì)

## 가속 좌표계 ㉔

- 북 가속좌표계
- 중 非慣性系 (fēi guàn xìng xì)

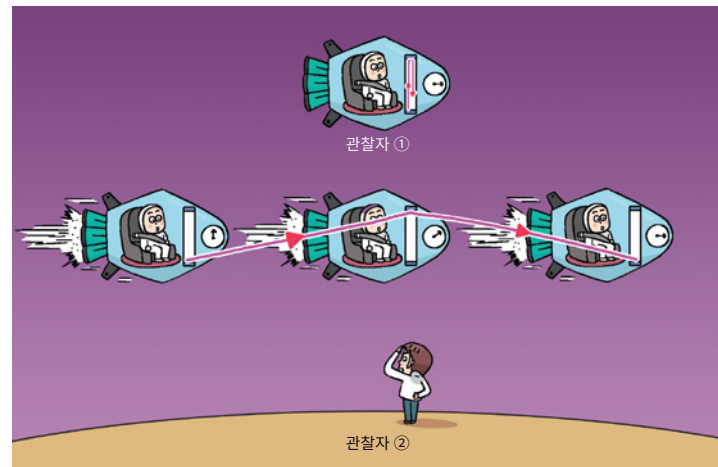
[座標系] 관찰이나 측정을 위해 특정한 위치를 원점으로 하여, 특정 방향의 축을 정하고 좌표로 물체의 위치를 나타내는 기준틀.

- 관성 좌표계는 외부 힘의 작용 없이 운동량이 보존되는 좌표계를 말한다.
- 관성 좌표계 내의 물체는 정지해 있거나 등속 운동을 한다.
- 가속 좌표계는 스스로 가속하는 좌표계를 말한다.
- 가속 좌표계 내의 물체는 관성력을 받는다.

## 특수상대성이론 ㉔

- 북 특수상대성이론
- 중 狭义相对论 (xiá yì xiāng duì lùn)

[特殊相對性理論] 가속도가 없는 등속도 운동만 하는 상황(관성 좌표계)을 가정하여 운동하는 물체의 시간이 느리게 가거나, 길이가 줄어드는 현상을 설명한 이론.



속도를 가진 물체 안의 관찰자 ①과 물체 바깥에 정지해 있는 관찰자 ②

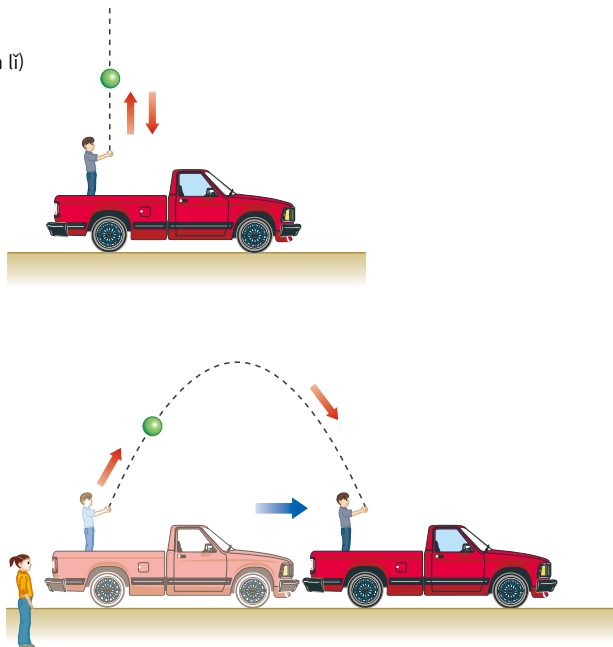
움직이는 물체의 바닥과 천장에 거울을 놓고 아래에서 위로 빛을 쏘면 관찰자 ①이 보는 빛은 위아래로 움직이지만 밖의 관찰자 ②에게 보이는 빛은 사선을 그리며 움직이게 된다. 그림에서 보이는 것처럼 관찰자 ②가 본 빛의 이동거리는 관찰자 ①보다 더 길다. 빛의 속력은 일정하고 빛의 이동거리는 관찰자 ①보다 관찰자 ②가 더 길어졌기 때문에 [이동거리=속력×시간] 식에 따라 시간은 관찰자 ①보다 관찰자 ②가 더 길어진다.



## 상대성 원리 ㉠

- 상대성원리
- 相对性原理  
(xiāng duì xìng yuán lǐ)

[相對性原理] 관성좌표계에서 발생하는 모든 현상은 동일한 물리 법칙이 성립한다는 원리.



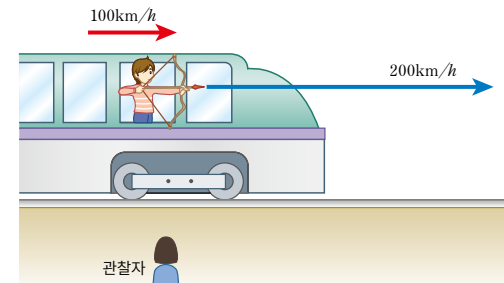
### 상대성 원리

어떤 사람이 등속도로 달리는 트럭에서 공을 위로 던졌다 다시 받을 때, 트럭 위에 있는 사람은 공이 수직으로 올라갔다 수직으로 다시 내려오는 것을 본다. 트럭 밖의 사람은 공이 포물선 운동을 하는 것을 볼 수 있다. 관찰자의 위치에 따라 공의 움직임이 다르게 보이지만 두 경우 모두 같은 물리 법칙을 적용한다.

## 광속 불변 원리 ㉠

- 빛속도 불변의 원리
- 光速不变原理  
(guāng sù bú biàn yuán lǐ)

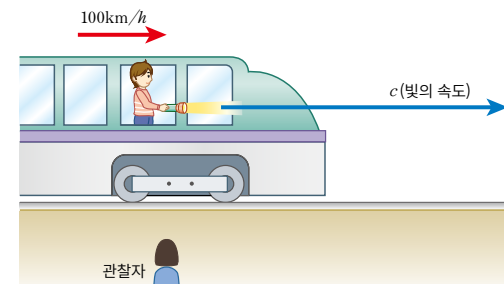
[光速不變原理] 빛을 내는 장치가 움직이더라도 빛의 속도는 항상 일정하다는 원리.



### 움직이는 기차에서 활을 쏠 때

기차 안 관찰자: 화살의 속도  $200\text{km/h}$

기차 밖 관찰자: 화살의 속도 + 기차의 속도  $200\text{km/h} + 100\text{km/h} = 300\text{km/h}$



### 움직이는 기차에서 빛을 쏠 때

기차 안 관찰자: 빛의 속도  $c$

기차 밖 관찰자: 빛의 속도  $c$

움직이는 기차에서 활을 쏠 때와는 다르게 기차 밖 관찰자가 봤을 때, 빛의 속도에 기차의 속도  $100\text{km/h}$ 가 더해지지 않고  $c$ 로 나가는 것이 **광속 불변 원리**이다. 즉 모든 관성좌표계에서 빛의 속도는 항상 일정하다.



## 질량-에너지 등가성<sup>[국]</sup>

중 质能等价理论  
(zhì néng děng jià lǐ lùn)

질량을 에너지로, 에너지를 질량으로 바꿀 수 있다는 이론.

· 에너지는 질량과 광속의 제곱에 비례한다. 질량-에너지 동등성이라고도 한다.

$$E=mc^2 \text{ (} E: \text{에너지, } m: \text{질량, } c: \text{광속)}$$

· 특수상대성이론에서 물체에 일을 하면 속력뿐만 아니라 질량도 증가한다. 즉, 물체에 가해진 에너지의 일부는 물체의 속력을 증가시키는 데 사용되고, 일부는 물체의 질량을 증가시키는 데 사용된다. 이는 에너지가 질량으로도 전환될 수 있음을 말한다.

+

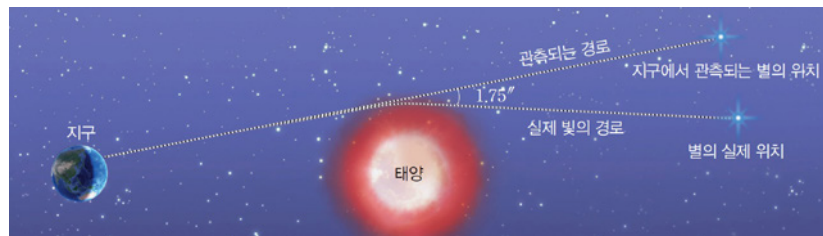
질량-에너지 등가성 이론은 핵융합과 핵분열을 실현시키는 기초가 되었다.

## 일반상대성이론<sup>[국]</sup>

복 일반상대성이론  
중 广义相对论  
(guāng yì xiàng duì lùn)

[一般相對性理論] 가속 좌표계에서 일어나는 물리 법칙 중 뉴턴 역학으로 설명되지 않는 것을 설명한 이론.

- 일반상대성이론은 가속도의 반대 방향으로 작용하는 힘인 관성력과 중력을 동일하게 생각하는 이론이다.
- 일반상대성이론에 따르면 관성력과 중력은 시간과 공간을 변화시킨다.
- 일반 상대성 이론은 빛이 휘어지는 현상(중력렌즈 현상), 중력으로 인해 공간이 휘어지는 현상, 시간팽창 현상등을 설명한다.



중력을 통한 시공간 변화

## 관성력<sup>[국]</sup>

복 관성의 힘  
중 慣性力 (guàn xìng lì)

[慣性力] 가속도 운동을 하는 물체가 가속도의 방향과 반대 방향으로 받는 가상의 힘.



관성력: 버스가 출발할 때 몸이 뒤로 가거나, 올라가는 엘리베이터 안에서 몸무게가 무거워지거나, 내려가는 엘리베이터 안에서 가벼워지는 것을 느끼는 것 모두 관성력에 의한 것이다.

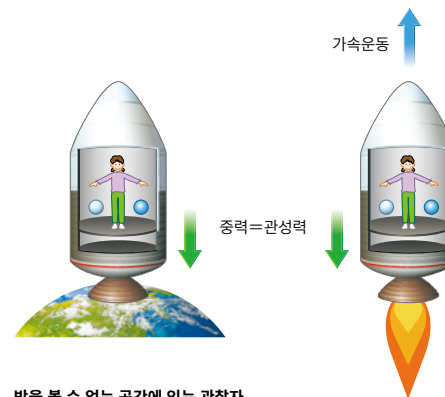
+

관성은 원래 상태를 유지하려는 성질이고, 관성력은 가속도의 반대 방향으로 받는 가상의 힘이다.

## 등가 원리<sup>[국]</sup>

복 등가원리  
중 等价原理 (děng jià yuán lǐ)

[等價原理] 가속도가 있는 좌표계에서 물체에 가해지는 관성력은 중력과 동일하다는 원리.



밖을 볼 수 없는 공간에 있는 관찰자

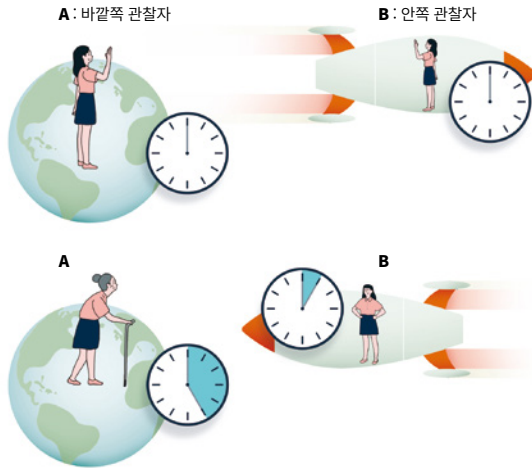
밖을 볼 수 없는 우주선 안에 관찰자를 둘 때, 관찰자는 자신이 중력을 받고 있는 지구에 가만히 있는지, 외부 힘이 작용하지 않는 우주에서 중력가속도와 같은 가속도를 가진 우주선을 타고 있는지 밖을 보지 않는 이상 알 수 없다.



## 시간 팽창

- 북 시간의 지연  
중 时间膨胀  
(shí jiān péng zhàng)

[時間膨脹] 특수상대성이론에 의해 정지 상태의 바깥쪽 관찰자의 시간이 속력을 가진 물체의 안쪽 관찰자보다 길어지는(빨리 가는)현상. 시간지연이라고도 함.

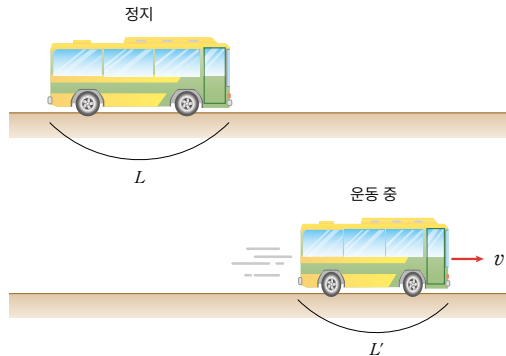


바깥쪽 관찰자 A와 안쪽 관찰자 B의 시간  
바깥쪽 관찰자 A는 정지한 상태이고, 안쪽 관찰자 B는 이동하고 있는 상태이다.  
특수상대성이론에 의해 속력을 가진 물체 B는 시간지연이 일어나서 A보다 시간이 느리게 간다.

## 길이 수축

- 북 길이의 수축  
중 长度收缩  
(cháng dù shōu suō)

빛의 속도에 가까운 속도로 등속 운동하는 좌표계 내의 물체의 길이가 정지하고 있을 때보다 줄어드는 현상.



빠르게 달리는 차의 길이  
빛의 속도에 가깝게 운동하는 물체의 길이(L')는 정지한 상태였을 때 측정된 길이(L)보다 짧다.



## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

- 관찰을 위한 기준이 되는 틀을 ① 라고 한다.
- 특수상대성 이론은 ② 좌표계일 때, 운동하는 물체의 시간이 느리게 가거나, 길이가 줄어드는 현상을 설명한 이론이다.
- 특수상대성 이론을 설명하기 위한 가정으로 상대성원리와 ③ 가 있다.
- ④란 관성 좌표계에서 발생하는 모든 현상은 동일한 물리법칙이 성립한다는 원리이다.
- ⑤이란 질량을 에너지로, 에너지를 질량으로 바꿀 수 있다는 이론이다.
- 가속 좌표계에서 일어나는 물리 법칙을 아인슈타인의 이론으로 설명한 것을 ⑥이라 한다. 이 이론의 대표적인 예로 중력렌즈 현상이 있다.
- 관성력이란 가속도 운동을 하는 물체가 받는 가속도 방향과 ⑦ 방향으로 받는 가상의 힘이다.
- 가속하는 계에서는 물체에 가해지는 관성력은 ⑧과 동일하다는 가정을 등가원리라고 한다.
- 특수상대성이론에 의해 속력을 가진 물체가 속력을 가지지 않은 물체보다 시간이 느리게 가는 현상을 ⑨이라 한다.
- 속력을 가진 물체가 짧아지는 것을 ⑩이라고 한다.

㉠ ㉡ ㉢ ㉣ ㉤ ㉥ ㉦ ㉧ ㉨ ㉩ ㉪ ㉫ ㉬ ㉭ ㉮ ㉯ ㊀ ㊁ ㊂ ㊃ ㊄ ㊅ ㊆ ㊇ ㊈ ㊉ ㊊ ㊋ ㊌ ㊍ ㊎ ㊏ ㊐ ㊑ ㊒ ㊓ ㊔ ㊕ ㊖ ㊗ ㊘ ㊙ ㊚ ㊛ ㊜ ㊝ ㊞ ㊟ ㊠ ㊡ ㊢ ㊣ ㊤ ㊦ ㊧ ㊨ ㊩ ㊪ ㊫ ㊬ ㊭ ㊮ ㊯ ㊰ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿ ㊿



# 2

## 전기와 자기

- 01. 전기
- 02. 전자기력
- 03. 반도체
- 04. 에너지 발전

우리가 사용하는 모든 전자기기들은 전기의 영향을 받는다.  
또한 전기는 자기에 의해 영향을 받는다. 전기와 자기가 무엇인지  
알아보고 전기와 자기 사이의 관계를 알아보자.



## 01 전기

### 전하

- 전기량
- 电荷 (diàn hè)

### 양전하

- 양전하
- 正电荷 (zhèng diàn hè)

### 음전하

- 음전하
- 负电荷 (fù diàn hè)

[電荷] 물질이 가지고 있는 고유한 전기적 성질.

- 원자핵과 전자핵, 전자와 전자는 가까워지면 서로 밀어내고 원자핵과 전자는 서로를 끌어당기는 전기적 성질이 있다. 이러한 전기적 성질을 **전하**라 한다.
- 원자핵이 가지고 있는 성질을 **양전하** 혹은 (+)전하, 전자가 가지고 있는 성질을 **음전하** 혹은 (-)전하라고 부른다.

+

전기란 전하와 관련된 모든 현상을 말한다.

### 전하량

- 전하량
- 电荷量 (diàn hè liàng)

### 기본 전하

- 기본 전하
- 元电荷 (yuán diàn hè)

[電荷量] 한 물체가 가지고 있는 전하의 양.

- 전자 하나가 가지고 있는 **전하량**을 기본 전하라 하고 기호로  $e$ 로 표시한다.
- 전하량의 단위는 쿨롱[C] 또는 기본 전하를 사용한다.

+

물체의 전하량이 0인 경우 '전하를 띠지 않는다' 혹은 '전기적으로 중성'이라고 한다.

### 대전

- 대전
- 带电 (dài diàn)

### 대전체

- 대전체
- 带电体 (dài diàn tǐ)

### 방전

- 방전
- 放电 (fàng diàn)

[帶電] 물체가 외부의 힘으로 인해 전기적 성질을 가지게 되는 것.

- 전하를 띠지 않던 물체가 (+)전하 또는 (-)전하를 띠게 되는 것을 **대전**이라고 한다.
- 전자가 물체에서 외부로 이동하면 물체는 (+)전하를 띤다.
- 전자가 외부에서 물체로 이동하면 물체는 (-)전하를 띤다.
- 대전이 일어나 (+)전하 또는 (-)전하를 띤 물체를 **대전체**라고 한다.
- 대전된 물체에서 전하가 움직여 전하를 띠지 않는 물체가 되는 현상을 **방전**이라고 한다.



## 전기력

- 북 전기힘
- 중 电力 (diàn lì)

### 쿨롱의 법칙

- 북 쿨롱의 법칙
- 중 库仑定律 (kù lún dìng lǚ)

[電氣力] 전하를 띠고 있는 물체가 서로 작용하는 힘.

- 두 전하 사이에서 서로 끌어당기거나 미는 힘을 **전기력**이라고 한다.
- 전기력의 크기는 두 물체의 전하량의 곱에 비례하고, 거리의 제곱에 반비례한다.
- 전기력은 두 전하의 곱에 비례하고, 거리의 제곱에 반비례한다는 법칙을 **쿨롱의 법칙**이라고 한다.

$$F = K_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad [\text{단위: } N(\text{뉴턴})]$$

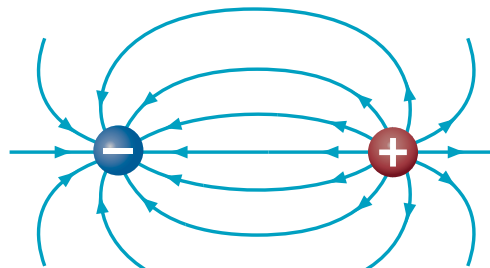
( $F$ : 전기력,  $q_1, q_2$ : 전하량,  $r$ : 두 전하 사이의 거리,  
 $K_e$ : 쿨롱 상수)

## 전기장

- 북 전기마당
- 중 电场 (diàn chǎng)

[電氣場] 전기를 띤 물체 주위에 전기 작용이 있는 공간.

- **전기장**의 세기는 전기장 안에 있는 1C의 전하가 받는 전기력을 말한다.
- 전기장은 전기력선으로 나타내는데 전기력선의 방향은 (+)전하에서 나와서 (-)전하로 들어간다.



전기장



#### Tip

전기력선은 전기장 내에 있는 (+)전하가 받는 힘의 방향을 연속적으로 이은 선이다.

## 전위

- 북 전위
- 중 电势 (diàn shì)

[電位] 전기장 내에서 단위 전하가 갖는 퍼텐셜 에너지.

- 전하를 어떤 위치까지 움직일 때 필요한 에너지를 전기적 퍼텐셜 에너지라고 한다.
- **전위**는 전기장 안에 있는 1C의 전하가 얼마만큼의 전기적 퍼텐셜 에너지를 갖고 있는지를 계산한 값이다.
- 전위의 단위는 볼트[V]이다.



**전위차:** 건전지 바닥의 전위는 0이고, 건전지의 전위는 1.5V이다. 건전지의 전위차가 1.5V이므로 건전지의 전압은 1.5V이다.

## 정전기

- 북 정전기
- 중 静电 (jìng diàn)

[靜電氣] 대전된 물체에서 전하가 움직이지 않고 정지해 있는 현상.

- 종이를 머리카락에 비비면 머리카락이 종이에 달라붙는다. 이는 종이와 머리카락이 대전되고 계속해서 전하를 띠기 때문에 생기는 현상이다. 이처럼 대전된 물체에 전하가 그대로 있는 것을 **정전기**라고 한다.



## 전류

- 북 전류
- 중 电流 (diàn liú)

### 직류

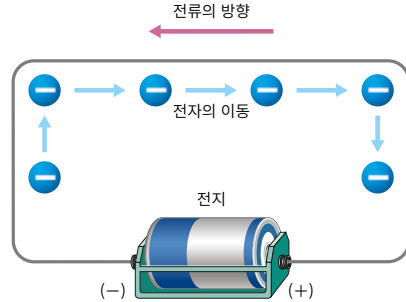
- 북 직류
- 중 直流电 (zhí liú diàn)

### 교류

- 북 교류
- 중 交流电 (jiāo liú diàn)

### [電流] 전하의 흐름.

- 대전될 때나 방전될 때 전하가 움직이는 것을 **전류**라고 한다.
- 전류의 크기는 단위 시간 동안 흐른 전하의 양이다.
- 전류는  $I$ 로 주로 표기하며, 단위는 암페어[A]이다.
- 1A는 1초당 1C의 전하가 흐르는 것이다.
- 전기의 흐름이 시간에 따라 크기와 방향이 변하지 않으면 **직류**라고 하고, 시간에 따라 크기와 방향이 변하면 **교류**라고 한다.



전류: 전류가 흐르면 전자들이 한 방향으로 움직인다.



전자의 이동방향과 전류의 방향은 반대이다. 전자의 이동방향은 음전하의 이동방향이고, 전류의 방향은 양전하의 이동방향이다.

## 전압

- 북 전압
- 중 电压 (diàn yā)

### [電壓] 어떤 두 지점 간의 전위 차.

- 두 지점 사이에서 더 높은 전위를 가진 전하를 A, 더 낮은 전위를 가진 전하를 B라고 할 때, 전하를 띤 물체를 A와 B사이에 두면 이 물체는 A에서 B방향으로 이동한다. 이렇게 두 지점에 전위의 차이가 있어서 전기를 흐를 수 있게 하는 능력을 **전압**이라고 한다.
- 전압은 일반적으로  $V$ 로 표기하고, 단위는 볼트[V]이다.

## 전기 저항

- 북 전기저항
- 중 电阻 (diàn zǔ)

[電氣抵抗] 전기회로에서 전류가 흐르는 것을 방해하는 정도.

- 전자가 움직일 때 전자끼리 서로 부딪히거나, 불순물들이 전자의 움직임을 방해할 수 있다. 전자의 움직임을 방해하는 정도를 **전기 저항** 또는 저항이라고 한다.
- 저항은 일반적으로  $R$ 로 표기하고, 단위는 옴[Ω]이다.



전기 저항에 의한 에너지 손실은 주로 열로 나타난다.

## 옴의 법칙

- 북 옴의 법칙
- 중 欧姆定律 (ōu mǔ dìng lǜ)

전류의 세기는 전압에 비례하고, 저항에 반비례한다는 법칙.

$$I = \frac{V}{R} \text{ [단위: } A(\text{암페어})] \quad (I: \text{전류}, V: \text{전압}, R: \text{저항}),$$

$$R = \frac{V}{I}, \quad V = IR$$

## 전력

- 북 전기힘 또는 전력
- 중 电功率 (diàn gōng lǜ)

[電力] 기준이 되는 시간 동안 흐르는 전기 에너지.

- **전력**은 전압과 전류의 곱으로 구한다.

$$P = V \times I \text{ [단위: } W(\text{와트})] \quad (P: \text{전력}, V: \text{전압}, I: \text{전류})$$

## 전력량

- 북 전력량
- 중 电能 (diàn néng)

[電力量] 전기가 일정시간 동안 하는 일의 양.

- **전력량**은 전력과 시간의 곱으로 구한다.

$$W = P \times t \text{ [단위: } Wh(\text{와트시})] \quad (W: \text{전력량}, P: \text{전력}, t: \text{시간})$$

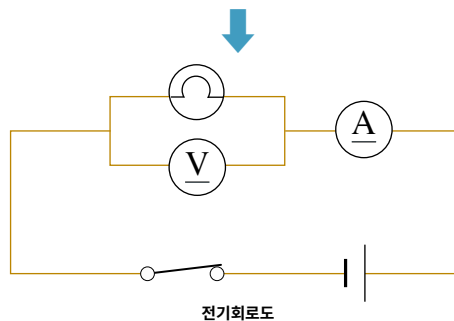
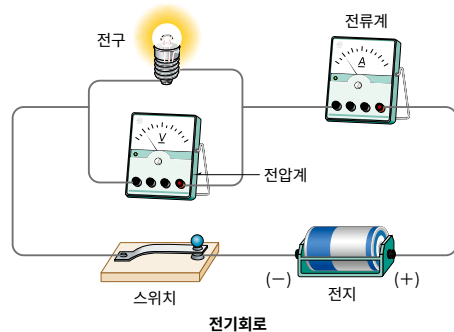


## 전기 회로

북 전기 회로  
중 电路 (diàn lù)

[電氣回路] 전기가 흐를 수 있도록 설치된 닫힌 회로.

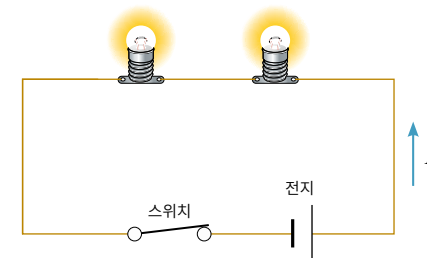
- 전선은 전류가 흐르는 선을 말한다. 두 지점을 전선으로 연결해 놓으면 전선을 따라 전기가 흐르게 된다.
- **전기 회로**는 전위차가 있는 두 지점을 전선과 저항과 같은 전기적 장치들로 연결해 놓은 것이다.
- 전기 회로를 그림으로 나타낸 것을 **전기 회로도**라고 한다.



## 직렬연결

북 직렬연결  
중 串联 (chuàn lián)

[直列連結] 두 개 이상의 전기적 장치들을 꿰여지지 않는 한 길로 연결하는 방법.



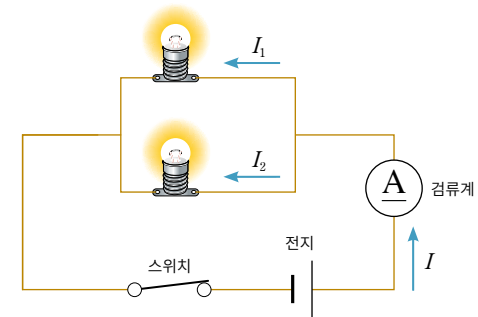
직렬연결

- 이 그림에서 두 전구는 **직렬연결**되어 있다. 그러므로 첫 번째 전구를 지난 전류는 두 번째 전구도 지난다.

## 병렬연결

북 병렬연결  
중 并联 (bìng lián)

[並列連結] 두 개 이상의 전기적 장치들을 두 개 이상의 전선에 나누어 연결하는 방법.



병렬연결

- 이 그림에서 전구는 **병렬연결**되어 있다. 그러므로 위에 있는 전구를 지난 전류는 아래에 있는 전구를 지나지 않는다.

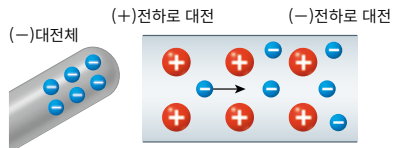


## 정전기 유도 [중]

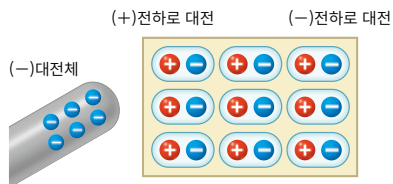
- 북 정전기 유도  
● 중 静电感应  
(jìng diàn gǎn yìng)

[靜電氣誘導] 대전체를 전기적으로 중성인 물체에 가져가면 대전체와 가까운 곳은 대전체와 반대 종류의 전하를, 먼 곳은 대전체와 같은 종류의 전하를 띠는 현상.

- 정전기 유도는 대전체를 가까이 가져가는 물체가 전기가 잘 통하는지 그렇지 않은지에 따라 다르다.



전기가 통하는 물체에서의 정전기 유도: 전기가 잘 통하는 물체의 왼쪽에 (-)전하로 대전된 대전체를 가져가면 물체의 전자가 대전체 반대쪽으로 이동한다. 그러므로 물체의 왼쪽은 (+)전하를 띠고 물체의 오른쪽은 (-)전하를 띠게 된다.



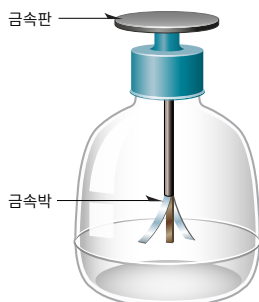
전기가 통하지 않는 물체에서의 정전기 유도: 전기가 잘 통하지 않는 물체의 왼쪽에 (-)전하로 대전된 대전체를 가져가면 물체 내부의 분자에서 전자가 대전체 반대쪽으로 이동한다. 그러므로 물체의 왼쪽은 (+)전하를 띠고 물체의 오른쪽은 (-)전하를 띠게 된다.

## 검전기 [중]

- 북 검전기  
● 중 验电器 (yàn diàn qì)

[檢電器] 물체가 대전되었는지 확인하는 장치.

- 검전기는 정전기 유도를 통해 물체가 대전되었는지 확인한다.



검전기

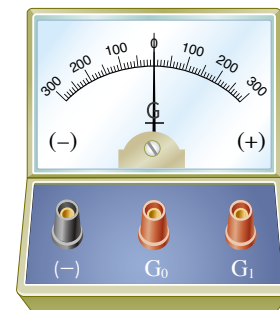
- 대전체면 금속판에 가까이했을 때 금속박이 벌어지고 대전체가 아니면 아무런 변화가 없다.
- 대전체가 가진 전하량이 클수록 금속박이 더 많이 벌어진다.
- 검전기는 한 번 사용하면 검전기 자체가 대전이 되므로 다시 사용하려면 손을 금속판에 갖다 대어 방전되도록 한다.

## 검류계 [중]

- 북 검류계  
● 중 灵敏电流表  
(líng mǐn diàn liú biǎo)

[檢流計] 매우 약한 전류를 측정하는 기계.

- 검류계에서 검은색으로 튀어나온 부분과 빨간색으로 튀어나온 부분을 단자라고 한다.



검류계

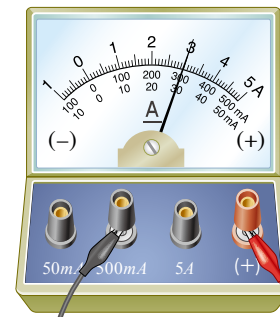
- 빨간색 단자에 전지의 (+)극에서 나온 전선을 연결하고 검은색 단자에 전지의 (-)극에서 나온 전선을 연결하여 전류를 측정한다.

## 전류계 [중]

- 북 전류계  
● 중 电流表 (diàn liú biǎo)

[電流計] 측정하고자 하는 곳의 전류를 측정하는 기계.

- 전류를 측정하고자 하는 곳에 전류계를 직렬로 연결한다.



전류계

- 전류계의 ‘+’ 글자 밑에 있는 +단자에는 전지의 (+)극에서 나온 전선을, 나머지 숫자 밑에 있는 단자 중 하나에 전지의 (-)극에서 나온 전선을 연결한다. 50mA, 500mA, 5A는 측정할 수 있는 전류의 최대값을 의미한다.

- ⊕ 전원 장치에 전류계를 연결할 때 반드시 다른 저항 없이 연결해야 된다.

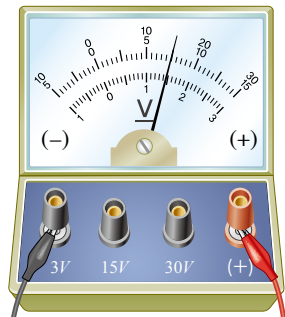


## 전압계

- 전압계  
● 电压表 (diàn yā biǎo)

[電壓計] 측정하고자 하는 곳의 전압을 측정하는 기계.

· 전압을 측정하고자 하는 곳에 **전압계**를 병렬로 연결한다.



전류계

- 우측 하단 ‘+’ 글자 밑에 있는 곳의 +단자에 전지의 (+)극에서 나온 전선을 연결하고, 나머지 단자 중 한 곳에 전지의 (-)극에서 나온 전선을 연결해야 한다.
- 3V, 15V, 30V는 최대 측정할 수 있는 전압을 의미한다.

+

측정하고자 하는 전압을 모를 때는 큰 전압에 의해 기계가 고장나지 않도록 값이 가장 큰 단자부터 연결해야 한다.

## 내부 저항

- 내부 저항  
● 内阻 (nèi zǔ)

[內部抵抗] 기기의 내부회로가 가진 저항.

- 전기회로를 구성하는 전선을 포함한 전기적 장치들은 저항을 가지고 있다. 이 저항을 **내부 저항**이라고 한다.



Tip

전류계는 내부 저항이 매우 작고 전압계는 내부 저항이 매우 크다.



## 복습하기

안에 알맞은 단어나 기호, 또는 숫자를 적어보세요.

1. 물질이 가지고 있는 고유한 전기적 성질을 ① 라고 하며, 그 양을 ② 이라고 한다.
2. 전기적으로 중성인 물체가 전하를 띠게 되는 현상을 ③ 이라고 한다.
3. 전압  $V$ 는 전류  $I$ 와 저항  $R$ 의 관계식 ④ 로 표현할 수 있다.
4. 정전기 유도는 대전체를 전기적으로 중성인 물체에 가져가면 대전체와 가까운 곳은 대전체와 ⑤ 종류의 전하가, 먼 곳은 대전체와 ⑥ 종류의 전하가 유도되는 현상이다.
5. 전류계는 전류를 측정하려는 곳에 ⑦ 로 연결해야 한다.
6. 전하를 띠고 있는 물체가 서로 작용하는 힘을 ⑧ 이라 한다.
7. 방향이 변하는 전류를 ⑨ 라고 한다.
8. 두 지점 간의 전위차를 ⑩ 이라 한다.
9. 전류가 흐르는 것을 방해하는 정도를 ⑪ 이라 한다.
10. 전압이 5V이고 전류가 10A라면 전력은 ⑫ 이다.

(단위) 100g ① 용액 100 ② 100 ③ 100 ④

100g ⑤ 100g ⑥ 100g ⑦ 100g ⑧ 100g ⑨ 100g ⑩ 100g ⑪ 100g ⑫



# 02 전자기력

## 자성

- 북 자기적성질
- 중 磁性 (cí xìng)

[磁性] 물질이 가지고 있는 고유한 자기적 성질.

- 자석은 N극과 S극으로 되어 있으며, 다른 극끼리 서로 끌어당기고, 같은 극끼리 서로 밀어내는 성질이 있다. 이러한 성질을 자기적 성질 또는 **자성**이라고 한다.

## 자기력

- 북 자기힘
- 중 磁力 (cí lì)

[磁氣力] 자성이 있는 물체가 서로 밀어내거나 끌어당기는 힘.

- 자석은 같은 극끼리는 밀어내고 다른 극끼리는 끌어당기는 힘이 있다. 이러한 힘을 **자기력**이라 한다.

## 자기장

- 북 자기마당
- 중 磁场 (cí chǎng)

### 자기력선

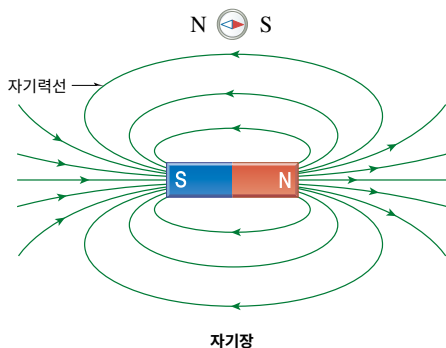
- 북 자기힘선
- 중 磁力线 (cí lì xiàn)

### 자기선속

- 북 자기힘선의 수
- 중 磁通量 (cí tōng liàng)

[磁氣場] 자석의 힘이 미치는 공간.

- **자기장**을 눈에 보일 수 있는 선으로 표현한 것을 **자기력선**이라고 하고, 한 단면을 지나는 자기력선의 개수를 **자기선속** 또는 자속이라고 한다.
- 자기장의 세기는 자기력선이 얼마나 촘촘히 배열되어 있는지(자기선속의 밀도)에 비례한다.
- 자기장의 방향은 자기력선의 방향과 같다.



Tip

양 극에 자기력선이 가장 많이 분포하므로 자석의 양극에서 자기장이 가장 강하다.

## 자기화

- 북 자성체
- 중 磁化 (cí huà)

[磁氣化] 어떤 물체에 자석을 가까이했을 때 그 물체가 자성을 띠는 현상. 자화라고도 함.

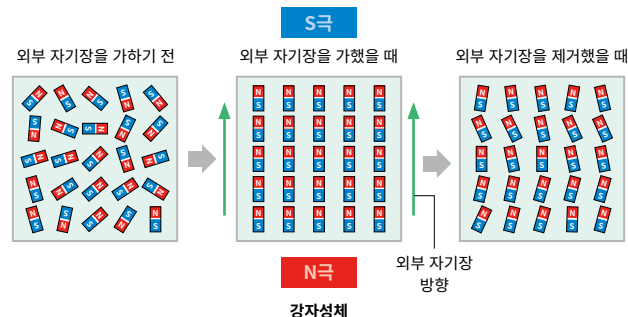
- 대부분의 물체는 자기장의 방향이 무질서하게 섞여 있어 자성을 나타내지 않는다.
- 외부에서 자기장을 가하면 물체 내부 자석의 배열이 바뀌면서 자성을 나타낼 수 있다. 원래 자성을 띠지 않던 물체가 외부의 자기장에 의해 자성을 띠게 되는 현상을 **자기화** 또는 자화라고 한다.

## 강자성체

- 북 강자성체
- 중 强磁性物质 (qiáng cí xìng wù zhì)

[强磁性體] 외부 자기장을 가하면 외부 자기장의 방향으로 자화되고, 외부 자기장을 제거해도 자성이 남아있는 물체.

- 물체 안의 자석의 배열이 불규칙적이기 때문에 물체는 자성을 띠지 않는다. 물체 안의 자석의 배열이 정렬되어 있으면 물체는 자성을 띤다.
- **강자성체**는 자석을 가까이 하기 전에는 자성을 띠지 않는다.
- 자석을 가까이하면 쉽게 자화되며, 이후 자석을 제거해도 자성이 남아있다.
- 철, 니켈, 코발트와 같은 금속들이 강자성체에 속한다.



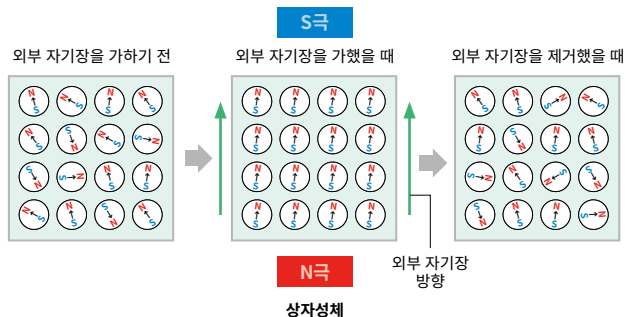


## 상자성체 ☐

- 북 상자성체  
중 顺磁性物质  
(shùn cí xìng wù zhì)

[常磁性體] 외부 자기장을 가하면 외부 자기장의 방향으로 자화되고, 외부 자기장을 제거하면 자성이 사라지는 물체.

- 상자성체는 자석을 가까이하기 전에는 자성을 띠지 않는다.
- 자석을 가까이하면 약하게 자화되고 그 이후에 자석을 제거하면 자성이 사라진다.
- 알루미늄, 백금 같은 물체들이 상자성체에 속한다.

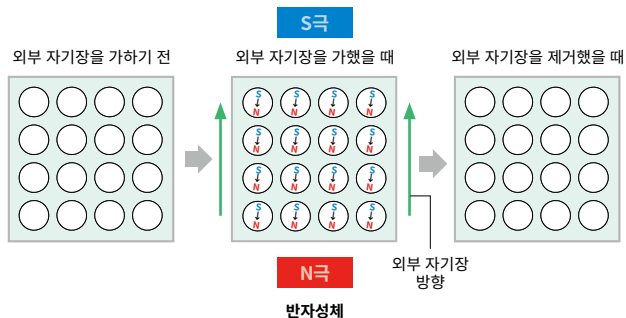


## 반자성체 ☐

- 북 반자성체  
중 抗磁性物质  
(kàng cí xìng wù zhì)

[反磁性體] 외부 자기장을 가하면 외부 자기장의 반대 방향으로 자화되고, 외부 자기장을 제거하면 자성이 사라지는 물체.

- 반자성체는 자석을 가까이하기 전에는 자성을 띠지 않는다.
- 자석을 가까이하면 자석과 반대 방향으로 약하게 자화되고, 그 이후에 자석을 제거하면 자성이 사라진다.
- 유리, 물 같은 물체들이 반자성체에 속한다.



## 코일 ☐

- 북 코일  
중 线圈 (xiàn quān)

[Coil] 도선을 감은 줄.

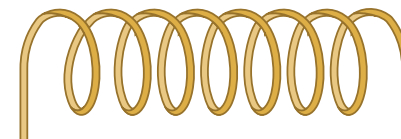


코일

## 솔레노이드 ☐

- 북 원통형코일  
중 螺线管 (luó xiàn guǎn)

[Solenoid] 코일을 촘촘하고 균일하게 원통형에 감아 만든 것.

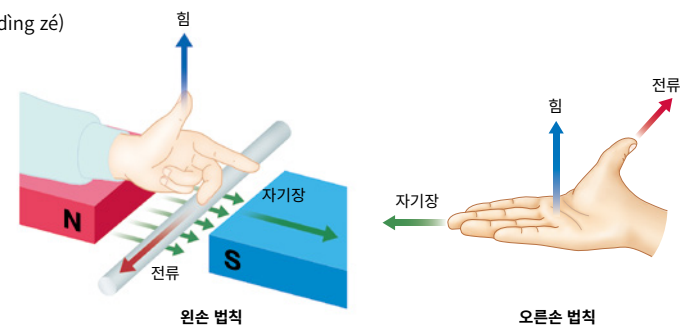


솔레노이드

## 플레밍의 법칙 ☐

- 중 弗莱明定则  
(fú lái míng dìng zé)

자기장의 방향과 전류의 방향에 따라서 도선이 받는 힘과 움직임을 설명한 법칙.



- 플레밍의 법칙은 영국의 과학자 존 플레밍이 발견한 법칙이다.
- 자기장의 방향과 도선에 흐르는 전류의 방향에 따라 도선이 받는 힘의 방향이 달라짐을 알 수 있다.

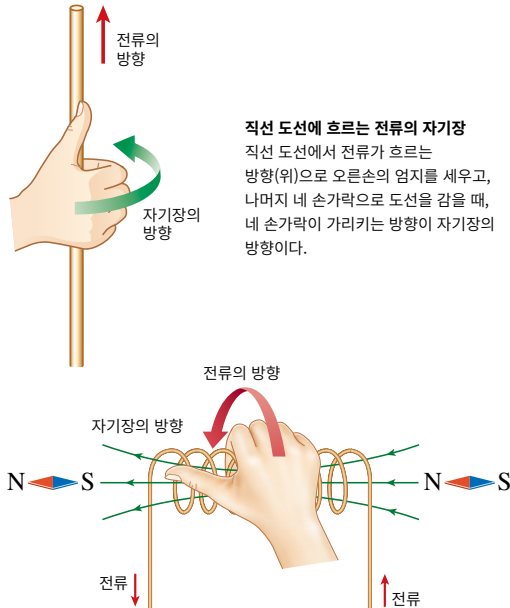


## 앙페르 법칙 ㄱ

- 북 오른 나사의 법칙
- 중 安培定律 (ān péi dìng lǜ)

전류가 흐를 때 생기는 자기장의 방향을 알아내는 법칙.

- 도선에 전류가 흐르면 자기장이 생긴다. 이때 전류의 방향에 따라 생기는 자기장의 방향을 나타낸 법칙을 **앙페르 법칙** 또는 오른나사 법칙이라고 한다.
- 앙페르 법칙은 프랑스 과학자 앙드레-마리 앙페르가 발견한 법칙이다.



### 솔레노이드에 흐르는 전류의 자기장

솔레노이드 내부에 생기는 자기장의 방향은 솔레노이드를 오른손의 엄지를 제외한 나머지 네 손가락으로 전류의 방향으로 감을 때, 오른손의 엄지가 가리키는 방향이다.



#### Tip

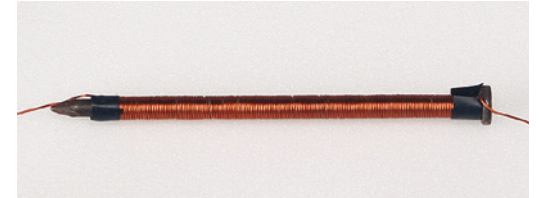
솔레노이드 내부에 생기는 자기장의 세기는 도선에 흐르는 전류의 세기가 셀수록, 도선을 촘촘히 감을수록 강해진다.

## 전자석 ㄱ

- 북 전자석
- 중 电磁体 (diàn cí tǐ)

[電磁石] 전류가 흐르는 동안 자기장이 생기는 자석.

- **전자석**은 도선에 전류가 흐르면 생기는 자기장을 이용하여 만든 자석이다.
- 전자석은 강자성체에 코일을 감아 만든다.



전자석

## 전자기 유도 ㄱ

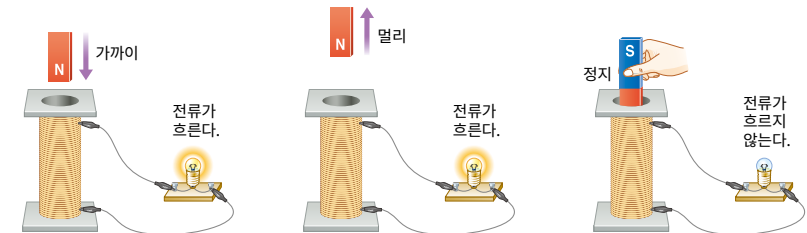
- 북 전자기 유도
- 중 电磁感应 (diàn cí gǎn yìng)

### 유도 전류 ㄱ

- 북 유도전류
- 중 感应电流 (gǎn yìng diàn liú)

[電磁氣誘導] 코일 또는 솔레노이드를 통과하는 자기장의 세기가 변할 때 코일 또는 솔레노이드에 전류가 유도되는 현상.

- **전자기 유도** 현상이 일어나기 위해서는 닫힌 회로의 코일이나 솔레노이드가 있어야 한다.
- 코일이나 솔레노이드에 자석을 가까이하거나 멀리하면 코일이나 솔레노이드를 통과하는 자기장의 세기가 변하여 전류가 흐른다.
- 전자기 유도 현상에 의해 흐르는 전류를 **유도 전류**라 한다.



전자기 유도의 발생



## 전자기 유도 법칙

- 북 전자기 유도 법칙  
● 电磁感应定律 (diàn cí gǎn yīng dīng lǜ)

[電磁氣誘道法則] 전자기 유도에 의해 생기는 유도 전류의 세기는 자기선속의 변화율에 비례한다는 법칙. 패러데이 법칙이라고도 함.

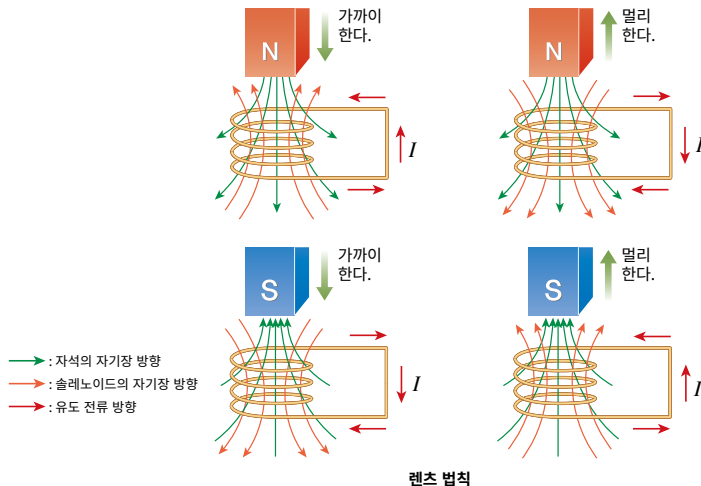
- 자기선속의 변화율이 커지면 유도 전류의 세기가 세진다.
- 자기선속의 변화율을 크게 하는 법
  - ① 더 강한 자성을 띠는 자석 사용
  - ② 솔레노이드에 감은 코일 수 늘리기
  - ③ 솔레노이드 근처에서 자석을 빠르게 움직이기

## 렌츠 법칙

- 북 렌츠의 법칙  
● 楞次定律 (léng cì dīng lǜ)

유도 전류가 만드는 자기장의 방향이 솔레노이드를 통과하는 자기선속의 변화를 방해하는 방향이라는 법칙.

- 렌츠 법칙은 독일의 과학자 하인리히 렌츠가 발견한 법칙이다.
- 전자기 유도로 생긴 유도 전류에 의해 솔레노이드에 자기장이 생긴다.
- 자석을 솔레노이드 방향으로 움직이면, 자기장의 방향은 자석을 솔레노이드로부터 멀어지게 하는 방향이다.
- 자석을 솔레노이드의 반대 방향으로 움직이면, 자기장의 방향은 자석을 솔레노이드로 당겨지게 하는 방향이다.



렌츠 법칙



## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

1. 물질이 가지고 있는 고유한 자기적 성질을 ① 이라 한다.
2. 자성이 있는 물체가 서로 밀어내거나 끌어당기는 힘을 ② 이라고 한다.
3. 자석의 힘이 미치는 공간을 ③ 이라고 하고, 자기장의 세기는 자석의 ④ 에서 가장 강하다.
4. 외부 자기장에 의해 쉽게 자기화(자화)되고, 외부 자기장을 제거해도 자성을 계속 유지하는 물체를 ⑤ 라고 한다.
5. 앙페르의 법칙에 따르면 전류가 아래에서 위로 흐르면 자기장은 ⑥ 방향으로 생긴다.
6. 전자기 유도는 ⑦ 이 변할 때 ⑧ 가 흐르는 현상이다.
7. ⑨ 법칙이란 전자기 유도에서 유도 전류에 의해 생기는 자기장의 방향은 코일을 통과하는 자기선속의 변화를 방해하는 방향이라는 법칙이다.
8. ⑩ 법칙이란 전자기 유도에 의해 코일에 흐르는 유도 전류의 세기는 코일을 통과하는 자기선속의 변화율이 클수록 커진다는 법칙이다.
9. 어떤 물체에 자석을 가까이 가져갔을 때 그 물체가 자성을 띠는 현상을 ⑪ 라 한다.
10. 외부 자기장을 가하면 외부 자기장의 방향으로 자화되고, 외부 자기장을 제거하면 자성이 사라지는 물체를 ⑫ 라고 한다.
11. ⑬ 은 도선을 감은 줄이다. 이를 촘촘하고 균일하게 원통형으로 감아 만든 것을 ⑭ 라 한다.
12. ⑮ 은 전류가 흐르는 동안 자기장이 생기는 자석이다.

자성체 ① 자기력선 ② 자력 ③ 자기유도 ④ (자화)력선 ⑤ (외부)자기장 ⑥ 자력 ⑦ 전류 ⑧ 자성 ⑨ 솔레노이드 ⑩ 코일 ⑪ 렌츠의 법칙 ⑫ 상자성 ⑬ 솔레노이드 ⑭ 자화 ⑮ 자석



## 에너지 양자화

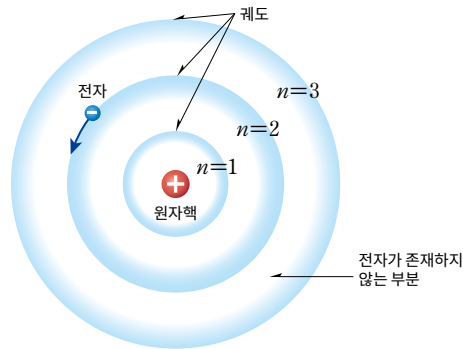
- 전자의 에너지값
- 能量量子化 (néng liàng liàng zǐ huà)

### 양자수

- 양자수
- 量子数 (liàng zǐ shù)

에너지 값이 연속적이지 않고 특정 값의 정수배를 갖는 것.

- 전자는 원자핵 주위를 돌고 있다. 원자핵 주위를 원운동하는 전자는 궤도에서만 운동할 수 있고, 궤도와 궤도 사이에서는 운동할 수 없다. 그리고 전자는 그 궤도에 해당하는 특정한 에너지 값만을 가질 수 있다. 이렇게 전자가 불연속적인 특정한 에너지 값만을 갖는 것을 **에너지 양자화**라고 한다.



**에너지 양자화:** 각 궤도는 원자핵에서 가장 가까운 순서대로  $n=1 \dots$  인 궤도라고 부른다. 이때 각 궤도의  $n$ 의 값 1, 2, 3, ...을 **양자수**라고 한다.



#### Tip

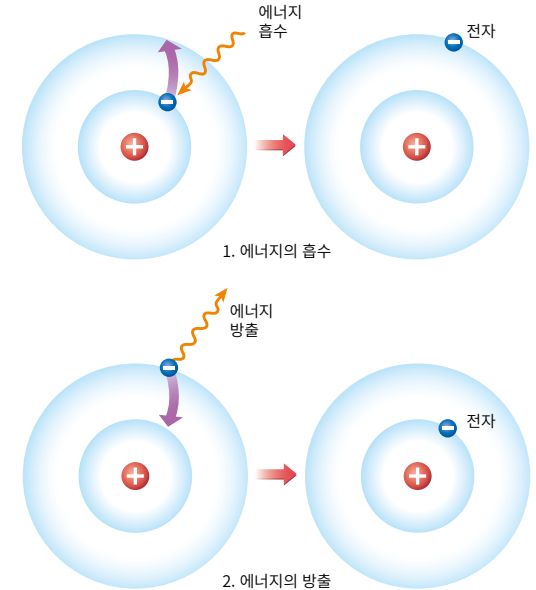
양자화란 물리량의 값이 불연속적으로 이루어져 있음을 말한다. 즉, 물리량이 양자화 되면 그 물리량은 한 개, 두 개, 세 개 등으로 셀 수 있다.

## 전이

- 전이
- 转移 (zhuǎn yí)

[轉移] 전자가 에너지를 흡수하거나 방출하면서 다른 에너지 준위로 이동하는 것.

- 전자가 충분한 에너지를 받으면 더 높은 에너지 준위로 **전이**되어 원자핵에서 멀어지게 된다.
- 전자가 에너지를 잃으면 더 낮은 에너지 준위로 전이되어 원자핵에 가까워진다.



**전이:** 빛은 에너지를 갖고 있다. 그렇기 때문에 전자가 빛을 흡수하면 더 높은 에너지 준위로 전이되고(1), 빛을 방출하면 더 낮은 에너지 준위로 전이된다(2).



## 에너지띠 고

- 에너지준위
- 能帶 (néng dài)

### 허용된 띠 고

- 허용준위
- 允帶 (yǔn dài)

### 띠틈 고

- 전자에너지준위 간격
- 禁帶寬度 (jìn dài kuān dù)

### 원자가띠 고

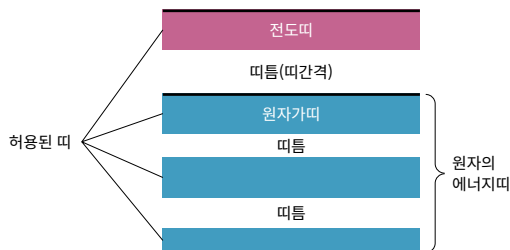
- 원자에너지준위
- 價帶 (jià dài)

### 전도띠 고

- 전자에너지준위
- 導帶 (dǎo dài)

규칙적인 원자나 분자에 존재하는 전자들의 에너지 준위가 서로 가까이 존재하여 연속적으로 보이는 영역.

- 전자가 있을 수 있는 **에너지띠**를 **허용된 띠**라고 한다.
- 이웃한 허용된 띠 사이의 간격을 **띠틈**(띠간격)이라고 한다.
- 원자의 제일 바깥쪽의 전자가 있는 에너지띠를 **원자가띠**라고 한다.
- 원자가띠보다 높은 에너지 준위를 갖는 에너지띠를 **전도띠**라고 한다.



#### Tip

원자가띠가 전자로 모두 채워져 있으면 전자가 옮겨 갈 빈자리가 없어 이동할 수 없다. 하지만 전도띠에 있는 전자는 전기력이 가해지면 쉽게 이동할 수 있어서 전류를 흐르게 한다.

## 도체 중

- 도체
- 導體 (dǎo tǐ)

[導體] 전류가 통하기 쉬운 고체.

- **도체**는 원자가띠와 전도띠가 띠틈없이 겹쳐 있거나 원자가띠의 빈 부분이 전도띠의 역할을 한다.
- 도체는 전기 전도도가 높다.

## 절연체 중

- 절연체
- 絕緣體 (jué yuán tǐ)

[絕緣體] 전류가 거의 통하지 않는 고체.

- **절연체**는 원자가띠와 전도띠 사이의 띠틈이 매우 넓다.
- 절연체는 전기 전도도가 낮다.

## 반도체 고

- 반도체
- 半導體 (bàn dǎo tǐ)

### 순수 반도체 고

- 고유반도체
- 純半導體 (chún bàn dǎo tǐ)

### 불순물 반도체 고

- p, n형반도체
- 雜質半導體 (zá zhì bàn dǎo tǐ)

## 도핑 고

- 반도체만들기
- 摻雜 (chān zá)

[半導體] 전기를 전하는 성질이 도체와 부도체의 중간 정도인 물질.

- **반도체**는 원자가띠와 전도띠 사이의 띠틈이 좁다.
- 반도체는 온도가 높아질수록 더 많은 전자가 전도띠로 이동해서 전기 전도도가 높아진다.
- 반도체는 주로 전자가 4개인 규소(Si)나 저마늄(Ge) 등으로 만든다.
- 어떠한 불순물도 섞이지 않은 순수한 반도체를 **순수 반도체**라고 한다.
- 불순물이 첨가된 반도체를 **불순물 반도체**라고 하며 그 종류에는 P형 반도체와 N형 반도체가 있다.

[doping] 반도체에 불순물을 첨가하는 과정.

- **도핑**을 통해 불순물 반도체를 만든다. 불순물 반도체는 순수 반도체보다 전류가 더 잘 흐른다.
- 도핑을 하는 불순물의 종류에 따라 반도체의 양공과 전자의 수를 조절할 수 있다.

## N형 반도체 고

- N형 반도체
- N型半導體 (N xíng bàn dǎo tǐ)

불순물을 첨가하여 전류가 흐를 때 (-)전하가 이동하는 반도체.

- **N형 반도체**는 여분의 자유 전자가 존재하는 반도체이다.
- N형 반도체는 주로 여분의 자유 전자의 이동으로 인해 전류가 흐른다.
- N형 반도체는 순수 반도체에 전자가 5개인 인(P), 비소(As) 등을 섞어서 만든다.

## P형 반도체 고

- P형 반도체
- P型半導體 (P xíng bàn dǎo tǐ)

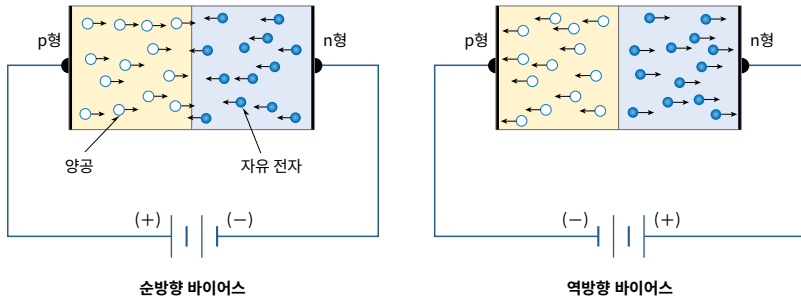
불순물을 첨가하여 전류가 흐를 때 (+)전하가 이동하는 반도체.

- 반도체 내부에서 아무것도 없는 빈 공간이지만 양전하(+전하)의 역할을 하는 것을 **양공** 또는 정공이라고 한다.
- 양공이 존재하는 불순물 반도체를 **P형 반도체**라고 한다.
- P형 반도체는 주로 양공의 이동으로 전류가 흐른다.
- P형 반도체는 전자가 3개인 붕소(B), 알루미늄(Al) 등을 섞어서 만든다.

### 양공 고

- 양공
- 空穴 (kōng xué)





## P-N 접합 다이오드

- P-N 접합 반도체
- PN结二极管 (P N jié èr jí guǎn)

### 다이오드

- 정방향반도체
- 二极管 (èr jí guǎn)

## 순방향 바이어스

- 순방향반도체
- 正向偏压 (zhèng xiàng piān yā)

P-N 접합 다이오드에서 P형 반도체에 (+) 전원을, N형 반도체에 (-) 전원을 연결시킨 것.

P형 반도체와 N형 반도체를 접촉시킨 뒤 양 끝에 전극을 붙인 것.

- 다이오드란 유리나 금속으로 된 진공 용기 속에 음극과 양극이 들어 있는 전자관을 말한다.
- P-N 접합 다이오드는 한 방향으로만 전류를 흐르게 하는 성질이 있다.

## 역방향 바이어스

- 역방향반도체
- 反向偏压 (fǎn xiàng piān yā)

P-N 접합 다이오드에서 P형 반도체에 (-) 전원을, N형 반도체에 (+) 전원을 연결시킨 것.



## 복습하기

안에 알맞은 단어나 기호를 적어보세요.

- ① 란 전자가 불연속적인 특정한 에너지 값만 갖는 것을 말한다.
- ② 란 전자가 에너지를 흡수하거나 방출하면서 다른 에너지 준위로 이동하는 현상을 말한다.
- 에너지 준위가 가까워 연속적으로 볼 수 있는 영역을 ③ 라고 한다.
- 고체에서 전자가 존재하는 영역을 ④, 전자가 존재할 수 없는 영역을 ⑤ 이라고 한다.
- ⑥ 는 전기 전도도가 높은 물체이고, ⑦ 는 전기 전도도가 낮은 물체이다.
- 반도체에 불순물을 첨가하는 과정을 ⑧ 이라고 하고, 불순물을 첨가한 반도체를 ⑨ 라고 한다.
- 불순물 반도체 중 전류가 흐를 때 (-)전하가 이동하는 반도체를 ⑩ 라 하고, ⑪ 이 있는 반도체를 P형 반도체라고 한다.

운용 ⑪ 半导体 ⑩ 半导体 ⑨ 半导体 ⑧ 半导体 ⑦ 半导体 ⑥ 半导体 ⑤ 半导体 ④ 半导体 ③ 半导体 ② 半导体 ① 半导体



# 04 에너지 발전

## 발전

- 북 발전
- 중 发电 (fā diàn)

[發電] 인위적으로 전기를 발생시키는 과정.

- 발전을 통해 전기를 발생시키는 장치를 발전기라고 한다.
- 운동 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 장치를 발전기라고 한다.

+

전기 에너지를 운동 에너지를 바꾸는 장치를 전동기 또는 모터라고 한다.

## 변압기

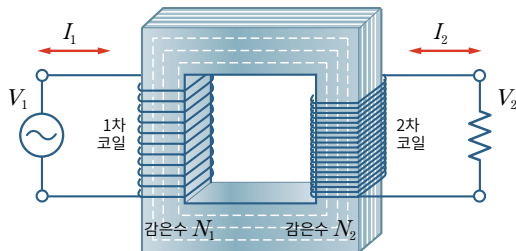
- 북 변압기
- 중 变压器 (biàn yā qì)

[變壓器] 교류의 전압을 바꿔주는 장치.

- 변압기는 전기를 더 효율적으로 보내기 위해 전압을 조정할 때 사용된다.
- 변압기는 전자기 유도 현상을 응용한 것이다. 코일의 감은 수에 따라 유도되는 전류가 달라지고 이를 통해 원하는 전압을 조정할 수 있다.
- 두 철심에 각각 코일을 감는다. 이때 처음 전기가 들어오는 코일을 1차 코일, 전자기 유도에 의해 전기가 유도되는 코일을 2차 코일이라고 한다.

$$\frac{1차 코일에 흐르는 전류(I_1)}{2차 코일에 흐르는 전류(I_2)} = \frac{2차 코일 유도 전력(V_2)}{1차 코일 공급 전력(V_1)}$$

$$= \frac{2차 코일 감은 횟수(N_2)}{1차 코일 감은 횟수(N_1)}$$



변압기

## 수력 발전

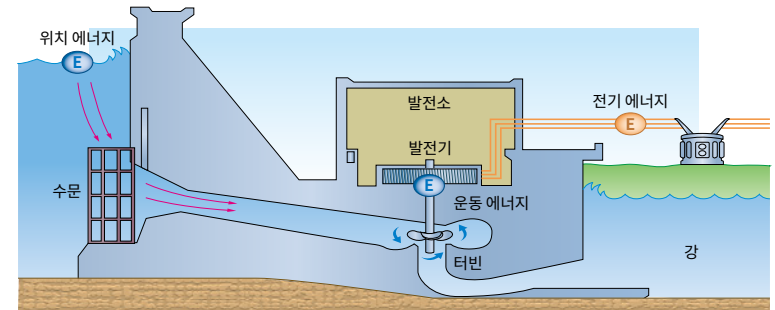
- 북 수력발전
- 중 水力发电 (shuǐ lì fā diàn)

### 수력 에너지

- 북 수력자원
- 중 水电 (shuǐ diàn)

### 수차

- 북 수차
- 중 水车 (shuǐ chē)



수력 발전: 물이 떨어지는 힘을 이용해 수차가 일을 해서 에너지를 생산한다.

[水力發電] 물로 터빈을 돌려 에너지를 생산하는 방법.

- 물이 가지는 퍼텐셜 에너지 또는 운동 에너지를 수력 에너지라고 한다.
- 물레방아처럼 물을 이용해 동력을 얻는 장치를 수차라고 한다.
- 수력 발전은 수력 에너지를 이용한 발전이다.



## 태양광 발전 ☞

- 북 태양광발전
- 중 光伏发电 (guāng fú fā diàn)

### 태양 전지 ☞

- 북 태양전지
- 중 太阳能电池 (tài yáng diàn chí)

### 태양 에너지 ☞

- 북 태양에너지
- 중 太阳能 (tài yáng néng)

[太陽光發電] 햇빛을 전기로 바로 바꾸어 쓰는 발전 방식.

- 태양 에너지는 태양이 내뿜는 에너지이다.
- 태양 전지는 태양빛을 전기 에너지로 바꾸는 반도체이다.
- 태양 전지는 기본적으로 P-N접합의 구조로 이루어져 있으며, 전자가 빛에너지를 흡수하여 음전하와 양전하가 서로 떨어지는데, 이때 기전력(전기)이 발생한다.



태양 전지: 태양빛을 받아 빛에너지를 전기 에너지로 전환해준다.

## 태양열 발전 ☞

- 북 태양열발전
- 중 太阳能发电 (tài yáng néng fā diàn)



태양열 발전: 증기를 만들기 위한 충분한 열에너지를 얻기 위해서 거울(집열판)을 이용해 태양열을 한 곳으로 모은다.

## 원자력 발전 ☞

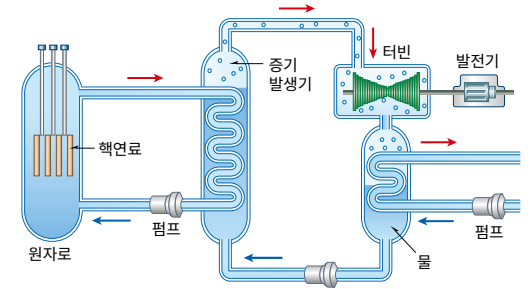
- 북 원자력발전
- 중 核能发电 (hé néng fā diàn)

### 원자로 ☞

- 북 원자로
- 중 核反应堆 (hé fǎn yīng duī)

[原子力發電] 핵분열로 발생하는 엄청난 양의 열로 터빈을 돌려서 전기를 만드는 것. 원전이라고도 함.

- 핵연료가 핵분열을 일으키는 장소를 원자로라고 한다.

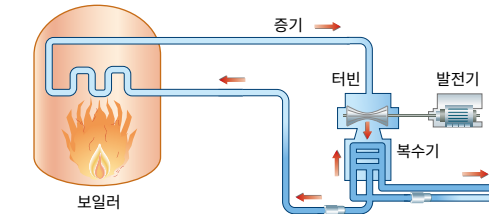


원자로: 우라늄과 같은 방사성 물질의 핵분열을 이용하여 열에너지를 생산한다. 열에너지는 증기를 생산하고, 생성된 증기는 터빈을 돌려 전기를 생산한다.

## 화력 발전 ☞

- 북 화력발전
- 중 火力发电 (huǒ lì fā diàn)

[火力發電] 석탄, 천연가스, 석유 등을 태워서 증기를 발생시키고, 이 증기로 증기 터빈을 돌려서 전기를 만드는 것.



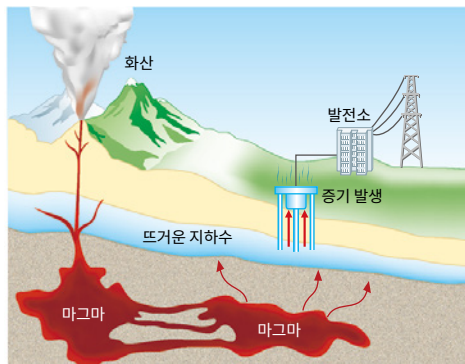
화력 발전: 화력 발전은 화석 연료를 사용하기 때문에 대기오염을 일으킨다.



## 지열 발전 ㉠

- 북 지열발전
- 중 地热发电 (dì rè fā diàn)

[地熱發電] 화산과 같은 열원과 가까운 땅 속에 파이프를 연결하여 물을 데워 증기로 전기를 생산하는 방식.



지열을 이용한 발전: 물을 열원(마그마) 근처로 보내면 열로 인해 뜨거워진 물이 증기가 되어 터빈을 돌린다. 터빈이 돌아가면 전기가 만들어진다.

## 조력 발전 ㉠

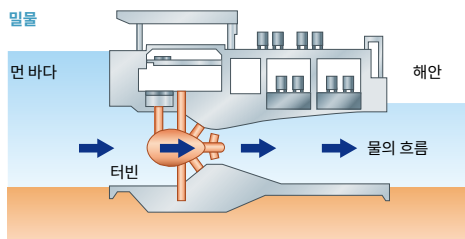
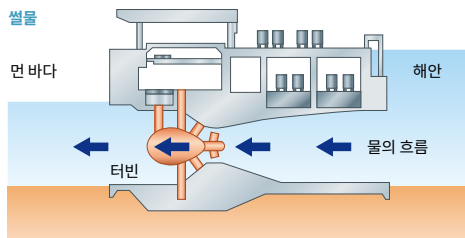
- 북 조수력발전
- 중 潮汐发电 (cháo xī fā diàn)

### 조력 에너지 ㉠

- 북 조수력에너지
- 중 潮汐能 (cháo xī néng)

[潮力發電] 밀물과 썰물 때의 물 높이가 달라져서 생기는 힘으로 전기를 생산하는 방식.

· 조력 에너지는 물의 높이에 의한 퍼텐셜 에너지를 말한다.



조력 발전

## 풍력 발전 ㉠

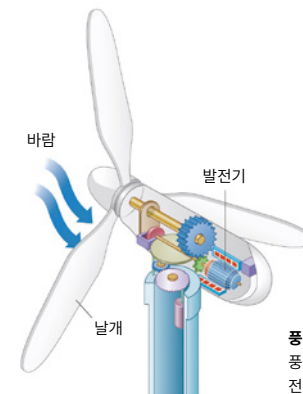
- 북 풍력발전
- 중 风力发电 (fēng lì fā diàn)

### 풍력 에너지 ㉠

- 북 풍력에너지
- 중 风能 (fēng néng)

[風力發電] 바람으로 터빈을 돌려 전기를 생산하는 방식.

· 풍력 에너지는 바람이 갖고 있는 에너지를 말한다.



풍력 발전: 바람이 강한 곳에 풍차를 설치해서 풍력을 전력으로 바꾼다.

## 파력 발전 ㉠

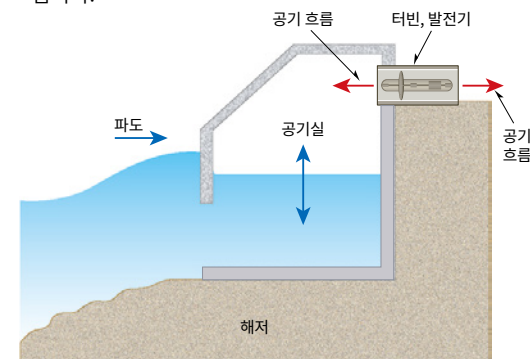
- 북 파력발전
- 중 波浪发电 (bō làng fā diàn)

### 파력 에너지 ㉠

- 북 파력에너지
- 중 波浪能 (bō làng néng)

파도에 의해 전달된 에너지로 전기를 생산하는 방식.

· 파력 에너지는 파도가 위아래로 출렁일 때 발생하는 힘이다.



파력 발전: 파도의 높낮이 차를 이용하여 공기실 안 공기 또는 바닷물을 들어오고 나가게 하여 터빈(발전기)을 움직인다.



## 신재생에너지 ㉠

- 북 새로운 재생에너지
- 중 可再生能源 (kě zài shēng xīn néng yuán)

### 신에너지 ㉡

- 북 새로운 에너지
- 중 新能源 (xīn néng yuán)

### 재생 에너지 ㉢

- 북 재생에너지
- 중 可再生能源 (kě zài shēng néng yuán)

## 화석 연료 ㉣

- 북 화석연료
- 중 化石燃料 (huà shí rán liào)

기존의 에너지와 다르게 새롭고, 지속적으로 사용할 수 있는 에너지.

- **신재생에너지**는 신에너지와 재생에너지를 동시에 부르는 말이다.
- **신에너지**는 기존과 다른 물질이나 힘에 의해 생긴 에너지이다.
- 신에너지의 예시로는 석탄 액화/가스화, 연료전지, 수소 에너지 등이 있다.
- **재생 에너지**는 재생 가능한 에너지이다.
- 재생 에너지의 예시로는 태양광, 태양열, 풍력, 수력, 지열, 해양 에너지, 바이오매스, 폐기물 에너지 등이 있다.

[化石燃料] 생물이 땅속에 묻혀서 변한 물질로, 에너지를 낼 수 있는 재료.

- **화석연료**에는 석탄, 석유, 천연가스가 있으며 탄소가 주된 성분이다.



## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

1. 인위적으로 전기를 발생시키는 과정을 ① 이라고 한다.
2. 교류의 전압을 바꿔주는 장치를 ② 라고 한다.
3. ③ 은 태양 에너지 중 열에너지를 이용하여 증기를 생산하고 이 힘으로 터빈을 돌려 발전하는 방식이다.
4. ④ 는 기존의 에너지와 다르게 새롭고, 지속적으로 사용할 수 있는 에너지이다.
5. 수력 발전은 ⑤ 로 터빈을 돌려 에너지를 생산하는 발전 방법이다.
6. ⑥ 는 생물이 땅속에 묻혀서 변한 물질로 석탄, 석유, 천연가스가 있다.
7. ⑦ 는 태양빛을 전기 에너지로 바꾸는 반도체이다.
8. 핵분열로 발생하는 에너지를 전기 에너지로 만드는 것은 ⑧ 이다.
9. ⑨ 에너지는 밀물과 썰물의 높낮이 차로 만드는 에너지이다.
10. 태양광, 태양열, 풍력, 수력, 지열, 해양에너지, 바이오매스, 폐기물 에너지는 ⑩ 이다.

① 发电 发电 ② 变压器 ③ 火力发电 ④ 新能源 ⑤ 水力发电 ⑥ 化石燃料 ⑦ 太阳能电池 ⑧ 核能 ⑨ 潮汐能 ⑩ 可再生能源



# 3

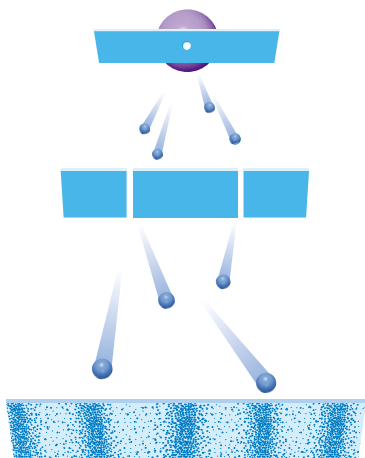
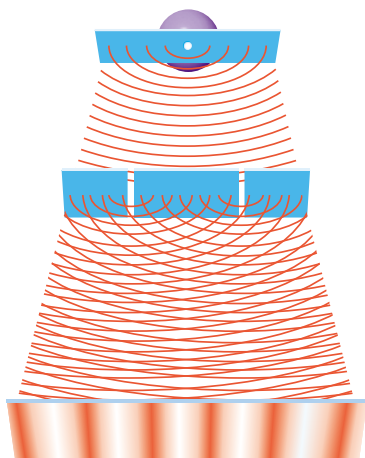
## 파동과 입자

01. 파동

02. 빛

03. 현대물리

파동과 입자의 성질을 알아본다. 파동과 입자가 어떻게 다른지 배우고, 파동과 입자 두 가지 성질을 가지는 빛의 이중성에 대해 공부해보자.



## 01 파동

### 파동 ㉠

- 파동
- 波动 (bō dòng)

### 파원 ㉠

- 파동이 생기는 곳
- 波源 (bō yuán)

### 파형 ㉠

- 파동의 모양
- 波形 (bō xíng)

[波動] 한 지점에서 발생한 진동이 주위로 퍼져 나가는 현상.

- 파동이 발생한 지점을 **파원**이라고 한다.
- 파동이 전파되는 모양을 **파형**이라고 한다.



파동: 물이 가득 고여 있는 곳에 물방울을 떨어뜨리면 중심(파원)으로부터 물결이 동심원(파형)을 그리며 퍼져 나간다.

+

파동이 전파될 때, 매질은 제자리에서 진동하고 에너지만 이동한다.

### 매질 ㉠

- 매질
- 介质 (jiè zhì)

### 위상 ㉠

- 파동의 위치
- 相位 (xiàng wèi)

### 파면 ㉠

- 파면
- 波面 (bō miàn)

[媒質] 파동을 전달하는 물질.

- 진동이나 파동과 같은 주기적 현상에서 시간 또는 위치 변화로 나타내는 파동의 지점을 **위상**이라고 한다.
- 위상이 같은 지점을 연결한 선 또는 면을 **파면**이라고 한다.
- 전자기파를 제외한 파동은 **매질** 없이 전파되지 않으며, 매질의 성질에 따라 파동의 성질도 변한다. 예를 들어 물 속에서 전달되는 소리는 공기 중에서 전달되는 소리보다 빠르다.

3

파동과 입자

01. 파동



## 횡파

- 북 가로파
- 중 横波 (héng bō)

### 마루

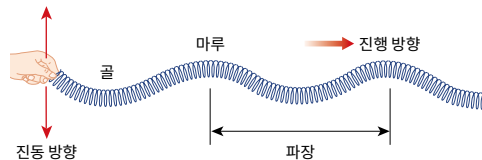
- 북 마루
- 중 波峰 (bō fēng)

### 골

- 북 골
- 중 波谷 (bō gǔ)

[横波] 파동이 나아가는 방향과 수직으로 매질이 진동할 때의 파동.

- 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 수직인 파동을 **횡파**라고 한다.
- 횡파에서 위상이 가장 높은 곳을 **마루**라고 한다.
- 횡파에서 위상이 가장 낮은 곳을 **골**이라고 한다.



**횡파의 파형:** 용수철을 위아래로 흔들면 매질인 용수철은 위아래로 흔들리지만 진동은 앞으로 이동한다.



마루와 마루인 지점의 위상이 같고, 골과 골인 지점의 위상이 같다. 마루와 골의 위상은 정반대이다.

## 종파

- 북 세로파
- 중 纵波 (zòng bō)

### 밀

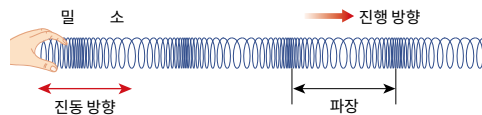
- 북 파장이 뽁뽁한 곳
- 중 密部 (mì bù)

### 소

- 북 파장이 느슨한 곳
- 중 疏部 (shū bù)

[纵波] 파동이 나아가는 방향과 매질이 진동하는 방향이 같을 때의 파동.

- 파동의 진행 방향과 매질의 진동 방향이 나란한 파동을 **종파**라고 한다.
- 종파에서 매질이 가장 많이 모인 지점을 **밀**이라고 한다.
- 종파에서 매질이 가장 많이 흩어진 지점을 **소**라고 한다.



**종파의 파형:** 용수철을 앞뒤로 흔들면 매질인 용수철은 앞뒤로 진동하고, 파동도 앞으로 이동한다.



종파에서 밀과 밀인 지점의 위상이 같고, 소와 소인 지점의 위상은 같다. 밀과 소의 위상은 정반대이다.

## 탄성파

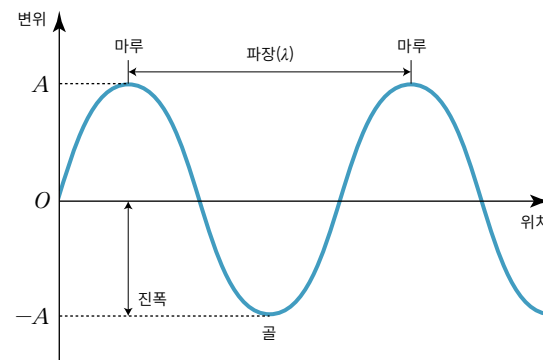
- 북 탄성 물질의 파동
- 중 弹性波 (tán xìng bō)

[弹性波] 탄성을 가진 물질 안에서 발생하는 파동.

- 매질이 필요한 파동은 모두 **탄성파**에 속한다.
- 지진파인 P파, S파 모두 탄성파이다.



전자기파는 매질 없이도 전달되는 비탄성파이다.



변위-위치 그래프

## 파장

- 북 파길이
- 중 波长 (bō cháng)

[波长] 파동이 한 번 진동할 때 이동한 거리.

- **파장**은 위상이 같은 이웃한 두 지점 사이의 거리로 구한다.
- 파장은  $\lambda$ 로 표기하며, 단위는  $m$ 이다.
- 횡파에서는 마루와 마루 사이의 거리 또는 골과 골 사이의 거리가 파장이다.
- 종파에서는 밀과 밀 사이의 거리 또는 소와 소 사이의 거리가 파장이다.

## 진폭

- 북 떨기너비
- 중 振幅 (zhèn fú)

[振幅] 매질의 진동 중심에서 최대 변위까지의 거리.

- **진폭**은 진동의 중심점(O)으로부터 마루 또는 골까지의 거리이다.
- 진폭은  $A$ 로 표기하며, 단위는  $m$ 이다.
- 진폭의 거리가 멀수록 파동이 세다.
- 횡파에서 진폭은 진동의 중심에서 마루 또는 골까지의 거리이다. 즉 마루와 골 사이의 거리의 절반과 같다.



## 주기

- 주기
- 周期 (zhōu qī)

## 진동수

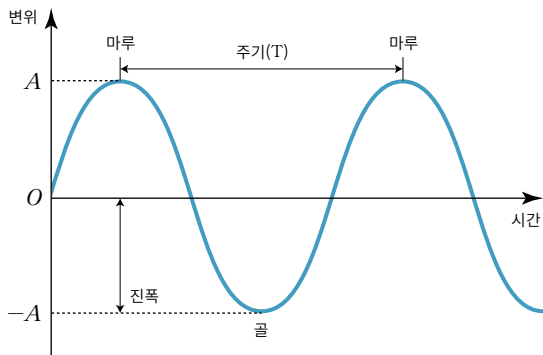
- 진동수
- 频率 (pín lǜ)

[週期] 매질이 한 번 진동하는 데 걸리는 시간.

- **진동수**는 단위 시간 동안 같은 상태가 몇 번이나 반복되는지를 나타낸다.
- 주기는  $[T]$ 로 표기하며, 단위는 초(s)이다.
- 진동수는  $[f]$ 로 표기하며, 단위는 헤르츠[Hz]이다.  
예를 들어  $30\text{Hz}$ 는 1초에 30번 진동한다.
- 주기와 진동수는 역수의 관계이다.

$$\text{진동수} = \frac{1}{\text{주기}}, \text{주기} = \frac{1}{\text{진동수}}$$

- **주기**는 매질이 한 번 진동하여 원래 상태로 되돌아오는 데에 걸리는 시간을 말한다.

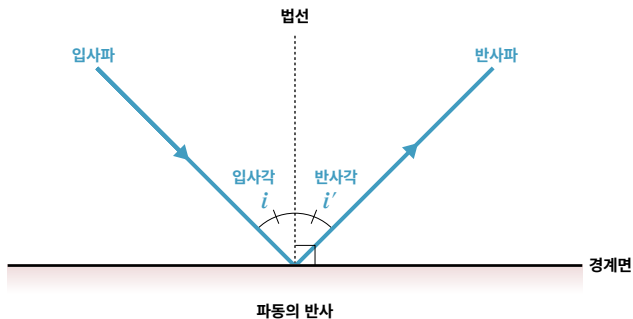


변위-시간 그래프: 파동의 어느 한 점에서 매질이 마루에서 다시 마루가 되는 데에 2초가 걸렸으면, 주기는 2초이다.



Tip

변위-시간 그래프에서 주기를 알 수 있고, 변위-위치 그래프를 통해 파장을 알 수 있다.



## 반사

- 반사
- 反射 (fǎn shè)

## 경계면

- 경계면
- 界面 (jiè miàn)

## 법선

- 수직선
- 法线 (fǎ xiàn)

[反射] 파동이 진행하다 장애물 또는 다른 매질에 부딪혀 경계면에서 되돌아오는 현상.

- 파동이 진행할 때 매질이 달라지는 경계를 **경계면**이라고 한다.
- 입사파와 경계면이 만나는 점을 지나고 경계면에 수직인 선을 **법선**이라 한다.

## 입사각

- 입사각
- 入射角 (rù shè jiǎo)

[入射角] 반사가 일어나는 경계면의 법선과 입사하는 파동의 방향이 이루는 각도.

## 입사파

- 입사파
- 入射波 (rù shè bō)

[入射波] 경계면을 향해 들어가는 파동.

## 반사각

- 반사각
- 反射角 (fǎn shè jiǎo)

[反射角] 반사가 일어나는 경계면의 법선과 반사파가 이루는 각도.

## 반사파

- 반사파
- 反射波 (fǎn shè bō)

[反射波] 경계면을 기준으로 반사되어 나오는 파동.



## 반사의 법칙

- 북 반사의 법칙
- 중 反射定律 (fǎn shè dìng lǜ)

## 굴절

- 북 굴절
- 중 折射 (zhé shè)

### 굴절각

- 북 굴절각
- 중 折射角 (zhé shè jiǎo)

### 굴절률

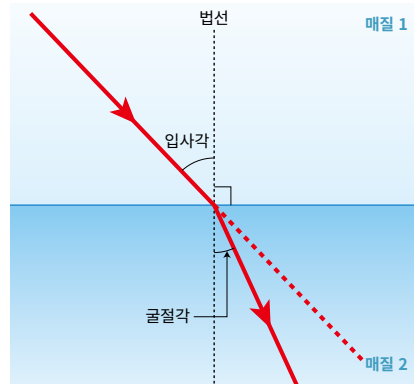
- 북 굴절률
- 중 折射率 (zhé shè lǜ)

파동이 반사할 때 입사각과 반사각은 항상 동일하다는 법칙.

- 입사각( $i$ )과 반사각( $i'$ )은 항상 같다.

[屈折] 파동이 진행하는 매질이 바뀔 때 두 매질에서 진행하는 파동의 속력이 달라져서 진행방향이 변하는 현상.

- 매질에 입사한 후 굴절된 파동이 경계면에서 법선과 이루는 각도를 **굴절각**이라고 한다.
- 빛이 진공에서 진행하다 다른 물체로 진행하여 굴절될 때의 비율을 **굴절률**이라고 한다.



**파동의 굴절:**

파동의 속력이 빠른 매질에서 느린 매질로 전파될 때 입사각은 굴절각보다 크다.  
파동의 속력이 느린 매질에서 빠른 매질로 전파될 때 입사각은 굴절각보다 작다.



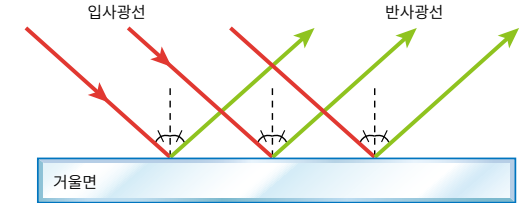
굴절이 일어나도 파동의 진동수는 변하지 않는다.

## 정반사

- 북 정반사
- 중 镜面反射 (jìng miàn fǎn shè)

[正反射] 빛이 들어오는 방향과 튕겨져 나가는 방향이 일정한 반사.

- 서로 평행한 파동들이 경계면에 대해 같은 입사각을 가지고 모두 같은 방향으로 반사하는 것을 **정반사**라고 한다.
- 매끈한 표면에서는 정반사가 일어난다.



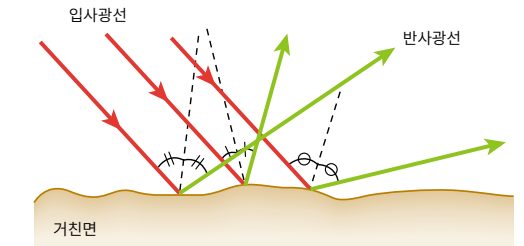
**거울에서의 정반사:** 거울이 정반사의 대표적인 예이다.

## 난반사

- 북 난반사
- 중 漫反射 (màn fǎn shè)

[亂反射] 빛이 울퉁불퉁한 표면에 부딪쳐서 서로 다른 방향으로 흩어지는 반사.

- 서로 평행한 파동들이 경계면에 대해 다른 입사각을 가져 각각 다른 방향으로 반사하는 것을 **난반사**라고 한다.
- 매끈하지 않은 표면에서는 난반사가 일어난다.



**거친면에서의 난반사:** 물체를 모든 방향에서 볼 수 있어 영화관 스크린, 빔프로젝터 스크린에 쓰인다.



## 전반사

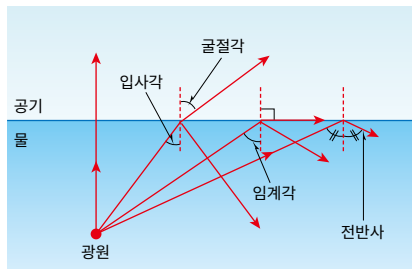
- 북 전반사
- 중 全反射 (quán fǎn shè)

### 임계각

- 북 임계각
- 중 临界角 (lín jiè jiǎo)

[全反射] 파동이 경계면에서 투과되지 않고 전부 반사되는 반사.

- 굴절각이 90°가 되는 입사각을 **임계각**이라고 한다.
- 전반사가 되기 위한 조건은 두 가지가 있다.
  1. 속력이 느린 매질에서 속력이 빠른 매질로 이동해야 한다.
  2. 파동의 입사각이 임계각보다 커야 한다.



전반사와 임계각

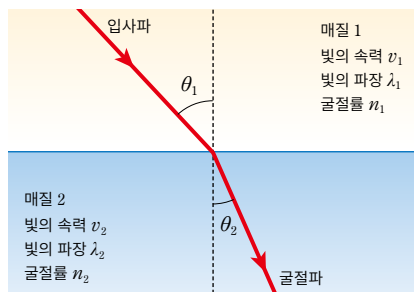
## 스넬의 법칙

- 북 굴절의 법칙
- 중 斯涅尔定律 (sī niè ěr dìng lǜ)

파동이 굴절할 때 입사각과 굴절각 사이의 특별한 법칙.

- 스넬의 법칙**은 입사각과 굴절각, 매질2의 굴절률과 매질1의 굴절률, 입사파의 속력과 굴절파의 속력 그리고 입사파의 파장과 굴절파의 파장의 비가 동일하다는 법칙이다.
- 스넬의 법칙은 비율로 나타낸다.

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (\text{입사각: } \theta_1, \text{ 굴절각: } \theta_2)$$



스넬의 법칙

## 간섭

- 북 간섭
- 중 干涉 (gān shè)

### 보강 간섭

- 북 파동의 중첩
- 중 相长干涉 (xiāng zhǎng gān shè)

### 상쇄 간섭

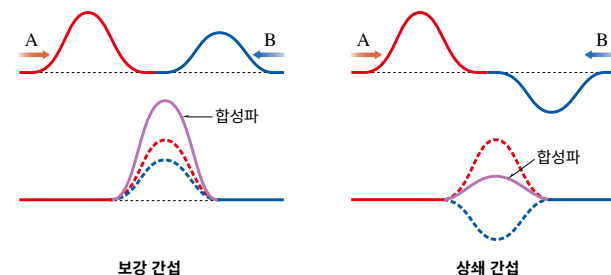
- 북 파동의 상쇄
- 중 相消干涉 (xiāng xiāo gān shè)

### 합성파

- 북 합성파
- 중 波的叠加 (bō de dié jiā)

[干涉] 파동이 서로 겹쳐져 새로운 형태의 파동이 되는 현상.

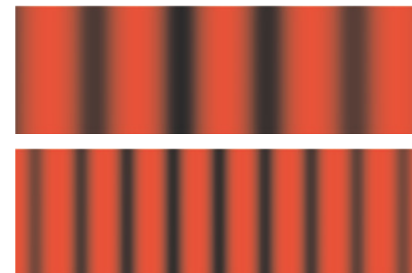
- 두 개의 파동이 서로 겹쳐져 매질의 진폭이 겹치기 전보다 커지거나 작아지는 현상을 파동의 **간섭**이라고 한다.
- 파동의 진폭이 더 커지는 간섭을 **보강 간섭**이라고 한다.
- 파동의 진폭이 더 작아지는 간섭을 **상쇄 간섭**이라고 한다.
- 간섭으로 인해 생기는 새로운 형태의 파동을 **합성파**라고 한다.



## 간섭무늬

- 북 간섭무늬
- 중 干涉条纹 (gān shè tiáo wén)

간섭이 일어날 때 보강 간섭이 일어나는 부분과 상쇄 간섭이 일어나는 부분의 밝기 차이로 생기는 무늬.



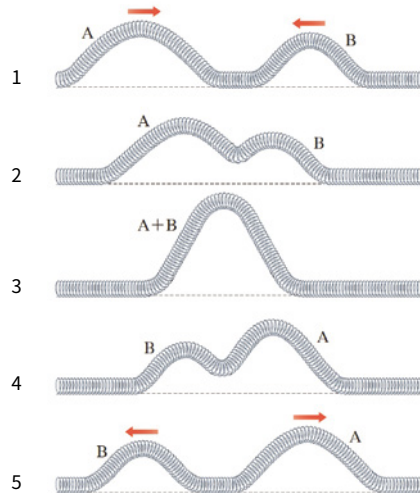
간섭무늬: 붉은 부분은 보강 간섭, 검은 부분은 상쇄 간섭이다.



## 파동의 독립성

- 북 파동의 독립성
- 중 波的独立传播特性 (bō de dú lì chuán bō tè xìng)

두 이상의 파동이 간섭이 일어나기 전과 동일한 파형으로 진행하는 성질.



**파동의 독립성:** 파동 A와 파동 B가 서로 반대 방향으로 진행하다가(1) 두 파동이 만나면 중첩이 일어난다(2, 3, 4). 두 파동은 중첩이 끝나고 서로를 지나치면 중첩이 일어나기 전과 같은 파형과 방향으로 진행한다(5).

## 정상파

- 북 정상파
- 중 驻波 (zhù bō)

### 배

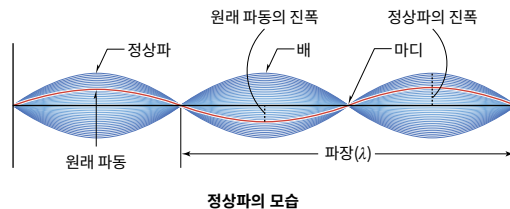
- 북 배
- 중 波腹 (bō fù)

### 마디

- 북 마디
- 중 波节 (bō jié)

[定常波] 진폭과 파장이 같은 두 파동이 서로 반대 방향으로 진행하다 겹쳐질 때, 어느 방향으로도 진행하지 않는 것처럼 보이는 합성파.

- 정상파의 진폭이 최대가 되는 지점을 **배**라고 한다.
- 정상파의 진폭이 0인 지점을 **마디**라고 한다.
- 정상파의 파장과 진동수는 원래 파동의 파장과 진동수와 같다.
- 정상파의 진폭은 원래 파동의 진폭의 2배이다.
- 정상파의 이웃한 마디 사이의 거리 또는 이웃한 배 사이의 거리는 반 파장이다.



## 공명

- 북 울림
- 중 共鸣 (gòng míng)

### 고유 진동수

- 북 고유 진동수
- 중 固有频率 (gù yǒu pín lǜ)

[共鸣] 물질의 고유한 진동수와 같은 진동수를 가진 힘을 주기적으로 받아서, 물질의 진폭이 크게 증가하는 현상.

- 물체가 진동을 할 때 가지는 특유의 진동수를 그 물체의 **고유 진동수**라고 한다.
- 물체에 힘을 가해서 물체의 고유 진동수와 같은 진동수를 만들게 되면 진폭이 커지는데, 이 현상을 **공명**이라고 한다.

## 회절

- 북 파동의 예들기
- 중 波的衍射 (bō de yǎn shè)

[回折] 파동이 진행하다 좁은 틈이나 장애물을 만났을 때 가장자리를 따라 휘어져 나가는 현상.

- **회절**은 파동만이 가지는 특성이다.
- 회절은 틈이 좁을수록, 파장이 길수록 잘 일어난다.



파장에 따른 회절

틈에 따른 회절

### 회절이 잘 일어나는 경우

- 1보다 2의 파장이 더 길기 때문에 파동이 더 많이 휘어져 나아간다.
- 3보다 4의 틈이 더 좁기 때문에 파동이 더 많이 휘어져 나아간다.

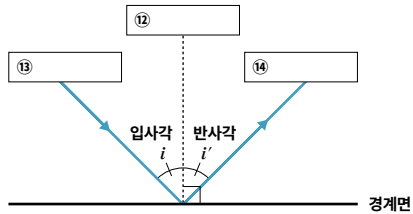




## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

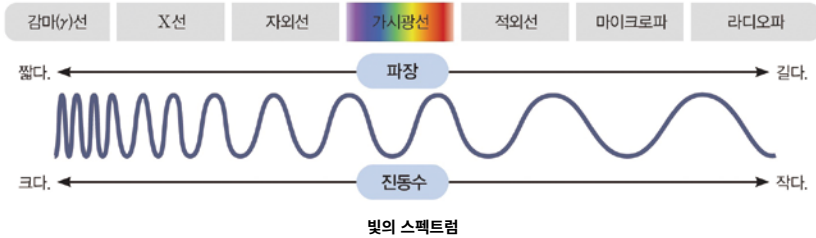
1. 한 지점에서 발생한 진동이 주위로 퍼져 나가는 현상을 ① 이라고 한다.
2. 파동이 나아가는 방향 수직으로 매질이 진동할 때의 파동은 ② 이며, 파동의 방향과 매질의 진동 방향이 같은 파동은 ③ 이다.
3. 횡파에서는 마루와 마루 사이의 거리 또는 골과 골사이의 거리가 ④ 이다.
4. 물체에 진동을 주었을 때 정상파가 되는 진동수를 ⑤ 라 한다.
5. 입사각과 굴절각, 입사파의 속력과 굴절파의 속력, 입사파의 파장과 굴절파의 파장의 비가 동일하다는 법칙은 ⑥ 이다.
6. 파동이 서로 중첩되어 새로운 형태의 파동이 되는 현상을 ⑦ 이라고 한다.
7. 파동이 진행하다 좁은 틈이나 장애물을 만났을 때 좁은 틈이나 장애물의 가장자리를 돌아서 휘어져 나가는 현상을 ⑧ 이라고 한다.
8. 파동이 진행하는 매질이 바뀔 때 진행 방향이 변하는 현상을 ⑨ 이라 한다.
9. 파동을 전달하는 물질은 ⑩ 이며, 파동의 지점을 나타내는 것을 ⑪ 이라 한다.
10. 아래 그림은 반사를 그림으로 나타낸 것이다.



11. 파동이 경계면에서 투과되지 않고 전부 반사되는 것을 ⑮ 라 하며 굴절각이 90도가 되는 입사각을 ⑯ 이라 한다.

진동 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿ ㏀ ㏁ ㏂ ㏃ ㏄ ㏅ ㏆ ㏇ ㏈ ㏉ ㏊ ㏋ ㏌ ㏍ ㏎ ㏏ ㏐ ㏑ ㏒ ㏓ ㏔ ㏕ ㏖ ㏗ ㏘ ㏙ ㏚ ㏛ ㏜ ㏝ ㏞ ㏟ ㏠ ㏡ ㏢ ㏣ ㏤ ㏥ ㏦ ㏧ ㏨ ㏩ ㏪ ㏫ ㏬ ㏭ ㏮ ㏯ ㏰ ㏱ ㏲ ㏳ ㏴ ㏵ ㏶ ㏷ ㏸ ㏹ ㏺ ㏻ ㏼ ㏽ ㏾ ㏿ 㐀 㐁 㐂 㐃 㐄 㐅 㐆 㐇 㐈 㐉 㐊 㐋 㐌 㐍 㐎 㐏 㐐 㐑 㐒 㐓 㐔 㐕 㐖 㐗 㐘 㐙 㐚 㐛 㐜 㐝 㐞 㐟 㐠 㐡 㐢 㐣 㐤 㐥 㐦 㐧 㐨 㐩 㐪 㐫 㐬 㐭 㐮 㐯 㐰 㐱 㐲 㐳 㐴 㐵 㐶 㐷 㐸 㐹 㐺 㐻 㐼 㐽 㐾 㐿 㑀 㑁 㑂 㑃 㑄 㑅 㑆 㑇 㑈 㑉 㑊 㑋 㑌 㑍 㑎 㑏 㑐 㑑 㑒 㑓 㑔 㑕 㑖 㑗 㑘 㑙 㑚 㑛 㑜 㑝 㑞 㑟 㑠 㑡 㑢 㑣 㑤 㑥 㑦 㑧 㑨 㑩 㑪 㑫 㑬 㑭 㑮 㑯 㑰 㑱 㑲 㑳 㑴 㑵 㑶 㑷 㑸 㑹 㑺 㑻 㑼 㑽 㑾 㑿 㒀 㒁 㒂 㒃 㒄 㒅 㒆 㒇 㒈 㒉 㒊 㒋 㒌 㒍 㒎 㒏 㒐 㒑 㒒 㒓 㒔 㒕 㒖 㒗 㒘 㒙 㒚 㒛 㒜 㒝 㒞 㒟 㒠 㒡 㒢 㒣 㒤 㒥 㒦 㒧 㒨 㒩 㒪 㒫 㒬 㒭 㒮 㒯 㒰 㒱 㒲 㒳 㒴 㒵 㒶 㒷 㒸 㒹 㒺 㒻 㒼 㒽 㒾 㒿 㓀 㓁 㓂 㓃 㓄 㓅 㓆 㓇 㓈 㓉 㓊 㓋 㓌 㓍 㓎 㓏 㓐 㓑 㓒 㓓 㓔 㓕 㓖 㓗 㓘 㓙 㓚 㓛 㓜 㓝 㓞 㓟 㓠 㓡 㓢 㓣 㓤 㓥 㓦 㓧 㓨 㓩 㓪 㓫 㓬 㓭 㓮 㓯 㓰 㓱 㓲 㓳 㓴 㓵 㓶 㓷 㓸 㓹 㓺 㓻 㓼 㓽 㓾 㓿 㔀 㔁 㔂 㔃 㔄 㔅 㔆 㔇 㔈 㔉 㔊 㔋 㔌 㔍 㔎 㔏 㔐 㔑 㔒 㔓 㔔 㔕 㔖 㔗 㔘 㔙 㔚 㔛 㔜 㔝 㔞 㔟 㔠 㔡 㔢 㔣 㔤 㔥 㔦 㔧 㔨 㔩 㔪 㔫 㔬 㔭 㔮 㔯 㔰 㔱 㔲 㔳 㔴 㔵 㔶 㔷 㔸 㔹 㔺 㔻 㔼 㔽 㔾 㔿 㕀 㕁 㕂 㕃 㕄 㕅 㕆 㕇 㕈 㕉 㕊 㕋 㕌 㕍 㕎 㕏 㕐 㕑 㕒 㕓 㕔 㕕 㕖 㕗 㕘 㕙 㕚 㕛 㕜 㕝 㕞 㕟 㕠 㕡 㕢 㕣 㕤 㕥 㕦 㕧 㕨 㕩 㕪 㕫 㕬 㕭 㕮 㕯 㕰 㕱 㕲 㕳 㕴 㕵 㕶 㕷 㕸 㕹 㕺 㕻 㕼 㕽 㕾 㕿 㖀 㖁 㖂 㖃 㖄 㖅 㖆 㖇 㖈 㖉 㖊 㖋 㖌 㖍 㖎 㖏 㖐 㖑 㖒 㖓 㖔 㖕 㖖 㖗 㖘 㖙 㖚 㖛 㖜 㖝 㖞 㖟 㖠 㖡 㖢 㖣 㖤 㖥 㖦 㖧 㖨 㖩 㖪 㖫 㖬 㖭 㖮 㖯 㖰 㖱 㖲 㖳 㖴 㖵 㖶 㖷 㖸 㖹 㖺 㖻 㖼 㖽 㖾 㖿 㗀 㗁 㗂 㗃 㗄 㗅 㗆 㗇 㗈 㗉 㗊 㗋 㗌 㗍 㗎 㗏 㗐 㗑 㗒 㗓 㗔 㗕 㗖 㗗 㗘 㗙 㗚 㗛 㗜 㗝 㗞 㗟 㗠 㗡 㗢 㗣 㗤 㗥 㗦 㗧 㗨 㗩 㗪 㗫 㗬 㗭 㗮 㗯 㗰 㗱 㗲 㗳 㗴 㗵 㗶 㗷 㗸 㗹 㗺 㗻 㗼 㗽 㗾 㗿 㘀 㘁 㘂 㘃 㘄 㘅 㘆 㘇 㘈 㘉 㘊 㘋 㘌 㘍 㘎 㘏 㘐 㘑 㘒 㘓 㘔 㘕 㘖 㘗 㘘 㘙 㘚 㘛 㘜 㘝 㘞 㘟 㘠 㘡 㘢 㘣 㘤 㘥 㘦 㘧 㘨 㘩 㘪 㘫 㘬 㘭 㘮 㘯 㘰 㘱 㘲 㘳 㘴 㘵 㘶 㘷 㘸 㘹 㘺 㘻 㘼 㘽 㘾 㘿 㙀 㙁 㙂 㙃 㙄 㙅 㙆 㙇 㙈 㙉 㙊 㙋 㙌 㙍 㙎 㙏 㙐 㙑 㙒 㙓 㙔 㙕 㙖 㙗 㙘 㙙 㙚 㙛 㙜 㙝 㙞 㙟 㙠 㙡 㙢 㙣 㙤 㙥 㙦 㙧 㙨 㙩 㙪 㙫 㙬 㙭 㙮 㙯 㙰 㙱 㙲 㙳 㙴 㙵 㙶 㙷 㙸 㙹 㙺 㙻 㙼 㙽 㙾 㙿 㚀 㚁 㚂 㚃 㚄 㚅 㚆 㚇 㚈 㚉 㚊 㚋 㚌 㚍 㚎 㚏 㚐 㚑 㚒 㚓 㚔 㚕 㚖 㚗 㚘 㚙 㚚 㚛 㚜 㚝 㚞 㚟 㚠 㚡 㚢 㚣 㚤 㚥 㚦 㚧 㚨 㚩 㚪 㚫 㚬 㚭 㚮 㚯 㚰 㚱 㚲 㚳 㚴 㚵 㚶 㚷 㚸 㚹 㚺 㚻 㚼 㚽 㚾 㚿 㜀 㜁 㜂 㜃 㜄 㜅 㜆 㜇 㜈 㜉 㜊 㜋 㜌 㜍 㜎 㜏 㜐 㜑 㜒 㜓 㜔 㜕 㜖 㜗 㜘 㜙 㜚 㜛 㜜 㜝 㜞 㜟 㜠 㜡 㜢 㜣 㜤 㜥 㜦 㜧 㜨 㜩 㜪 㜫 㜬 㜭 㜮 㜯 㜰 㜱 㜲 㜳 㜴 㜵 㜶 㜷 㜸 㜹 㜺 㜻 㜼 㜽 㜾 㜿 㝀 㝁 㝂 㝃 㝄 㝅 㝆 㝇 㝈 㝉 㝊 㝋 㝌 㝍 㝎 㝏 㝐 㝑 㝒 㝓 㝔 㝕 㝖 㝗 㝘 㝙 㝚 㝛 㝜 㝝 㝞 㝟 㝠 㝡 㝢 㝣 㝤 㝥 㝦 㝧 㝨 㝩 㝪 㝫 㝬 㝭 㝮 㝯 㝰 㝱 㝲 㝳 㝴 㝵 㝶 㝷 㝸 㝹 㝺 㝻 㝼 㝽 㝾 㝿 㞀 㞁 㞂 㞃 㞄 㞅 㞆 㞇 㞈 㞉 㞊 㞋 㞌 㞍 㞎 㞏 㞐 㞑 㞒 㞓 㞔 㞕 㞖 㞗 㞘 㞙 㞚 㞛 㞜 㞝 㞞 㞟 㞠 㞡 㞢 㞣 㞤 㞥 㞦 㞧 㞨 㞩 㞪 㞫 㞬 㞭 㞮 㞯 㞰 㞱 㞲 㞳 㞴 㞵 㞶 㞷 㞸 㞹 㞺 㞻 㞼 㞽 㞾 㞿 㟀 㟁 㟂 㟃 㟄 㟅 㟆 㟇 㟈 㟉 㟊 㟋 㟌 㟍 㟎 㟏 㟐 㟑 㟒 㟓 㟔 㟕 㟖 㟗 㟘 㟙 㟚 㟛 㟜 㟝 㟞 㟟 㟠 㟡 㟢 㟣 㟤 㟥 㟦 㟧 㟨 㟩 㟪 㟫 㟬 㟭 㟮 㟯 㟰 㟱 㟲 㟳 㟴 㟵 㟶 㟷 㟸 㟹 㟺 㟻 㟼 㟽 㟾 㟿 㠀 㠁 㠂 㠃 㠄 㠅 㠆 㠇 㠈 㠉 㠊 㠋 㠌 㠍 㠎 㠏 㠐 㠑 㠒 㠓 㠔 㠕 㠖 㠗 㠘 㠙 㠚 㠛 㠜 㠝 㠞 㠟 㠠 㠡 㠢 㠣 㠤 㠥 㠦 㠧 㠨 㠩 㠪 㠫 㠬 㠭 㠮 㠯 㠰 㠱 㠲 㠳 㠴 㠵 㠶 㠷 㠸 㠹 㠺 㠻 㠼 㠽 㠾 㠿 㡀 㡁 㡂 㡃 㡄 㡅 㡆 㡇 㡈 㡉 㡊 㡋 㡌 㡍 㡎 㡏 㡐 㡑 㡒 㡓 㡔 㡕 㡖 㡗 㡘 㡙 㡚 㡛 㡜 㡝 㡞 㡟 㡠 㡡 㡢 㡣 㡤 㡥 㡦 㡧 㡨 㡩 㡪 㡫 㡬 㡭 㡮 㡯 㡰 㡱 㡲 㡳 㡴 㡵 㡶 㡷 㡸 㡹 㡺 㡻 㡼 㡽 㡾 㡿 㢀 㢁 㢂 㢃 㢄 㢅 㢆 㢇 㢈 㢉 㢊 㢋 㢌 㢍 㢎 㢏 㢐 㢑 㢒 㢓 㢔 㢕 㢖 㢗 㢘 㢙 㢚 㢛 㢜 㢝 㢞 㢟 㢠 㢡 㢢 㢣 㢤 㢥 㢦 㢧 㢨 㢩 㢪 㢫 㢬 㢭 㢮 㢯 㢰 㢱 㢲 㢳 㢴 㢵 㢶 㢷 㢸 㢹 㢺 㢻 㢼 㢽 㢾 㢿 㣀 㣁 㣂 㣃 㣄 㣅 㣆 㣇 㣈 㣉 㣊 㣋 㣌 㣍 㣎 㣏 㣐 㣑 㣒 㣓 㣔 㣕 㣖 㣗 㣘 㣙 㣚 㣛 㣜 㣝 㣞 㣟 㣠 㣡 㣢 㣣 㣤 㣥 㣦 㣧 㣨 㣩 㣪 㣫 㣬 㣭 㣮 㣯 㣰 㣱 㣲 㣳 㣴 㣵 㣶 㣷 㣸 㣹 㣺 㣻 㣼 㣽 㣾 㣿 㤀 㤁 㤂 㤃 㤄 㤅 㤆 㤇 㤈 㤉 㤊 㤋 㤌 㤍 㤎 㤏 㤐 㤑 㤒 㤓 㤔 㤕 㤖 㤗 㤘 㤙 㤚 㤛 㤜 㤝 㤞 㤟 㤠 㤡 㤢 㤣 㤤 㤥 㤦 㤧 㤨 㤩 㤪 㤫 㤬 㤭 㤮 㤯 㤰 㤱 㤲 㤳 㤴 㤵 㤶 㤷 㤸 㤹 㤺 㤻 㤼 㤽 㤾 㤿 㥀 㥁 㥂 㥃 㥄 㥅 㥆 㥇 㥈 㥉 㥊 㥋 㥌 㥍 㥎 㥏 㥐 㥑 㥒 㥓 㥔 㥕 㥖 㥗 㥘 㥙 㥚 㥛 㥜 㥝 㥞 㥟 㥠 㥡 㥢 㥣 㥤 㥥 㥦 㥧 㥨 㥩 㥪 㥫 㥬 㥭 㥮 㥯 㥰 㥱 㥲 㥳 㥴 㥵 㥶 㥷 㥸 㥹 㥺 㥻 㥼 㥽 㥾 㥿 㦀 㦁 㦂 㦃 㦄 㦅 㦆 㦇 㦈 㦉 㦊 㦋 㦌 㦍 㦎 㦏 㦐 㦑 㦒 㦓 㦔 㦕 㦖 㦗 㦘 㦙 㦚 㦛 㦜 㦝 㦞 㦟 㦠 㦡 㦢 㦣 㦤 㦥 㦦 㦧 㦨 㦩 㦪 㦫 㦬 㦭 㦮 㦯 㦰 㦱 㦲 㦳 㦴 㦵 㦶 㦷 㦸 㦹 㦺 㦻 㦼 㦽 㦾 㦿 㧀 㧁 㧂 㧃 㧄 㧅 㧆 㧇 㧈 㧉 㧊 㧋 㧌 㧍 㧎 㧏 㧐 㧑 㧒 㧓 㧔 㧕 㧖 㧗 㧘 㧙 㧚 㧛 㧜 㧝 㧞 㧟 㧠 㧡 㧢 㧣 㧤 㧥 㧦 㧧 㧨 㧩 㧪 㧫 㧬 㧭 㧮 㧯 㧰 㧱 㧲 㧳 㧴 㧵 㧶 㧷 㧸 㧹 㧺 㧻 㧼 㧽 㧾 㧿 㨀 㨁 㨂 㨃 㨄 㨅 㨆 㨇 㨈 㨉 㨊 㨋 㨌 㨍 㨎 㨏 㨐 㨑 㨒 㨓 㨔 㨕 㨖 㨗 㨘 㨙 㨚 㨛 㨜 㨝 㨞 㨟 㨠 㨡 㨢 㨣 㨤 㨥 㨦 㨧 㨨 㨩 㨪 㨫 㨬 㨭 㨮 㨯 㨰 㨱 㨲 㨳 㨴 㨵 㨶 㨷 㨸 㨹 㨺 㨻 㨼 㨽 㨾 㨿 㩀 㩁 㩂 㩃 㩄 㩅 㩆 㩇 㩈 㩉 㩊 㩋 㩌 㩍 㩎 㩏 㩐 㩑 㩒 㩓 㩔 㩕 㩖 㩗 㩘 㩙 㩚 㩛 㩜 㩝 㩞 㩟 㩠 㩡 㩢 㩣 㩤 㩥 㩦 㩧 㩨 㩩 㩪 㩫 㩬 㩭 㩮 㩯 㩰 㩱 㩲 㩳 㩴 㩵 㩶 㩷 㩸 㩹 㩺 㩻 㩼 㩽 㩾 㩿 㪀 㪁 㪂 㪃 㪄 㪅 㪆 㪇 㪈 㪉 㪊 㪋 㪌 㪍 㪎 㪏 㪐 㪑 㪒 㪓 㪔 㪕 㪖 㪗 㪘 㪙 㪚 㪛 㪜 㪝 㪞 㪟 㪠 㪡 㪢 㪣 㪤 㪥 㪦 㪧 㪨 㪩 㪪 㪫 㪬 㪭 㪮 㪯 㪰 㪱 㪲 㪳 㪴 㪵 㪶 㪷 㪸 㪹 㪺 㪻 㪼 㪽 㪾 㪿 㫀 㫁 㫂 㫃 㫄 㫅 㫆 㫇 㫈 㫉 㫊 㫋 㫌 㫍 㫎 㫏 㫐 㫑 㫒 㫓 㫔 㫕 㫖 㫗 㫘 㫙 㫚 㫛 㫜 㫝 㫞 㫟 㫠 㫡 㫢 㫣 㫤 㫥 㫦 㫧 㫨 㫩 㫪 㫫 㫬 㫭 㫮 㫯 㫰 㫱 㫲 㫳 㫴 㫵 㫶 㫷 㫸 㫹 㫺 㫻 㫼 㫽 㫾 㫿 㬀 㬁 㬂 㬃 㬄 㬅 㬆 㬇 㬈 㬉 㬊 㬋 㬌 㬍 㬎 㬏 㬐 㬑 㬒 㬓 㬔 㬕 㬖 㬗 㬘 㬙 㬚 㬛 㬜 㬝 㬞 㬟 㬠 㬡 㬢 㬣 㬤 㬥 㬦 㬧 㬨 㬩 㬪 㬫 㬬 㬭 㬮 㬯 㬰 㬱 㬲 㬳 㬴 㬵 㬶 㬷 㬸 㬹 㬺 㬻 㬼 㬽 㬾 㬿 㭀 㭁 㭂 㭃 㭄 㭅 㭆 㭇 㭈 㭉 㭊 㭋 㭌 㭍 㭎 㭏 㭐 㭑 㭒 㭓 㭔 㭕 㭖 㭗 㭘 㭙 㭚 㭛 㭜 㭝 㭞 㭟 㭠 㭡 㭢 㭣 㭤 㭥 㭦 㭧 㭨 㭩 㭪 㭫 㭬 㭭 㭮 㭯 㭰 㭱 㭲 㭳 㭴 㭵 㭶 㭷 㭸 㭹 㭺 㭻 㭼 㭽 㭾 㭿 㮀 㮁 㮂 㮃 㮄 㮅 㮆 㮇 㮈 㮉 㮊 㮋 㮌 㮍 㮎 㮏 㮐 㮑 㮒 㮓 㮔 㮕 㮖 㮗 㮘 㮙 㮚 㮛 㮜 㮝 㮞 㮟 㮠 㮡 㮢 㮣 㮤 㮥 㮦 㮧 㮨 㮩 㮪 㮫 㮬 㮭 㮮 㮯 㮰 㮱 㮲 㮳 㮴 㮵 㮶 㮷 㮸 㮹 㮺 㮻 㮼 㮽 㮾 㮿 㯀 㯁 㯂 㯃 㯄 㯅 㯆 㯇 㯈 㯉 㯊 㯋 㯌 㯍 㯎 㯏 㯐 㯑 㯒 㯓 㯔 㯕 㯖 㯗 㯘 㯙 㯚 㯛 㯜 㯝 㯞 㯟 㯠 㯡 㯢 㯣 㯤 㯥 㯦 㯧 㯨 㯩 㯪 㯫 㯬 㯭 㯮 㯯 㯰 㯱 㯲 㯳 㯴 㯵 㯶 㯷 㯸 㯹 㯺 㯻 㯼 㯽 㯾 㯿 㰀 㰁 㰂 㰃 㰄 㰅 㰆 㰇 㰈 㰉 㰊 㰋 㰌 㰍 㰎 㰏 㰐 㰑 㰒 㰓 㰔 㰕 㰖 㰗 㰘 㰙 㰚 㰛 㰜 㰝 㰞 㰟 㰠 㰡 㰢 㰣 㰤 㰥 㰦 㰧 㰨 㰩 㰪 㰫 㰬 㰭 㰮 㰯 㰰 㰱 㰲 㰳 㰴 㰵 㰶 㰷 㰸 㰹 㰺 㰻 㰼 㰽 㰾 㰿 㱀 㱁 㱂 㱃 㱄 㱅 㱆 㱇 㱈 㱉 㱊 㱋 㱌 㱍 㱎 㱏 㱐 㱑 㱒 㱓 㱔 㱕 㱖 㱗 㱘 㱙 㱚 㱛 㱜 㱝 㱞 㱟 㱠 㱡 㱢 㱣 㱤 㱥 㱦 㱧 㱨 㱩 㱪 㱫 㱬 㱭 㱮 㱯 㱰 㱱 㱲 㱳 㱴 㱵 㱶 㱷 㱸 㱹 㱺 㱻 㱼 㱽 㱾 㱿 㲀 㲁 㲂 㲃 㲄 㲅 㲆 㲇 㲈 㲉 㲊 㲋 㲌 㲍 㲎 㲏 㲐 㲑 㲒 㲓 㲔 㲕 㲖 㲗 㲘 㲙 㲚 㲛 㲜 㲝 㲞 㲟 㲠 㲡 㲢 㲣 㲤 㲥 㲦 㲧 㲨 㲩 㲪 㲫 㲬 㲭 㲮 㲯 㲰 㲱 㲲 㲳 㲴 㲵 㲶 㲷 㲸 㲹 㲺 㲻 㲼 㲽 㲾 㲿 㳀 㳁 㳂 㳃 㳄 㳅 㳆 㳇 㳈 㳉 㳊 㳋 㳌 㳍 㳎 㳏 㳐 㳑 㳒 㳓 㳔 㳕 㳖 㳗 㳘 㳙 㳚 㳛 㳜 㳝 㳞 㳟 㳠 㳡 㳢 㳣 㳤 㳥 㳦 㳧 㳨 㳩 㳪 㳫 㳬 㳭 㳮 㳯 㳰 㳱 㳲 㳳 㳴 㳵 㳶 㳷 㳸 㳹 㳺 㳻 㳼 㳽 㳾 㳿 㴀 㴁 㴂 㴃 㴄 㴅 㴆 㴇 㴈 㴉 㴊 㴋 㴌 㴍 㴎 㴏 㴐 㴑 㴒 㴓 㴔 㴕 㴖 㴗 㴘 㴙 㴚 㴛 㴜 㴝 㴞 㴟 㴠 㴡 㴢 㴣 㴤 㴥 㴦 㴧 㴨 㴩 㴪 㴫 㴬 㴭 㴮 㴯 㴰 㴱 㴲 㴳 㴴 㴵 㴶 㴷 㴸 㴹 㴺 㴻 㴼 㴽 㴾 㴿 㵀 㵁 㵂 㵃 㵄 㵅 㵆 㵇 㵈 㵉 㵊 㵋 㵌 㵍 㵎 㵏 㵐 㵑 㵒 㵓 㵔 㵕 㵖 㵗 㵘 㵙 㵚 㵛 㵜 㵝 㵞 㵟 㵠 㵡 㵢 㵣 㵤 㵥 㵦 㵧 㵨 㵩 㵪 㵫 㵬 㵭 㵮 㵯 㵰 㵱 㵲 㵳 㵴 㵵 㵶 㵷 㵸 㵹 㵺 㵻 㵼 㵽 㵾 㵿 㶀 㶁 㶂 㶃 㶄 㶅 㶆 㶇 㶈 㶉 㶊 㶋 㶌 㶍 㶎 㶏 㶐 㶑 㶒 㶓 㶔 㶕 㶖 㶗 㶘 㶙 㶚 㶛 㶜 㶝 㶞 㶟 㶠 㶡 㶢 㶣 㶤 㶥 㶦 㶧 㶨 㶩 㶪 㶫 㶬 㶭 㶮 㶯 㶰 㶱 㶲 㶳 㶴 㶵 㶶 㶷 㶸 㶹 㶺 㶻 㶼 㶽 㶾 㶿 㷀 㷁 㷂 㷃 㷄 㷅 㷆 㷇 㷈 㷉 㷊 㷋 㷌 㷍 㷎 㷏 㷐 㷑 㷒 㷓 㷔 㷕 㷖 㷗 㷘 㷙 㷚 㷛 㷜 㷝 㷞 㷟 㷠 㷡 㷢 㷣 㷤 㷥 㷦 㷧 㷨 㷩 㷪 㷫 㷬 㷭 㷮 㷯 㷰 㷱 㷲 㷳 㷴 㷵 㷶 㷷 㷸 㷹 㷺 㷻 㷼 㷽 㷾 㷿 㸀 㸁 㸂 㸃 㸄 㸅 㸆 㸇 㸈 㸉 㸊 㸋 㸌 㸍 㸎 㸏 㸐 㸑 㸒 㸓 㸔 㸕 㸖 㸗 㸘 㸙 㸚 㸛 㸜 㸝 㸞 㸟 㸠 㸡 㸢 㸣 㸤 㸥 㸦 㸧 㸨 㸩 㸪 㸫 㸬 㸭 㸮 㸯 㸰 㸱 㸲 㸳 㸴 㸵 㸶 㸷 㸸 㸹 㸺 㸻 㸼 㸽 㸾 㸿 㹀 㹁 㹂 㹃 㹄 㹅 㹆 㹇 㹈 㹉 㹊 㹋 㹌 㹍 㹎 㹏 㹐 㹑 㹒 㹓 㹔 㹕 㹖 㹗 㹘 㹙 㹚 㹛 㹜 㹝 㹞 㹟 㹠 㹡 㹢 㹣 㹤 㹥 㹦 㹧 㹨 㹩 㹪 㹫 㹬 㹭 㹮 㹯 㹰 㹱 㹲 㹳 㹴 㹵 㹶 㹷 㹸 㹹 㹺 㹻 㹼 㹽 㹿 㺀 㺁 㺂 㺃 㺄 㺅 㺆 㺇 㺈 㺉 㺊 㺋 㺌 㺍 㺎 㺏 㺐 㺑 㺒 㺓 㺔 㺕 㺖 㺗 㺘 㺙 㺚 㺛 㺜 㺝 㺞 㺟 㺠 㺡 㺢 㺣 㺤 㺥 㺦 㺧 㺨 㺩 㺪 㺫 㺬 㺭 㺮 㺯 㺰 㺱 㺲 㺳 㺴 㺵 㺶 㺷 㺸 㺹 㺺 㺻 㺼 㺽 㺾 㺿 㻀 㻁 㻂 㻃 㻄 㻅 㻆 㻇 㻈 㻉 㻊 㻋 㻌 㻍 㻎 㻏 㻐 㻑 㻒 㻓 㻔 㻕 㻖 㻗 㻘 㻙 㻚 㻛 㻜 㻝 㻞 㻟 㻠 㻡 㻢 㻣 㻤 㻥 㻦 㻧 㻨 㻩 㻪 㻫 㻬 㻭 㻮 㻯 㻰 㻱 㻲 㻳 㻴 㻵 㻶 㻷 㻸 㻹 㻺 㻻 㻼 㻽 㻾 㻿 㼀 㼁 㼂 㼃 㼄 㼅 㼆 㼇 㼈 㼉 㼊 㼋 㼌





## 전파

- 북 전파
- 중 分米波 (fēn mǐ bō)

### 라디오파

- 북 라지오파
- 중 无线电波 (wú xiàn diàn bō)

### 마이크로파

- 북 극초단파
- 중 微波 (wēi bō)

[電波] 파장이 1mm 이상인 전자기파.

- 파장이 가장 긴 전자기파를 **전파**라고 한다.
- 전파는 무선통신, 방송 등 여러 곳에 사용된다.
- 전파는 **라디오파**와 **마이크로파**로 나뉘어진다.
- 마이크로파보다 긴 파장을 가진 전자기파를 라디오파라고 한다.
- 마이크로파는 파장이 약 1mm부터 1m 사이인 전자기파이다.

## 적외선

- 북 적외선
- 중 红外线 (hóng wài xiàn)

[赤外線] 열을 가진 물체로부터 나오는 전자기파.

- **적외선**은 가시광선보다 파장이 긴 전자기파이다.
- 가시광선의 적색광보다 파장이 길기 때문에 적외선이라고 부른다.
- 적외선은 열을 주로 전달해서 열선이라고도 한다.

## 가시광선

- 북 보임광선
- 중 可视光线 (kě shì guāng xiàn)

[可視光線] 사람의 눈으로 관찰할 수 있는 전자기파.

- **가시광선**의 파장은 대략 380nm부터 780nm사이이다.
- 가시광선 중 파장이 긴 빛을 적색광, 파장이 짧은 빛을 청색광이라고 한다.
- 가시광선이 물건에 부딪혀 반사되어 눈에 들어오면 색깔을 볼 수 있다.

## 자외선

- 북 자외선
- 중 紫外线 (zǐ wài xiàn)

[紫外線] 가시광선보다 파장이 짧고 높은 에너지를 가진 전자기파.

- 가시광선의 청색광(보라색) 보다 파장이 짧기 때문에 **자외선**이라고 한다.
- 자외선은 파장이 짧아 화학적, 물리적 변화를 일으키기에 충분한 에너지를 전달한다.
- 자외선의 강한 에너지를 오랫동안 받게 되면 세포를 변형시켜 피부암에 걸릴 수도 있다.
- 자외선은 살균기에 사용하기도 한다.

## X선

- 북 린트겐선, 방사선
- 중 X射线 (X shè xiàn)

자외선보다 파장이 짧고 투과성이 있는 전자기파.

- **X선**은 자외선보다 파장이 짧다.
- X선은 투과력이 강해서 뼈를 촬영하거나 공항에서 내부 소지품을 조사하는 데 이용된다.
- 발견한 사람의 이름을 따서 린트겐선이라 불리기도 한다.



X선으로 촬영한  
강아지 사진

## 감마선

- 북 감마선
- 중 伽马射线 (gā mǎ shè xiàn)

방사능 물질에서 나오며 에너지가 큰 전자기파의 하나. γ선이라고도 함.

- **감마선**은 원자핵이 방사성 붕괴를 하는 과정에서 생기며, 방사선 중 투과력이 가장 높다.



## 단색광 [고]

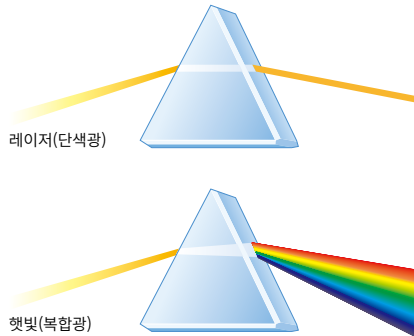
- 북 단색광
- 중 单色光 (dān sè guāng)

## 복합광 [고]

- 북 복합광
- 중 复合光 (fù hé guāng)

[單色光] 한 가지 파장으로만 이루어진 전자기파.

- 단색광은 파장이 한 가지인 빛을 뜻한다. 단색광의 대표적인 예로 레이저가 있다.
- 단색광과 달리 다른 파장이 혼합된 빛을 **복합광**이라 하며, 복합광의 대표적인 예로는 백색광이 있다.



## 스펙트럼 [중]

- 북 스펙트르
- 중 光谱 (guāng pǔ)

## 연속 스펙트럼 [고]

- 북 연속 스펙트르
- 중 连续光谱 (lián xù guāng pǔ)

## 선 스펙트럼 [고]

- 북 선 스펙트르
- 중 线状光谱 (xiàn zhuàng guāng pǔ)

[spectrum] 빛을 파장에 따라 분해하여 배열한 것.

- 빛은 파장마다 다른 에너지를 가지기 때문에 **스펙트럼**으로 빛을 분석하면 대략적인 에너지 분포를 알 수 있다. 또한 물질마다 특유의 에너지가 있기 때문에, 스펙트럼을 통해 물체를 분석하기도 한다.
- **연속 스펙트럼**은 파장을 일정한 범위에서 연속적으로 나타낸 스펙트럼이다.
- **선 스펙트럼**은 빛의 파장을 가느다란 선들로 나타낸 스펙트럼이다.



연속 스펙트럼



선 스펙트럼

+ 원소들의 선 스펙트럼을 보면 원소의 종류를 알 수 있다.

## 렌즈 [중]

- 북 렌즈
- 중 透镜 (tòu jìng)

## 볼록렌즈 [중]

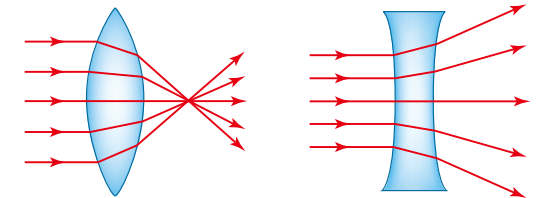
- 북 볼록렌즈
- 중 凸透镜 (tū tòu jìng)

## 오목렌즈 [중]

- 북 오목렌즈
- 중 凹透镜 (āo tòu jìng)

[lens] 빛을 모으거나 흩어지게 하는 도구.

- **렌즈**는 빛이 서로 다른 매질을 통과할 때 굴절하는 현상을 이용해서 만든다.
- **볼록렌즈**는 가운데가 볼록한 렌즈로, 빛을 모으는 성질이 있다.
- **오목렌즈**는 가운데가 오목한 렌즈로, 빛을 분산시키는 성질이 있다.



볼록렌즈를 통과한 빛

오목렌즈를 통과한 빛

렌즈 종류에 따른 빛의 진행방향



빛의 3원색

## 빛의 3원색 [중]

- 북 빛의 3원색
- 중 色光三原色 (sè guāng sān yuán sè)

겹쳐서 모든 색을 만들 수 있는 빛의 세 가지 색. 빨강, 파랑, 초록.

- 빛은 여러 색의 빛을 섞을수록 더 밝아지고, **빛의 3원색**을 모두 섞으면 하얀색이 된다.
- 빛의 3원색에 해당하는 색은 빨강, 초록, 파랑이며 영어로 Red, Green, Blue이므로 줄여서 RGB라 한다.

## 빛의 합성 [중]

- 북 빛의 합성
- 중 光混合 (guāng hùn hé)

두 가지 이상의 단색광이 합쳐져서 다른 색으로 보이는 현상.

- 서로 다른 파장의 빛이 만나면 간섭이 일어나 새로운 파장의 파동이 된다. 빛의 파형이 변하면서 우리 눈에 들어오는 빛의 색이 변하는 현상을 **빛의 합성**이라 한다.

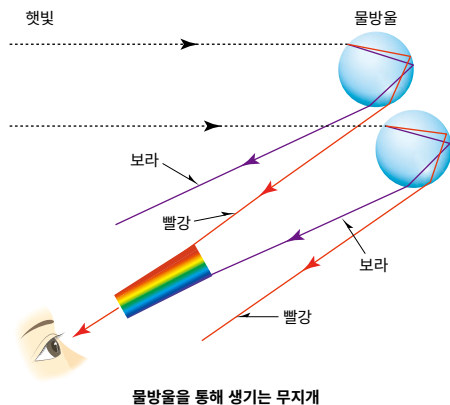


## 빛의 분산 [중]

- 북 빛의 분산
- 중 光的色散 (guāng de sè sǎn)

빛이 여러 가지 색의 단색광으로 나누어지는 현상.

- 빛에는 여러 단색광이 섞여있는데 각 단색광마다 굴절률이 다르다. 같은 방향으로 진행하던 빛이 다른 매질을 만나 굴절되면 각 단색광이 가진 굴절률에 따라 나뉘게 되는데 이 현상을 **빛의 분산**이라고 한다.
- 무지개는 빛의 분산으로 생기는 현상이다.

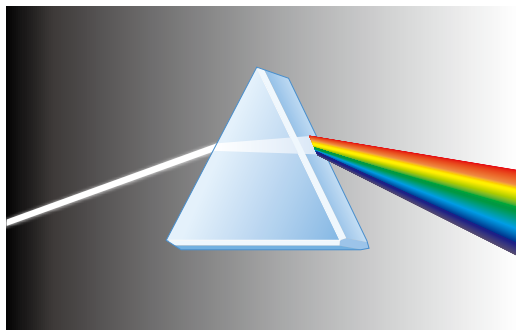


물방울을 통해 생기는 무지개

## 프리즘 [중]

- 북 광학기구
- 중 棱镜 (léng jìng)

[prism] 빛의 분산을 이용하여 스펙트럼을 만드는 장치.



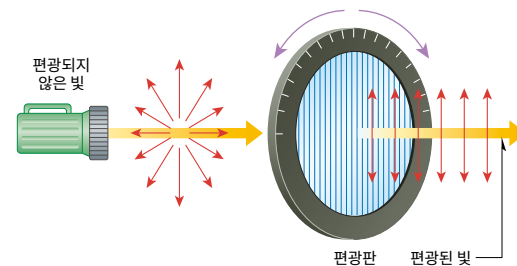
프리즘

## 편광 [고]

- 북 빛줄림
  - 중 偏振 (piān zhèn)
- 
- 북 편광판
  - 중 偏振片 (piān zhèn piàn)

[偏光] 전자기파가 진행할 때 전기장과 자기장이 특정한 방향으로만 진동하는 현상.

- **편광판**은 빛을 쏘면 빛의 진동 방향을 일정하게 만드는 판이다.
- 3D 영화를 볼 때 착용하는 안경필름이 편광필름이다.



편광판을 통해 한 방향으로 진동하는 전자기파





1. 전기장과 자기장이 커졌다 작아졌다를 주기적으로 반복하며 공간 속으로 전달하는 파동을 ① 라고 한다.
2. 파장이 1mm 이상인 전자기파는 ② 이다.
3. 투과력이 강해서 뼈를 촬영하거나 공항에서 내부 소지품을 조사하는 데 이용하는 전자기파는 ③ 이다.
4. 원자핵이 방사성 붕괴를 하는 과정에서 발생하며, 투과력이 가장 큰 전자기파는 ④ 이다.
5. ⑤ 은 빨강(적색), 파랑(청색), 초록(녹색)이다.
6. 빛을 쏘면 진동방향이 일정하게 변하는 편을 ⑥ 이라고 하며, 전자기파가 진행할 때 전기장과 자기장이 특정한 방향으로만 진동하는 현상을 ⑦ 이라 한다.
7. 빈칸을 채워 보세요.

## 빛의 스펙트럼

8. ⑪ 는 빛을 모으거나 분산시키는 도구이다.
9. 빛의 분산이나 굴절을 일으켜 스펙트럼을 분리할 수 있는 장치를 ⑫ 이라 한다.

① 자기가 파 ② 잔파 ③ X선 ④ 각마선 ⑤ 빛의 3량색 ⑥ 편문판 ⑦ 편문  
⑧ 자외선 ⑨ 적외선 ⑩ 가시광선 ⑪ 레드 ⑫ 프리즘

## 03 현대물리

## 광전 효과

- 북 광전효과  
중 光电效应  
(guāng diàn xiào yìng)

광전자 

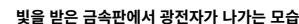
- 복 광전자  
중 光子 (guāng diàn zǐ)
- 문턱 진동수 
- 복 한계 진동수  
중 閾频率 (yù pín lǜ)

문턱 진동수 

- 북 한계 진동수  
중 閾频率 (yù pín lǜ)

[光電效果] 금속 표면에 빛을 비출 때 금속에서 전자가 튀어나오는 현상.

- **광전 효과**에 의해 금속에서 튀어나오는 전자를 **광전자**라고 한다.
- 금속에 빛을 비출 때 전자를 방출시키기 위해 필요한 빛의 최소 진동수를 **문턱 진동수**라고 한다.
- 광전효과는 빛의 진동수와 관련이 있고 빛의 세기와는 관련이 없다.
- 광전효과는 빛이 입자의 성질을 갖는다는 것을 보여준다.



## 광양자설

- 북 빛의 입자설  
중 光量子假说  
(guāng liàng zǐ jiǎ shuō)

[光量子說] 빛은 진동수에 비례하는 에너지를 갖는 입자(광자)들의 흐름이라는 가설.

- **광양자설**은 광전효과를 설명하기 위한 가설로, 빛을 에너지를 가진 입자(광자)로 보았다.
- 충분한 에너지를 갖고 있는 광자가 금속판에 쏘면 전자를 튀어나오게 한다.
- 광자는 빛의 진동수에 비례하는 에너지를 가진다.



## 이중 슬릿 실험 고

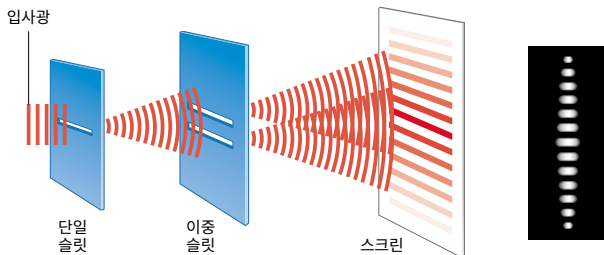
- 북 빛의 간섭실험
- 중 双缝实验 (shuāng féng shí yàn)

### 슬릿 고

- 북 좁은 틈
- 중 缝 (féng)

### 이중 슬릿 고

- 북 두 개의 좁은 틈
- 중 双缝 (shuāng féng)



**이중슬릿에 의한 간섭 실험:** 실험 대상이 파동이라면, 이중 슬릿을 통과하고 간섭무늬가 나타난다. 실험 대상이 입자라면, 이중 슬릿을 통과해도 간섭무늬가 나타나지 않는다.

## 물질의 이중성 고

- 북 물질의 이중성
- 중 波粒二象性 (bō lì èr xiàng xìng)

### 물질파(드브로이파) 고

- 북 물질파
- 중 物质波 (wù zhì bō)

## 플랑크 상수 고

- 북 플랑크 상수
- 중 普朗克常量 (pǔ lǎng kè cháng liàng)

실험 대상을 이중 슬릿에 통과시켜 실험 대상이 파동인지 입자인지 구분하는 실험.

- 슬릿은 빛이나 분자의 너비를 조절하기 위해 만든 좁은 틈이다.
- 이중 슬릿은 이중 슬릿 실험을 위해 단일 슬릿 다음에 설치하며, 두 개의 좁은 틈이 평행한 슬릿이다.

모든 물질이 가지는 파동과 입자의 성질.

- 질량을 갖는 물질의 파동을 **물질파**라고 한다.
- 이중 슬릿 실험을 통해 **물질의 이중성**이 증명되었다.
- 물질파의 파장은 운동량에 반비례한다.
- 흔히 볼 수 있는 물건들은 운동량이 매우 크기 때문에 파장이 매우 짧아서 파동의 성질을 보기 어렵다. 하지만 원자나 전자는 질량과 운동량이 매우 작아 파동의 성질을 볼 수 있다.

막스 플랑크가 고안한 양자역학의 기초가 되는 상수.

- 플랑크 상수**는 양자역학의 기본적인 상수이며, 물질의 이중성인 파동성과 입자성을 연결시키는 역할을 한다.
- 광자의 에너지는 파동과 진동수로 표현할 수 있다.
- 더 이상 쪼갤 수 없는 원자 단위의 에너지 크기를 말하며, 빛(광자)이 가지는 에너지를 구할 수 있다.

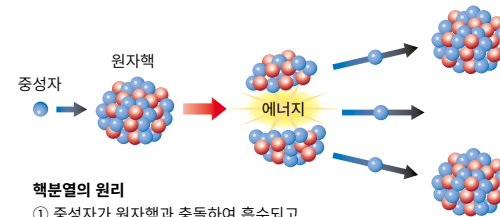
$$E = h \times f = \frac{hc}{\lambda}$$

( $E$ : 에너지,  $h$ : 플랑크 상수,  $f$ : 진동수,  $\lambda$ : 파장,  $c$ : 광속)

## 핵분열 고

- 북 핵분열
- 중 核裂变 (hé liè biàn)

[核分裂] 원자핵이 중성자를 흡수한 후 엄청난 에너지를 내면서 둘 이상으로 쪼개지는 현상.



### 핵분열의 원리

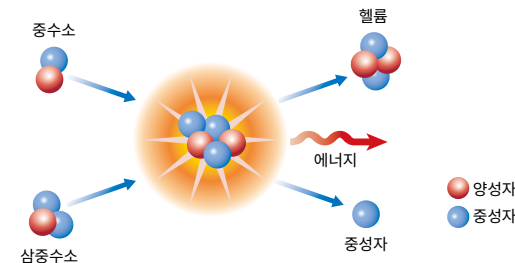
- 중성자가 원자핵과 충돌하여 흡수되고, 원자핵을 둘로 쪼갬다.
  - 쪼개진 원자핵은 불안정하기 때문에 안정한 상태를 만들기 위해 자신의 중성자를 밖으로 내보낸다.
- ①과 ②의 과정을 반복하면서 연쇄적인 핵분열이 일어난다.

## 핵융합 고

- 북 핵융합
- 중 核聚变 (hé jù biàn), 核融合 (hé róng hé)

[核融合] 원자핵끼리 합쳐져 더 무거운 원자핵이 되는 과정에서 에너지를 만드는 현상.

- 핵융합**을 통해 생기는 에너지는 빛에너지와 방사선 등이 있다.
- 태양이 계속 빛나는 이유는 핵융합을 하기 때문이다.



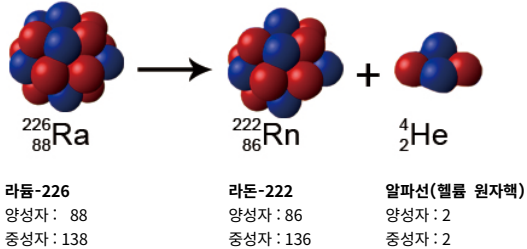
**태양의 핵융합:** 수소가 두 개 모인 중수소와 수소가 세 개 모인 삼중수소가 만나 핵융합을 하면, 에너지를 발생시키고 헬륨과 중성자로 변한다.



## 핵변환

- 북 핵변환  
중 核嬗变 (hé shàn biàn)

[核變換] 불안정한 원자핵이 안정한 상태가 되기 위해 스스로 다른 원자핵으로 변화하는 현상.



핵변환: 라듐이 핵변환을 통해 라돈으로 변한다.

## 방사선

- 북 방사선  
중 放射线 (fàng shè xiàn)

### 방사능

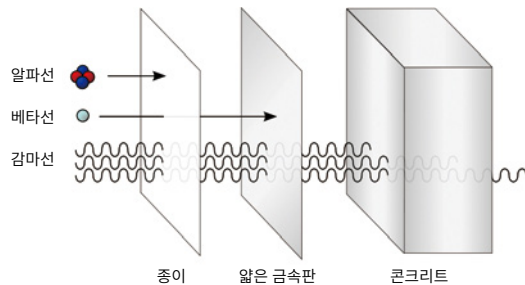
- 북 방사능  
중 辐射能 (fú shè néng)

### 방사성 물질

- 북 방사성 물질  
중 放射性物质 (fàng shè xìng wù zhì)

[放射線] 핵변환하는 과정에서 나오는 고에너지의 전자기파 또는 입자의 흐름.

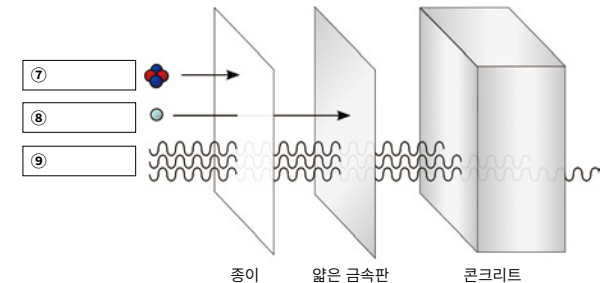
- 원소의 원자핵이 붕괴하면서 방사선을 내보내는 성질을 방사능이라고 한다.
- 방사능을 가진 물질을 방사성 물질이라고 한다.
- 방사선의 종류는 크게 알파( $\alpha$ )선, 베타( $\beta$ )선, 감마( $\gamma$ )선 등이 있으며 감마선, 베타선, 알파선 순서대로 투과율이 높다.



## 복습하기-A

안에 알맞은 단어나 기호를 적어보세요.

1. 금속 표면에 빛을 비출 때 금속에서 전자가 튀어나오는 현상을 ① 라고 한다.
2. 광전 효과에 의해 금속에서 튀어나오는 전자를 ② 라 하며, 금속에서 빛을 비출 때 전자를 방출시키기 위해 필요한 빛의 최소 진동수를 ③ 라 한다.
3. 빛은 진동수에 비례하는 에너지를 갖는 광자(광양자)의 흐름이라는 가설을 ④ 이라 한다.
4. 불안정한 원자핵이 안정한 상태가 되기 위해 스스로 다른 원자핵으로 변화하는 현상을 ⑤ 이라고 한다.
5. 원소의 원자핵이 붕괴하면서 방사선을 내보내는 성질을 ⑥ 이라고 한다.
6. 아래 그림은 여러 방사선의 투과도를 나타낸 그림이다. 알맞은 방사선의 이름을 넣어보자.



④(4)이온 ⑥ ⑧(8)이온 ⑧

⑦(7)이온 ② ⑨(9)이온 ⑤ ⑥(6)이온 ④ ③(3)이온 ① ⑧(8)이온 ③





7. 물질이 파동의 성질과 입자의 성질을 모두 갖는 것을 ⑩ 이라 하며, 질량을 갖는 물질의 파동을 ⑪ 라 한다.

중수소

12

헬륨


에너지

삼중수소

중성자

양성자

13



The diagram illustrates the nuclear fusion process. It begins with a single nucleon (proton or neutron) on the left. An arrow points to a cluster of nucleons, representing a nucleus. A second arrow points to a larger cluster of nucleons, with a yellow starburst labeled '에너지' (Energy) indicating the release of energy. Finally, three arrows point from this larger cluster to three separate nucleons on the right, representing the products of the fusion reaction.

10. 양자역학의 기본이 되는 상수이며, 물질의 파동성과 입자성을 연결시키는 역할을 하는 것은 14 이다. 막스 플랑크가 고안했으며, 기호  $h$ 로 나타낸다.

## 거울은 왜 항상 좌우를 반대로 비출까?

쉬운 물리법칙으로 새로운 발명품을 만들 수 있다는 사실이 신기하지 않나요?





# 지구과학

“우주의 기본적 법칙 중 하나는 완벽한 것이 없다는 것이다.  
불완전함이 없다면 당신도 나도 존재하지 못할 것이다.”  
- 스티븐 호킹

**1** 고체 지구

**2** 대기와 해양

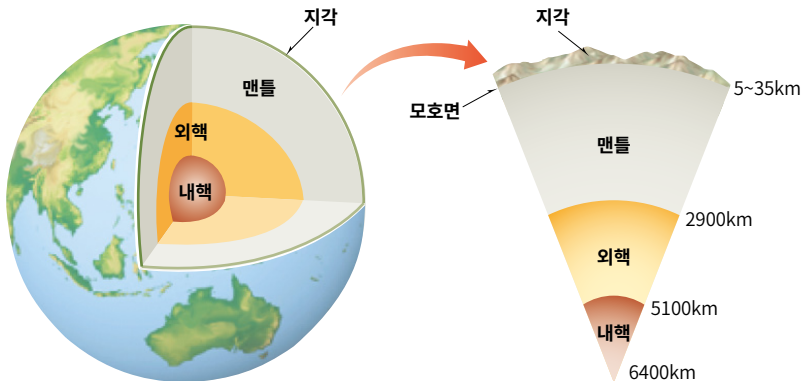
**3** 우주



# 1 고체 지구

01. 지구계
02. 지구 내부 구조
03. 판 구조론
04. 지구 구성 물질
05. 지구의 역사

지구를 구성하는 여러 가지 계와 내부의 구조, 구성 물질에 대해 알아보고 지구가 거쳐 온 역사와 그와 관련된 판 구조론에 대한 단어를 배워보자.



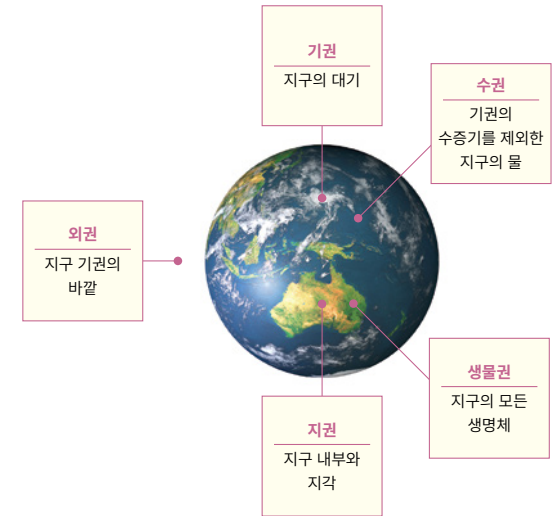
## 01 지구계

### 계

- 북 계
- 중 系统 (xì tǒng)

[界] 커다란 전체 안에서 서로 상호 작용하는 구성 요소들의 모임.

· 계는 서로 상호 작용하므로, 한 요소가 변하면 다른 요소도 영향을 받는다.



지구계



지구계는 지권, 수권, 기권, 생물권, 외권의 영역으로 구분할 수 있으며, 각 영역은 서로 다른 영역과 상호 작용하며 끊임없이 변화하고 있다.

### 지권

- 북 지리권
- 중 岩土圈 (yán tǔ quān)

[地圈] 지구에서 딱딱한 땅의 부분. 지구의 표면과 지구 내부.

- 지권은 생명체가 살아가는 데 필요한 공간과 여러 가지 물질을 제공해준다.
- 지권은 지각과 맨틀, 외핵, 내핵 등으로 구분된다.

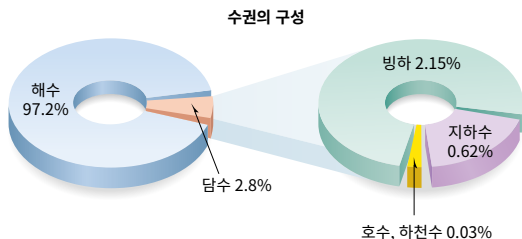


## 수권 교

- 북 수권
- 중 水圈 (shuǐ quān)

### [水圈] 지구에서 물이 있는 부분.

- 수권은 빙하, 강물, 해양, 저수지 등으로 구성되어 있다.
- 지구 표면의 약  $\frac{2}{3}$ 를 차지하는 수권은 크게 육수(담수)와 해수로 구분 되는데, 육수(담수)는 대부분 빙하이고, 수권의 97%에 해당하는 해수는 수많은 생물의 서식처이며 지구의 온도를 일정하게 유지시키는 역할을 한다.



## 기권 교

- 북 기권
- 중 大气圈 (dà qì quān)

### [氣圈] 지구를 둘러싼 공기의 범위.

- 기권은 지표면 위로부터 약 1,000km까지의 얇은 층이다.
- 주로 질소와 산소로 이루어져 있고, 그 외에 이산화 탄소, 아르곤, 헬륨 등이 포함되어 있다.
- 생명체에 산소를 공급하고, 식물이 광합성을 하는 데에 기체를 제공해준다.
- 우주에서 오는 해로운 빛(자외선, X선 등)을 흡수하고, 운석으로부터 지구를 보호한다.
- 온실 효과를 통해 생명체가 살기에 적당한 온도를 유지해 준다. 또한 저위도에서 고위도로 에너지를 옮겨 지구상의 열을 고르게 분배한다.

## 생물권 교

- 북 생물권
- 중 生物圈 (shēng wù quān)

### [生物圈] 지구에서 생물이 살아가는 부분.

- 생물은 지구 전역에 걸쳐 살고 있다. 생물권이 있는 행성은 지구가 유일한 것으로 알려져 있다.
- 그 이유는 태양이 안정적으로 에너지를 공급해주고, 액체 상태의 물이 존재할 수 있는 영역(태양과의 적당한 거리)에 있기 때문이다.

## 외권 교

- 중 外圈 (wài quān)

### [外圈] 지구 밖, 우주 공간.

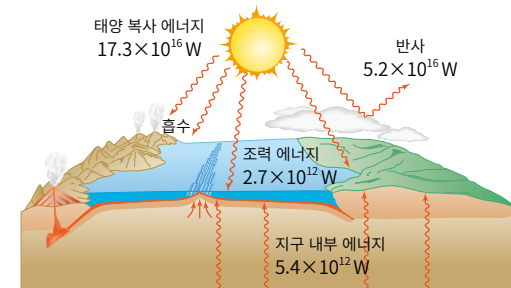
- 지구 기권 밖의 우주를 외권이라고 한다.
- 외권에는 태양과 달 등의 천체가 포함되어 있다.
- 외권에서 오는 태양 에너지는 지구의 순환에 필요한 주요 에너지이다.
- 외권에서 떨어지는 운석은 대부분 기권에서 타 버리지만, 때로는 지표로 떨어져 생물권과 지권 등에 영향을 미친다.

## 태양 복사 에너지 교

- 북 태양 복사 에너지
- 중 太阳辐射能 (tài yáng fú shè néng)

### 전자기파에 실려서 지구로 전달되는 태양 에너지. 지구가 받는 태양 에너지.

- 태양 복사 에너지는 지구가 사용하는 에너지의 대부분을 차지한다.

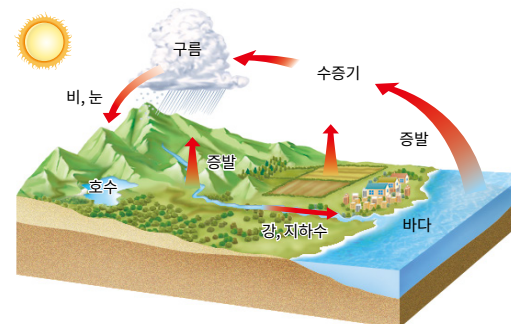


지구계의 에너지원

## 물의 순환 교

- 북 물의 순환
- 중 水循环 (shuǐ xún huán)

### 물이 상태가 변하면서 기권, 수권, 지권, 생물권을 통해 지구를 도는 것.



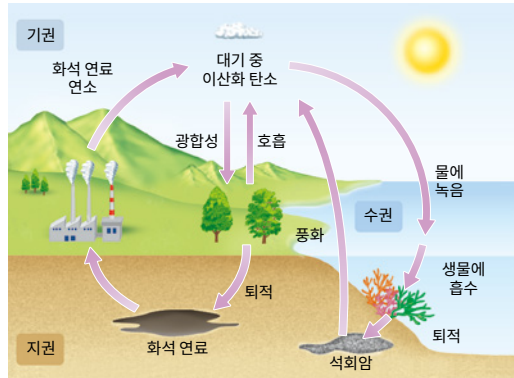
물의 순환



## 탄소의 순환

- 북 탄소의 순환  
중 碳循环 (tàn xún huán)

이산화 탄소( $\text{CO}_2$ )가 기권, 수권, 지권, 생물권을 통해 다양한 형태로 바뀌면서 지구를 도는 것.

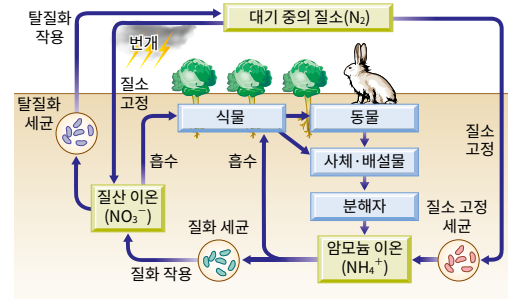


탄소의 순환

## 질소의 순환

- 북 질소의 순환  
중 氮循环 (dàn xún huán)

대기 성분인 질소가 땅 속의 세균, 동식물 등을 통해 다양한 형태로 바뀌면서 주기적으로 지구를 도는 것.



질소의 순환

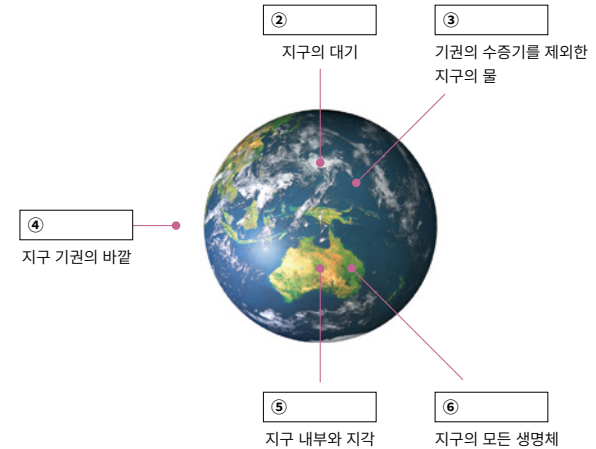


## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

1. 커다란 전체 안에서 서로 상호 작용하는 구성 요소들의 모임을 ①이라고 한다.

2.



3. 지구의 기권 바깥에 있는 우주 환경을 ⑦이라고 부른다.

4. ⑧의 태양 에너지는 ⑨의 물과 ⑩의 수증기를 순환시킨다.

5. 태양계에서 생물체가 살 수 있는 유일한 행성은 ⑪이다. 그 이유는 태양이 지구에 ⑫를 주고, 지구에 액체 상태의 ⑬이 존재할 수 있기 때문이다.

롬 ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿



## 02 지구 내부 구조

### 지진 ㉔

- 북 지진
- 중 地震 (dì zhèn)

### 지진파 ㉔

- 북 지진으로 인한 파동
- 중 地震波 (dì zhèn bō)

[地震] 땅 속이 흔들리고 갈라지는 일.

- **지진**은 땅의 끊어짐으로 인해 발생하는 충격 때문에 생긴다.
- 그 때 **지진파**가 발생하는데 지진파는 지구 내부를 연구하는 데에 쓰인다.



지진파

+

지진파의 종류는 P파, S파, L파가 있으며 P파는 고체, 액체, 기체를 다 통과할 수 있지만 S파는 액체와 기체상의 물질을 통과하지 못하는 특징이 있다. L파는 표면을 따라 전파된다. (L파는 표면을 통해 전파되는 특성 때문에 기체와 액체를 통과할 수 있는지는 아직 알려져 있지 않다.)

### 진도 ㉔

- 북 진도
- 중 地震烈度 (dì zhèn liè dù)

### 규모 ㉔

- 북 규모
- 중 震级 (zhèn jí)

[震度] 지진에 의한 진동과 피해 정도를 나타낸 것. 상대적인 지진의 크기.

- **진도**는 피해 정도를 말하며 지진을 느낀 사람이 기준이라 발생한 곳에서 멀수록 크기가 작게 측정된다.
- **규모**는 지진이 처음 발생한 곳(진원)에서 나온 에너지 양을 특별한 방법으로 구해서 그 정도를 매긴 것이다.

+

규모는 0부터 10까지 소수점 한 자리까지 나누는데, 크기가 클수록 지진 세기도 세다.

## 지권의 층상 구조 ㉔

- 북 지구 내부 구조
- 중 地球圈层 (dì qiú quān céng)

### 지각 ㉔

- 북 지각
- 중 地壳 (dì qiào)

### 맨틀 ㉔

- 북 맨틀
- 중 地幔 (dì màn)

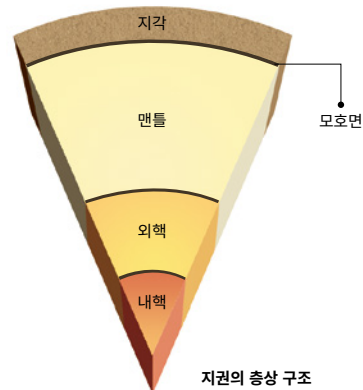
### 외핵 ㉔

- 북 외핵
- 중 外核 (wài hé)

### 내핵 ㉔

- 북 내핵
- 중 内核 (nèi hé)

몇 개의 층으로 된 지구 내부의 구조.



지권의 층상 구조

- **지각**은 지권의 제일 위의 층으로 대륙 지각과 해양 지각으로 나뉜다.

대륙 지각은 약 35km 깊이로 주로 화강암질 암석으로 구성되어 있다.

해양 지각은 약 5km 깊이로 주로 현무암질 암석으로 구성되어 있다.

- **맨틀**은 지구에서 지각 아래와 핵 사이에 있는 부분이다.

맨틀은 가만히 있는 것이 아니라 조금씩 움직이는데, 이는 대륙 이동설의 근거가 된다. 맨틀은 주로 감람암질 암석으로 구성된 고체 상태이다.

- **외핵**은 맨틀 밑(2,900km)부터 약 5,100km까지의 부분이다.

외핵 물질의 이동은 지구 자기장의 원인이 된다. 외핵은 주로 철과 니켈로 구성된 액체 상태이다.

- **내핵**은 외핵 밑부터 지구 중심까지의 부분이다.

내핵은 주로 철과 니켈로 구성된 고체 상태이다.

+

지권의 구조는 지진파의 속도 변화를 통해 알 수 있다.



# 모호로비치치 불연속면 (모호면) 중

- 복 지각과 맨틀의 경계면
- 중 莫霍洛维奇间断面 (mò huò luò wéi qí jiān duàn miàn)

지각과 맨틀의 경계. 모호면과 같은 말.

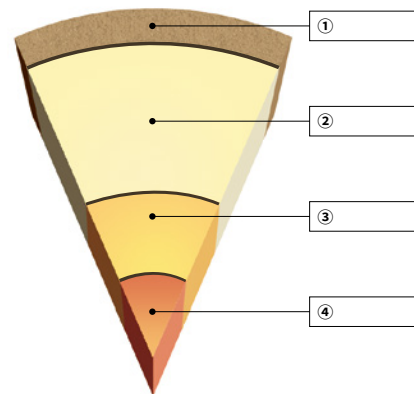
- 모호로비치치 불연속면은 발견한 지진학자 모호로비치치의 이름을 딴 것이다.
- 대륙 지각에서는 평균 지하 35km, 해양 지각에서는 평균 지하 5km에 위치해 있다.
- 지진파는 지각에서 모호로비치치 불연속면을 지나 맨틀에 도달하면 속도가 빨라진다.



## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

### 1. 지권의 층상 구조



- 지진의 절대적 세기를  ⑤ 라고 한다.
- 지진의 상대적 세기를  ⑥ 라고 한다.
- 지각과 맨틀 사이를  ⑦ 이라고 한다.
- 지권의 층상 구조는  ⑧ 를 통해 알아볼 수 있다.

지진파 ⑧

지진파를 이용하여 지각과 맨틀의 경계면 ①, 지각 ②, 맨틀 ③, 지각과 맨틀 사이 ④, 지각과 맨틀의 경계면 ⑤, 지각과 맨틀의 경계면 ⑥, 지각과 맨틀의 경계면 ⑦, 지각과 맨틀의 경계면 ⑧

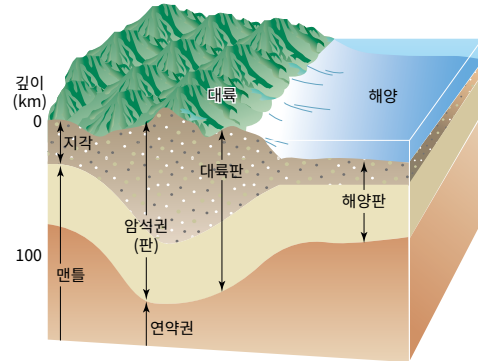


# 03 판 구조론

## 판

- 북 대륙
- 중 板块 (bǎn kuài)

[板] 지구의 겉을 둘러싸는 암석 조각.



판의 구조

- 지구는 크고 작은 10여 개의 판이 겉을 감싸고 있다.
- 판(암석권)은 지각과 상부맨틀의 일부로 이루어져 있다.
- 판의 이동으로 지진과 화산 등 다양한 활동이 일어난다.

## 판게아

- 북 상상속의 대륙
- 중 泛大陆 (fàn dà lù)

[Pangaea] 과거 모든 대륙이 하나로 붙어 있었다는 가상의 초대륙 이름.

- 독일의 베게너는 약 2억 년 전 초기 대륙의 모습을 판게아라고 이름 붙였다. 판게아는 시간이 지나 조각나면서 지금은 지구상에 7개의 대륙이 존재한다.



판게아 때의 모습과 현재의 모습

## 판의 운동

- 북 대륙의 이동
- 중 板块运动 (bǎn kuài yùn dòng)

### 지각 변동

- 북 지각 변동
- 중 地壳变动 (dì qiào biàn dòng)

### 대륙 이동설

- 북 대륙 이동설
- 중 大陆漂移说 (dà lù piào yí shuō)

## 판 구조론

- 북 땅속의 움직임 이론
- 중 板块构造 (bǎn kuài gòu zào)

지각이 움직이면서 대륙과 대륙 사이가 가까워지거나 멀어지는 운동.

- 판의 운동으로 지각 변동이 일어나며 대륙들이 이동했다는 대륙 이동설이 주장되었다.
- 지각 변동은 지구 내부 변화로 지각이 움직이는 것이며 이로 인해 지진, 화산활동 등이 일어난다.
- 대륙 이동설은 과거에 하나였던 대륙(판게아)이 이동하여 오늘날 여러 대륙으로 나뉘었다는 학설이다.

[板構造論] 지구의 겉 부분은 여러 개의 판으로 이루어져 있으며, 판들의 움직임으로 인해 여러 현상이 일어난다고 믿는 학설.

- 판 구조론은 대륙 이동설에서 시작하여 맨틀 대류설과 해저 확장설로 이어지면서 이론으로 확립되었다.



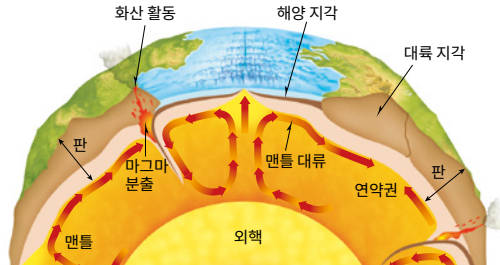
판의 분포



## 맨틀 대류<sup>[고]</sup>

- 중간권 움직임 현상
- 地幔对流 (dì màn duì liú)

지구 지각과 핵 사이에 있는 중간층인 맨틀이 밀도 차이 때문에 움직이는 현상.



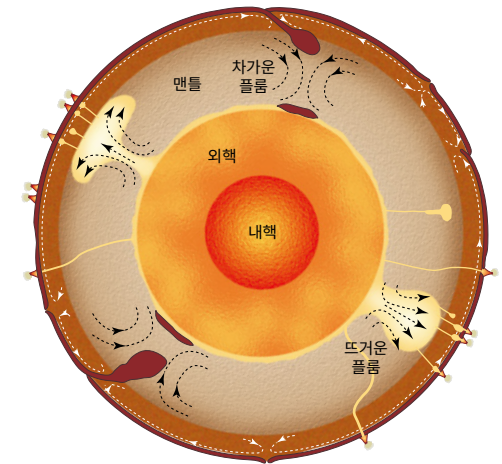
맨틀 대류

- 맨틀 대류는 지구 내부의 열에너지와 중력 에너지 때문에 발생한다고 알려져 있다.
- 맨틀 대류는 연약권에서 일어나게 되는데, 연약권은 지하 100km~400km 사이의 부분으로 맨틀이 부분적으로 녹아 있어 움직일 수 있다.
- 맨틀 대류에 의해서 판이 움직이고, 화산 및 지진활동과 산맥이 형성되는 과정이 설명된다.

## 플룸 구조론<sup>[고]</sup>

- 플룸 구조론
- 地幔柱说 (dì màn zhù shuō)

대륙을 움직이는 힘을 플룸으로 보는 이론. 플룸은 하부 맨틀과 핵 경계에서 올라가거나 맨틀 속으로 가라앉은 열 기동을 말함.



플룸 구조론

- 최근 알려진 플룸의 존재는 1960년대에 받아들여진 판 구조론을 뛰어넘어 지구 내부의 현상들을 설명하고 있다.
- 판 구조론은 지구의 상층 부분의 현상은 잘 설명하지만 맨틀의 깊은 곳에서 일어나는 현상(열점 등)을 설명하는 데에는 한계가 있다. 열점이란 판의 경계가 아닌 판의 내부에서 일어나는 화산 활동을 말한다.



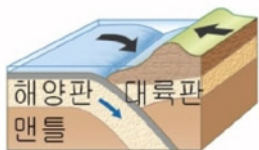
# 지구 내부 에너지

- 북 지구 내부 에너지
- 중 地球内部能量 (dì qiú nèi bù néng liàng)

## 지구 안에서 생겨나는 에너지.

· 지구 내부 에너지는 지구가 만들어졌을 때의 에너지와 방사성 붕괴 열에너지로 나뉜다. 지구 내부 에너지로 인해 판의 이동, 화산 활동, 지진과 같은 자연 현상이 일어난다.

수렴형 경계 (해양판 - 대륙판)



수렴형 경계(섭입형)

해양판이 대륙판 밑으로 내려간다. 이때 해구가 만들어진다. 예) 일본 해구, 마리아나 해구

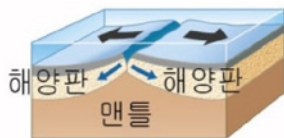
수렴형 경계 (대륙판 - 대륙판)



수렴형 경계(충돌형)

두 대륙판이 만날 때 더 가벼운 대륙판이 위로 올라가면서 두꺼워지며 산맥이 만들어진다. 예) 히말라야 산맥

발산형 경계



발산형 경계

두 판이 멀어지면서 해양판이 새로 생긴다. 이때 화산활동도 일어난다. 예) 대서양, 태평양 해령

보존형 경계



보존형 경계

두 판이 엇갈려 이동하면서 생긴다. 판의 생성이나 소멸이 없다. 예) 산안드레아스 단층

지구 내부 에너지가 만드는 경계

## 해령

- 북 바다고개
- 중 海岭 (hǎi lǐng)

[海嶺] 깊은 바다 속 산맥처럼 솟아오른 곳.

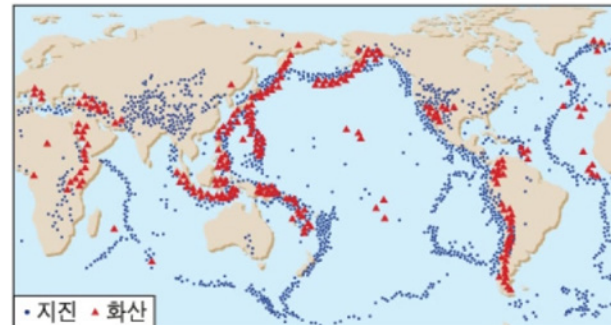
· 발산형 경계에서 해령이 생긴다.

## 해구

- 북 바다 골짜기
- 중 海沟 (hǎi gōu)

[海溝] 깊은 바다 속 좁고 길게 움푹 들어간 틈.

· 수렴형 경계(섭입형)에서 해구가 생긴다.



지진과 화산의 분포

## 지진대

- 북 지진대
- 중 地震帶 (dì zhèn dài)

[地震帶] 지진이 자주 발생하는 띠 모양의 지역.

· 판의 움직임 때문에 지진은 판의 경계에서 주로 발생한다.  
· 지진대는 판의 경계에서 많이 나타난다.

## 화산대

- 북 화산대
- 중 火山帶 (huǒ shān dài)

[火山帶] 화산이 분포하는 띠 모양의 지역.

· 마그마가 지각을 뚫고 땅 위로 올라오는 것을 화산 활동이라고 하고, 화산 활동으로 만들어진 산을 화산이라고 한다.  
· 지진대와 화산대의 분포가 거의 일치한다. 그 이유는 판의 경계에서 지진과 화산 활동이 많이 일어나기 때문이다.





## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

- ①  은 깊은 바다 속 산맥처럼 솟아오른 곳인데, 주로 ②  경계에서 만들어진다.
- 맨틀이 밀도 차 때문에 움직이는 현상을 ③  라고 하고, 이로 인해 ④ , ,  등이 발생한다.
- 지구 안에서 생겨나는 에너지를 ⑤  라고 한다.
- 대륙 이동설에 따르면 현재 판들은 옛날에 거대한 하나의 판인 ⑥  였다고 한다.
- 지진이 자주 발생하는 띠 모양의 지역을 ⑦ , 화산이 분포하는 띠 모양의 지역을 ⑧  라고 하는데, 두 지역은 거의 ⑨  한다.
- 깊은 바다 속 좁고 길게 움푹 들어간 틈을 ⑩  라고 하는데, 주로 ⑪  경계에서 생긴다.
- 지구의 겉 부분은 여러 개의 ⑫  으로 이루어져 있다. 이것들의 움직임으로 인해 여러 현상이 일어난다고 믿는 학설은 ⑬  이다.

굴곡진 곳 ㉠ 굽 ㉡ 계곡수 ㉢ 산맥 ㉣ 해령 ㉤ 대륙판 ㉥ 대륙지 ㉦ 해양지 ㉧ 해양지 ㉨ 해양지 ㉩ 해양지 ㉪ 해양지 ㉫ 해양지 ㉬ 해양지 ㉭ 해양지 ㉮ 해양지 ㉯ 해양지 ㊀ 해양지 ㊁ 해양지 ㊂ 해양지 ㊃ 해양지 ㊄ 해양지 ㊅ 해양지 ㊆ 해양지 ㊇ 해양지 ㊈ 해양지 ㊉ 해양지 ㊊ 해양지 ㊋ 해양지 ㊌ 해양지 ㊍ 해양지 ㊎ 해양지 ㊏ 해양지 ㊑ 해양지 ㊒ 해양지 ㊓ 해양지 ㊔ 해양지 ㊕ 해양지 ㊖ 해양지 ㊗ 해양지 ㊘ 해양지 ㊙ 해양지 ㊚ 해양지 ㊛ 해양지 ㊜ 해양지 ㊝ 해양지 ㊞ 해양지 ㊟ 해양지 ㊠ 해양지 ㊡ 해양지 ㊢ 해양지 ㊣ 해양지 ㊤ 해양지 ㊥ 해양지 ㊦ 해양지 ㊧ 해양지 ㊨ 해양지 ㊩ 해양지 ㊪ 해양지 ㊫ 해양지 ㊬ 해양지 ㊭ 해양지 ㊮ 해양지 ㊯ 해양지 ㊰ 해양지 ㊱ 해양지 ㊲ 해양지 ㊳ 해양지 ㊴ 해양지 ㊵ 해양지 ㊶ 해양지 ㊷ 해양지 ㊸ 해양지 ㊹ 해양지 ㊺ 해양지 ㊻ 해양지 ㊼ 해양지 ㊽ 해양지 ㊾ 해양지 ㊿ 해양지

# 04 지구 구성 물질

1

고체 지구

04. 지구 구성 물질

## 침전 고

● 침전  
● 沉淀 (chén diàn)

[沈澱] 액체 속에 존재하는 작은 고체가 바닥에 가라앉아 쌓이는 일 또는 가라앉은 물질.

- 물에 의해 운반되어 온 모래, 알갱이 같은 입자들이 중력에 의해 바닥으로 가라앉은 것을 예로 들 수 있다.
- 침전에 의해 바닥에 입자들이 쌓여서 퇴적암을 만들 수 있다.

## 암석 중

● 암석  
● 岩岩 (yán jiāng yán)

[巖石] 땅을 이루는 단단한 물질. 돌.

- 암석은 생성 과정에 따라 화성암, 퇴적암, 변성암으로 나뉜다.

## 광석 중

● 광석  
● 矿石 (kuàng shí)

[鑛石] 경제적 가치가 있고 캐내어서 쓸 수 있는 광물.

- 광석의 종류에는 금과 은이 대표적이며 최근에는 희토류 광석에 대한 관심이 늘고 있다.



## 화성암 [고]

- 북 화성암
- 중 火成岩 (huǒ chéng yán)

### 화산암 [중]

- 북 화산암
- 중 火山岩 (huǒ shān yán)

### 심성암 [중]

- 북 심성암
- 중 深成岩 (shēn chéng yán)

### 응회암 [중]

- 북 응회암
- 중 凝灰岩 (níng huī yán)

[火成岩] 뜨거운 마그마가 굳어지면서 생긴 암석.

- 화성암은 크게 화산암과 심성암으로 나눌 수 있다.
- 화산암은 마그마가 지표로 나와서 빠르게 식으면서 생긴 결정이 작은 암석이고, 심성암은 지하 깊은 데서 마그마가 천천히 식으면서 생긴 결정이 큰 암석이다.
- 응회암은 화산재가 쌓여서 굳어진 것으로 퇴적암으로 보기도 하지만, 화산활동에 의한 것이기 때문에 화산암의 하나로 보는 경우가 많다.



화성암의 분류

## 마그마 [고]

- 북 돌물
- 중 岩浆 (yán jiāng)

[magma] 땅의 뜨거운 열로 인해 암석이 녹아 반 액체가 된 물질.

- 마그마의 종류에 따라 다양한 화성암이 만들어진다.

마그마가 만든 암석	유문암질 마그마	안산암질 마그마	현무암질 마그마
화산암			
심성암			

## 퇴적암 [중]

- 북 퇴적암
- 중 沉积岩 (chén jī yán)

### 층리 [중]

- 북 퇴적암의 결
- 중 层理 (céng lǐ)

### 역암 [중]

- 북 역암
- 중 砾岩 (lì yán)

### 사암 [중]

- 북 사암
- 중 砂岩 (shā yán)

### 세일 [고]

- 북 세일
- 중 页岩 (yè yán)

[堆積岩] 물이나 바람에 의해서 옮겨진 퇴적물이 쌓이고 다져져서 만들어진 암석.

- 퇴적암에는 주로 층리가 잘 보인다.
- 층리는 퇴적물이 쌓일 때 입자 크기, 색, 종류 따위가 달라서 생기는 층의 줄무늬이며 열리는 변성암에서 나타나는 줄무늬이다.
- 퇴적암의 종류에는 역암, 사암, 세일 등이 있으며 입자 크기로 나눈다.
- 역암은 크기가 2mm 이상인 알갱이를 많이 가진 퇴적암으로 주로 자갈이 쌓여서 굳어진 퇴적암이다.
- 사암은  $\frac{1}{16}$ mm에서 2mm 사이의 모래들이 뭉쳐 만들어진 퇴적암이다.
- 세일은 진흙이 쌓여 굳어진 퇴적암이다.

## 변성 작용 [중]

- 북 변성작용
- 중 变质作用 (biàn zhì zuò yòng)

[變成作用] 온도나 압력 등의 영향으로 고체 상태의 광물이나 암석의 성질을 변화시키는 작용.

- 강한 열과 압력이 가해지는 변성 작용으로 생겨나는 변성암은 원암에 따라 종류가 다양하다.
- 원암은 변화 전 원래의 암석이다.

### 원암 [중]

- 북 변하기 전의 암석
- 중 原岩 (yuán yán)



## 변성암 ㉔

- 북 변성암
- 중 变质岩 (biàn zhì yán)

### 엽리 ㉔

- 북 엽층 단면 경계
- 중 叶理 (yè lǐ)

### 화강 편마암 ㉔

- 북 화강편마암
- 중 花岗片麻岩 (huā gǎng piàn má yán)

### 편암 ㉔

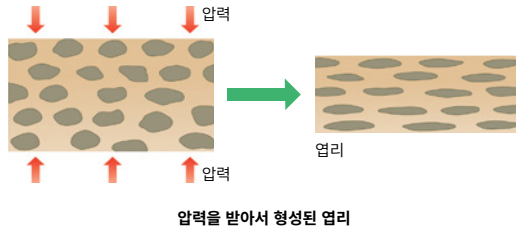
- 북 편암
- 중 片岩 (piàn yán)

### 규암 ㉔

- 북 규암
- 중 珪岩 (guī yán)

[變成岩] 고체 상태의 암석이 높은 온도와 압력을 받아 화학적 구조나 성질이 변화한 암석.

- 압력으로 인해 변성 작용을 받은 **변성암**에서는 **엽리**가 나타나는 경우가 있다.
- 엽리는 암석에 가해진 압력 방향에 광물이 수직으로 배열되어 생기는 줄무늬이다.
- 변성암의 종류에는 **화강 편마암**, **편암**, **규암** 등이 있다.
- 편마암은 흰색, 검은색 줄무늬가 반복해서 나타나는 편마 구조를 가진 변성암이며 화강 편마암은 화강암이 변성 작용을 받아서 만들어진 편마암이다.
- 편암은 얇게 쪼개지는 변성암이며 주로 화성암, 퇴적암이 높은 압력을 받아서 생겨난다.
- 규암은 사암이 높은 열과 압력을 받아 생긴 변성암이다.



[鑛物] 땅 속에 섞여 있는 천연의 무기질이며 화학 성분이 일정한 물질. 암석을 이루는 작은 알갱이들.

- 원소들이 모여 **광물**들을 이루며 광물들이 모여 암석을 이룬다.
- 구성 원소의 특징에 따라 크게 광물은 금속원소광물, 준금속원소광물, 비금속원소광물로 나눌 수 있다.
- **조암 광물**은 암석을 구성하는 주된 광물이며 그 예로는 장석, 석영, 휘석, 각섬석, 감람석 등이 있다.

## 광물 ㉔

- 북 광물
- 중 矿物 (kuàng wù)

### 조암 광물 ㉔

- 북 조암광물
- 중 造岩矿物 (zào yán kuàng wù)

## 조흔색 ㉔

- 북 조흔색, 그을색
- 중 条痕色 (tiáo hén sè)

### 조흔판 ㉔

- 북 구운 도자기 판
- 중 条痕板 (tiáo hén bǎn)

[條痕色] 광물을 조흔판에 긁어보았을 때 보이는 광물가루의 색.

- 광물은 겉보기 색이 같아도 **조흔색**이 다를 수 있다.
- 조흔색은 **조흔판**에 광물을 긁어서 확인할 수 있다.
- 조흔판은 광물을 긁어 나타나는 광물 가루의 색을 확인하기 위한 판이다.

예) 금과 황철석

금과 황철석의 겉보기 색은 둘 다 노란색이지만 조흔판에 긁어서 보이는 조흔색은 다르다.



금의 조흔색 (노란색)



황철석의 조흔색 (검은색)

## 풍화 ㉔

- 북 풍화
- 중 风化 (fēng huà)

[風化] 빛, 물, 공기 등의 영향으로 암석이 부서지는 현상.

- 바위가 **풍화**로 인해 작은 자갈로 변한다. 암석의 종류에 따라 풍화되는 정도가 다르다.

풍화의 예시

1. 물이 암석 틈으로 들어가서 어는 것
2. 암석 틈으로 식물이 뿌리를 내리는 것
3. 암석이 산소에 의해 반응해서 변하는 것
4. 암석 위로 지하수가 흐르는 것
5. 암석이 이끼에 의해서 녹는 것





## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

- 뜨거운 마그마가 굳어지면서 생긴 암석을 ① 이라고 하는데, 빠르게 식으면 ② , 천천히 식으면 ③ 이다.
- 고체 상태에서 높은 온도와 압력을 받아서 화학 구조나 성질이 변화한 암석을 ④ 이라고 한다. 이때 ⑤ 는 가해진 압력의 작용 방향에 광물이 수직으로 배열되면서 만들어지는 줄무늬이다.
- 빛, 물, 공기 등의 영향으로 암석이 부서지는 현상을 ⑥ 라고 한다.
- 퇴적물이 쌓일 때 입자 크기, 색, 종류 따위가 달라서 생기는 층의 줄무늬를 ⑦ 라고 한다.
- 땅 속에 섞여 있는 천연의 무기질이며 화학 성분이 일정한 물질들 ⑧ 이라고 한다. 또한 그것이 암석을 구성하는 주요 물질이면 ⑨ 이라고 한다.
- 광물은 겉보기 색이 같아도 ⑩ 이 다를 수 있으며, ⑪ 에 굵어서 알아 볼 수 있다.

규암조 ⑪ 화강암 ⑩ 용암 ⑨ ⑥

암석 ⑧ ④ ⑤ ② ③ ① ⑦ ⑥ ⑤ ④ ③ ② ① ⑦

# 05 지구의 역사

1

고체 지구

05. 지구의 역사

## 지질 시대

북 지질시대  
중 地质时期 (dì zhì shí qī)

### 선캄브리아대

북 원생대  
중 前寒武纪 (qián hán wǔ jì)

### 고생대

북 고생대  
중 古生代 (gǔ shēng dài)

### 중생대

북 중생대  
중 中生代 (zhōng shēng dài)

### 신생대

북 신생대  
중 新生代 (xīn shēng dài)

[地質時代] 지구가 생긴 이후부터의 역사로 약 45억 년 전부터 1만 년 전.

· 지질 시대를 대로 나누면 4가지로 나눌 수 있다.

- 선캄브리아대:** 강한 자외선 때문에 육지에 생물체가 생존할 수 없어서 화석도 거의 남아있지 않다.
- 고생대:** 초기에는 온난, 말기에는 빙하기였고 말기에 모든 대륙이 모여 초대륙(판게아)을 형성했다.
- 중생대:** 전 기간에 걸쳐 온난한 기후를 보였다.
- 신생대:** 초기에는 온난하였으며 빙하기와 간빙기가 반복되었다.

· 지질 시대를 나누는 가장 대표적인 2가지 기준은 화석을 통해 알 수 있는 생물체의 등장과 멸종, 그리고 지구 전체적인 지각 변동이다.  
이에 따라 '이언 > 대 > 기 > 세'로 구분한다.

지질 시대의 구분

지질 시대				
은생 이언		현생 이언		
선캄브리아대		고생대	중생대	신생대
46	38(최초의 생명체 출현)	5.42	2.51	0.0001
지구의 탄생		단위(억 년 전)		

## 쥐라기

북 유라기  
중 侏罗纪 (zhū luó jì)

### 중생대의 중간 시기.

- 시조새는 **쥐라기** 시대에 살았던 것으로 추정된다.
- 쥐라기 시대는 보통 따뜻하고 습기가 많은 날씨가 이어졌다.
- 쥐라기 시대 다음으로 백악기가 이어졌다.



## 표준 화석 국

- 북 표준화석
- 중 标准化石 (biāo zhǔn huà shí)

[標準化石] 짧은 시기에만 살아 있었던 생물 또는 대상이 존재한 시대와 환경을 특징적으로 알려주는 화석.

- 매머드 화석은 신생대의 **표준 화석**, 삼엽충 화석은 고생대의 표준 화석이다.
- 표준 화석을 보면 그것이 발견된 땅의 나이를 짐작해 볼 수 있다.

## 시상화석 국

- 북 시상화석
- 중 指相化石 (zhǐ xiàng huà shí)

[示相化石] 생존 기간이 길고, 환경 변화에 민감하며 좁은 범위에 걸쳐 나타나는 화석.

- **시상화석**은 지층이 생성될 당시의 환경을 잘 알려준다.
- 시상화석의 한 예시로는 산호 화석을 들 수 있다. 산호는 18°C 이상 25°C 전후의 맑고 햇빛이 닿는 얕은 곳에서 자라기 때문에 산호가 잘 발달된 곳은 수온이 높고 얕은 바다였음을 알 수 있다.

## 지층 국

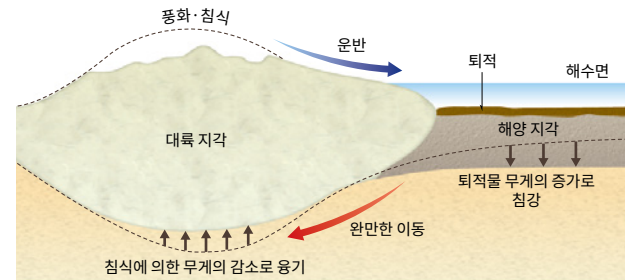
- 북 지층
- 중 地层 (dì céng)

[地層] 물, 눈, 바람 등의 작용으로 자갈, 모래, 진흙 등의 물질이 바다나 강의 밑 또는 땅에 쌓여 생긴 층.

- 산을 이루고 있는 돌은 깎이고 부서져서 자갈, 모래, 진흙이 된다. 이후 운반되어 강, 호수, 바다의 바닥에 쌓이게 된다. 이들이 계속 겹쳐 쌓이고 단단해지면서 **지층**이 만들어진다.
- 지층은 일반적으로 순서대로 쌓이므로 맨 아래층이 가장 오래된 층이다.



층리가 뚜렷하게 보이는 지층



지각의 융기와 침강

## 융기 국

- 북 융기
- 중 隆起 (lóng qǐ)

[隆起] 땅이 기준면에 대하여 상대적으로 높아지는 것.

- **융기**는 다양한 상황에 따라 일어나는데 산의 윗부분이 깎이면 가벼워져서 지각이 조금 상승하는 것도 융기의 예시로 볼 수 있다.

## 침강 국

- 북 침강
- 중 降雪量 (jiàng xuě liàng)

[沈降] 땅이 기준면에 대하여 상대적으로 낮아지는 것.

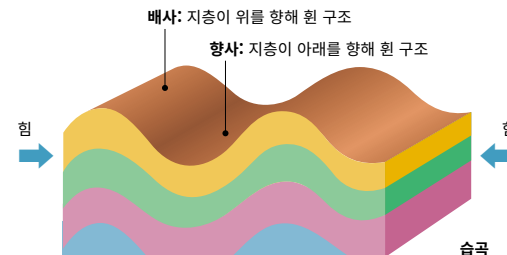
- **침강**의 원인도 여러 가지인데 대표적으로 지각 위에 물질들이 쌓이면 무거워져서 가라앉게 된다.
- 융기와 반대의 현상이다.

## 습곡 국

- 북 습곡
- 중 褶皱 (zhě zhòu)

[褶曲] 압력에 의해 물결 모양으로 휘어진 암석 구조.

- 책을 양쪽에서 밀면 구부러지듯이, 지층이 힘을 받아서 구부러진 것을 **습곡**이라고 한다.
- 습곡에서 위 방향으로 튀어나온 부분을 배사, 들어간 부분을 향사라고 한다.





## 사암층 고

- 북 사암층
- 중 砂岩層 (shā yán céng)

## 사층리 고

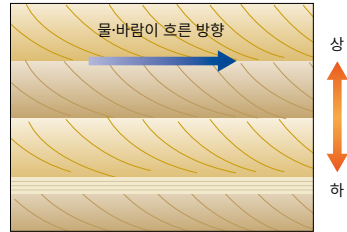
- 북 층리
- 중 斜層理 (xié céng lǐ)

[沙巖層] 모래가 쌓여 만들어진 지층.

- 사암층은 모래 알갱이 틈 사이로 지하수가 잘 스며든다.

[斜層理] 기울어진 지층.

- 사층리는 일반적인 층리와 다르게 수평적인 지층이 아니라 기울어진 지층이다.
- 사층리를 보면 퇴적물들이 어디로 이동했는지 알 수 있다.



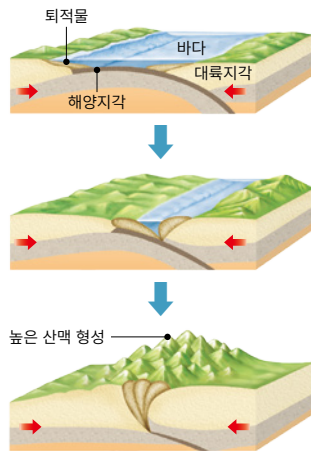
사층리

## 조산 운동 고

- 북 지각 운동
- 중 造山运动 (zào shān yùn dòng)

[造山運動] 산을 만드는 지각 운동.

- 대륙 지각끼리 점점 가까워져서 결국에는 충돌하는 수렴형 경계에서 조산 운동이 일어나는 경우가 많다.



조산 운동

## 단층 고

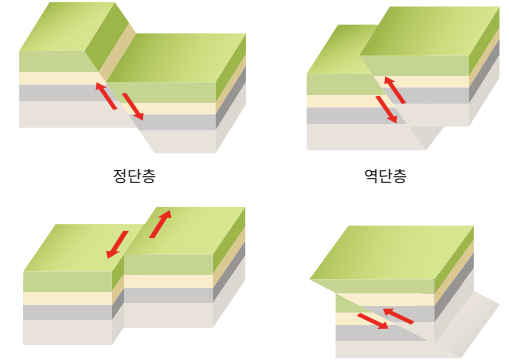
- 북 단층
- 중 断层 (duàn céng)

변환 단층 고

- 중 转换断层 (zhuǎn huàn duàn céng)

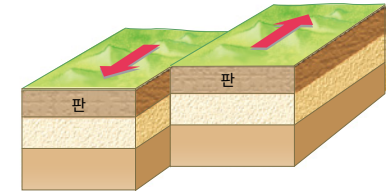
[斷層] 지각이 힘을 받아서 두 조각으로 나누어진 구조.

- 땅이 받는 힘에 따라 끊어지는 모양이 다르기 때문에 단층의 종류가 다양하다.



여러 가지 단층

- 변환 단층은 판이 없어지거나 만들어지지 않고 양쪽의 판이 서로 엇갈리며 움직이고 있는 경계이다.



변환 단층



변환 단층은 주향이동단층에 속하며 판의 경계 부분에서 서로 반대 방향으로 지층이 이동하는 경우를 말한다.





## 복습하기

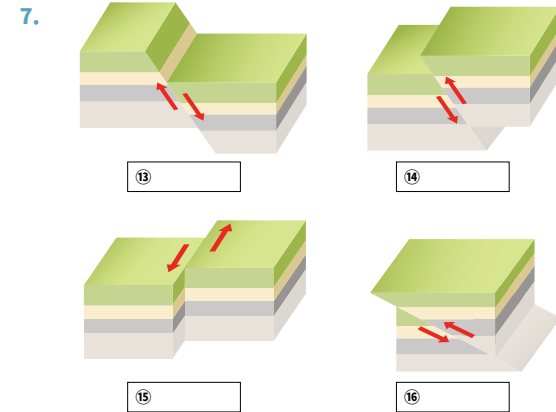
안에 알맞은 단어를 적어보세요.

1. 지각이 힘을 받아 두 조각으로 나뉠 때의 구조를 ① 이라고 한다. 이때 판이 없어지거나 만들어지지 않고 양쪽의 판이 서로 엇갈리며 움직이는 경계를 ② 이라고 한다.
2. 짧은 시기에만 살았던 생물의 시대와 환경을 특징적으로 알려주는 화석을 ③ 이라고 한다. 반대로 생존기간이 길고, 환경 변화에 민감하여, 좁은 범위에 걸쳐 나타나는 화석을 ④ 이라고 한다.
3. 지구가 생긴 이후부터의 지구의 역사를 ⑤ 라고 한다. 크게 4부분으로 나누면 다음과 같다.

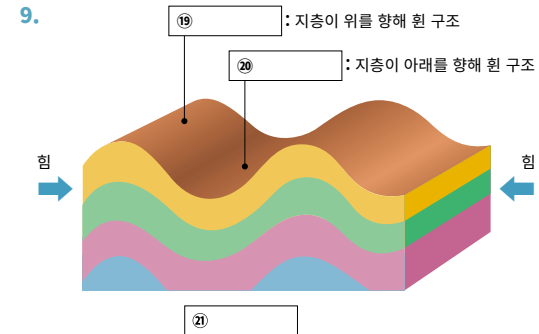


4. 압력을 받아 휘어진 암석 구조를 ⑩ 이라고 한다.
5. ⑪ 은 모래가 쌓여 만들어진 지층이다.
6. 기울어진 지층을 ⑫ 라고 한다.

지층의 ㉑, 지층의 ㉒, 지층의 ㉓, 지층의 ㉔, 지층의 ㉕, 지층의 ㉖, 지층의 ㉗, 지층의 ㉘, 지층의 ㉙, 지층의 ㉚, 지층의 ㉛, 지층의 ㉜, 지층의 ㉝, 지층의 ㉞, 지층의 ㉟, 지층의 ㊱, 지층의 ㊲, 지층의 ㊳, 지층의 ㊴, 지층의 ㊵, 지층의 ㊶, 지층의 ㊷, 지층의 ㊸, 지층의 ㊹, 지층의 ㊺, 지층의 ㊻, 지층의 ㊼, 지층의 ㊽, 지층의 ㊾, 지층의 ㊿



7. 사층리를 통해 ⑬, ⑭ 이 흐른 방향을 알 수 있다.



지층의 ㉑, 지층의 ㉒, 지층의 ㉓, 지층의 ㉔, 지층의 ㉕, 지층의 ㉖, 지층의 ㉗, 지층의 ㉘, 지층의 ㉙, 지층의 ㉚, 지층의 ㉛, 지층의 ㉜, 지층의 ㉝, 지층의 ㉞, 지층의 ㉟, 지층의 ㊱, 지층의 ㊲, 지층의 ㊳, 지층의 ㊴, 지층의 ㊵, 지층의 ㊶, 지층의 ㊷, 지층의 ㊸, 지층의 ㊹, 지층의 ㊺, 지층의 ㊻, 지층의 ㊼, 지층의 ㊽, 지층의 ㊾, 지층의 ㊿



# 2

## 대기와 해양

- 01. 해수의 성질
- 04. 대기의 순환 ①
- 02. 해양의 순환
- 05. 대기의 순환 ②
- 03. 대기의 구성
- 06. 대기와 해양의 상호작용

바다와 대기의 구조, 눈, 비, 구름이 만들어지는 것에서부터 기압이 높거나 낮거나 등의 날씨가 이루어지기까지의 과정에 쓰이는 단어를 공부해보자.



# 01

## 해수의 성질

2

대기와 해양

01. 해수의 성질

### 열수 ㉠

- 북 열수용액
- 중 热液 (rè yè)

[熱水] 뜨거운 물. 마그마를 식혀서 광물 성분을 추출한 뒤에 남는 수용액이나 뜨거운 마그마에 의해 대워진 물.

- 열수는 뜨거워서 많은 유용한 광물 성분이 녹아 있다.
- 열수는 바닷물이 지각 틈새로 파고들어 마그마의 열에 의해 가열되어 끓어오르는 것이다.

### 표층 ㉠

- 북 결층
- 중 表层 (biǎo céng)

[表層] 바깥에 있는 층.

- 바다의 표층을 해수면이라고 하는데 바다가 공기와 닿아있는 부분이다.

### 해역 ㉠

- 북 바다구역
- 중 海域 (hǎi yù)

[海域] 바다 위의 한 부분이나 구역.

- 땅의 구역을 지역이라고 한다면, 바다의 구역을 해역이라고 한다.

### 빙퇴석 ㉠

- 북 하류 돌무더기
- 중 冰碛 (bīng qì)

[冰堆石] 빙하가 골짜기를 깎으면서 옮겨진 암석과 자갈 등이 쌓인 암석. 모레인(moraine)이라고도 함.

- 빙퇴석은 주로 모래와 진흙으로 구성되며 두께가 5m 이상 되는 것은 거의 없지만, 20m가 넘는 것도 있다.

### 찰흔 ㉠

- 북 빙하와 암석의 마찰흔
- 중 擦痕 (cā hén)

- 빙퇴석의 자갈이나 암석에는 빙하에 의해 굽힌 자국들을 발견할 수 있는데, 이것을 찰흔이라고 부른다. 찰흔을 통해 빙하의 이동 방향을 알 수 있다.



## 염분비 ㉠

- 소금기비율
- 盐类物质间比例 (yán lèi wù zhì jiān bǐ lì)

### 염분비 일정의 법칙 ㉠

- 염분비 일정의 법칙
- 盐类物质间比例一定 (yán lèi wù zhì jiān bǐ lì yī dìng)

[鹽分比] 일정한 물 안에 녹아 있는 염분들 사이의 비율.

- 바닷물 안에는 염화 나트륨, 염화 마그네슘, 황산 칼슘 등이 일정하게 들어 있다. 즉 **염분비**가 일정하다. 이것을 **염분비 일정의 법칙**이라고 한다.
- 바닷물은 아무 것도 녹아 있지 않은 물과 달리 많은 물질들이 녹아 있는데, 이 물질들의 구성 비율은 어디에서나 같다. 물이 증발하거나 비가 오으로써 녹아있는 물질의 총량은 다를 수 있지만, 아무리 조금 녹아 있더라도 녹아있는 물질들의 구성 비율은 같다.
- 이렇게 일정할 수 있는 이유는 바닷물이 바람 등에 의해 돌고 돌기 때문이다.

+

염분비 일정 법칙을 이용해서 문제를 풀어보자.

- Q. 바닷물에 염화나트륨이 50g 있을 때 염화마그네슘이 10g 있다면, 다른 장소의 바닷물 속에서 염화나트륨이 30g 있을 때의 염화마그네슘 양은?
- A. 염화나트륨과 염화마그네슘의 염분비는 50:10, 즉 5:1이다. 염화나트륨이 30g 녹아 있는 바닷물에 존재하는 염화마그네슘의 양을  $x$ g이라 하면, 염분비 일정의 법칙에 의해  $50:10=30:x$ 가 성립하므로  $50x=300$ ,  $x=6$ 이 되어 6g의 염화마그네슘이 녹아 있음을 알 수 있다.

## 용존 기체 ㉠

- 공존기체
- 溶解气体 (róng jiě qì tǐ)

[溶存氣體] 물속에 녹아 있는 기체.

- 바닷물에는 기체가 녹아 있는데 얕은 수심에서는 바람에 의해 위아래로 바닷물이 순환하기 때문에 **용존 기체**의 양이 일정하다.
- 용존 기체의 예시로는 용존 산소나 용존 이산화 탄소 등이 있다.

## 망가니즈 단괴 ㉠

- 망간단괴
- 锰结核 (měng jié hé)

바다 속 깊이 깔려 있는 공 모양의 광물 덩어리.

- **망가니즈 단괴**는 바다 속에서 깊은 압력을 받아서 만들어지는 금속 광물자원이다. 태평양 바닥에 많이 쌓여 있으며 우리나라에서는 동해에 많이 있다.



망가니즈 단괴

## 메테인 하이드레이트 ㉠

- 메탄수화물
- 甲烷水合物 (jiǎ wán shuǐ hé wù)

[Methane hydrate] 빙하 또는 바다 아래서 물과 메테인이 높은 압력에서 언 고체연료. 가스 하이드레이트라고도 부름.

- 바다의 미생물이 썩어 만들어진 퇴적층에 메탄가스와 천연가스, 물 등이 높은 압력으로 얼어붙은 고체연료 **메테인 하이드레이트**이다.
- 우리나라에서 메테인 하이드레이트가 있는 곳은 독도이다.
- 메테인 하이드레이트는 미래에 사용될 대체 연료로 주목받고 있다.





## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

- 빙하나 바다 아래서 물과 메테인이 높은 압력에서 언 고체연료를 ① 라고 한다.
- 바다 속 깊은 곳에서 망가니즈가 높은 압력을 받으면서 오랫동안 쌓여서 만들어진 암석을 ② 라고 한다.
- 빙하가 골짜기를 깎으면서 암석과 자갈 등이 쌓인 층을 ③ 이라고 한다.
- 마그마를 식힌 후 광물을 뽑아낸 수용액(물질이 녹아 있는 물)을 ④ 라고 한다.
- 물속에 녹아 있는 염분(물질)들의 비율을 ⑤ 라고 하고 바닷물에서 ⑥ 하다.
- 층을 이루는 구조(모양)에서 가장 바깥(위)에 있는 층을 ⑦ 이라고 한다.
- 물속에 녹아 있는 기체를 ⑧ 라고 한다.
- 바다의 구역을 ⑨ 이라고 한다.

바다 ⑥ 물리적 작용 ⑧ 우표 ① 염류 ⑤ 이온성 ⑤  
수층 ④ 하수층 ⑤ 해면 조류층 ② (키에르키어어)키에르키어어 리베라 ①

## 02 해양의 순환

2

대기와 해양

02. 해양의 순환

### 난류

- 북 더운흐름
- 중 暖流 (nuǎn liú)

### 한류

- 북 찬 공기 흐름
- 중 寒流 (hán liú)

[暖流] 따뜻한 바닷물의 움직임.

- 온도에 따라 따뜻한 바닷물의 흐름을 난류, 차가운 바닷물의 흐름을 한류라고 한다.
- 일반적으로는 저위도 해류를 난류, 고위도 해류를 한류라고 부른다.
- 같은 위도의 다른 지역보다 난류가 흐르는 해안의 기온이 더 높다.

### 조석 현상

- 북 밀물썰물현상
- 중 潮汐现象 (cháo xī xiàn xiàng)

### 만조

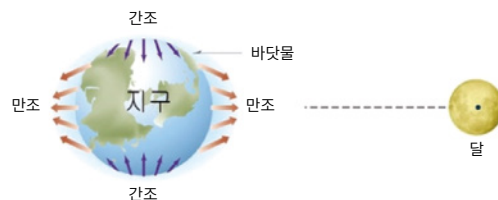
- 북 만조
- 중 满潮 (mǎn cháo)

### 간조

- 북 간조
- 중 干潮 (gān cháo)

[潮汐 現象] 해안가의 바닷물이 아침저녁으로 들어왔다 나갔다 하는 현상.

- 조석 현상은 지구, 태양 그리고 달 사이의 끌어당기는 힘에 의해 발생하는 것이다.
- 달의 중력은 바닷물을 달 쪽으로 끌어당기며 지구와 달 관계에서의 지구 움직임은 바닷물을 반대편으로 올린다. 결과적으로 양쪽이 부풀어 오르는 조석이 만들어진다.
- 바닷물이 차올랐을 때를 만조(밀물), 바닷물이 빠졌을 때를 간조(썰물)라고 한다.



조석 현상의 원인

### 조차

- 북 밀물과 썰물의 차이
- 중 潮差 (cháo chā)

[潮差] 바다의 밀물 때와 썰물 때의 바다 면의 높이의 차.

- 조차는 만조와 간조의 바닷물 높이의 차이이다.
- 달이 지구에 가까이 있을 때, 조차가 더욱 커진다.
- 조차를 이용해 에너지를 만드는 것을 조력발전이라고 한다.



## 해륙풍

- 북 바다바람
- 중 海陆风 (hǎi lù fēng)

### 해풍

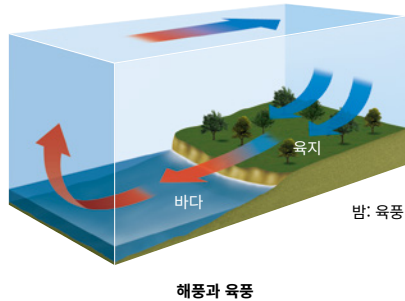
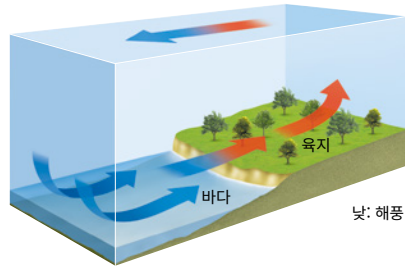
- 북 해풍
- 중 海风 (hǎi fēng)

### 육풍

- 북 대륙풍
- 중 陆风 (lù fēng)

[海陸風] 하루를 주기로 바다에서 육지로, 육지에서 바다로 부는 바람.

- 육지와 바다의 온도 차 때문에 **해륙풍**이 발생한다. 땅이 뜨거워지고 식는 것이 물보다 빠르며 차가운 공기는 아래로 뜨거운 공기는 위로 올라간다.
- 낮에는 육지가 더 따뜻해서 공기는 육지에서 올라가서 바다로 내려오는 방식으로 순환한다. 이때 바다로 내려온 공기는 육지로 이동하여 **해풍**이 분다.
- 밤에는 낮과 반대로 육지에서 바다로 **육풍**이 분다.



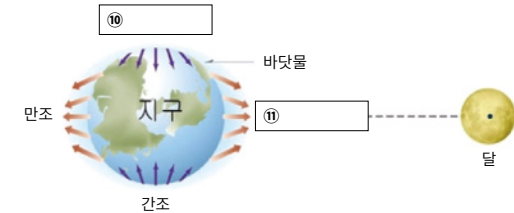
해풍과 육풍



## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

1. 바다의 밀물 때와 썰물 때의 바다 면의 높이 차를 ① 라고 한다.
2. 육지와 바다의 온도 차이로 인해 낮에는 ② 에서 ③ 로 밤에는 ④ 에서 ⑤ 로 부는 바람을 ⑥ 이라고 한다.
3. ⑦ 는 따뜻한 바닷물의 움직임이며 차가운 바닷물의 움직임은 ⑧ 이다.
4. 해안가의 바닷물이 달과 태양에 의해 높아졌다 낮아졌다 하는 현상을 ⑨ 이라고 한다.



호리 ⑩ 호리 ⑪

유리 ⑥ 유리 ⑧ 유리 ⑦ 유리 ⑨ 유리 ⑤ 유리 ④ 유리 ③ 유리 ② 유리 ①



# 03 대기의 구성

## 대류권

- 북 대류권
- 중 对流层 (duì liú céng)

## 성층권

- 북 성층권
- 중 平流层 (píng liú céng)

## 중간권

- 북 중간권
- 중 中间层 (zhōng jiān céng)

## 열권

- 북 열권
- 중 热层 (rè céng)

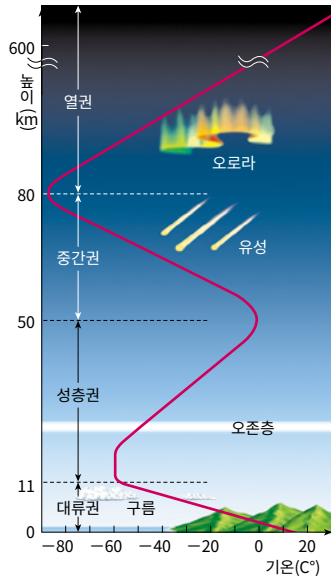
[對流圈] 기권 중에서 지표면부터 약 10km까지의 영역.

- 기권은 지표면으로부터 약 1,000km 높이까지의 공기층이다. 기권에는 여러 가지 기체가 있고 많은 현상들이 일어난다.
- 열권은 기권 중 80-90km ~ 500-1,000km의 영역이다.

공기가 없어 밤과 낮의 온도 차이가 크다. 전리층이 있고 오로라가 생긴다.

- 중간권은 기권 중 50km ~ 80km의 영역이다.

높아질수록 온도가 낮아 차가운 공기가 내려오고 따뜻한 공기가 올라가는 대류현상이 일어난다. 기상현상은 일어나지 않는다.



기권의 구조

- 성층권은 기권 중 7-8km ~ 50km의 영역이다.

오존층이 있어 태양으로부터 자외선을 흡수하기 때문에 높아질수록 온도가 높아진다.

- 대류권은 대기권에서 가장 밑에 있는 층이다.

지표로부터 7-8km정도까지의 영역이며, 적도에서는 더 높다. 대부분의 기상현상이 일어나고, 높아질수록 온도가 낮아진다.

## 균질권

- 북 성분이 고루한 대기
- 중 均匀层 (jūn yún céng)

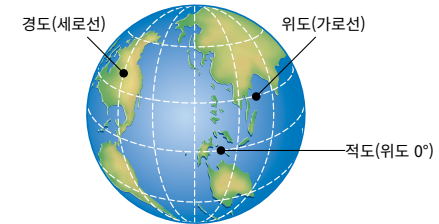
## 비균질권

- 북 고르지 않은 대기층
- 중 非均匀层 (fēi jūn yún céng)

[均質圈] 다양한 공기가 거의 일정한 비율로 잘 섞여 있는 대기층.

- 균질권과 비균질권은 대기가 잘 섞여 있는지 아닌지를 기준으로 한다. 균질권은 고도 100km 이하의 대기 부분이다. 균질권에는 질소와 산소가 거의 대부분을 차지한다.

- 비균질권은 높이에 따라 가벼운 공기와 무거운 공기가 섞인 비율이 달라지는 대기층이다. 고도 100km 이상의 대기 부분이며 공기가 희박하다.



위도와 경도

## 위도

- 북 위도
- 중 纬度 (wěi dù)

[緯度] 적도를 0°로 놓고 지구의 양극까지 각각 90°로 지역을 나누는 가로 줄.

- 위도는 지구를 가로로 자른 선이다.

지구의 가운데를 이은 선인 적도에서 위나 아래로 가까운 위치에 있으면 저위도, 먼 곳에 있으면 고위도이다. 적도를 0°로 시작해 북극 또는 남극에서 90°가 된다.

## 경도

- 북 경도
- 중 经度 (jīng dù)

[經度] 양극과 어떤 지점을 지나는 세로선과 본초 자오선이 이루는 각도.

- 경도는 지구를 세로로 자른 선이다.

영국의 그리니치 천문대를 지나는 세로선을 본초 자오선(0°)이라 하며, 이것을 기준으로 양극과 그 지점을 지나는 세로선과 본초 자오선이 이루는 각도로 경도를 구한다.



## 오존층 [국]

- 북 오존층
- 중 臭氧层 (chòu yǎng céng)

## 전리층(이온층) [국]

- 북 이온권, 전리권
- 중 电离层 (diàn lí céng)

## 복사 에너지 [국]

- 북 열 복사 에네르기
- 중 辐射能 (fú shè néng)

오존이 많이 포함되어 있는 대기의 한 부분.

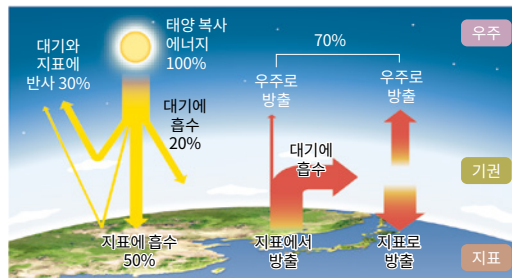
- 성층권에 존재하는 **오존층**은 태양의 자외선을 받아들여 자외선으로부터 지구를 보호해준다.

[電離層] 대기권 안에서 큰 이온 밀도를 가지는 부분.

- 전리층**은 하늘로 쏘아 올린 전파를 반사시켜 무선 통신이 이루어지게 한다. 전리층은 약 60km 이상의 높이부터 존재한다.

열전달이 일어날 때 따라오는 에너지.

- 복사 에너지**는 에너지를 전달해주는 물질 없이 전해지는 에너지를 말한다.
- 태양 복사 에너지는 태양열이 지구에 도달할 때 전달되는 에너지이다.
- 지구 복사 에너지는 지구가 태양으로부터 흡수한 에너지의 많은 부분을 다시 우주로 돌려보낼 때 전달되는 에너지이다.
- 복사평형은 열에너지 또는 전자기파가 물체에서 나가는 양과 물체로 들어오는 양이 같은 상태를 말한다.



지구의 복사 평형

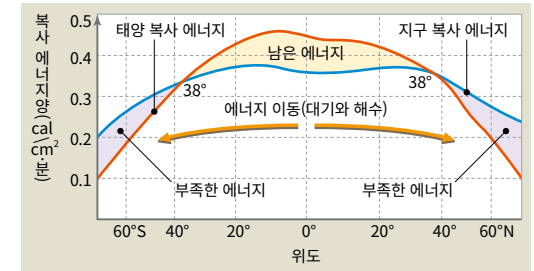
## 열수지 [국]

- 북 열수지
- 중 热量收支 (rè liàng shōu zhī)

[熱收支] 어떤 장소에서의 열 출입.

지구의 **열수지** = 태양 복사 에너지 - 지구 복사 에너지

- 지구는 복사 평형을 이루므로 열수지는 0이다.



지구의 열수지

- 위도를 기준으로 보면 복사 에너지가 다르다. 38°보다 저위도 쪽(그래프 가운데 부분)은 에너지가 남고(+), 고위도 쪽(그래프 양쪽)은 에너지가 부족하다(-).
- 이들의 에너지 합은 0이 되므로 지구 전체로 보면 열수지가 0이 되는 것이다.

## 온실 기체 [국]

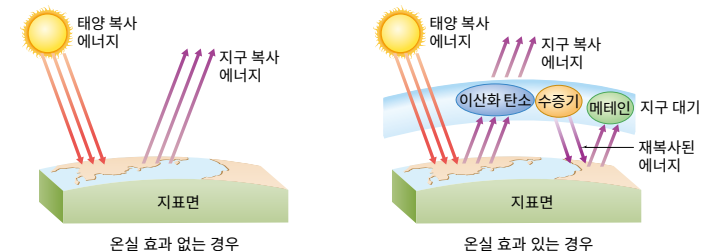
- 북 온실가스
- 중 温室气体 (wēn shì qì tǐ)

온실 효과 [국]

- 북 온실 안과 같은 효과
- 중 温室效应 (wēn shì xiào yìng)

[溫室氣體] 땅에서 복사되는 태양 에너지를 일부 흡수해서 열이 빠져나가지 않게 붙드는 기체.

- 온실 기체**는 한마디로 따뜻한 방, 즉 온실처럼 공간이 추워지는 것을 막는 기체이다.
- 온실 기체에는 수증기, 이산화 탄소, 메테인 등이 있다.
- 온실 효과**는 온실 기체가 땅에서 나오는 열을 붙잡아서 온도가 높게 유지되는 작용이다.



온실 효과



## 지구 온난화 [중]

- 북 온난화  
중 地球变暖 (dì qiú biàn nuǎn)

## 저탄소 [중]

- 북 온실가스 줄이기  
중 低碳 (dī tàn)

## 열섬 현상 [중]

- 북 도시의 고온현상  
중 城市热岛效应 (chéng shì rè dǎo xiào yìng)

## 해빙 [중]

- 북 얼음이 녹다  
중 融化 (róng huà)

[地球温暖化] 지구의 평균 온도가 높아지는 현상.

- 지구 온난화로 동물, 식물 등 생명체들의 생활방식이 바뀌고 해수면이 높아졌다.
- 지구 온난화의 원인은 인구의 증가와 기계의 사용 등으로 인한 대기 중 온실 기체(특히 이산화 탄소)의 양이 많아진 것에 있다.

[低炭素] 환경을 위해 석유, 석탄 등의 화석 연료에 대한 의존도를 낮추고 청정에너지 사용을 확대하여 온실가스를 적정 수준 이하로 줄이는 것.

- 저탄소는 온실 기체가 많아져서 지구 온난화가 심해졌다고 보고, 온실 기체를 낮추려는 것이다.
- 저탄소 녹색 성장은 이산화 탄소 사용을 줄이고 깨끗한 에너지를 사용하여 환경에 피해가 덜 가도록 하겠다는 계획이다.

다른 지역보다 도시의 중심지 온도가 높게 나타나는 현상.

- 도시가 성장하면서 도시의 기온이 주변 지역보다 높아진 것이 열섬 현상이다.

+

열섬 현상에는 다양한 원인이 있다.

1. 공장의 연기, 자동차 배기가스, 에어컨·난방기의 배출열 등 각종 인공열과 그로 인한 대기오염
2. 잘 흡수한 빛을 외부로 다시 내보내 대기의 온도를 높이는 각종 인공시설물
3. 녹지 면적의 감소

[解氷] 얼음이 녹아서 풀림.

- 지구 온난화로 빙하의 해빙이 진행되어 해수면이 높아졌다.
- 땅에 있는 물의 약 75%가 빙하로 존재하는데, 지속적인 지구 온난화로 인해 빙하가 녹으면 땅이 많이 물에 잠길 것이다.



## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

1. 어떤 장소에서의 열 출입을 ① 라고 한다. 지구 전체의 ② 는 0이다.
2. ③ 는 지구의 평균 온도가 높아지는 현상을 말한다.
3. 기권의 구조는 아래층에서부터 ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦ 이다.
4. 오존이 많이 포함되어 있는 대기의 한 부분을 ⑧ 라고 한다.
5. 대기권 안에서 큰 이온 밀도를 가지는 부분을 ⑨ 라고 한다.
6. ⑩ 는 적도를 0°로 놓고 지구의 양극까지 각각 90°로 지역을 나누는 가로줄이다.
7. 다양한 공기 성분이 거의 일정한 비율로 섞여 있는 대기층을 ⑪ , 높이에 따라 가벼운 공기와 무거운 공기가 섞인 비율이 달라지는 대기층을 ⑫ 라고 한다.
8. ⑬ 는 환경을 위해 석유, 석탄 등의 화석연료를 줄이고 깨끗한 에너지 사용을 늘려 온실가스를 적절하게 조절하는 것이다.
9. ⑭ 란 공기 중에 있는 이산화 탄소, 수증기 등이 땅에서 나오는 열을 붙잡아서 온도가 높게 유지되는 작용이다.

단어 풀이 ㉠ ㉡ ㉢ ㉣ ㉤ ㉥ ㉦ ㉧ ㉨ ㉩ ㉪ ㉫ ㉬ ㉭ ㉮ ㉯ ㉰ ㉱ ㉲ ㉳ ㉴ ㉵ ㉶ ㉷ ㉸ ㉹ ㉺ ㉻ ㉼ ㉽ ㉾ ㉿

㊦ ㊧ ㊨ ㊩ ㊪ ㊫ ㊬ ㊭ ㊮ ㊯ ㊰ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿



# 04 대기의 순환 ①

## 상대 습도 ㉠

- 북 상대습도
- 중 相对湿度 (xiāng duì shī dù)

[相對濕度] 현재 온도에서 최대로 포함할 수 있는 수증기량에 비해 현재 수증기량이 얼마나 되는지 알 수 있게 나타낸 것.

- 상대 습도는 현재 가장 많이 쓰이는 습한 정도를 가리키는 표현이다.

$$\text{상대 습도}(\%) = \frac{\text{현재 공기의 수증기량}}{\text{현재 기온의 포화수증기량}} \times 100$$

- 포화 수증기량은 지금 온도에서 최대로 있을 수 있는 수증기의 양이다.

## 포화 상태 ㉠

- 북 포화 상태
- 중 饱和状态 (bǎo hé zhuàng tài)

### 불포화 상태 ㉠

- 북 불포화 상태
- 중 不饱和状态 (bú bǎo hé zhuàng tài)

## 이슬점 ㉠

- 북 이슬점
- 중 露点 (lù diǎn)

[飽和狀態] 딱 차서 더 이상 들어가거나 넣을 수 없는 상태.

- 딱 차지 않아서 더 들어가거나 넣을 수 있는 상태를 **불포화 상태**라고 한다.

- 예를 들어 어떤 온도에서 공기가 최대로 머무를 수 있는 수증기의 양 만큼 수증기가 들어 있으면 **포화 상태**라고 하며, 그보다 적게 가지고 있으면 불포화 상태라고 한다.

불포화 상태 공기의 온도가 낮아질 때 포화 상태가 되어 물방울이 맺히기 시작하는 온도.

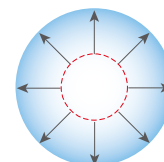
- 불포화 상태의 공기 속 수증기는 떨어져 돌아다니지만 **이슬점** 이하의 온도에서는 더 이상 돌아다닐 자리가 없어 뭉치면서 물방울이 된다.

## 단열 팽창 ㉠

- 북 단열 팽창
- 중 绝热膨胀 (jué rè péng zhàng)

[斷熱膨脹] 외부 에너지가 나가고 들어오는 것 없이 부피가 커지는 것.

- 위로 갈수록 공기가 적어져 위에서 누르는 힘이 줄어든다. 그래서 어떤 공기 덩어리가 위로 올라가면 부피가 커진다.



상승 단열 팽창  
기온 하강



단열 팽창

- 단열은 외부와 열을 주고받지 않는 상태를 말한다.
- 공기 덩어리가 상승하면 외부와의 열 교환이 없이 팽창하는데 이를 **단열 팽창**이라고 한다.

## 응결 ㉠

- 북 응결
- 중 凝结 (níng jié)

### 응결핵 ㉠

- 북 응결점
- 중 凝结核 (níng jié hé)

[凝結] 공기가 이슬점 이하로 온도가 차가워져서 포화 상태가 되어 수증기가 물방울로 맺히는 현상.

- 수증기가 **응결**될 때 중심이 되는 물을 잘 붙잡는 작은 물질을 **응결핵**이라고 한다.
- 대기 중의 먼지가 응결핵의 역할을 하기도 한다.

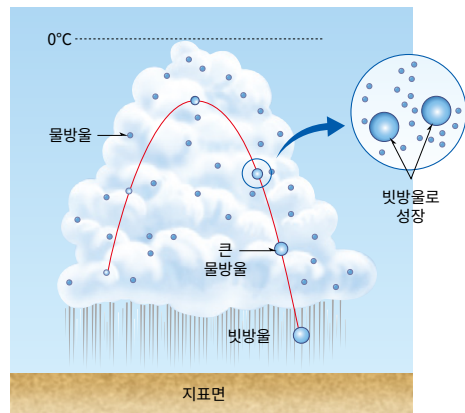


## 병합설

- 북 빗방울의 생성과정
- 중 聚结理论 (jù jié lǐ lùn)

[併合説] 빗방울들이 이리저리 움직이면서 커지다가 무거워지면 떨어진다는 이론.

- 저위도 지역에서 구름은 대부분 0°C보다 높은 온도에서 생기기 때문에 물방울로만 이루어져 있다. 이런 구름에서는 크고 작은 물방울들이 서로 부딪쳐 합쳐지고 점점 무거워져 비로 내린다.
- 이런 방법으로 비가 내리는 현상을 설명하는 이론이 **병합설**이다.



병합설

## 과냉각

- 북 과냉각
- 중 过冷 (guò lěng)

[過冷却] 액체나 기체가 고체를 거치지 않고 어는점 밑으로 내려가는 상태.

- 어는점은 액체나 기체가 고체가 되기 시작하는 온도를 말한다.
- 구름이나 안개 속에서 영하의 온도인데도 액체 상태의 물 분자가 존재하는 것을 **과냉각** 물방울이라고 한다.

## 빙정설

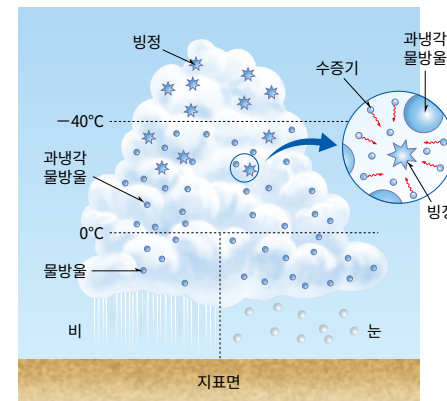
- 북 강우현상 설명 이론
- 중 冰晶理论 (bīng jīng lǐ lùn)

### 빙정

- 북 얼음 결정
- 중 冰晶 (bīng jīng)

[氷晶説] 과냉각된 물방울과 빙정이 구름 속에 함께 있다가 물방울에서 증발된 물을 빙정이 흡수하면서 얼음 크기가 커져서, 비나 눈으로 떨어진다는 이론.

- 저위도 열대 지방에서는 기온이 항상 0°C 이상이라 **빙정설**에 의하여 구름이 형성될 수 없다.



빙정설





## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

- 불포화 상태의 공기의 온도가 낮아질 때 포화 상태가 되어 물방울이 맺히기 시작하는 온도를 ① 라고 한다.
- 현재 온도에서 최대로 포함할 수 있는 수증기량에 비해 현재 수증기량이 얼마나 되는지 알 수 있게 나타낸 것을 ② 라고 하고, ③ ×100으로 구한다. ④
- 구름 속에 있는 얼음 결정은 ⑤ 이고 이것으로 강우현상을 설명하는 이론을 ⑥ 이라고 부른다.
- ⑦ 은 액체나 기체가 고체를 거치지 않고 어느점(고체가 되기 시작하는 온도) 밑으로 내려가는 상태이다.
- 물방울이 이리저리 움직이다 뭉쳐서 무거워지면 떨어진다는 식으로 강수를 설명하는 이론을 ⑧ 이라고 한다.
- 외부 에너지의 출입 없이 부피가 커지는 것을 ⑨ 이라고 한다.
- ⑩ 은 수증기가 응결할 때 중심이 되는 물질로 꼭 필요한 물질이다.

해설은 ⑩ 응결 핵 ⑥ 비점 ⑧ 응결핵 ④ 상대습도 ⑨ 팽창 ⑤ 상대습도 ⑦ 응결핵 ⑥ 응결핵 ⑦ 응결핵 ⑧ 응결핵 ⑨ 응결핵 ⑩ 응결핵

## 05 대기의 순환 ②

2

대기의 순환

05. 대기의 순환 ②

### 대기압

- 북 대기압
- 중 大气压 (dà qì yā)

[大氣壓] 공기의 무게 때문에 생기는 지구 대기의 압력.

- 기압은 공기의 무게 때문에 생기는 압력이며 **대기압**은 그로 인해 생기는 지구 대기의 압력을 말한다.

### 고기압

- 북 고기압
- 중 高压 (gāo qì yā), 反气旋 (fǎn qì xuán)

[高氣壓] 주위보다 기압이 높은 곳.

- **고기압**에서는 공기가 아래로 내려가기 때문에 구름이 잘 만들어지지 않아 날씨가 대체로 맑다.
- 움직이면 **이동성 고기압**, 한 곳에 오래 머무르면 **정체성 고기압**이다.

### 이동성 고기압

- 북 이동성 고기압
- 중 移动性反气旋 (yí dòng xìng fǎn qì xuán)

### 정체성 고기압

- 북 정체성 고기압
- 중 静止性反气旋 (jìng zhǐ xìng fǎn qì xuán)

+

1. 이동성 고기압은 비교적 작은 고기압으로 모양은 타원에 가깝다. 우리나라에는 봄·가을에 영향을 미치며 주기적으로 맑은 날씨를 나타낸다.
2. 정체성 고기압은 중심이 움직이지 않고 세력만 커지거나 약해지는 고기압이다.
3. 우리나라에 영향을 주는 고기압으로는 겨울의 시베리아 고기압과 여름의 북태평양 고기압이 있다.



## 저기압 圖

- 북 저기압
- 중 低气压 (dī qì yā), 气旋 (qì xuán)

## 온대 저기압 圖

- 북 온대 저기압
- 중 温带气旋 (wēn dài qì xuán)

[低氣壓] 주위보다 기압이 낮은 곳.

- **저기압**에서는 공기가 위로 올라가기 때문에 구름이 잘 만들어져 날씨가 대체로 흐리다.
- **온대 저기압**은 한랭 전선, 온난 전선과 같이 움직이는 저기압이다.
- 중위도 지역에서 북쪽의 찬 공기 덩어리와 남쪽의 따뜻한 공기 덩어리가 만나서 온대 저기압이 생기며 편서풍에 의해 서쪽에서 동쪽으로 이동한다.



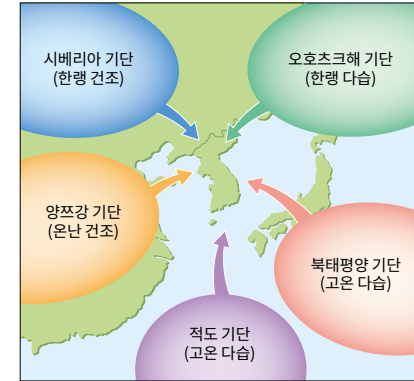
온대 저기압

## 기단 圖

- 북 기단, 공기떼
- 중 气团 (qì tuán)

[氣團] 같은 성질을 가진 공기가 뭉친 덩어리.

- 우리나라는 주변의 여러 가지 **기단**들이 영향을 미친다.



우리나라 주변의 기단

1. 시베리아 기단: 차갑고 건조하며 겨울에 우리나라에 영향을 준다.
2. 오호츠크해 기단: 차갑고 습기가 많으며 초여름에 우리나라에 영향을 준다.
3. 양쯔강 기단: 따뜻하고 건조하며 봄, 가을에 우리나라에 영향을 준다.
4. 북태평양 기단: 무덥고 습하며 여름에 우리나라에 영향을 준다.
5. 적도 기단: 무덥고 습기가 많으며 여름과 초가을에 우리나라에 영향을 준다.

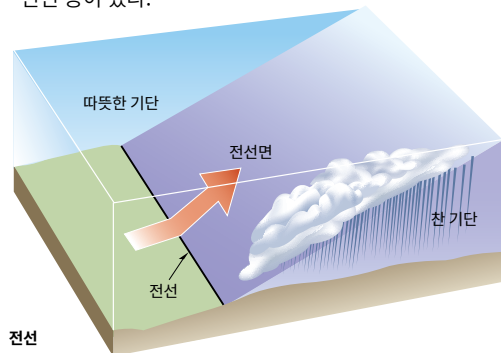


## 전선

북 전선  
중 鋒 (fēng)

[前線] 전선면이 땅과 만나는 부분들을 이은 선.

- 전선면은 성질이 다른 두 기단이 만날 때 생기는 경계면이고, 이 전선면이 땅과 만나는 선이 **전선**이다.
- 전선의 종류에는 한랭 전선, 온난 전선, 폐색 전선, 정체 전선 등이 있다.



## 한랭 전선

북 찬전선  
중 冷鋒 (lěng fēng)

[寒冷前線] 무거운 찬 공기가 가벼운 더운 공기 아래를 파고 들 때 생기는 전선.

- **한랭 전선**은 차가운 기단이 따뜻한 기단보다 빠를 때, 무거운 차가운 기단이 따뜻한 기단 밑으로 파고들면서 생긴다.
- 높은 구름(적운형 구름)이 만들어지고 좁은 지역에 소나기가 내린다.



## 온난 전선

북 더운전선  
중 暖鋒 (nuǎn fēng)

[溫暖前線] 따뜻한 기단이 찬 기단 쪽으로 이동하는 전선.

- **온난 전선**은 따뜻한 기단이 차가운 기단 위로 올라가면서 생긴다.
- 낮고 긴 구름(층운형 구름)이 만들어지고 넓은 지역에 약한 비가 내린다.



## 폐색 전선

북 닫힌전선  
중 锢囚鋒 (gù qiú fēng)

[閉塞前線] 한랭 전선과 온난 전선이 겹쳐진 전선.

- **폐색 전선**은 한랭 전선과 온난 전선이 합쳐지면서 만들어진다.
- 전선의 앞뒤로 구름이 만들어지고, 넓은 지역에 비가 내린다.



## 정체 전선

북 정체전선  
중 准静止鋒 (zhǔn jìng zhǐ fēng)

[停滯前線] 거의 이동하지 않고 일정한 자리에 머물러 있거나 움직여도 매우 느리게 움직이는 전선.

- **정체 전선**은 힘의 크기가 비슷한 차가운 기단과 따뜻한 기단이 한 곳에 오래 머물면서 생긴다.
- 그림에서 전선 위쪽(온난 전선 쪽)에 구름이 만들어져 비가 오랫동안 내린다.
- **장마 전선**은 북태평양 기단과 오호츠크해 기단이 만나 동서로 길게 생긴 정체 전선이다.

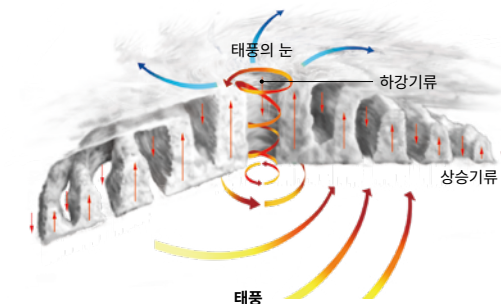


## 태풍

북 태풍  
중 台風 (tái fēng)

[颱風] 강한 바람이 불고 많은 비를 내리는 기상현상.

- **태풍**의 중심 부근에는 강력한 상승 공기의 흐름이, 중심에는 약한 하강 공기의 흐름이 나타난다.
- 태풍의 눈은 태풍 중심부분으로 바람이 약하고 맑다.





## 등고선 [국]

- 북 등고선
- 중 等高线 (děng gāo xiàn)

## 등온선 [국]

- 북 등온선
- 중 等温线 (děng wēn xiàn)

## 등압선 [국]

- 북 등압선
- 중 等压线 (děng yā xiàn)

## 강수량 [국]

- 북 비 량
- 중 降水量 (jiàng shuǐ liàng)

## 강우량 [국]

- 북 강우량
- 중 降雨量 (jiàng yǔ liàng)

## 강설량 [국]

- 북 강설량
- 중 降雪量 (jiàng xuě liàng)

## 적설량 [국]

- 북 눈 량
- 중 积雪量 (jī xuě liàng)

[等高線] 바다의 수면을 기준으로 땅의 높이가 같은 지점을 연결한 선.

- **등고선** 간격이 좁을수록 가파른 곳이다. 등고선 간격이 좁다는 것은 일정한 간격에 대해 높이 변화가 크다는 것을 의미한다.
- **등온선**은 온도가 같은 지점을 이어놓은 선이다.
- **등압선**은 기압이 같은 지점을 지도의 등고선처럼 쪽 이은 선이다.

[降水量] 비나 눈, 우박 등을 녹여 쟈 모든 강수의 양.

- **강수량**은 **강우량**과 **강설량**으로 나뉜다.
- 강우량은 지표에 내린 비의 양이며, 강설량은 지표에 내린 눈을 녹여 쟈 양을 말한다.

[積雪量] 땅 위에 쌓인 눈의 양.

- 적설계로 눈의 깊이를 재면 **적설량**을 구할 수 있다.

## 기후 변화 [국]

- 북 기후변화
- 중 气候变化 (qì hòu biàn huà)

## 사막화 현상 [국]

- 북 사막화 현상
- 중 沙漠化 (shā mò huà)

## 우림 [국]

- 중 雨林 (yǔ lín)

## 녹지화 [국]

- 중 绿地化 (lǜ dì huà)

## 기상 재해 [국]

- 북 기상재해
- 중 气象灾害 (qì xiàng zāi hài)

## 천재 [국]

- 북 천재
- 중 天灾 (tiān zāi)

## 뇌우 [국]

- 북 우뢰비
- 중 雷雨 (léi yǔ)

## 국지성 호우 [국]

- 북 국지성소나기
- 중 局部大暴雨 (jú bù dà bào yǔ)

[氣候變化] 특정한 지역에서 오랫동안 이어지고 있는 날씨의 변화.

- 지구 온난화 문제는 대표적인 **기후 변화** 현상이다.
- 기후 변화 중 **사막화 현상**이란 원래 사막이 아닌 지역이 자연적 원인과 사람들에 의한 원인으로 사막처럼 되는 것이다.
- **우림**은 적도 기후면서 늘 비가 오는 곳의 열대 식물 숲인데 사람들이 우림의 나무를 무작위로 베어서 사막화를 불러일으키기도 한다.
- **녹지화**는 공해를 줄이거나 자연환경을 보전하고자 풀, 나무가 자라도록 하는 것으로 녹지화는 사막화 현상에 대한 대책의 한 종류이다.

[氣象災害] 폭설, 벼락, 홍수 등 기상 때문에 일어나는 재난.

- **기상 재해**의 종류에는 뇌우, 국지성 호우, 한파 등이 있으며 **천재**는 자연 현상으로 인한 피해를 말한다.

+

천재의 반대말은 인간의 행위로 일어난 피해인 인재이다. 기상현상은 천재와 인재로부터 발생할 수 있다.

[雷雨] 천둥과 번개를 동반하여 내리는 비.

- **뇌우**는 수직으로 커다란 구름(적란운)이나 적란운과 비슷한 구름이 모여 있는 곳에서 발생하며, 천둥과 번개를 동반하는 점에서 소나기와는 다르다.

[局地性 豪雨] 어떤 지역에 집중적으로 비가 내리는 현상.

- 총강수량이 많은 비를 호우라 하며, 그 중에서 특정 지역에 집중적으로 비가 내리는 현상을 **국지성 호우**라 한다.
- 국지성 호우는 갑자기 나타나서 미리 예측하기 어렵다.







# 06 대기와 해양의 상호작용

## 세차 운동 국

- 북 세차 운동
- 중 进动 (jìn dòng)

[歲差運動] 회전하고 있는 물체의 회전축이 도는 것.



- 회전축이란 회전의 중심이 되는 선을 말하며, 지구가 돌고 있는 회전축은 자전축이다.
- 지구의 자전축은 약 23.5° 기울어져 있다.
- 이 자전축이 또 하나의 선을 기준으로 돌고 있는 것을 **세차 운동**이라고 한다.

지구의 세차 운동

## 대기 대순환 국

- 북 대기순환
- 중 大气环流 (dà qì huán liú)

### 극동풍 중

- 북 극바람
- 중 极地东风 (jí dì dōng fēng)

### 편서풍 국

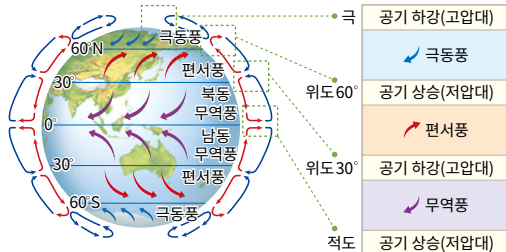
- 북 서쪽썰린바람
- 중 偏西风 (piān xī fēng)

### 무역풍 중

- 북 동북풍, 동남풍
- 중 信风 (xìn fēng)

[大氣大循環] 지구 전체에 걸쳐 일어나는 공기의 흐름.

- 적도에서는 온도가 높아 공기가 올라가고 극지방에서는 온도가 낮아 공기가 내려가면서 **대기 대순환**이 이루어진다.
- 극동풍**은 (위도 60° ~ 극) 남극, 북극의 고기압대로부터 아한대 지역으로, 동쪽으로 치우쳐 부는 바람이다.
- 편서풍**은 (위도 30° ~ 60°) 1년 내내 중위도 지방에서 서쪽으로 치우친 채 부는 바람이다. **무역풍**은 (적도 ~ 위도 30°) 아열대 고압대에서 적도 저압대로 1년 내내 부는 바람이다.



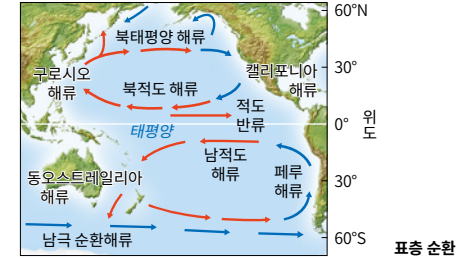
대기 대순환

## 표층 순환 국

- 북 표층흐름
- 중 海面环流 (hǎi miàn huán liú)

[表層循環] 표면에 가까운 바닷물이 주기적으로 도는 것.

- 표층 순환**을 하는 해류들은 다양하며, 바람이 강할수록 표층 순환이 잘 일어난다.
- 표층 순환 아래에서 일어나는 순환은 **심층 순환**이라고 한다.

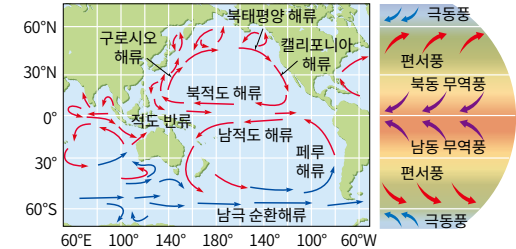


표층 순환

## 표층 해류 국

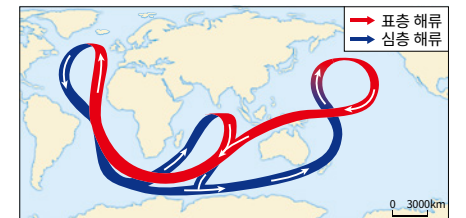
- 북 표층해류
- 중 表层海流 (biǎo céng hǎi liú)

[表層海流] 바닷물 겉에서 만들어지는 바닷물의 움직임.



대기 대순환(오른쪽)과 표층 해류(왼쪽)

- 표층 해류**에 의해 주변 기온이 영향을 받는다.
- 표층 해류의 이동 방향은 쉼 없이 부는 대기 대순환의 바람의 영향을 받는다.
- 표층 밑에서 움직이는 바닷물의 흐름을 **심층 해류**라고 한다.



심층 해류 (순환)

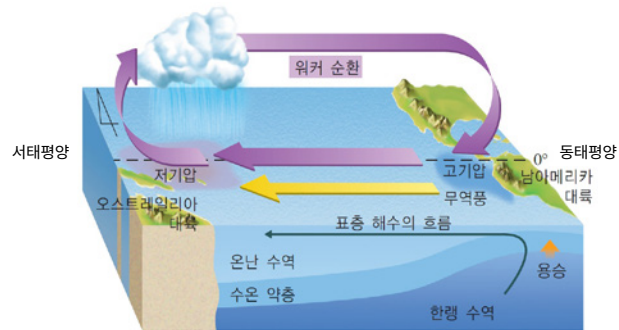


## 엘니뇨 <sup>고</sup>

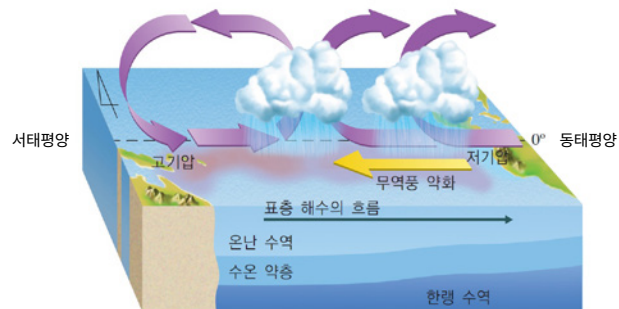
북 엘리뇨현상  
중 厄尔尼诺 (è ěr ní nuò)

[el Niño] 적도 지역 동태평양 해역의 해수면 온도가 평소보다 높아지며 서태평양 지역에는 가뭄이, 동태평양 지역에는 홍수 등의 기상 이변이 일어나는 현상.

- 엘니뇨 현상은 그 원인이 아직 정확하게 밝혀지지 않았으나 평소보다 무역풍이 약해져서 나타나는 것으로 알려져 있다.
- 서태평양은 평소에 비해 수온이 낮아지고 강수량이 감소하여 가뭄이나 산불 등의 피해가 발생한다.
- 동태평양은 수온이 높아지고 많은 구름이 발생하여 폭우와 홍수 등의 피해가 발생한다.



평소 때 (무역풍의 영향)



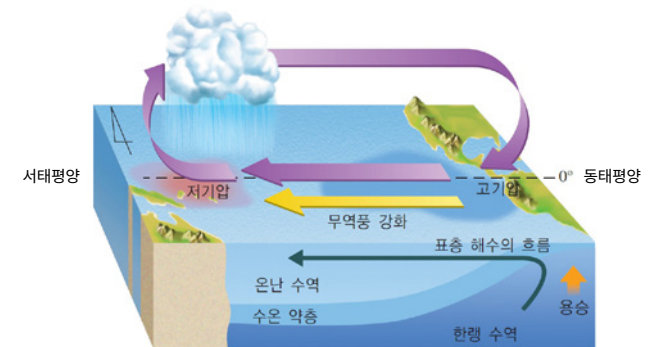
엘니뇨 때

## 라니냐 <sup>고</sup>

북 라니냐현상  
중 拉尼娜 (lā ní nà)

[la Niña] 무역풍의 영향으로 동태평양 쪽의 따뜻한 바닷물 층이 얇아지고, 아래의 차가운 바닷물이 올라와 적도 근처 동태평양 바다 수온이 평소보다 0.5°C 이상 낮아지는 현상.

- 라니냐 현상은 그 원인이 아직 정확하게 밝혀지지 않았으나 엘니뇨와 반대로 무역풍이 평소보다 강해져서 나타나는 것으로 알려져 있다.
- 서태평양에는 따뜻한 바닷물이 많이 이동해서 집중되므로 홍수가 발생한다.
- 동태평양에서는 바다 속으로부터 찬 물이 올라오는 용승의 영향으로 차가운 바닷물 영역이 두꺼워져서 추위와 심한 가뭄이 나타난다.



라니냐 때

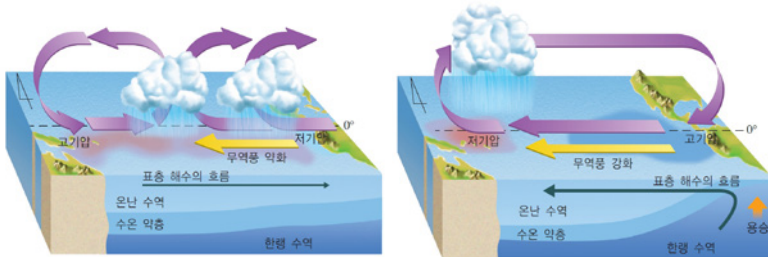




## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

- 바닷물 겉에서 만들어지는 움직임을 ① 라고 한다. 또한 표면에 가까운 바닷물이 주기적으로 도는 것을 ②, 그 아래서 일어나는 순환을 ③ 이라고 한다.
- 회전하는 물체의 회전축이 회전하는 것을 ④ 이라고 한다.
- 1년 내내 중위도 지방에서 서쪽으로 치우친 채 부는 바람을 ⑤, 아열대 고압대에서 적도 저압대로 1년 내내 부는 바람을 ⑥, 남극과 북극의 고기압대로부터 아한대지역으로, 동쪽으로 치우쳐 부는 바람을 ⑦ 이라고 한다.
- 다음 현상을 나타내는 단어를 적어보세요.

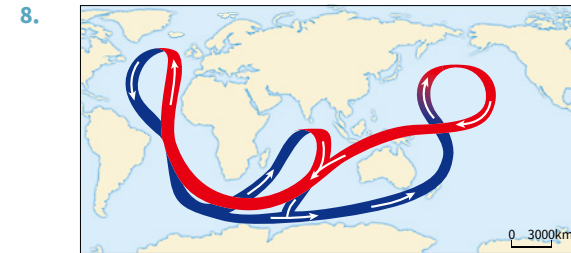
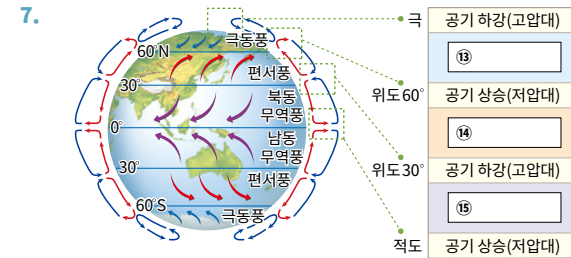


⑧

⑨

- ⑩ 은 지구 전체에 걸쳐 일어나는 공기의 흐름이다.

- ⑪ 은 회전의 중심이 되는 축이며, 지구의 ⑫ 은 ⑬ 이다.



→ ⑬

→ ⑭

복습하기 ⑩ 지구 전체에 걸쳐 일어나는 공기의 흐름이다

요약은 ① 요약문 ② 요약문 ③ 요약문 ④ 요약문 ⑤ 요약문 ⑥ 요약문 ⑦ 요약문 ⑧ 요약문 ⑨ 요약문 ⑩ 요약문 ⑪ 요약문 ⑫ 요약문 ⑬ 요약문 ⑭ 요약문 ⑮ 요약문 ⑯ 요약문 ⑰ 요약문 ⑱ 요약문 ⑲ 요약문 ⑳ 요약문 ㉑ 요약문 ㉒ 요약문 ㉓ 요약문 ㉔ 요약문 ㉕ 요약문 ㉖ 요약문 ㉗ 요약문 ㉘ 요약문 ㉙ 요약문 ㉚ 요약문 ㉛ 요약문 ㉜ 요약문 ㉝ 요약문 ㉞ 요약문 ㉟ 요약문 ㊱ 요약문 ㊲ 요약문 ㊳ 요약문 ㊴ 요약문 ㊵ 요약문 ㊶ 요약문 ㊷ 요약문 ㊸ 요약문 ㊹ 요약문 ㊺ 요약문 ㊻ 요약문 ㊼ 요약문 ㊽ 요약문 ㊾ 요약문 ㊿ 요약문

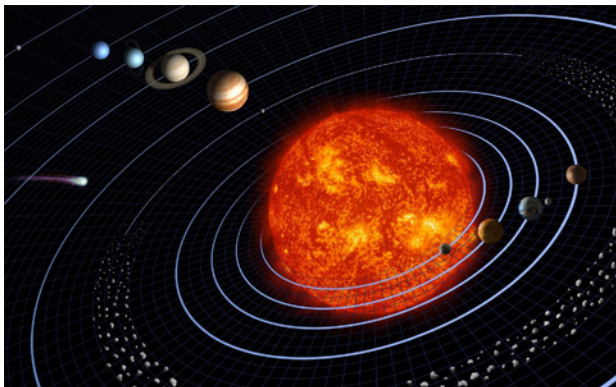
복습하기 ⑩ 지구 전체에 걸쳐 일어나는 공기의 흐름이다



# 3 우주

- 01. 태양계의 구성
- 02. 태양계의 운동
- 03. 별의 특성
- 04. 별의 진화
- 05. 우주의 구조
- 06. 우주의 진화

지구가 포함된 태양계의 구성과 운동 그리고 태양과 같은 별들의 특성과 진화. 그 모든 것을 담고 있는 우주의 구조와 진화를 설명하는 단어를 배워보자.



## 01 태양계의 구성

### 광구 중

- 북 광구
- 중 光球 (guāng qiú)

[光球] 스스로 빛을 내는 천체의 빛이 밖으로 나올 수 있는 얇은 겉층.

- 우리가 지구에서 맨눈으로 태양을 볼 때, 둥글게 빛나 보이는 표면이 태양의 광구이다.

### 오로라 중

- 북 극광
- 중 极光 (jí guāng)

[aurora] 주로 북극과 가까운 지역 하늘에서 여러 가지 색깔로 빛이 나는 현상.

- 오로라는 커튼처럼 출렁거리는 듯이 보이기도 한다.
- 오로라는 주로 태양에서 온 전자나 양성자가 지구 대기권 기체와 마찰을 일으켜 빛을 내는 것이다.
- 지구 이외에 목성, 토성 등에도 오로라가 나타나는 것으로 알려졌다.



오로라

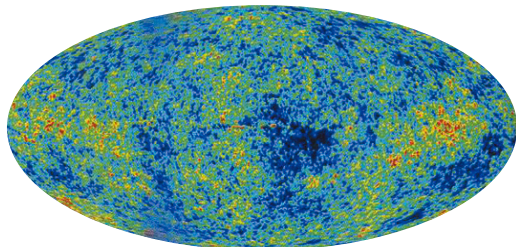


## 우주 배경 복사

- 북 우주라지오복사
- 중 宇宙背景輻射 (yǔ zhòu bèi jǐng fú shè)

[宇宙背景輻射] 우주 공간의 모든 방향에서 같은 세기로 들어오는 전파.

- 전파 망원경으로 우주를 관찰하면 **우주 배경 복사**가 우주 모든 방향에서 뿔어져 나오는 것을 확인할 수 있다.
- 우주 배경 복사는 오래 전 우주의 고밀도 상태에서 뿔어져 나온 빛이 현재에 보이는 것이기 때문에 우주의 시작이 거대한 고밀도의 폭발이라는 빅뱅 우주론을 뒷받침하는 증거이다.



현재 우주 배경 복사의 에너지 분포

## 운석

- 북 별찌돌
- 중 隕石 (yǔn shí)

[隕石] 우주에서 지구로 들어온 돌이 대기권에서 다 타지 않고 지구로 떨어진 것.

- **운석**은 우주에서 온 암석이 지구 대기와의 마찰 때문에 타고 남아 지구 겉에서 발견된 것이다.



운석

## 코로나

- 북 코로나
- 중 日冕 (rì miǎn)

[corona] 태양 대기의 가장 바깥쪽 영역.

- **코로나**는 태양의 가장 바깥 대기의 종류 중 하나이다.
- 태양의 광구에서 나오는 빛이 강하기 때문에 평소에는 코로나 관찰이 어렵지만 일식 때 달이 태양을 가리면 볼 수 있다.



코로나(하얀 부분)

## 탄소 핵융합

- 북 탄소 핵융합
- 중 碳核聚变 (tàn hé jù biàn)

[炭素核融合] 태양보다 7배 이상 큰 질량을 가진 항성에서 발생하는 탄소가 산소를 만드는 핵융합.

- 핵융합이란 원자핵끼리 합쳐져서 새로운 원자핵을 만드는 것인데, 그 과정에서 질량이 감소하여 에너지를 내보낸다.
- **탄소 핵융합** 반응은 탄소 원자(C) 2개로 산소원자(O) 1개와 헬륨 원자(He) 2개를 생산하는 것이다. 이를 반응식으로 나타내면,  $^{12}_6C + ^{12}_6C \rightarrow ^{16}_8O + 2^4_2He$ 이다.



## 태양계 ☞

- 북 태양계
- 중 太阳系 (tài yáng xì)

### 행성 ☞

- 북 행성
- 중 行星 (xíng xīng)

### 소행성 ☞

- 북 소행성
- 중 小行星 (xiǎo xíng xīng)

[太陽系] 태양과 그 주변을 돌고 있는 우주 물체들로 이루어진 체계.

- **태양계**는 태양을 중심으로 돌고 있는 8개의 **행성**, 왜소행성, 각 행성들 주위를 돌고 있는 위성, **소행성** 그리고 혜성 등으로 이루어져 있다.
- 태양이 태양계 전체 질량 중 약 99.85%를 차지하고 있다.
- 행성은 별 주위를 돌며 스스로 빛을 내지 못하는 우주 물체의 한 종류이며 둥그란 구의 모양이다.
- 소행성은 태양 주위를 도는 작은 행성인데 대부분 50km 이하의 반지름을 지녔으며, 화성과 목성 사이에 있는 소행성들은 띠 모양으로 위치하고 있다.



태양계의 구성원

## 혜성 ☞

- 북 혜성, 살별
- 중 彗星 (huì xīng)

[彗星] 타원 또는 포물선 궤도로 태양의 주위를 도는 조그만 천체.

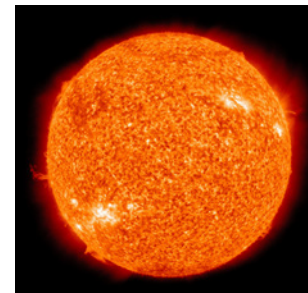
- **혜성**은 태양계에서 늘 태양을 중심으로 움직이는 천체이고 그 중 하나가 헬리 혜성이다.
- 헬리 혜성은 타원형의 궤도를 돌며, 매우 긴 꼬리를 가지고 있다.

## 플레어 ☞

- 북 태양폭발
- 중 太阳耀斑 (tài yáng yào bān)

[flare] 우리 눈에 보이는 태양의 등근 표면 바깥층에서 일어나는 폭발현상.

- **플레어**가 발생하면 태양의 겉에서 많은 양의 빛과 에너지가 일시적으로 뿜어져 나오며 매우 밝아진다.



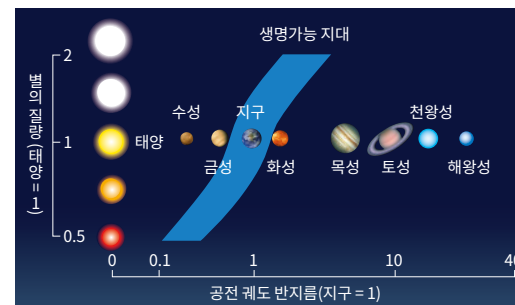
플레어

## 생명가능 지대 ☞

- 북 물이 존재하는 범위
- 중 宜居帶 (yí jū dài)

[生命帶] 항성 둘레에서 물이 액체로 존재할 수 있는 범위.

- 지구에는 **생명가능 지대**가 존재한다.
- 생명가능 지대는 행성이 중심별과 적당한 거리만큼 떨어져 있어 액체 상태의 물이 존재할 수 있는 범위이다.
- 중심별의 광도가 클수록 생명가능 지대의 위치는 중심별에서 멀어지고 폭은 넓어진다.



생명가능 지대

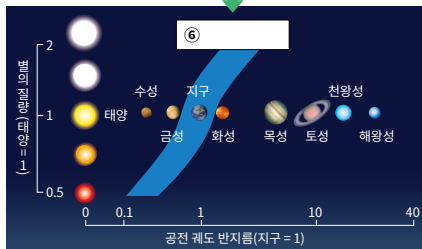




## 복습하기

안에 알맞은 단어 또는 숫자를 적어보세요.

1. 화성과 목성 사이에서 태양 주위를 도는 작은 행성을 ①, 별 주위를 도는 스스로 빛을 내지 못하는 우주 물체의 한 종류를 ② 이라고 하며, 둘 다 ③ 에 속한다.
2. 우리 눈에 보이는 태양의 둥근 겉층에서 일어나는 폭발 현상을 ④ 라고 한다.
3. 항성 둘레에서 물이 ⑤ 상태로 존재할 수 있는 범위.



4. 태양보다 7배 이상 큰 질량을 가진 항성에서 발생하는 핵융합을 ⑦ 이라고 한다.
5. 우주에서 지구로 들어온 돌이 대기권에서 다 타지 않고 지구로 떨어진 것을 ⑧ 이라고 한다.
6. 주로 북극 주변 하늘에서 여러 가지 색깔로 빛이 나는 현상을 ⑨ 라고 한다.
7. 태양을 볼 때 둥글게 빛나 보이는 표면이 태양의 ⑩ 이며, 태양 대기의 가장 바깥쪽 영역은 ⑪ 라고 한다.
8. 우주 공간의 모든 방향에서 같은 세기로 들어오는 전파를 ⑫ 라고 한다.
9. 타원이나 포물선의 궤도로 태양의 주위를 도는 작은 천체는 ⑬ 이다.

태양 ①, 행성 ②, 소행성 ③, 혜성 ④, 은하 ⑤, 행성 ⑥, 행성 ⑦, 행성 ⑧, 행성 ⑨, 행성 ⑩, 행성 ⑪, 행성 ⑫, 행성 ⑬, 행성 ⑭, 행성 ⑮, 행성 ⑯, 행성 ⑰, 행성 ⑱, 행성 ⑲, 행성 ⑳, 행성 ㉑, 행성 ㉒, 행성 ㉓, 행성 ㉔, 행성 ㉕, 행성 ㉖, 행성 ㉗, 행성 ㉘, 행성 ㉙, 행성 ㉚, 행성 ㉛, 행성 ㉜, 행성 ㉝, 행성 ㉞, 행성 ㉟, 행성 ㊱, 행성 ㊲, 행성 ㊳, 행성 ㊴, 행성 ㊵, 행성 ㊶, 행성 ㊷, 행성 ㊸, 행성 ㊹, 행성 ㊺, 행성 ㊻, 행성 ㊼, 행성 ㊽, 행성 ㊾, 행성 ㊿

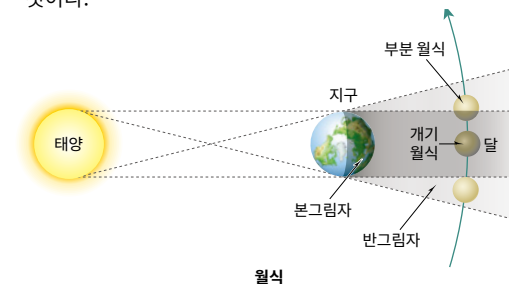
## 02 태양계의 운동

### 개기 월식

북 완전 월식  
중 月全食 (yuè quán shí)

[皆既月蝕] 달이 지구의 그림자에 의해 완전히 가려지는 현상.

- 개기 월식이 일어나면 달은 태양의 빛을 받지 못하여 어둡게 보인다.
- 월식은 태양 - 지구 - 달의 위치일 때 달이 지구 그림자에 들어오는 현상으로, 이때 달의 모양은 보름달이다.
- 개기 월식은 달이 지구의 본그림자 속에 들어갈 때 보이는 것이다.

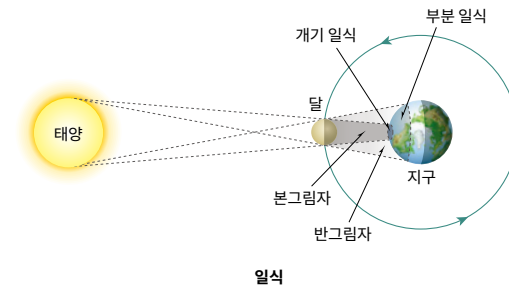


### 개기 일식

북 완전 일식  
중 日全食 (rì quán shí)

[皆既日蝕] 달의 그림자가 해를 완전히 가리는 현상.

- 개기 일식 때 코로나를 볼 수 있다.
- 일식은 달이 지구 주위를 돌면서 태양의 앞쪽으로 지나 태양의 전부나 일부를 가릴 때 나타난다.
- 개기 일식은 달이 태양을 완전히 가린 것이다.





## 공전 궤도 ㄱ

- 북 자리길
- 중 公转轨道 (gōng zhuàn guǐ dào)

### 근일점 ㄱ

- 북 근일점, 해가까운점
- 중 近日点 (jìn rì diǎn)

### 원일점 ㄱ

- 북 원일점, 해 먼점
- 중 远日点 (yuǎn rì diǎn)

### 궤도 장반경 ㄱ

- 북 궤도의 긴 반경
- 중 轨道半长轴 (guǐ dào bàn cháng zhóu)

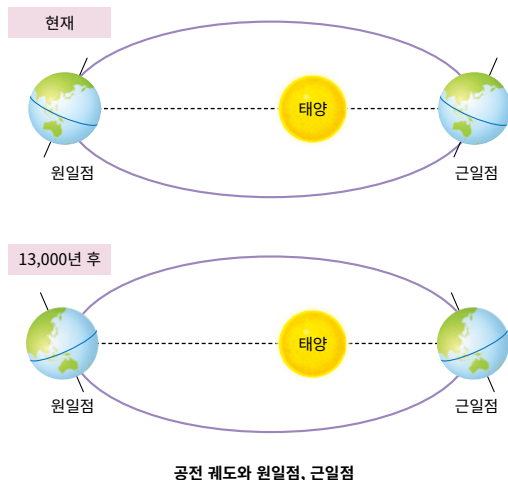
[公轉軌道] 우주 물체가 다른 우주 공간의 물체를 중심으로 그 주위를 도는 길.

- 질량을 가지고 있는 우주 공간 물체들은 서로 끌어당기는 힘을 가지고 있는데, 이 힘 때문에 **공전 궤도**가 생기게 된다.
- **근일점**은 태양 주변을 도는 천체가 태양과 가장 가까워지는 지점, 반대로 **원일점**은 가장 멀어지는 지점이다.

태양 주변을 도는 천체는 근일점에 가까워질수록 더 빠른 속도로, 원일점에 가까워질수록 더 느린 속도로 움직인다.

- **궤도 장반경**은 궤도에서의 긴반지름을 말한다.

태양과 태양을 중심으로 도는 천체 사이의 평균 거리를 구하면 궤도 장반경이 된다. 그림에서 검은 점선이 공전궤도를 절반으로 나누고 있는데 그 검은 점선의 절반이 궤도 장반경이다.



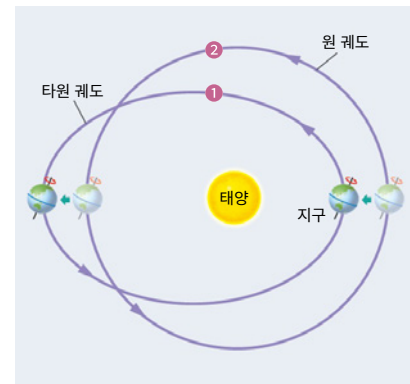
공전 궤도와 원일점, 근일점

## 공전 궤도 이심률 ㄱ

- 북 공전 궤도 리심률
- 중 轨道偏心率 (guǐ dào piān xīn lǜ)

[公傳軌道離心率] 공전궤도가 원 모양에서 얼마나 벗어났는지 그 정도를 나타내는 값.

- 위 그림에서 보이는 두 가지의 공전 궤도 중 1번이 **공전 궤도 이심률**이 큰 것이다.
- 이심률이 커질수록 근일점과 원일점에서 지구와 태양의 거리 차이가 커져서 계절적 기후 변화가 커진다.



공전궤도와 이심률

## 공전 주기 ㄱ

- 북 천체가 도는 주기
- 중 公转周期 (gōng zhuàn zhōu qī)

[公轉週期] 한 천체가 다른 천체의 주위를 한 바퀴 도는 데 걸리는 시간.

- **공전 주기**는 기준으로 하는 점에 따라 조금씩 달라진다.
- 행성이 태양 둘레를 한 바퀴 도는 데 걸리는 시간이 태양에 대한 공전 주기이며, 태양에서 멀어질수록 공전 주기는 길어진다.

+

태양에서 지구까지의 거리가 수성까지의 거리보다 멀어서 수성보다 지구의 공전 주기가 길다.



## 달의 위상 변화 중

- 북 달의 모양변화
- 중 月相变化 (yuè xiàng biàn huà)

### 그믐달 중

- 북 그믐달
- 중 残月 (cán yuè)

### 삭 중

- 북 삭
- 중 朔月 (shuò yuè)

### 하현달 중

- 북 하현달
- 중 下弦月 (xià xián yuè)

### 상현달 중

- 북 상현달
- 중 上弦月 (shàng xián yuè)

### 망 중

- 북 망
- 중 满月 (mǎn yuè)

### 초승달 중

- 북 초생달
- 중 娥眉月 (é méi yuè)

달이 위치를 바꿈에 따라 지구에서 볼 때 달의 모양이 변하는 현상.

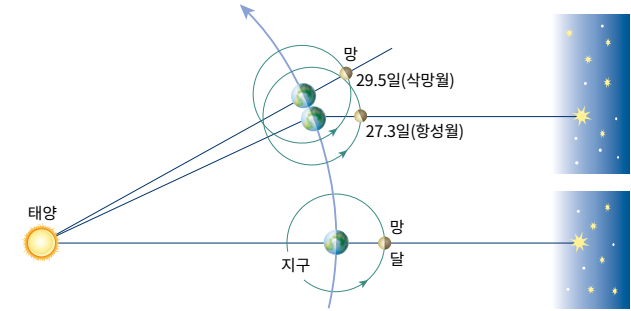
· 달의 위상 변화에 따라 초승달, 보름달, 그믐달 등을 볼 수 있다.



달의 위상변화

· 달의 위상 변화의 순서는 삭부터 초승달, 상현달, 망, 하현달, 그믐달, 삭이다.

1. 삭은 해와 지구 사이로 달이 들어가 일직선을 이루는 시기이므로 지구에서 달을 관찰할 수 없다.
2. 초승달은 음력 3~4일 경에 뜨며 오른쪽이 둥근 눈썹 모양의 달이다.
3. 상현달은 음력 매달 7~8일에 뜨는 달이며 오른쪽이 둥근 반달이다.
4. 망은 달이 원형으로 빛날 때의 위상을 말하고 보름달이라고도 한다.
5. 하현달은 매달 음력 22~23일에 나타나는 왼쪽이 둥근 모양의 반달이다.
6. 그믐달은 음력 27일 경에 뜨는 왼쪽이 둥근 눈썹 모양의 달이다.



삭망월과 항성월

## 삭망월 중

- 북 그믐한달
- 중 朔望月 (shuò wàng yuè)

[朔望月] 이번 보름달부터 다음 보름달이 뜰 때까지, 혹은 이번 초승달에서 다음 초승달이 뜰 때까지 걸리는 시간.

- 삭망월은 대략 29일 정도로 알려져 있다.
- 삭망월일 때는 달의 위상이 같아진다.

## 항성월 중

- 북 달의 공전주기
- 중 恒星月 (héng xīng yuè)

[恒星月] 춘분점을 기준으로 했을 때 달이 지구 주변을 한 번 공전하는 데 걸리는 시간.

- 항성월은 대략 27일 정도로 알려져 있다.
- 항성월일 때는 배경 별들에 대해 달의 위치가 일치한다.

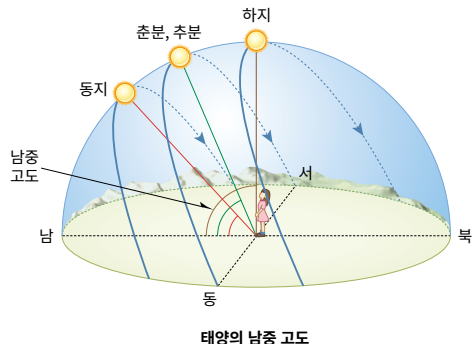
+

달이 지구를 중심으로 한 바퀴 도는 동안 지구도 같은 방향으로 태양 주위를 돌기 때문에 삭망월이 항성월보다 더 길다. 지구도 공전하므로 달의 위상이 같아지려면 달이 지구 주위를 좀 더 돌아야 하고, 계산하면 항성월에서 약 2일 후에 달의 위상이 같아지는 삭망월이 된다. 삭망월이 바로 음력 한 달이다.



## 남중 고도 [중]

- 북 자오선 통과 고도
- 중 子午圈高度 (zǐ wǔ quān gāo dù)



### [南中高度] 하루 중 가장 높은 태양 높이.

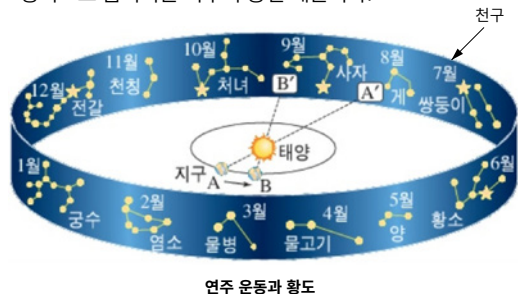
- 남중 고도는 여름에 가장 높으며 겨울에 가장 낮다.
- 일정한 넓이에 들어오는 태양 에너지의 양은 남중 고도에 따라 달라진다.

## 연주 운동 [중]

- 북 연주 운동
- 중 太阳周年运动 (tài yáng zhōu nián yùn dòng)

### [年周運動] 서로의 주위를 도는 태양과 지구가 1년에 걸쳐 하는 주기적 운동.

- 태양과 지구의 연주 운동으로 고정되어 있는 우주 물체가 운동하는 것처럼 보이는 것을 겉보기 운동이라고 한다.
- 태양은 천구에서 별자리 사이를 하루에 약 1°씩 서쪽에서 동쪽으로 한 바퀴를 돌아 1년 후 원래의 위치로 되돌아오는 것처럼 보이는데, 그것은 하루에 약 1°씩 서쪽에서 동쪽으로 움직이는 지구의 공전 때문이다.



- 지구가 태양을 중심으로 A에서 B의 위치로 이동하면, 지구의 관측자에게는 태양이 천구에 대해서 A'에서 B'로 이동하는 것처럼 보인다.

## 자전 [중]

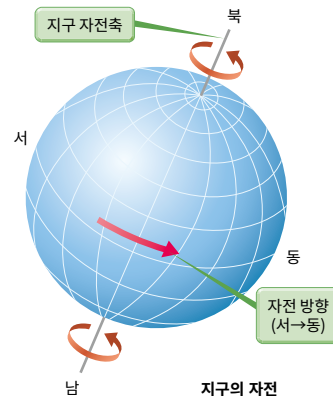
- 북 자전
- 중 自转 (zì zhuàn)

### 자전축 [중]

- 북 자전축
- 중 自转轴 (zì zhuàn zhóu)

### [自轉] 우주 물체가 고정된 축을 중심으로 스스로 회전 운동하는 것.

- 자전을 북극에서 보면 반시계방향으로 도는 것처럼 보인다. 자전으로 밤과 낮이 생기고, 자전의 방향은 공전의 방향과 같다.
- 자전축은 지구의 남극과 북극을 연결한 직선이고 지구는 23.5° 기울어진 자전축을 중심으로 하루 한 바퀴씩 자전한다.

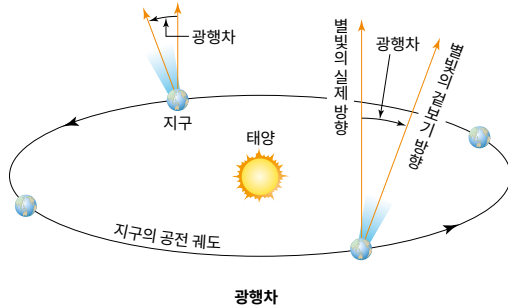




## 광행차 ☞

- 행성광행차, 빛굴절차  
● 光行差 (guāng xíng chā)

[光行差] 바라보는 사람이 움직이면 천체의 겉보기 위치가 달라지는 것. 항성 광행차라고도 함.



- 지구의 공전 때문에 별빛이 기울어져 보여서 생기는 별빛의 실제 방향과 겉보기 방향 사이의 각을 **광행차**라 한다.
- 공전속도가 빠를수록 광행차는 커진다.

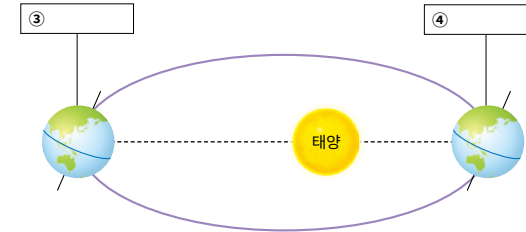
비는 하늘에서 수직으로 내리기 때문에 사람이 움직이지 않을 때는 우산을 머리 위로 들면 된다. 하지만 사람이 쫓을 때는 우산을 기울여야 비를 피할 수 있다. 마찬가지로 별빛의 겉보기 방향이 실제 별빛의 방향과 다르게 기울어져서 오는 것처럼 보이는 것은 지구의 공전 때문이다.



## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

1. 지구는 ① 을 중심으로 자전한다.
2. 아래와 같이 태양을 중심으로 지구가 도는 길을 ② 라고 한다.

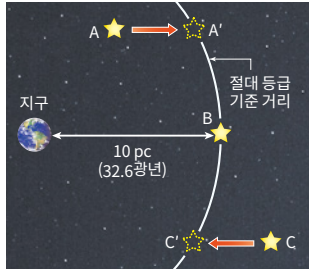


3. 달의 위상 변화 순서는 삭, 초승달, ⑤ , 망, ⑥ , 그믐달이다.
4. 태양의 ⑦ 에 따라 일정한 넓이에 닿는 태양 에너지의 양이 달라진다.
5. 우주 공간의 물체가 다른 우주 공간의 물체를 중심으로 그 주위를 도는 길을 ⑧ 라고 하며 이것을 한 바퀴 도는 데 걸리는 시간을 ⑨ 라고 한다.
6. 달이 지구의 그림자에 의해 완전히 가려지는 현상을 ⑩ , 달의 그림자가 해를 완전히 가리는 현상을 ⑪ 이라고 한다.
7. 이번 보름달부터 다음 보름달이 뜰 때까지, 혹은 이번 초승달에서 다음 초승달이 뜰 때까지 걸리는 시간을 ⑫ 이라고 한다.
8. 춘분점을 기준으로 했을 때 달이 지구 주변을 한 번 공전하는 데 걸리는 시간을 ⑬ 이라고 한다.
9. 서로의 주위를 도는 태양과 지구가 1년에 걸쳐 하는 주기적 운동을 ⑭ 이라고 한다.
10. ⑮ 는 자동차를 타고 달리면서 비가 내리는 모습을 보면 비스듬하게 내리는 것처럼 느껴지는 것에 비유할 수 있다.

한글은 ㉠ 옥공 ㉡ ㉢ ㉣ ㉤ ㉥ ㉦ ㉧ ㉨ ㉩ ㉪ ㉫ ㉬ ㉭ ㉮ ㉯ ㉰ ㉱ ㉲ ㉳ ㉴ ㉵ ㉶ ㉷ ㉸ ㉹ ㉺ ㉻ ㉼ ㉽ ㉾ ㉿  
오른 ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿



# 03 별의 특성



겉보기 등급과 절대등급

## 겉보기 등급

- 북 겉보기 등급
- 중 视星等 (shì xīng děng)

## 절대 등급

- 북 절대등급
- 중 绝对星等 (jué duì xīng děng)

지구와 별의 거리와 상관없이 지구에서 보이는 그대로의 밝기.

[絶対等級] 지구와의 10pc 거리에 별이 있다고 가정했을 때의 밝기.

- 별의 밝기를 맨눈으로 본 것을 기준으로 나눈 등급을 **겉보기 등급**이라고 하며, 지구와 가까우면 밝게 보여 낮은 등급, 멀면 어둡게 보여 높은 등급의 별이 된다.
- 별이 지구에서 10pc(파섹, 거리의 단위)만큼 떨어져 있다고 가정했을 때의 밝기를 **절대 등급**이라고 한다.
- 별의 절대 등급은 겉보기 등급이 낮아도 높을 수 있다.

예를 들어 겉보기 등급이 5등급이었던 별이 지구에서 10pc보다 멀리 떨어져 있으면 절대 등급은 1등급일 수 있다. 지구에서 가장 밝은 별인 태양은 겉보기 등급이 -26.8인데 절대 등급으로 보면 4.8로 떨어진다. (태양은 지구와 가까우므로 겉보기 등급이 낮다.)

+

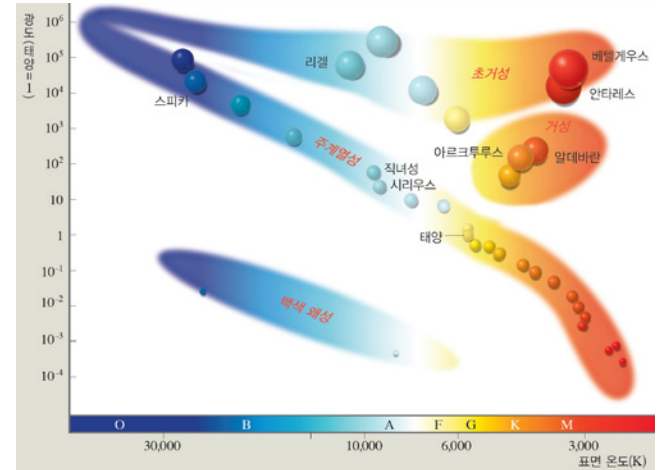
겉보기 등급 6등급까지 맨눈으로 볼 수 있다. 히파르쿠스는 별을 맨눈으로 볼 때 가장 어두운 것을 6등성, 가장 밝은 별을 1등성으로 정하고 6단계로 그 사이를 나눴다. 한 단계 밝기의 차이가 2.5배이다. 0등성, -1등성, -2등성, ...은 1등성보다 밝은 별이다.

## 미행성체

- 북 미지행성체
- 중 星子 (xīng zǐ)

[微行星體] 행성이 만들어지는 원시의 별로 생각되는 태양의 둘레를 도는 천체.

- 약 46억 년 전의 지구 주변에는 수많은 **미행성체**들이 있었다.
- 원시 태양의 주변을 돌다가 충돌을 반복하면서 미행성체들은 질량이 큰 원시 행성으로 성장한다.



H-R도에 표시된 백색 왜성과 주계열성 H-R도는 별들의 위치를 절대 등급과 온도에 따라 표시한 것으로 별의 진화과정을 파악하기 쉽다.

## 백색 왜성

- 북 흰색별
- 중 白矮星 (bái ǎi xīng)

[白色矮星] 흰 빛을 내는 지구크기 만한 별.

- 백색 왜성**은 이미 진화가 많이 되어 핵융합 반응을 통해 에너지를 만들 재료가 거의 없어져서 가벼워지고 온도가 점점 식어가기 때문에 에너지가 낮은 흰 빛을 낸다.

## 주계열성

- 북 주계열성
- 중 主序星 (zhǔ xù xīng)

[主系列星] 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나고 있는 단계의 별.

- 우주에 있는 대부분의 별들이 **주계열성**에 속한다.

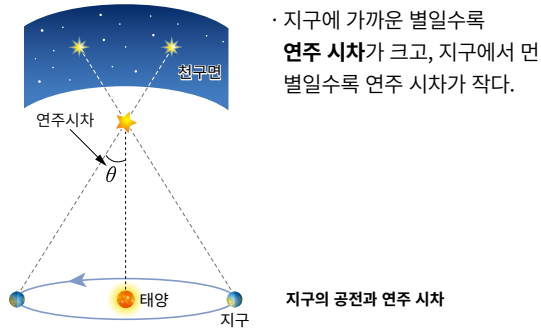
태양 또한 주계열성이다. 주계열성은 별의 일생 중 전성기에 해당하며 수소 핵융합 반응을 하면서 에너지를 내고 있는 단계이다. 질량이 큰 항성일수록 수소를 빠르게 써서 빨리 진화한다.



## 연주 시차

북 연주시차  
중 周年视差  
(zhōu nián shì chà)

[年周視差] 어떤 우주 물체를 지구와 태양에서 동시에 보았을 때 생기는 각의 차이.

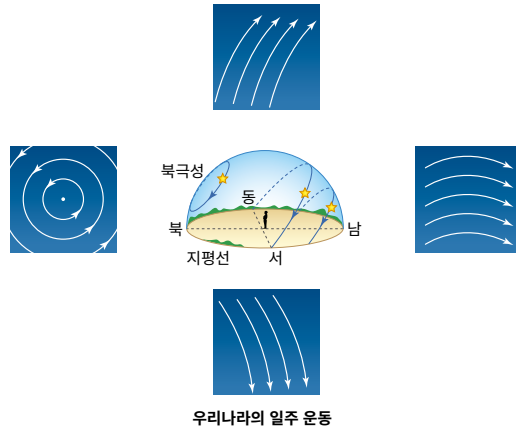


## 일주 운동

북 일주운동  
중 周日视运动  
(zhōu rì shì yùn dòng)

[日周運動] 지구의 자전 때문에 하늘의 별들이 하루에 한 바퀴 회전하는 운동.

· 일주 운동은 지구에서 볼 수 있는 것으로, 별이 실제로 움직이는 것은 아니므로 겉보기 운동이다.



· 위도별로 일주 운동이 다르게 보이는데, 우리나라와 같은 중위도 지역에서는 위 그림처럼 보인다.  
· 우리는 지구의 자전을 느낄 수 없어서 지구는 멈춰 있고 우주가 움직이는 것처럼 보이는 것이다.

+

태양이 뜨고 지는 것도 일주 운동으로 지구가 서에서 동으로 자전하므로 태양은 동에서 서로 뜨는 것처럼 보이는 것이다.



## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

- 우주에 있는 대부분의 별들이 ① 에 속하고 흰 빛을 내는 지구 크기 정도의 별을 ② 이라고 한다.
- 행성이 만들어지는 원시의 별로 생각되는 태양의 둘레를 도는 천체를 ③ 라 한다.
- 지구가 스스로 도는 것 때문에 하늘의 별들이 하루에 한 바퀴 회전하는 운동을 ④ 이라고 한다.
- 눈에 보이는 그대로의 밝기를 ⑤ 이라 하고, 별이 지구에서 10pc 거리에 있다고 가정했을 때의 밝기를 ⑥ 이라 한다.

큰을 大星 ⑤ 큰을 小星 ⑥ 움직 运动 ⑦ 天球의 天球 ⑧ 天球의 天球 ⑨ 天球의 天球 ⑩



# 04 별의 진화

## 원시성

- 북 원시별
- 중 原恒星 (yuán héng xīng)

[原始星] 우주 공간에 먼지와 가스가 모여서 수축하면서 생긴 별의 첫 단계.

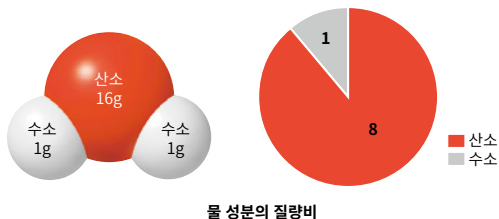
- 별이 태양 정도로 커지기 위해서는 원시성 단계에서 약 10만 년 동안 머물러야 한다.

## 질량비

- 북 질량비
- 중 质量比 (zhì liàng bǐ)

[質量比] 두 물체가 있을 때 두 물체의 질량의 비율.

- 물 분자 하나는 산소(약 16g짜리) 하나와 수소(약 1g짜리) 두 개로 이루어져 있으므로 (산소):(수소)=16:2=8:1의 질량비를 가진다.

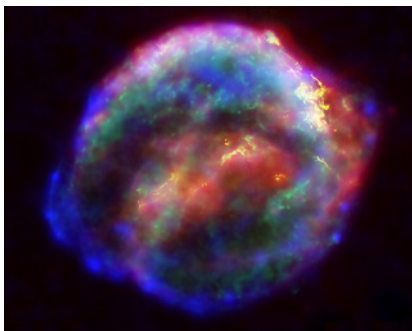


## 초신성 폭발

- 북 큰섀별 폭발
- 중 超新星爆发 (chāo xīn xīng bào fā)

[超新星 爆發] 태양의 10억 개 밝기로 빛나는 별인 초신성의 핵이 수축하여 아주 작은 별이 되거나 블랙홀이 되는 것.

- 초신성 폭발로 우주에 먼지가 많이 생긴다. 이 먼지는 지구와 같은 행성이 만들어질 때 재료로 사용된다.



초신성 폭발

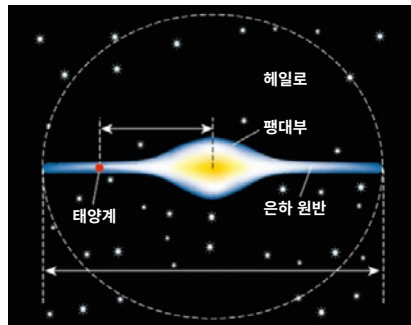
## 팽대부

- 중 核球 (hé qiú)

[膨大部] 나이가 많은 별들이 좁은 공간에 모여서 타원체 모양으로 이루어져 있는 것.

- 가운데에 있는 팽대부는 타원체 달걀 같은 모양이다.

별의 수는 중심에서 멀어질수록 줄어든다. 이곳에는 새로 생겨나는 별도 거의 없고 오래되고 작은 별들이 대부분인데, 별을 만드는 재료인 성간 가스가 거의 존재하지 않기 때문이다.



우리 은하와 팽대부

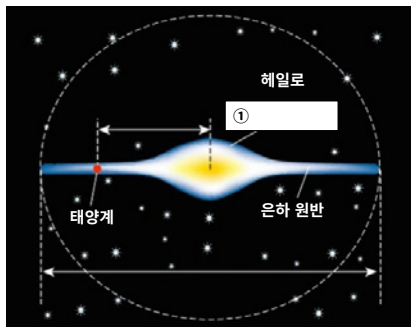




## 복습하기

안에 알맞은 단어를 적어보세요.

1.



2. 우주 공간에 먼지와 가스가 모여서 수축하면서 생긴 별의 첫 단계를

② 이라고 한다.

3. 태양의 10억 개 밝기로 빛나는 별인 초신성의 핵이 수축하여 아주 작은 별이

되거나 블랙홀이 되는 것을 ③ 이라고 한다.

4. 두 물체의 질량들의 비율을 ④ 라고 한다.

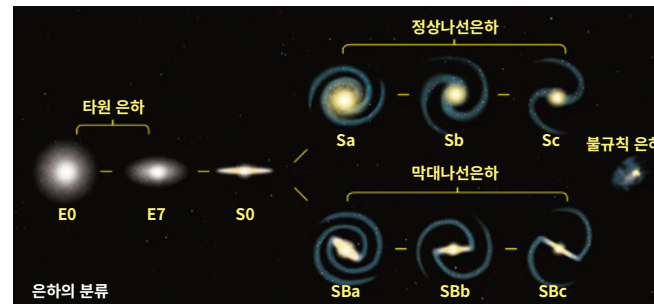
인공물 ④ 星雲 ⑤ 星 ⑥ 星 ⑦ 星 ⑧ 星 ⑨ 星 ⑩ 星

## 05 우주의 구조

3

우주

05. 우주의 구조



### 나선 은하

- 북 나선 은하
- 중 螺旋星系 (luó xuán xīng xì)

### 막대 나선 은하

- 북 막대 모양 은하
- 중 棒旋星系 (bàng xuán xīng xì)

### 정상 나선 은하

- 북 막대 모양 없는 은하
- 중 正常漩涡星系 (zhèng cháng xuán wō xīng xì)

[螺旋銀河] 소라 껍데기처럼 빙빙 비틀린 모양을 하고 있는 우주에 존재하는 모든 물체의 집단.

- 나선 은하는 막대 나선 은하와 정상 나선 은하로 나뉜다. 두 형태 모두 나선 모양의 팔을 가지고 있다.
- 막대 나선 은하는 별들로 이루어진 막대 모양의 구조를 중심에 가진 은하로, 팔은 막대 끝에서 나온다. 막대 나선 은하의 막대 물질은 은하 중심을 통과하여 가로지른다.
- 정상 나선 은하는 나선 모양의 팔을 가진 나선 은하 중 중심에 막대 구조가 없는 은하이다. 정상 나선 은하의 팔은 핵으로부터 직접 나온다.

### 불규칙 은하

- 북 불규칙 모양 은하
- 중 不规则星系 (bù guī zé xīng xì)

[不規則銀河] 규칙적인 구조를 보이지 않는 은하.

- 은하들 중에 타원이나 나선 모양이 아닌 분류하기 어려운 모양의 은하가 많이 존재하는데, 이런 은하를 불규칙 은하라고 한다.

### 타원 은하

- 북 타원 모양 은하
- 중 橢圓星系 (tuō yuán xīng xì)

[橢圓銀河] 타원형 모양의 은하. 편평도에 따라 E0에서 E7까지 분류되는데, E0는 구형에 가깝고 E7은 가장 납작한 형태의 은하이다.

- 타원 은하는 나선 은하와 다르게 구조가 많지 않아 단순하다.

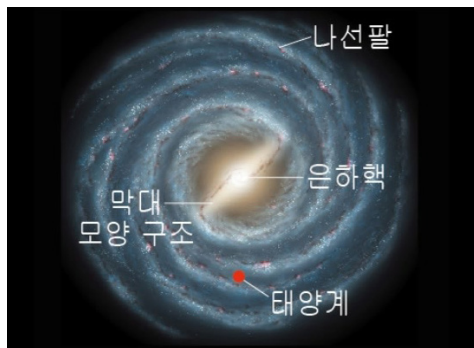


## 적색 왜성 ㉠

- 붉은색왜성
- 红矮星 (hóng ǎi xīng)

[赤色矮星] 붉은 빛을 내며 크기가 작은 주계열성.

- 우주에 있는 대부분의 별들은 **적색 왜성**에 속한다.
- 적색 왜성은 태양의 0.075-0.5배 정도의 질량을 가진 주계열성인데, 크기가 작고 주계열성에 속하는 다른 항성들에 비해서 상대적으로 차갑다.



나선 팔과 은하핵  
은하를 위에서 관측한 모습이다.

## 나선팔 ㉠

- 나선가지
- 旋臂 (xuán bì)

나선은하의 양쪽 끝부분에 있는 것으로 가운데를 소용돌이 모양으로 휘감아 도는 팔 모양의 부분.

- 우리 은하는 **나선팔**이 있어서 큰 바람개비를 닮은 모양이다.
- 나선은하에서 중심으로부터 뻗어 나오는 별의 영역이 나선팔이다.
- 나선형의 길고 얇은 구조이며 모양은 다양하다. 또한 젊고 푸른색을 띠는 별을 많이 포함하고 있다.

## 은하핵 ㉠

- 은하계의 중심부
- 银河核球 (yín hé hé qiú)

[銀河核] 은하계 중심에 공 모양으로 모여 있는 우주 물체의 무리.

- **은하핵**은 우리 은하의 중심부분이고, 우리 은하는 은하핵을 기준으로 자전하고 있다.



성단과 성운

## 성단 ㉠

- 별떼
- 星团 (xīng tuán)

[星團] 많은 별들이 모여 있는 곳.

- **성단**은 별들이 모여 있는 모양에 따라 구형 성단과 산개 성단으로 나뉜다.

## 성운 ㉠

- 별 구름
- 星云 (xīng yún)

[星雲] 가스와 먼지로 이루어져 있는 큰 크기의 별들 사이에 있는 물질.

- 별들 사이의 먼지나 가스가 함께 모여 있어서 **성운**은 구름처럼 보인다.
- 성운의 종류는 다양하지만 크게 방출, 반사, 암흑 성운으로 나뉜다.

## 안드로메다은하 ㉠

- 안드로메다은하
- 仙女座星系 (xiān nǚ zuò xīng xì)

여러 가지 특징이 우리 은하와 비슷한 나선 모양의 외부은하.

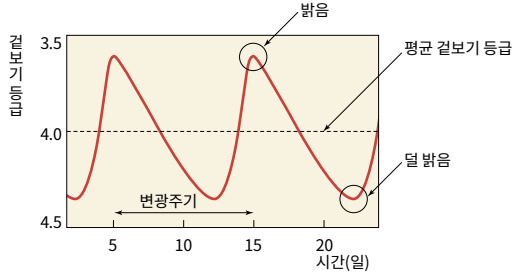
- **안드로메다은하**는 지구와 거리가 가까운 편이라서 날씨가 좋은 날 우리나라에서 맨눈으로도 볼 수 있다.
- 우리 은하보다 더 크며 정상 나선 은하인 안드로메다은하는 멀리서 보면 형제처럼 보일 만큼 우리 은하와 모양새가 꼭 닮았다.



## 변광성<sup>[고]</sup>

- 북 변광별
- 중 变光星 (biàn guāng xīng)

[變光星] 시간에 따라서 밝기가 변하는 별.

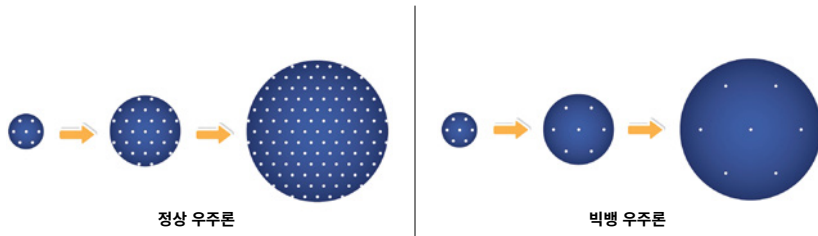


- **변광성**은 별 자체의 밝기가 변하는 것과 식(천체의 그림자에 의해 가려짐) 등의 이유로 겉보기 밝기가 변하는 것으로 종류가 나뉜다.
- 특히 세페이드 변광성은 빛이 변하는 주기와 밝기가 일정한 관계로 나타나는데, 이는 은하의 구조 연구에 많은 도움을 주었다.

+

빛이 변하는 주기로 별의 밝기를 구할 수 있고, 이를 별의 겉보기 밝기와 비교하면 지구에서 별까지의 거리를 구할 수 있다.

	정상 우주론	빅뱅 우주론
우주는 팽창하는가?	예	예
현재에도 새로운 물질이 생겨나는가?	예	아니오
밀도가 유지 되는가? (일정한 부피마다 물질의 개수)	예	아니오 시간이 지날수록 감소
질량이 유지 되는가? (총 물질의 개수가 유지되는가)	아니오 시간이 지날수록 증가	예



## 정상 우주론<sup>[고]</sup>

- 북 정상우주론
- 중 稳恒态宇宙论 (wěn héng tài yǔ zhòu lùn)

## 빅뱅 우주론<sup>[고]</sup>

- 북 우주 대 폭발 이론
- 중 大爆炸宇宙论 (dà bào zhà yǔ zhòu lùn)

[正統宇宙論] 우주가 팽창하지만 언제나 지금 같은 상태를 유지한다는 이론.

- **정상 우주론**이 우주가 과거에도 현재에도 같은 모양일 것이라고 주장하는 것은 우주가 모든 방향에서 같은 비율로 팽창한다는 뜻이다.
- 정상 우주론에 의하면 우주가 팽창하면서 생기는 공간들을 은하같은 물질들이 채운다.

엄청나게 작은 부분에 모였던 우주가 큰 폭발로 인해 넓게 퍼지면서 지금 상태가 되었다는 이론. 대폭발 이론.

- 우주의 시작이 빅뱅이라는 대폭발이라고 주장하는 것이 **빅뱅 우주론**이다.
- 빅뱅 우주론에 의하면 우주가 팽창하지만 새로운 물질은 생기지 않는다.

+

아직 두 우주론 중에 무엇이 더 맞는지는 알 수 없으나 빅뱅 우주론의 많은 증거들이 등장하여 정상 우주론보다 빅뱅 우주론이 더 지지를 받고 있다.

## 허블 법칙<sup>[고]</sup>

- 중 哈勃定律 (hā bó dìng lǜ)

우리 은하 밖에 있는 은하가 멀어지는 속도는 우리 은하로부터의 거리와 비례한다는 법칙.

- **허블 법칙**은 1929년 에드윈 허블이 발견한 것이다.
- 허블은 멀리 있는 은하가 우리 은하로부터 멀어지는 것을 발견했다. 그리고 지구가 속한 우리 은하로부터 그 은하까지의 거리가 멀수록 우리 은하에게서 멀어지는 속도가 크다는 것을 알아냈다. 이를 통해 우주는 멈춰 있는 것이 아니라 팽창하는 것이라는 것을 증명했다.

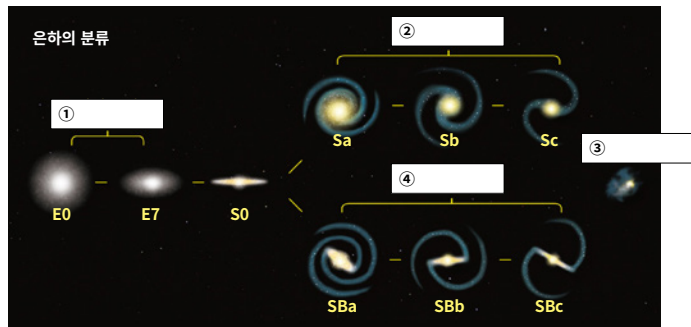




## 복습하기

안에 알맞은 단어 또는 숫자를 적어보세요.

1.



- 붉은 빛을 내며 크기가 작은 주계열성을 ⑤ 이라고 한다.
- 많은 별들이 모여 있는 것을 ⑥ 이라고 하며, 가스와 먼지로 이루어져 있는 큰 크기의 별들 사이에 있는 물질은 ⑦ 이라고 한다.
- 여러 가지 특징이 우리 은하와 비슷한 나선 모양의 외부 은하를 ⑧ 라고 한다.
- 우주는 늘 같은 상태이며 변하지 않는다는 이론을 ⑨ 이라고 한다.
- 우리 은하는 ⑩ 을 중심으로 돌고 있으며 ⑪ 이 있어서 큰 바람개비를 닮은 모양이다.
- 시간에 따라서 밝기가 변하는 별을 ⑫ 이라고 한다.
- 우리 은하 밖에 있는 은하가 멀어지는 속도는 우리 은하로부터의 거리와 비례한다는 법칙이 ⑬ 이다.

단어 풀이 ① 유은단 ② 나선단 ③ 나선단 ④ 나선단 ⑤ 나선단 ⑥ 나선단 ⑦ 나선단 ⑧ 나선단 ⑨ 나선단 ⑩ 나선단 ⑪ 나선단 ⑫ 나선단 ⑬ 나선단

## 06 우주의 진화

3

### 원시 행성

- 북 행성 초기 단계
- 중 原行星 (yuán xíng xīng)

[原始行星] 처음의 태양 주변을 돌던 행성체들이 부딪히면서 크게 자란 행성.

· 행성체들이 원시 행성처럼 크기 위해서는 천만 년에서 1억 년이 걸렸을 것으로 추정하고 있다.

### 도플러 효과

- 북 도플러효과
- 중 多普勒效应 (duō pǔ lè xiào yìng)

파동을 일으키는 원인과 그 파동을 바라보는 사람 중 하나가 움직이고 있을 때 발생하는 효과.

- 도플러 효과에 의해 적색 편이와 청색 편이가 나타난다.
- 적색 편이는 우주 물체가 내보내는 빛이 천체가 멀어질 때 정지했을 때보다 파장이 늘어나 보여, 빛의 중심이 붉은 쪽으로 이동하는 현상이다.
- 청색 편이는 별이 가까워질 때 빛의 파장이 짧아지는 도플러 효과에 의해 파장에서 빛의 중심이 푸른색 쪽으로 약간 이동하는 효과이다.

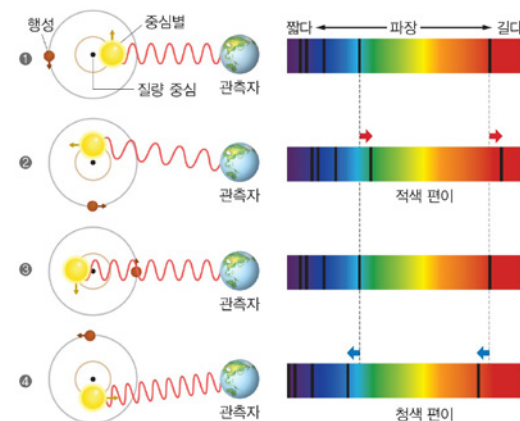
### 적색 편이

- 북 적색편이
- 중 红移 (hóng yí)

### 청색 편이

- 북 청색편이
- 중 蓝移 (lán yí)

실생활에서는 자동차가 관찰자인 나에게 다가오면 소리의 파장이 짧아져서 높은음으로 들리고 멀어지면 소리의 파장이 늘어져서 낮은음으로 들린다. 마찬가지로 빛도 파장이므로 별의 속도, 거리에 따라 지구에서 별빛이 다르게 보인다.



도플러 효과



## 천체 탐사

- 북 우주탐사
- 중 天体探测 (tiān tǐ tàn cè)

### [天體 探查] 우주 물체를 조사하는 것.

- 달에는 귀중한 자원들이 많이 묻혀 있어서 우주 **천체 탐사**의 첫 번째 목적지였다.



달 탐사

2015년 명왕성을 탐사한 것이 한 예이다. 명왕성 탐사를 통해 명왕성의 표면을 이루고 있는 물질들을 알아낼 수 있었다.

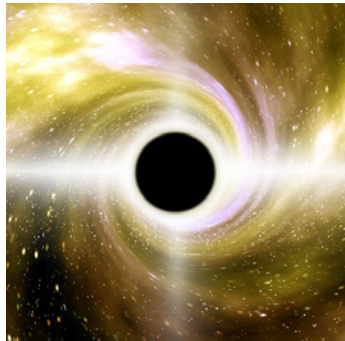
왼쪽 그림은 달에 최초로 착륙한 아폴로 호의 우주비행사를 찍은 사진이다. 최근에는 달 탐사뿐만 아니라 다른 천체들의 탐사도 활발히 이루어지고 있는데, 미국이 쏘아올린 뉴라이즌호 탐사선이

## 블랙홀

- 북 블랙홀
- 중 黑洞 (hēi dòng)

### [black hole] 질량이 매우 큰 별이 세게 수축하면서 그 밀도가 증가하고 중력이 굉장히 커지는 천체.

- 블랙홀**은 빛의 속도로도 도망칠 수 없는, 모든 것을 삼키는 무서운 것으로 알려졌다.
- 블랙홀은 일반적으로는 빛을 흡수하여 검게 보이지만 어떤 경우는 블랙홀 주변에 있는 물질들이 블랙홀로 끌려들어 가게 되면서 빛을 낼 수도 있다.
- 블랙홀은 다른 천체들에 비해 작은 공간에 많은 질량이 모여 있기 때문에 중력이 아주 강하다.



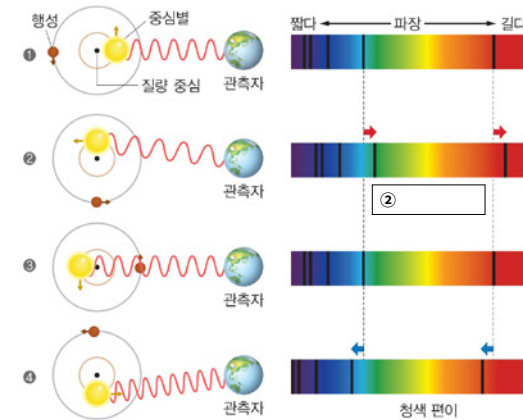
블랙홀



## 복습하기

안에 알맞은 단어 또는 숫자를 적어보세요.

- 파동을 일으키는 원인과 그 파동을 바라보는 사람 중 하나가 움직이고 있을 때 발생하는 효과를 ① 라 한다.



- 처음의 태양 주변을 돌던 행성체들이 부딪히면서 크게 자란 행성을 ③ 이라고 한다.
- 우주 물체를 조사하는 것을 ④ 라고 한다.
- ⑤ 은 빛의 속도로도 도망칠 수 없는, 모든 것을 삼키는 무서운 것으로 알려졌다.

블랙홀 ⑤ 14억 년 ④ 10억 년 ③ 10억 년 ② 10억 년 ① 10억 년



찾아보기(남)

A-Z					
N형 반도체	71	굴절	88	매질	83
P-N 접합 다이오드	72	굴절각	88	무게	23
P형 반도체	71	굴절률	88	문턱 진동수	103
X선	97	기본 전하	49	물질의 이중성	104
X선	97	길이 수축	46	물질파(드브로이파)	104
ㄱ, ㄴ		난반사	89	밀	84
가속 좌표계	41	내부 에너지	35	반도체	71
가속도	17	내부 저항	58	반사	87
가속도 운동	18	뉴턴의 운동법칙	19	반사각	87
가시광선	96	ㄷ-ㅂ		반사의 법칙	88
간섭	91	다이오드	72	반사파	87
간섭무늬	91	단색광	98	반자성체	62
감마선	97	단열	39	반작용	20
강자성체	61	단열 압축	39	발전	74
검류계	57	단열 팽창	39	방사능	106
검전기	56	대류	36	방사선	106
경계면	87	대전	49	방사성 물질	106
고유 진동수	93	대전체	49	방전	49
굴	84	도체	70	배	92
공명	93	도핑	71	법선	87
관성	19	등가 원리	45	변압기	74
관성 좌표계	41	등속 직선 운동	18	변위	15
관성력	45	띠름	70	병렬연결	55
관성의 법칙	19	라디오파	96	보강 간섭	91
광속 불변 원리	43	렌즈	99	복사	37
광양자설	103	렌츠 법칙	66	복합광	98
광전 효과	103	마디	92	불록렌즈	99
광전자	103	마루	84	부력	26
교류	52	마이크로파	96	불순물 반도체	71
		마찰력	24	빛의 3원색	99

찾아보기(남)

빛의 분산	100	양자수	68	일	31
빛의 합성	99	양전하	49	일률	32
ㄱ, ㄴ		에너지 양자화	68	일반상대성이론	44
상대 속도	17	에너지띠	70	일-에너지 정리	32
상대성 원리	42	역방향 바이어스	72	임계각	90
상쇄 간섭	91	역학적 에너지 보존 법칙	33	입사각	87
상자성체	62	연속 스펙트럼	98	입사파	87
선 스펙트럼	98	열기관	39	ㄷ, ㄹ	
소	84	열에너지	35	자기력	60
속도	16	열역학 제 0법칙	38	자기력선	60
속력	16	열역학 제 1법칙	38	자기선속	60
솔레노이드	63	열평형 상태	37	자기장	60
수력 발전	75	열효율	39	자기화	61
수력 에너지	75	오목렌즈	99	자성	60
수직항력	23	온도	35	자외선	97
수차	75	옴의 법칙	53	작용	20
순간 속도	16	운동	16	작용 반작용의 법칙	20
순간 속력	16	운동 마찰력	25	재생 에너지	80
순방향 바이어스	72	운동 에너지	32	적외선	96
순수 반도체	71	운동량	28	전기 저항	53
스넬의 법칙	90	운동량 보존 법칙	29	전기 회로	54
스펙트럼	98	원자가띠	70	전기력	50
슬릿	104	원자력 발전	77	전기장	50
시간 팽창	46	원자로	77	전도	36
신에너지	80	위상	83	전력	53
신재생에너지	80	유도 전류	65	전력량	53
알짜힘	27	음전하	49	전류	52
압력	37	이동거리	15	전류계	57
앙페르 법칙	64	이중 슬릿	104	전반사	90
양공	71	이중 슬릿 실험	104	전압	52



찾아보기(남)

전압계	58	최대 정지 마찰력	25	플랑크 상수	104
전위	51	충격량	29	플레밍의 법칙	63
전이	69	충격력	29	협력	26
전자기 유도	65	충돌 시간	29	합성파	91
전자기 유도 법칙	66	크 - 음		핵변환	106
전자기파	95	코일	63	핵분열	105
전자띠	70	쿨롱의 법칙	50	핵융합	105
전자석	65	탄성력	24	허용된 띠	70
전파	96	탄성파	85	화석 발전	77
전하	49	태양 에너지	76	화석 연료	80
전하량	49	태양 전지	76	회절	93
절연체	70	태양광 발전	76	회파	84
정반사	89	태양열 발전	76	힘	22
정상파	92	특수상대성이론	41	힘과 가속도의 법칙	20
정전기	51	파동	83	힘의 3요소	22
정전기 유도	56	파동의 독립성	92	힘의 평형	27
정지 마찰력	25	파력 발전	79	힘의 합성	26
조력 발전	78	파력 에너지	79		
조력 에너지	78	파면	83		
종파	84	파원	83		
좌표계	41	파장	85		
주기	86	파형	83		
중력	22	퍼텐셜 에너지	33		
지열 발전	78	편광	101		
직렬연결	55	편광판	101		
직류	52	평균 속도	16		
진동수	86	평균 속력	16		
진폭	85	풍력 발전	79		
질량	17	풍력 에너지	79		
질량-에너지 등가성	44	프리즘	100		

찾아보기(북)

A - Z		굴절률	88	물질파	104
N형 반도체	71	굴절의 법칙	90	물체에 작용하는 합침힘	27
p, n형 반도체	71	극초단파	96	반도체	71
P-N 접합 반도체	72	기본 전하	49	반도체만들기	71
P형 반도체	71	길이의 수축	46	반사	87
가, L		난반사	89	반사각	87
가로파	84	내부 저항	58	반사의 법칙	88
가속도	17	단색광	98	반사파	87
가속도운동	18	단열	39	반자성체	62
가속좌표계	41	단열 압축	39	반작용	20
간섭	91	단열 팽창	39	발전	74
간섭무늬	91	대전	49	방사능	106
감마선	97	대전체	49	방사선	97
강자성체	61	도체	70	방사선	106
검류계	57	두 개의 좁은 틈	104	방사성 물질	106
검전기	56	등가원리	45	방전	49
경계면	87	떨기너비	85	배	92
고른속도직선운동	18	돌힘	26	변압기	74
고유 반도체	71	라지오파	96	변화량	15
고유 진동수	93	렌즈	99	병렬연결	55
굴	84	렌츠의 법칙	66	보임광선	96
관성	19	력학적 에너지 보존의 법칙	33	복합광	98
관성의 힘	45	런속 스펙트르	98	블록렌즈	99
관성좌표계	41	퀀트겐선	97	빛속도 불변의 원리	43
광전자	103	마디	92	빛줄임	101
광전효과	103	마루	84	빛줄림판	101
광학기구	100	매질	83	빛의 3원색	99
교류	52	무게	23	빛의 간섭실험	104
굴절	88	물질의 이중성	104	빛의 분산	100
굴절각	88			빛의 입자설	103



## 찾아보기(북)

빛의 합성	99	열복사	37	이동거리	15
상대성원리	42	열에너르기	35	일	31
상대속도	17	열역학 제 0법칙	38	일과 에너르기	32
상자성체	62	열역학 제 1법칙	38	일능률	32
새로운 에너르기	80	열전달	36	일반상대성리론	44
새로운 재생에너르기	80	열평형 상태	37	임계각	90
선 스펙트르	98	열효율	39	입사각	87
세로파	84	오른 나사의 법칙	64	입사파	87
속도	16	오목렌즈	99	자기마당	60
속력	16	온도	35	자기적성질	60
속에너르기	35	움의 법칙	53	자기힘	60
수력발전	75	운동	16	자기힘선	60
수력자원	75	운동 쥘림힘	25	자기힘선의 수	60
수직방향의 힘	23	운동 에너르기	32	자리 에너르기	33
수직선	87	운동량	28	자성체	61
수차	75	운동량 변화를 일으키는 시간	29	자외선	97
순간속도	16	운동량 변화를 일으키는 힘	29	작용	20
순간속력	16	운동량 보존법칙	29	재생에너르기	80
순방향반도체	72	운동량의 변화	29	적외선	96
스펙트르	98	운동의 제 1, 2, 3 법칙	19	전기 회로	54
시간의 지연	46	운동의 제 1법칙	19	전기 회로	54
쥘림힘	24	운동의 제 2법칙	20	전기량	49
압력	37	운동의 제 3법칙	20	전기마당	50
양공	71	울림	93	전기저항	53
양자수	68	원자력발전	77	전기힘	50
양전하	49	원자로	77	전기힘, 전력	53
에너르기준위	70	원자에너르기준위	70	전달	36
역방향반도체	72	원통형코일	63	전력량	53
열기관	39	유도전류	65	전류	52
		음전하	49	전류계	57

## 찾아보기(북)

전반사	90	진동수	86	풍력에너르기	79
전압	52	질량	17	프랑크 상수	104
전압계	58	최대 정지 쥘림힘	25	한계 진동수	103
전위	51	코일	63	합성파	91
전이	69	쿨롱의 법칙	50	합침힘	26
전자기 유도	65	탄력	24	핵변환	106
전자기 유도 법칙	66	탄성 물질의 파동	85	핵분열	105
전자기 파동	95	태양광발전	76	핵융합	105
전자석	65	태양에너르기	76	허용준위	70
전자에너르기준위	70	태양열발전	76	화력발전	77
전자에너르기준위 간격	70	태양전지	76	화석연료	80
전자의 에너지값	68	특수상대성리론	41	힘	22
전파	96	파길이	85	힘의 3가지 요소	22
전하량	49	파동	83	힘의 평형	27
절연체	70	파동의 독립성	92	힘의 합성	26
정반사	89	파동의 모양	83		
정방향반도체	72	파동의 상쇄	91		
정상파	92	파동의 에둘기	93		
정전기	51	파동의 위치	83		
정전기 유도	56	파동의 중첩	91		
정지 쥘림힘	25	파동이 생기는 곳	83		
조수력발전	78	파력발전	79		
조수력에너르기	78	파력에너르기	79		
좁은 틈	104	파면	83		
좌표계	41	파장이 느슨한 곳	84		
주기	86	파장이 뽁뽁한 곳	84		
중력	22	평균속도	16		
지열발전	78	평균속력	16		
직렬연결	55	풍력발전	79		
직류	52				



찾아보기(남)

ㄱ, ㄴ					
간조	147	기상 재해	167	모호로비치치 불연속면 (모호면)	120
강설량	166	기후 변화	167	무역풍	170
강수량	166	나선 은하	199	물의 순환	115
강우량	166	나선팔	200	미행성체	193
개기 월식	183	난류	147	백색 왜성	193
개기 일식	183	남중 고도	188	변광성	202
겉보기 등급	192	내핵	119	변성 작용	131
경도	151	녹지화	167	변성암	132
계	113	뇌우	167	변환 단층	139
고기압	161	ㄷ - ㅅ		병합설	158
고생대	135	단열 팽창	157	복사 에너지	152
공전 궤도	184	단층	139	불규칙 은하	199
공전 궤도이심률	185	달의 위상 변화	186	불포화 상태	156
공전 주기	185	대기 대순환	170	블랙홀	206
과냉각	158	대기압	161	비균질권	151
광구	177	대류권	150	빅뱅 우주론	203
광물	132	대륙 이동설	123	빙정	159
광석	129	도플러 효과	205	빙정설	159
광행차	190	등고선	166	빙퇴석	143
국지성 호우	167	등압선	166	ㅇ, ㅈ, ㅊ	
궤도 장반경	184	등온선	166	사막화 현상	167
규모	118	라니냐	173	사암	131
규암	132	마그마	130	사암층	138
균질권	151	막대 나선 은하	199	사층리	138
그믐달	186	만조	147	삭	186
극동풍	170	망	186	삭망월	187
근일점	184	망가니즈 단괴	145	상대 습도	156
기권	114	맨틀	119	상현달	186
기단	163	맨틀 대류	124	생명가능 지대	181
		메테인 하이드레이트	145		

찾아보기(남)

생물권	114	온실 기체	153	적설량	166
선캄브리아대	135	온실 효과	153	전리층(이온층)	152
성단	201	외권	115	전선	164
성운	201	외핵	119	절대 등급	192
성층권	150	용존 기체	144	정상 나선 은하	199
세차 운동	170	우림	167	정상 우주론	203
세일	131	우주 배경 복사	178	정체 전선	165
소행성	180	운석	178	정체성 고기압	161
수권	114	원시 행성	205	조산 운동	138
습곡	137	원시성	196	조석 현상	147
시상화석	136	원암	131	조암 광물	132
신생대	135	원일점	184	조차	147
심성암	130	위도	151	조흔색	133
안드로메다은하	201	육풍	148	조흔판	133
암석	129	용기	137	주계열성	193
엘니뇨	172	은하핵	200	중간권	150
역암	131	응결	157	중생대	135
연주 시차	194	응결핵	157	취라기	135
연주 운동	188	응회암	130	지각	119
열권	150	이동성 고기압	161	지각 변동	123
열섬 현상	154	이슬점	156	지구 내부 에너지	126
열수	143	일주 운동	194	지구 온난화	154
열수지	153	ㅈ, ㅊ, ㅋ, ㆁ		지권	113
염분비	144	자전	189	지권의 층상 구조	119
염분비 일정의 법칙	144	자전축	189	지진	118
염리	132	장마 전선	165	지진대	127
오로라	177	저기압	162	지진파	118
오존층	152	저탄소	154	지질 시대	135
온난 전선	164	적색 왜성	200	지층	136
온대 저기압	162	적색 편이	205	진도	118



찾아보기(남)

질량비	196	폭염	168
질소의 순환	116	표준 화석	136
찰흔	143	표층	143
천재	167	표층 순환	171
천체 탐사	206	표층 해류	171
청색 편이	205	풍화	133
초승달	186	플레이어	181
초신성 폭발	196	플룸 구조론	125
층리	131	하현달	186
침강	137	한랭 전선	164
침전	129	한류	147
극 - 항		한파	168
코로나	179	항성월	187
타원 은하	199	해구	127
탄소 핵융합	179	해령	127
탄소의 순환	116	해륙풍	148
태양 복사 에너지	115	해빙	154
태양계	180	해역	143
태풍	165	해풍	148
토네이도	168	행성	180
퇴적암	131	허블 법칙	203
판	122	해성	180
판 구조론	123	화강 편마암	132
판게아	122	화산대	127
판의 운동	123	화산암	130
팽대부	197	화성암	130
편서풍	170	황사	168
편암	132		
폐색 전선	165		
포화 상태	156		

찾아보기(북)

기, 나		기단	163	덩층의 움직임 이론	123
간조	147	기상재해	167	라니냐현상	173
강설량	166	기후변화	167	라선 은하	199
강우량	166	나선가지	200	막대 모양 없는 은하	199
강우현상 설명 이론	159	내핵	119	막대 모양 은하	199
겉보기 등급	192	년주 운동	188	만조	147
겉층	143	년주시차	194	망	186
경도	151	눈 량	166	망간단괴	145
계	113	다 - 보		맨틀	119
고기압	161	단열 팽창	157	메탄수화물	145
고루지 않은 대기층	151	단층	139	물의 순환	115
고생대	135	달긴전선	165	물이 존재하는 범위	181
공기때	163	달의 공전주기	187	미지행성체	193
공전 궤도 리심률	185	달의 모양변화	186	밀물과 썰물의 차이	147
공존기체	144	대기순환	170	밀물썰물현상	147
과냉각	158	대기압	161	바다 골짜기	127
광구	177	대류권	150	바다고개	127
광물	132	대륙	122	바다구역	143
광석	129	대륙 이동설	123	바다바람	148
구운 도자기 판	133	대륙의 이동	123	변광별	202
국지성소나기	167	대륙풍	148	변성암	132
궤도의 긴 반경	184	더운전선	164	변성작용	131
규모	118	더운흐름	147	변하기 전의 암석	131
규암	132	도시의 고온현상	154	별 구름	201
그믐달	186	도플러효과	205	별때	201
그믐한달	187	돌물	130	별씨들	178
극광	177	동북풍, 동남풍	170	불규칙 모양 은하	199
극바람	170	등고선	166	불포화 상태	156
근일점	184	등압선	166	붉은색왜성	200
기권	114	등온선	166	블랙홀	206



## 찾아보기(북)

비 랑	166	열노현상리	172	응회암	130
빗방울의 생성과정	158	역암	131	이동성 고기압	161
빙하와 암석의 마찰흔	143	열 복사 에네르기	152	이슬점	156
빛결음차	190	열권	150	이온권	152
ㅅ,ㅇ		열수용액	143	일주운동	194
사막화 현상	167	열수지	153	ㅈ,ㅊ	
사람	131	염분비 일정의 법칙	144	자리길	184
사람층	138	염층 단면 경계	132	자오선 통과 고도	188
삭	186	오존층	152	자전	189
살별	180	온난화	154	자전축	189
상대습도	156	온대 저기압	162	장마 전선	165
상상속의 대륙	122	온실 안과 같은 효과	153	저기압	162
상현달	186	온실가스	153	적색편이	205
생물권	114	온실가스 줄이기	154	전리권	152
서쪽썰린바람	170	완전 월식	183	전선	164
성분이 고루한 대기	151	완전 일식	183	절대등급	192
성층권	150	외핵	119	정상우주론	203
세차 운동	170	우리비	167	정체 전선	165
세일	131	우주 대 폭발 이론	203	정체성 고기압	161
소금기비율	144	우주라지오복사	178	조암광물	132
소행성	180	우주탐사	206	조흔색, 그음색	133
수권	114	원생대	135	주계열성	193
습곡	137	원시별	196	중간권	150
시상화석	136	원일점	184	중간권 움직임 현상	124
신생대	135	위도	151	중생대	135
심성암	130	유라기	135	지각	119
안드로메다은하	201	용기	137	지각 운동	138
암석	129	은하계의 중심부	200	지각과 맨틀의 경계면	120
얼음 결정	159	응결	157	지각변동	123
얼음이 녹다	154	응결점	157	지구 내부 구조	119

## 찾아보기(북)

지구 내부 에네르기	126	퇴적암의 결	131
지리권	113	편암	132
지진	118	포화 상태	156
지진대	127	폭염	168
지진으로 인한 파동	118	표준화석	136
지질시대	135	표층해류	171
지층	136	표층흐름	171
진도	118	풍화	133
질량비	196	플룸 구조론	125
질소의 순환	116	하류 돌무더기	143
찬공기 흐름	147	하연달	186
찬전선	164	한파	168
천재	167	해 먼점	184
천체가 도는 주기	185	해가까운점	184
청색편이	205	해풍	148
초생달	186	행성	180
총리	138	행성 초기 단계	205
침강	137	행성광행차	190
침전	129	혜성	180
ㅋ-ㅎ		화강편마암	132
코로나	179	화산대	127
큰셋별 폭발	196	화산암	130
타원 모양 은하	199	화성암	130
탄소 핵융합	179	황사	168
탄소의 순환	116	회오리바람	168
태양 복사 에네르기	115	흰색별	193
태양계	180		
태양폭발	181		
태풍	165		
퇴적암	131		



## 편집인

드림터치포을 통일한국교육팀

안연진 이지영 제예나

제일기획 신문화팀

박규식 장지은

## 자문위원

수학

박만구, 서울교육대학교 수학교육과 교수

물리

전영석, 서울교육대학교 과학교육과 교수

화학

유가연, 덕소중학교 과학 교사

생명과학

김민영, 성일중학교 과학 교사

지구과학

박지선, 서울 혜화여자고등학교 지구과학 교사

## 중국어 번역

박예은, 이화여자대학교 통역번역대학원 한중통역학과 재학

북경대학교 법학과 졸업

후창홍, 이화여자대학교 통역번역대학원 한중통역학과 재학

## 북한어 번역

수학

김향춘, 통일부 경기남부통일교육센터 전문강사

물리, 지구과학

지영순, 前겨레얼대안학교 행정 교사

화학

권영숙, 제연연구소 평화통일교육 강사

생명과학

이은희, 남북하나재단 북한이탈주민 전문상담사

## 제작참여

수학

임종윤, 연세대학교 연세대학교 수학과 졸업

연세대학교 교육대학원 수학교육과 재학

조하은, 이화여자대학교 수학과 재학

물리

박성현, 동국대학교 물리학과 재학

임지윤, 한동대학교 전산전자공학부 졸업

화학

김소연, 서울대학교 약학대학 재학

생명과학

김승현, 한양대학교 생명과학과 재학

지구과학

김주희, 고려대학교 지구환경과학과 재학

유주연, 한양대학교 전기생체공학부 재학

## 학습용 일러스트 제공

비상교육

허보욱 공아름 오민영 김혜리

## 글동무 단어통

## 자연과학편 물리·지구과학

2018.08.29 초판발행

펴낸이 유정근 최유강

펴낸곳 제일기획 드림터치포을

디자인 2x2

삽화 조성흠

일러스트 비상교육

주소 서울시 은평구 서오릉로 151 내남빌딩 7층 드림터치포을

내용 관련 문의 드림터치포을 통일한국교육팀

전화 02-6053-0045

ISBN 979-11-962631-5-7

이 책에 실린 단어는 플레이스토어 또는 앱스토어에서 ‘글동무’ App을 다운받으신 후 검색할 수 있습니다.

이 책은 탈북 청소년들에게 무료로 배포됩니다.





## 국내 최초 남·북한어·중국어 표기 학습용 단어집

누구나 이해하기 쉬운 설명



## 한 권으로 끝내는 과목별 기본 개념

중·고등학교 과목의 기초를 탄탄하게 할 수 있는

다양한 예문과 그림 수록



## 책으로 만나는 내 손 안의 글동무

글동무 App에 이어 한 손에 쏙 들어와 언제 어디서든

함께 할 수 있는 학습의 길잡이



54080

9

791196263157

ISBN 979-11-962631-5-7

ISBN 979-11-962631-3-3 (세트)

글동무 단어통은  사립의원에 **와** 사회복지공동모금회

학습용 일러스트를 제공해주신 비상교육과 함께합니다.