

I.

물질과 규칙성

- 1 물질의 규칙성과 결합
- 2 자연의 구성 물질

포트폴리오
만들기

이 단원을 학습하면서
다음 I창의·융합I 활동을 수행하여
포트폴리오를 만들어 보자.

19쪽

여러 가지 원소의
선 스펙트럼
관찰 보고서 쓰기

27쪽

우주 탄생부터 지구와
생명체 구성 원소 생성까지의
과정을 만화로 그리기

37쪽

창의적인
주기율표 만들기

자연은 무엇으로 이루어져 있으며, 자연을 이루는 물질은 어떤 규칙성이 있는가?

자연에 존재하는 물질들은 다양한 원소들로 구성되는데,
이러한 원소들은 우주가 탄생하여 진화하는 과정에서 만들어졌다.

지구와 생명체 또한 이 원소들이 결합하여 이루어진다.
지구와 생명체를 구성하는 물질들은 원소들이 일정한 규칙으로 결합하여 생성되며,

우리는 이러한 물질들을 다양하게 활용하고 있다.
이 단원에서는 자연을 이루는 다양한 물질의 기원과 규칙성을 알아본다.

77쪽

휘어지는 디스플레이가
생활에 가져올 변화를
예상하는 글 쓰기

69쪽

DNA 분자 구조를 밝히는 데
기여한 학자들의 업적에 대한
신문 기사 쓰기

63쪽

규산염 광물의 특징을
표현한 티셔츠 만들기

49쪽

하루 중 사용하는
화합물을 소재로
일기 쓰기

43쪽

화학 결합을 소재로
시화 작품 만들기

포트폴리오
평가하기

포트폴리오를 만든 후 다음 물음에 답해 보자.

- 포트폴리오는 이 단원을 학습하는 데 어떤 도움을 주었나?
- 포트폴리오에서 내세우고 싶은 우수한 점은 무엇인가?

1

물질의 규칙성과 결합

카 시오페이아 A 성운은 별이 폭발한 후 남은 잔해로 이루어져 있다. 지구와 생명체를 이루는 모든 물질들은 이러한 잔해에서 생성되었다. 이 물질들은 어떤 과정을 거쳐 생성되었으며, 어떻게 결합하여 행성이나 생명체를 이루었을까?

학습 계획

지구와 생명체를 구성하는 원소들은 어떻게 생성되었으며, 어떤 규칙성이 있는지 우주의 역사와 함께 알아본다. 또 원소들이 화학 결합을 하여 다양한 화합물을 생성하는 원리를 알아본다.

이전에 학습한 내용

- 우주 팽창
- 물질을 구성하는 원소
- 선 스펙트럼

이 단원의 내용

01. 우주의 시작과 원소의 생성
02. 지구와 생명체를 이루는 원소의 생성
03. 원소들의 주기성
04. 원소들의 화학 결합과 물질의 생성
05. 우리 주변의 다양한 물질

앞으로 학습할 내용

- 별의 특성과 진화
- 빅뱅 우주론
- 주기율표와 전자 배치
- 이온 결합, 공유 결합, 금속 결합

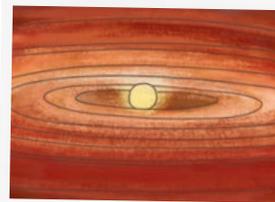
01

우주의 시작과 원소의 생성

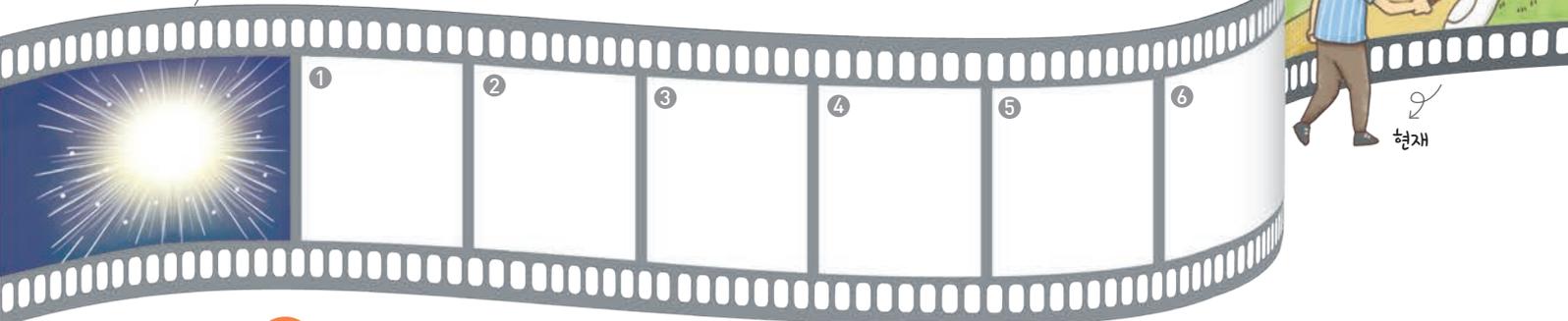
활동으로
단원 열기

우주 이야기 만들기

그림은 우주의 시작부터 현재에 이르기까지 우주에서 일어난 여러 가지 사건들을 나타낸 것이다.
이 사건들을 시간 순서대로 ①~⑥에 배열하고, 이를 이용하여 우주 이야기를 만들어 보자.



우주의 시작
①



학습
목표

우주가 시작된 이후 현재 우주를 구성하고 있는 원소는 어떻게 생성된 것일까?

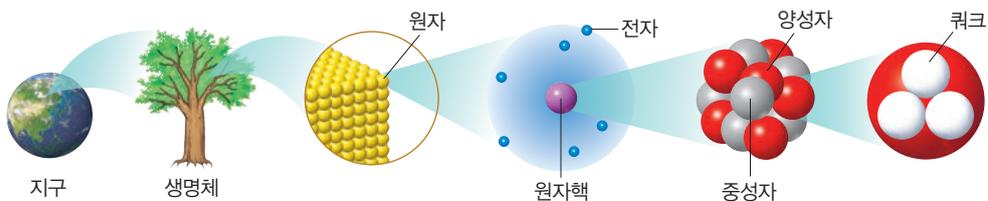
- | 이 단원을 학습하면 |
- 우주 초기부터의 진화를 거쳐 원소가 만들어진 과정을 설명할 수 있다.
 - 선 스펙트럼을 관찰하여 우주에 있는 원소를 파악하는 원리를 추론할 수 있다.
 - 선 스펙트럼을 관찰하여 알아낸 우주의 원소 분포를 설명할 수 있다.

빅뱅과 원자의 형성

지구와 생명체는 다양한 물질로 구성되어 있다. 모든 물질은 원자로 이루어져 있고, 원자는 원자핵과 전자로 이루어져 있다. 원자핵은 다시 양성자와 중성자로 나누어지며, 양성자와 중성자는 각각 쿼크라고 하는 가장 작은 입자들의 조합으로 만들어진다.

• 쿼크

물질을 구성하는 가장 작은 단위의 입자로, 현재까지 6종류가 발견되었다.



|그림 I-1| 물질을 구성하는 입자

인터넷 활용

천문우주지식정보(astro.kasi.re.kr)의 '천문학습관'에서 우주 초기의 진화에 대한 동영상을 볼 수 있다.

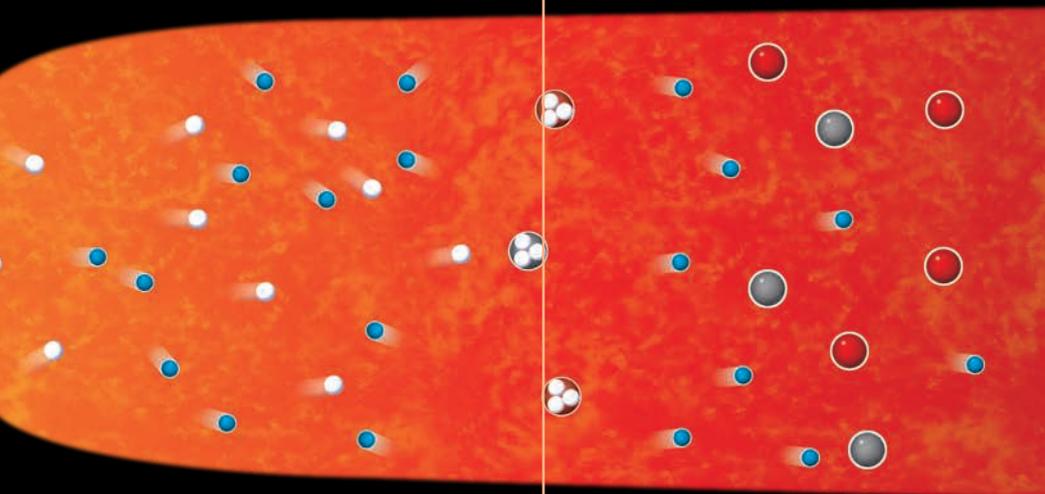
이러한 입자들은 어떻게 만들어진 것일까? 빅뱅 우주론에 따르면 지금으로부터 약 138억 년 전 매우 뜨겁고 밀도가 높은 한 점에서 빅뱅(대폭발)이 일어나 우주가 탄생하였으며, 우주 초기의 진화 과정에서 여러 가지 입자가 만들어졌다.

|그림 I-2| 빅뱅 이후 약 38만 년 동안 원자가 만들어진 과정

우주의 탄생
빅뱅(대폭발)이 일어나
우주가 탄생하였다.

최초의 입자 형성
쿼크와 전자 같은 최초의
입자가 형성되었다.

양성자와 중성자의 형성
쿼크가 결합하여 양성자와
중성자를 형성하였다.



쿼크 전자

양성자 중성자

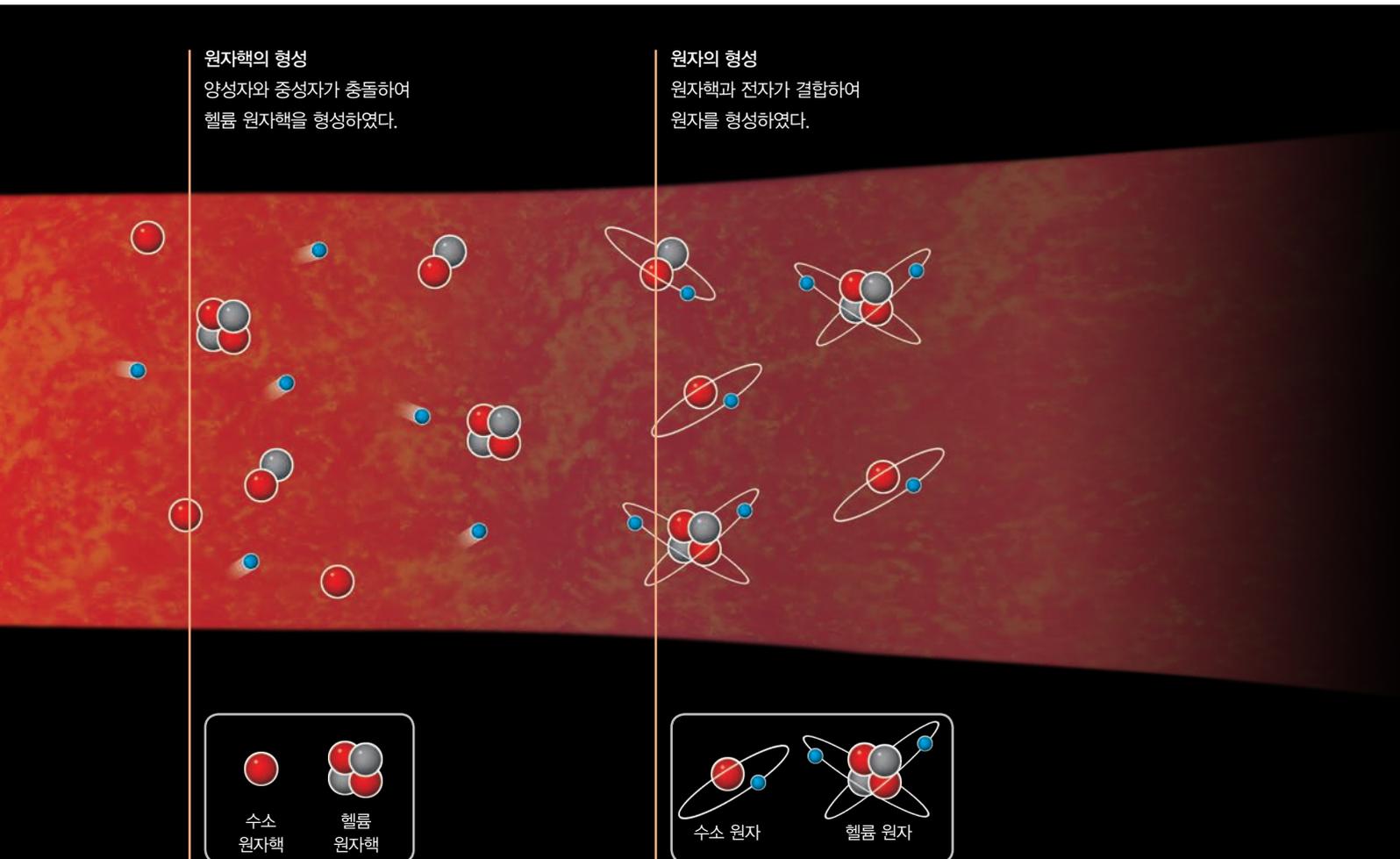
빅뱅 직후의 우주는 매우 고온의 상태였기 때문에 입자가 존재할 수 없었다. 그러나 |그림 I-2|와 같이 우주가 급격히 팽창하는 과정에서 온도가 낮아졌고, 최초로 쿼크와 전자 같은 작은 입자들이 만들어지기 시작하였다.

우주가 계속 팽창하면서 온도는 더욱 낮아졌고, 쿼크들은 서로 결합하여 양성자와 중성자를 만들었다. 양성자는 그 자체로 수소 원자핵이 되었으며, 양성자와 중성자가 충돌하여 헬륨 원자핵이 만들어졌다.

빅뱅이 일어나고 약 38만 년이 지난 후에는 우주의 온도가 더 낮아져 원자핵과 전자가 결합할 수 있게 되었다. 이에 따라 수소 원자핵은 전자 한 개와 결합하여 수소 원자가 되고, 헬륨 원자핵은 전자 두 개와 결합하여 헬륨 원자가 되었다.

이처럼 우주는 빅뱅 이후 계속 팽창하며 온도가 점차 낮아졌고, 그 과정에서 쿼크에서 원자에 이르기까지 물질을 구성하는 입자들이 차례대로 만들어졌다.

확인 물질을 구성하는 기본 입자로, 빅뱅 이후 최초로 만들어진 입자 2종류는 무엇인가?



해 보기

우주 배경 복사의 발견이 빅뱅 우주론에 미친 영향

다음 [자료 1]은 우주의 기원을 두고 대립하던 두 과학자의 주장이고, [자료 2]는 우주 배경 복사에 대한 설명이다.

자료 1

우주론 논쟁

호일(Hoyle, Sir. F., 1915~2001) 등 과거의 많은 과학자들은 우주가 항상 같은 밀도를 유지한다는 정상 우주론을 지지하였다. 그러나 1956년 가모프(Gamow, G., 1904~1968)가 우주는 매우 작은 점에서 폭발적으로 팽창하여 현재 상태가 되었다는 빅뱅 우주론을 제안하며 우주론에 대한 논쟁이 시작되었다.



자료 2

원자가 생성되면서 우주에는 큰 변화가 발생하였다. 빅뱅 직후 우주는 빛이 여러 전하를 띤 입자들에 막혀서 빠져나갈 수 없는 상태였는데, 전자가 원자핵과 결합하여 전기적으로 중성인 수소 원자와 헬륨 원자를 형성함으로써 빛이 방해를 받지 않고 퍼져 나가게 되었다. 이 빛은 현재 우주 전역에서 전파 형태로 관측되는데, 이를 우주 배경 복사라고 한다. 우주 배경 복사는 1964년 펜지어스(Penzias, A. A., 1933~)와 윌슨(Wilson, R. W., 1936~)이 지상 전파 망원경을 이용하여 최초로 관측하였다.



우주 배경 복사의 발견은 빅뱅 우주론이 확립되는 과정에서 중요한 역할을 하였다. 위의 두 자료를 참고로 하여 우주 배경 복사의 발견이 빅뱅 우주론에 미친 영향을 알아보자.

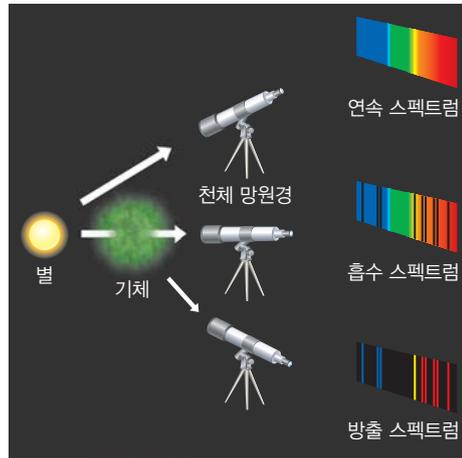
- 두 과학자의 논쟁에서 쟁점은 무엇인가?
- 우주 배경 복사가 발견된 후, 두 과학자의 논쟁은 어떻게 끝이 났을까?
- 우주 배경 복사의 발견이 빅뱅 우주론의 확립 과정에 미친 영향을 설명해 보자.

스펙트럼과 우주의 원소 분포

우주 배경 복사뿐만 아니라 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비 3:1도 빅뱅 우주론을 뒷받침하는 강력한 증거이다. 빅뱅 우주론에서 추정된 수소와 헬륨의 질량비가 우주의 실제 질량비와 일치한다는 사실이 밝혀지면서 빅뱅 우주론은 더욱 확고한 지지를 얻게 되었다. 그렇다면 과학자들은 우주에 수소와 헬륨 같은 원소가 존재한다는 사실을 어떻게 알아냈을까?

별빛의 스펙트럼을 이용하면 우주에 존재하는 원소의 정보를 얻을 수 있다. 스펙트럼은 |그림 I-3|과 같이 모든 파장 영역에서 연속적인 색이 나타나는 연속 스펙트럼과 불연속적인 선이 나타나는 선 스펙트럼으로 구분할 수 있다. 선 스펙트럼에는 흡수 스펙트럼과 방출 스펙트럼이 있다. 저온의 기체를 통과한 별빛을 관측하면 검은 색의 흡수선이 나타나고, 고온의 별 주변에서 온도가 높아진 기체를 관측하면 여러 색의 방출선이 나타난다.

흡수선과 방출선은 |그림 I-4|와 같이 원소의 종류에 따라 다른 위치에서 나타난다. 따라서 선 스펙트럼을 관찰하면 별을 구성하는 원소의 종류를 알아낼 수 있다.



|그림 I-3| 연속 스펙트럼과 선 스펙트럼



|그림 I-4| 수소와 탄소의 선 스펙트럼

수소와 헬륨의 질량비

빅뱅 우주론을 주장한 가모프는 우주 초기에 핵합성이 일어났을 것으로 추정하여 수소와 헬륨의 질량비를 이론적으로 계산하였다. 이후 과학자들은 관측 결과를 이용하여 실제 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비가 약 3:1임을 밝혔다.

선 스펙트럼의 원리

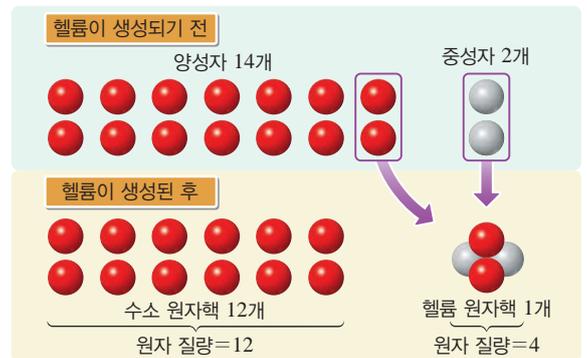
선 스펙트럼은 기체를 구성하는 원소들이 항상 특정한 파장의 에너지만을 흡수하거나 방출하기 때문에 나타난다. 따라서 한 종류의 원소에서 관찰되는 흡수선과 방출선의 위치는 같다.

자료실

빅뱅 우주론에서 추정된 수소와 헬륨의 질량비

빅뱅 우주론에 따르면 우주 초기에는 양성자와 중성자의 수가 거의 같았다. 이후 우주의 온도가 낮아지면서 중성자가 양성자와 전자로 붕괴되어 양성자와 중성자의 개수비가 약 7:1이 되었을 때 헬륨 원자핵이 만들어지기 시작하였다. |그림 I-5|와 같이 양성자 14개와 중성자 2개의 개수비로 구성되어 있던 우주에서 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵 1개를 만들면, 수소 원자핵 12개가 남게 되어 수소와 헬륨의 질량비는 약 3:1이 된다.

|그림 I-5| 수소와 헬륨의 질량비



다음 탐구에서 스펙트럼을 직접 관찰해 보고, 우주를 이루는 원소의 분포를 확인하는 방법을 알아보자.

탐구

실험

목표 | 스펙트럼을 이용하여 우주의 원소 분포를 알아내는 원리를 설명할 수 있다.

인성 | 자신이 맡은 역할을 책임지고, 실험 결과를 협동하여 정리한다.

준비물 | 수소 기체가 들어 있는 방전관, 간이 분광기, 고전압 발생장치, 휴대 전화, 색연필, 내열장갑

과학적 탐구 능력 / 과학적 문제 해결력

스펙트럼을 관찰하여 알아낸 우주의 원소 분포

문제 인식 | 스펙트럼을 관찰하여 어떻게 우주에 존재하는 원소를 알아낼 수 있을까?

과정

- 어두운 곳에서 간이 분광기로 휴대 전화 화면을 관찰하고 나타나는 스펙트럼을 그림으로 그린다.
- 간이 분광기로 수소 기체가 들어 있는 방전관에서 방출되는 빛을 관찰하고 나타나는 스펙트럼을 그림으로 그린다.



안전하게 활동하기

- 진공 방전관은 고전압이 발생하므로 감전에 주의한다.
- 방전관의 유리를 깨뜨리지 않도록 주의한다.
- 방전관은 뜨거우므로 맨손으로 만지지 않도록 주의한다.

과정 1

과정 2

3. 다음은 과정 2와 같이 다양한 원소가 들어 있는 방전관을 관찰하여 얻은 방출 스펙트럼 및 태양과 미지의 별의 흡수 스펙트럼을 나타낸 것이다. 제시된 스펙트럼을 비교하여 태양과 미지의 별에 존재하는 원소를 확인하고, 결과를 표에 기록한다.

수소		원소	태양	미지의 별
헬륨		수소		
나트륨		헬륨		
칼슘		나트륨		
태양		칼슘		
미지의 별				

| 결과 및 논의 |

1. 휴대 전화 화면과 수소 기체의 스펙트럼은 어떻게 다른지 설명해 보자.



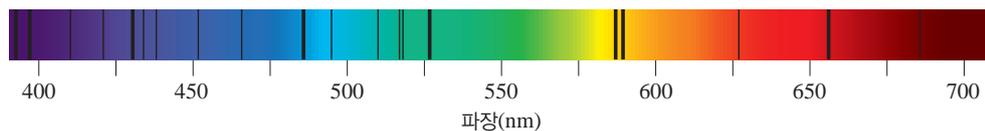
2. 태양과 미지의 별에 모두 존재하는 원소는 무엇인지 확인하고, 이러한 결과가 나타나는 까닭을 토의해 보자.



| 결론 | 스펙트럼을 이용하여 우주의 원소 분포를 알아내는 원리를 설명해 보자.



원소는 종류에 따라 고유한 스펙트럼을 나타내므로 별빛의 스펙트럼을 이와 비교하면 별을 구성하는 원소를 알아낼 수 있다. 19세기 초 프라운호퍼는 최초로 태양의 스펙트럼에서 수백 개의 흡수선을 발견하였다. 이후 과학자들은 태양의 흡수선을 분석하여 태양의 대기가 수소, 헬륨, 나트륨 등 다양한 원소로 구성되어 있음을 알아냈다.



| 그림 1-6 | 태양의 스펙트럼

별빛의 스펙트럼에서 나타나는 흡수선의 세기는 그 별을 구성하는 원소의 밀도에 비례하므로 각 흡수선의 선폭을 비교하면 원소의 질량비도 알 수 있다. 이와 같은 방법으로 다양한 별빛의 스펙트럼을 분석한 결과 우주 전역에 수소와 헬륨이 존재하며 두 원소의 질량비가 약 3:1이라는 것이 밝혀졌다. 우주를 구성하는 수소와 헬륨은 빅뱅 이후 우주가 팽창하는 과정에서 생성되었으며, 은하와 별을 이루는 재료가 되었다.

확인 별빛의 스펙트럼을 분석하여 알아낸 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비는 얼마인가?

스스로 해결하기

1. **이해** 수소와 헬륨의 질량비가 약 3:1이라는 것이 빅뱅 우주론의 증거가 되는 까닭을 설명해 보자.
2. **적용** 일상생활에서 수소와 헬륨이 사용되는 사례를 찾아보자.
3. **창의·융합** 나트륨, 칼슘 등 여러 가지 원소의 불꽃 반응에서 나타나는 불꽃을 분광기로 관찰하고, 원소의 스펙트럼을 사진으로 찍어 이를 다양한 별의 스펙트럼과 비교하는 보고서를 써 보자.



프라운호퍼(Fraunhofer, J. von, 1787~1826)

태양과 별의 스펙트럼을 연구하였으며, 1814년에는 태양의 스펙트럼에서 많은 흡수선(프라운호퍼선)을 발견하였다.

이 단원을 학습한 후 13쪽의 학습 목표를 확인하고, 질문에 답해 보자.

02

지구와 생명체를 이루는 원소의 생성

활동으로
단원 열기

사람의 몸을 이루는 원소

사람의 몸은 뼈, 근육, 혈액, 털 등 다양한 물질로 구성되어 있고, 이 물질들은 모두 여러 원소로 이루어져 있다. 우리 몸을 이루는 원소에는 어떤 것이 있을까?

1.  **부록** 325쪽에 있는 원소 비율 퍼즐을 실선에 따라 자른 후 맞춰 보자.
2. 사람의 몸을 이루는 주요 원소에는 어떤 것이 있는지 이야기해 보자.



학습
목표

지구와 생명체를 구성하는 원소들은 어떻게 만들어진 것일까?

- | 이 단원을 학습하면 |
- 지구와 생명체를 구성하는 원소를 알고, 별이 진화하며 다양한 원소가 만들어지는 과정을 설명할 수 있다.
 - 지구가 만들어진 과정을 알고, 지구와 생명체를 구성하는 물질의 기원을 추론할 수 있다.
 - 지구와 생명의 역사가 우주 역사의 일부분임을 해석할 수 있다.

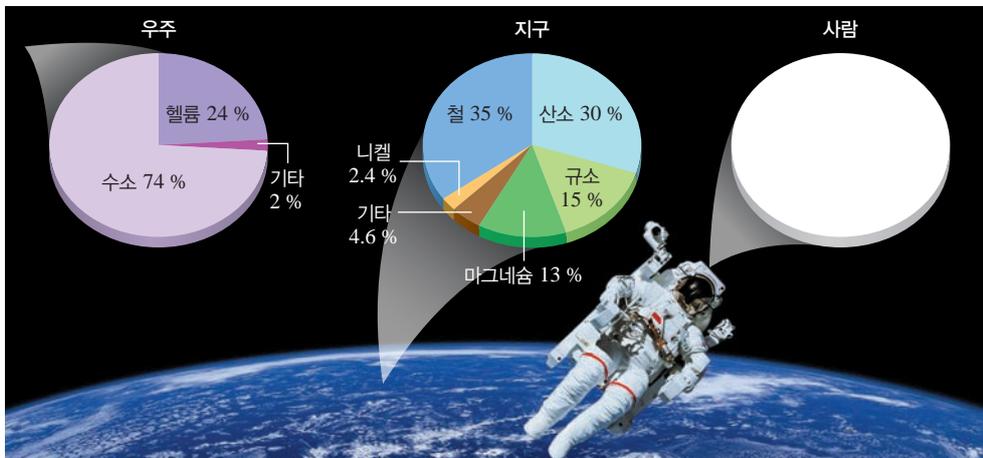
지구와 생명체를 구성하는 원소

사람의 몸은 대부분 물로 구성되어 있기 때문에 산소와 수소가 풍부하고, 그 외에 뼈나 근육을 이루는 탄소, 질소, 칼슘 등 다양한 원소들이 존재한다. 그런데 우주나 지구를 구성하는 원소는 사람의 몸을 구성하는 원소와는 매우 다르다. 다음 활동에서 우주, 지구, 생명체를 구성하는 원소들은 어떻게 다른지 알아보자.

해 보기

우주, 지구, 생명체를 구성하는 원소

다음은 우주, 지구, 사람의 몸을 구성하는 주요 원소의 질량비를 나타내는 그래프이다. **활동으로 단원 열기**에서 완성한 퍼즐을 이용하여 사람의 몸을 구성하는 주요 원소의 질량비를 나타내는 그래프를 완성해 보자.



(출처: (좌) 『The Alchemy of the Heavens』, 1996, (중앙) 『Essentials of Geology』, 2009)

- 우주를 구성하는 주요 원소와 지구를 구성하는 주요 원소는 어떤 차이가 있는가?
- 우주를 구성하는 주요 원소와 사람의 몸을 구성하는 주요 원소는 어떤 차이가 있는가?

우주의 주요 원소는 수소와 헬륨으로, 우주를 구성하는 전체 원소의 약 98%를 차지한다. 하지만 지구에는 수소와 헬륨은 극히 적은 반면 철, 산소, 규소 등이 풍부하다. 생명체에서도 수소는 전체 질량의 약 10%이고 헬륨은 거의 없는 반면 산소와 탄소가 질량의 대부분을 차지한다.

지구와 생명체를 구성하는 원소들은 과거 우주에서 만들어진 것이다. 그러나 우주 초기에는 수소와 헬륨밖에 존재하지 않았다. 그렇다면 이처럼 다양한 원소들은 어디에서 어떤 과정을 거쳐 생성된 것일까?

확인 지구와 생명체를 구성하는 원소 중 가장 높은 질량비를 차지하는 것은 각각 무엇인가?

별의 진화와 원소의 생성

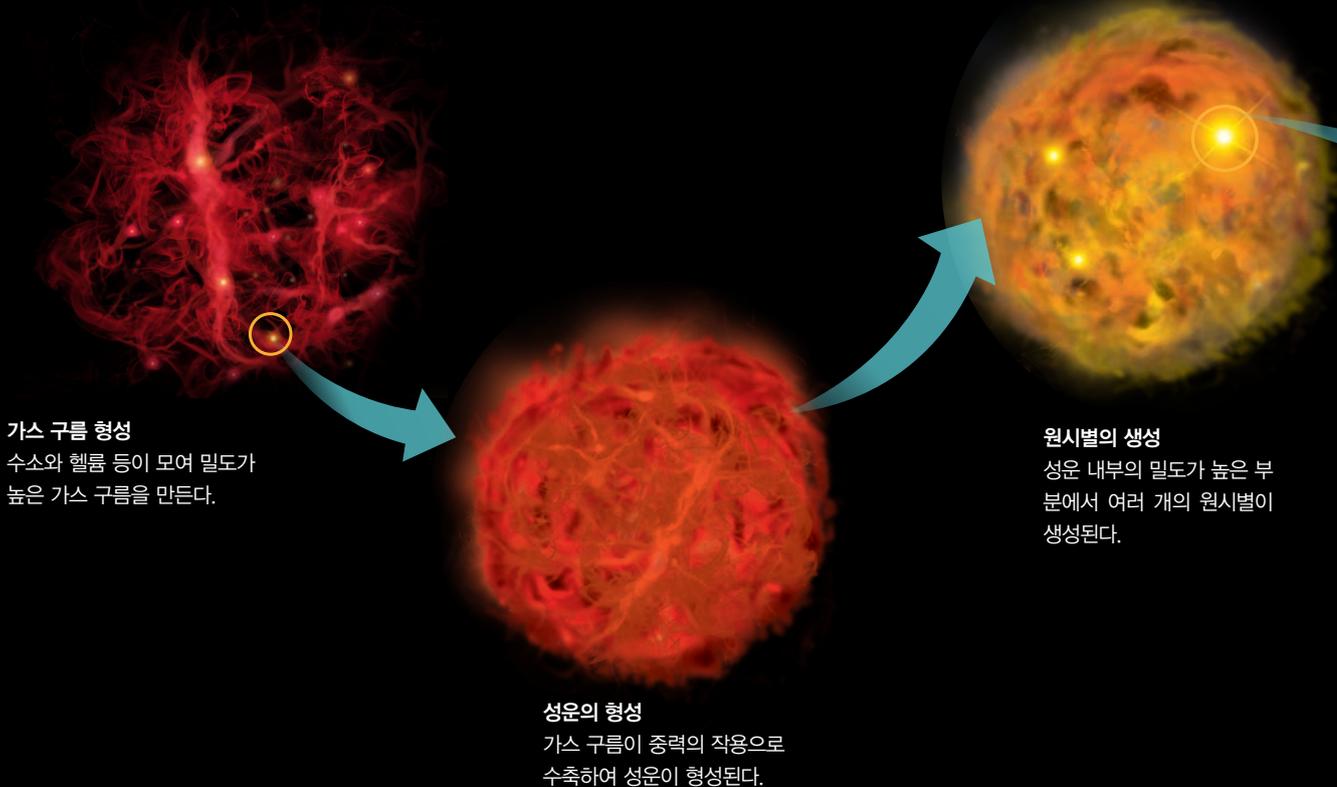
현재 지구에 존재하는 것으로 알려진 원소는 약 110종류가 넘는다. 이 원소들은 우주가 시작된 후 별이 탄생하고 진화하는 과정에서 만들어졌다. 별은 어떻게 탄생하고, 어떤 단계를 거치며 진화할까?

별의 탄생과 진화 | 그림 1-7은 우주 초기에 별이 탄생한 과정을 나타낸 것이다. 수소와 헬륨은 우주 전역에 존재하지만 모든 곳에서 밀도가 균일한 것은 아니다. 밀도가 높은 곳은 밀도가 낮은 곳에 비해 중력이 더 커지고, 따라서 더 많은 수소와 헬륨을 끌어당기게 된다. 이 과정이 점점 빠르게 진행되어 주변에 비해 밀도가 매우 높은 **가스 구름**이 만들어진다. 가스 구름은 중력의 작용으로 수축하여 성운을 만들고, 이 성운 내부의 밀도가 높은 곳에서 여러 개의 원시별이 만들어진다. 원시별은 주변의 가스를 끌어당기며 중력이 커지고 점점 더 뜨거워지는데, 원시별의 중심 온도가 1000만 K 이상이 되면 핵융합에 의해 내부의 에너지를 빛의 형태로 방출하며 별로서 일생을 시작하게 된다. 최초의 별은 빅뱅 이후 약 2억 년이 지난 후에 탄생한 것으로 추정된다.

가스 구름

수소, 헬륨과 같은 기체가 모여 구름과 같은 형태를 이룬 것으로, 하나의 가스 구름에서 크고 작은 여러 개의 성운이 만들어진다.

| 그림 1-7 | 우주 초기에 별이 탄생한 과정



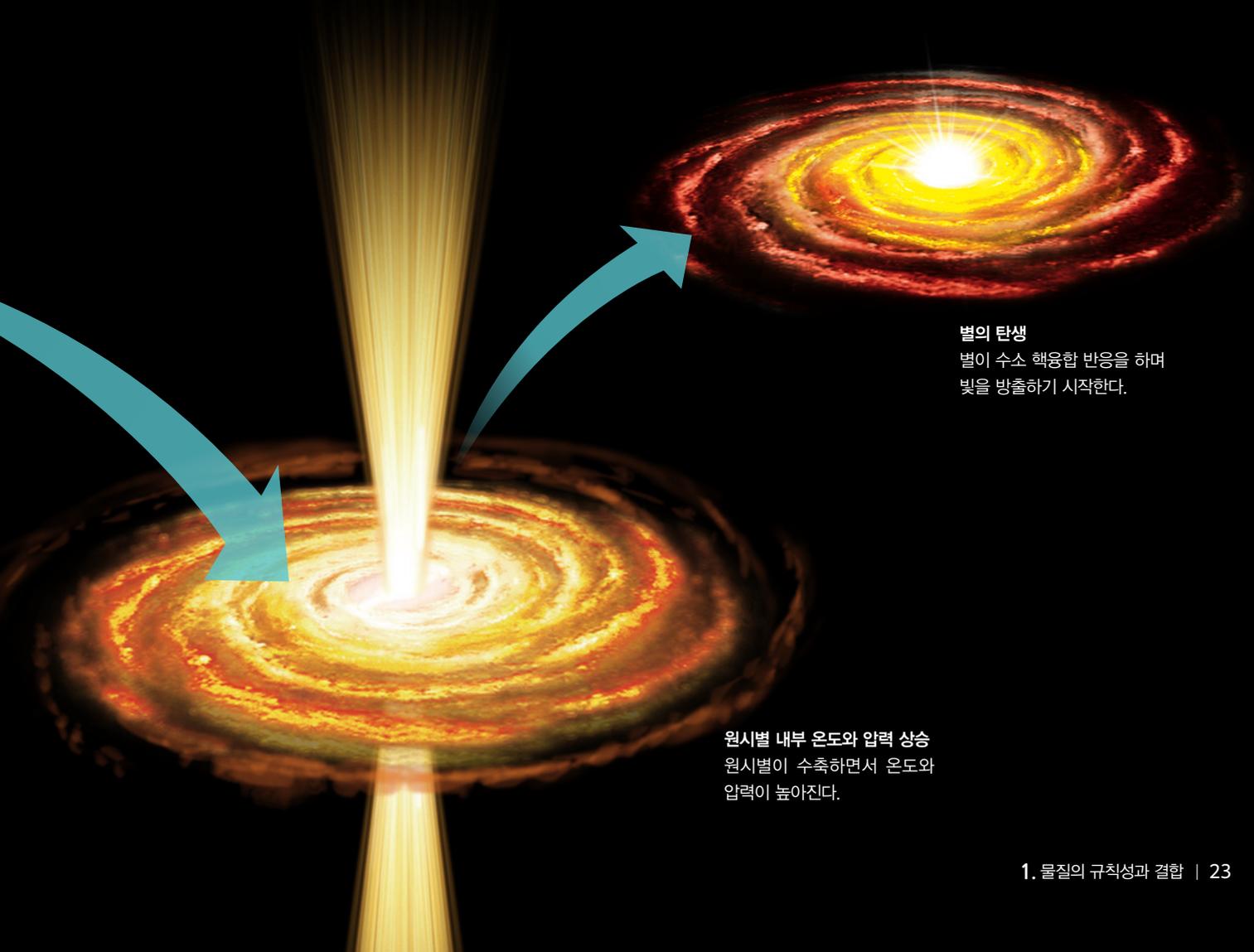
별은 성운에서 탄생하여 오랜 시간 동안 여러 단계의 진화를 거친 후 수명을 다한다. 이러한 별의 탄생과 죽음의 과정은 계속해서 반복되는데, 별의 질량에 따라 진화 단계와 수명이 달라진다.

철보다 가벼운 원소의 생성 | 모든 별의 진화는 수소의 핵융합 반응으로 시작된다. 핵융합은 가벼운 원자핵 몇 개가 결합하여 더 무거운 원자핵을 만드는 것으로, 별이 방출하는 에너지의 근원이다.

연결 학습 291쪽
수소 핵융합 반응의 자세한 과정을 학습할 수 있다.

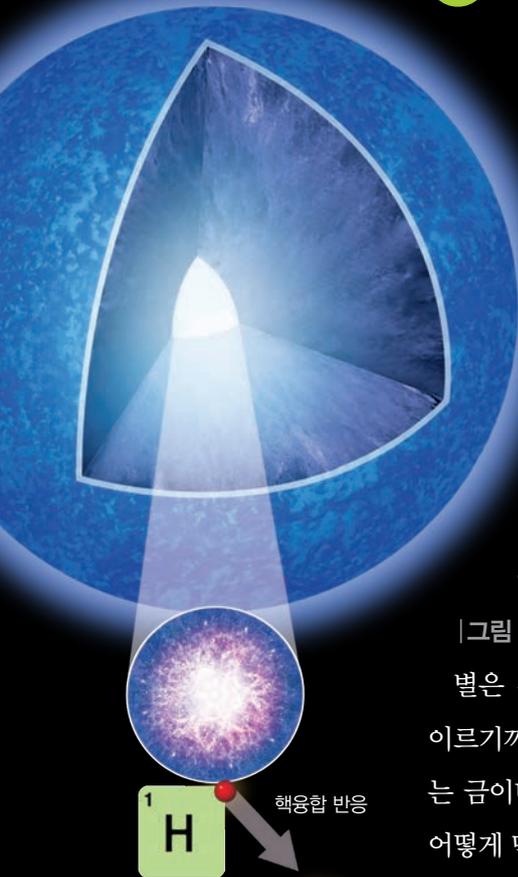
수소 핵융합 반응이 일어나면 헬륨 원자핵이 만들어진다. 별의 중심부에 있던 수소가 모두 헬륨으로 바뀌면 핵융합 반응이 멈추고, 주변에 반응하지 않은 수소를 남긴 채 헬륨으로 이루어진 중심부는 중력의 작용으로 수축한다. 그 결과 중심부의 온도는 급격히 높아진다.

별의 중심부 온도가 1억 K 이상이 되면 별에서는 헬륨 핵융합이 시작되어 지구에서 생명체가 생성될 때 없어서는 안 되는 탄소, 산소와 같은 원소가 만들어진다.



별의 탄생
별이 수소 핵융합 반응을 하며 빛을 방출하기 시작한다.

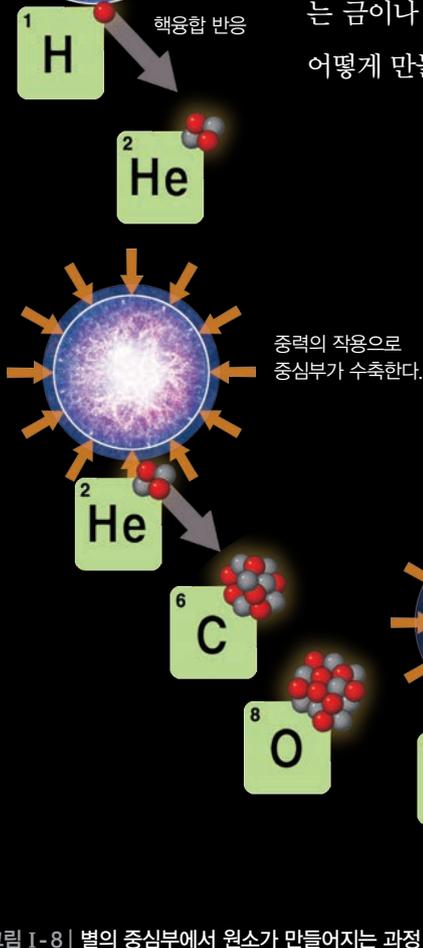
원시별 내부 온도와 압력 상승
원시별이 수축하면서 온도와 압력이 높아진다.



별의 중심부에 있던 헬륨이 모두 사용되면 핵융합 반응이 멈추고, 주변에 반응하지 않은 헬륨을 남긴 채 탄소가 이루어진 중심부는 중력의 작용으로 수축한다. 그 결과 중심부 온도는 더욱 높아져 탄소 핵융합 반응이 일어나고, 네온과 마그네슘 같은 원소가 만들어진다.

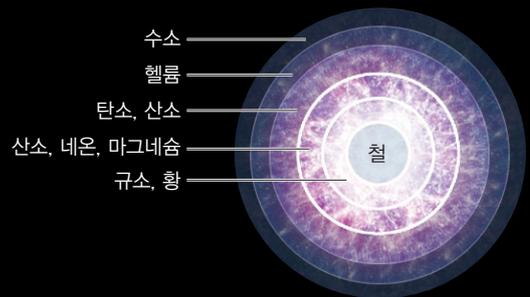
태양과 같이 상대적으로 질량이 작은 별은 탄소 핵융합 반응이 일어날 정도로 온도가 높아지지 않기 때문에 헬륨 핵융합 반응까지만 일어나고 죽음을 맞는다. 반면 질량이 태양의 10배 이상인 별에서는 상대적으로 빠르게 수소와 헬륨 핵융합 반응이 끝나고 탄소, 산소, 규소 핵융합 반응이 일어나 마지막으로 철이 생성된다. |그림 I-8|은 이러한 별의 중심부에서 원소가 만들어지는 과정을 나타낸 것이다. 모든 과정을 마친 별의 중심부는 |그림 I-9|와 같은 구조를 이룬다.

별은 진화 과정을 거치면서 중심부에서 일어나는 핵융합 반응으로 탄소에서 철에 이르기까지 우주 초기에는 존재하지 않던 다양한 원소들을 만들어 낸다. 그런데 지구에는 금이나 우라늄 등과 같이 철보다 무거운 원소들도 존재한다. 철보다 무거운 원소는 어떻게 만들어진 것일까?



|그림 I-8| 별의 중심부에서 원소가 만들어지는 과정

|그림 I-9| 질량이 태양의 10배 이상인 별의 중심부



철보다 무거운 원소의 생성 | 철의 원자핵은 매우 안정하기 때문에 별의 중심부에 철이 만들어지면 더 이상 핵융합 반응이 일어나지 않는다. |그림 I-11|과 같이 모든 핵융합 반응이 끝난 별은 중심을 향해 급격히 붕괴하면서 초신성으로 폭발한다. 이 과정에서 엄청난 에너지가 방출되며 한꺼번에 핵융합 반응이 일어나 철보다 무거운 금, 납, 우라늄 등의 원소가 만들어진다.

초신성 폭발이 일어나면 마지막 폭발 과정에서 만들어진 철보다 무거운 원소를 포함하여 별의 진화 과정에서 만들어진 탄소, 질소, 산소, 철 등이 우주 공간으로 방출된다. 초신성 폭발로 방출된 물질들은 성운과 같은 초신성 잔해를 이루고, 이후 새로운 별을 만드는 데 다시 사용된다.

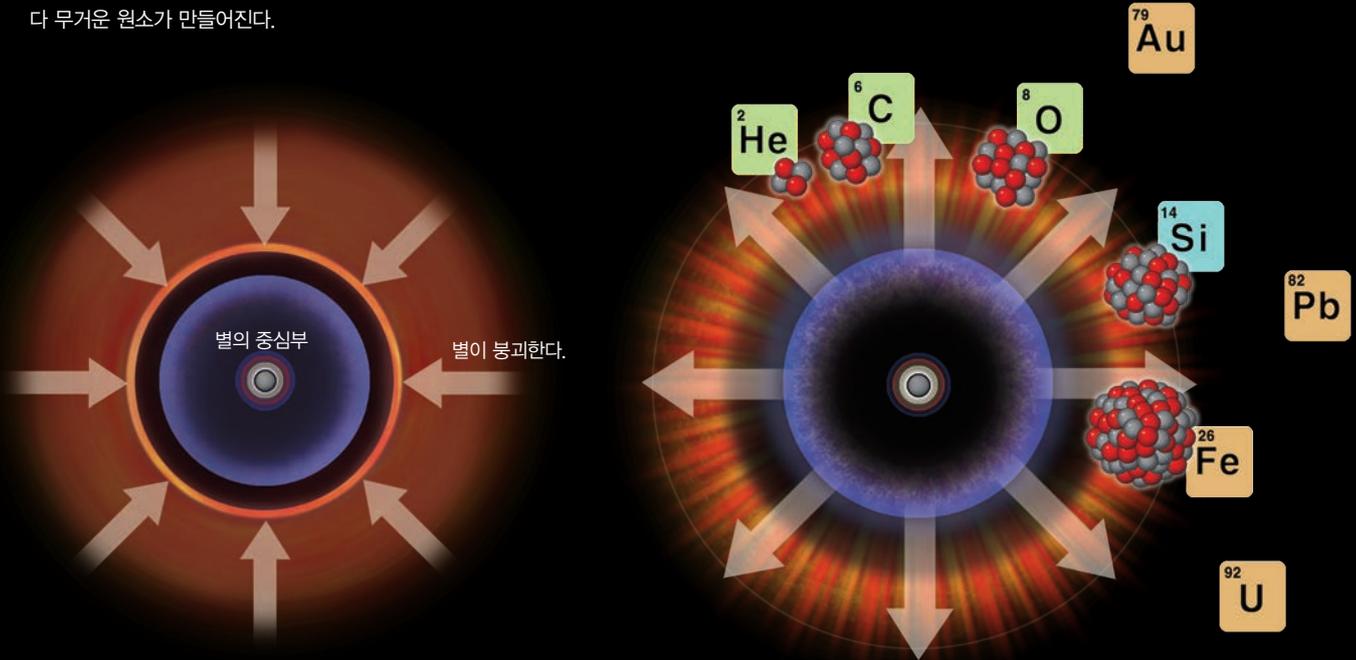


|그림 I-10| 게 성운 약 1천 년 전에 관측된 초신성 잔해이다.

- 확인**
1. 별의 중심부에서 헬륨 핵융합 반응으로 만들어지는 원소는 무엇인가?
 2. 별에서 철보다 무거운 원소는 어떻게 만들어지는가?

|그림 I-11| 철보다 무거운 원소가 만들어지는 과정

중심부의 핵융합 반응이 끝난 별은 급격하게 붕괴하면서 초신성으로 폭발하고, 이 과정에서 핵융합 반응이 일어나 철보다 무거운 원소가 만들어진다.



핵융합 반응이 끝나 내부에서 더 이상 에너지를 방출하지 못하는 별은 급격히 붕괴한다.

초신성 폭발로 철보다 무거운 원소들이 생성되고, 이와 함께 별의 진화 과정에서 만들어진 원소들이 우주로 방출된다.

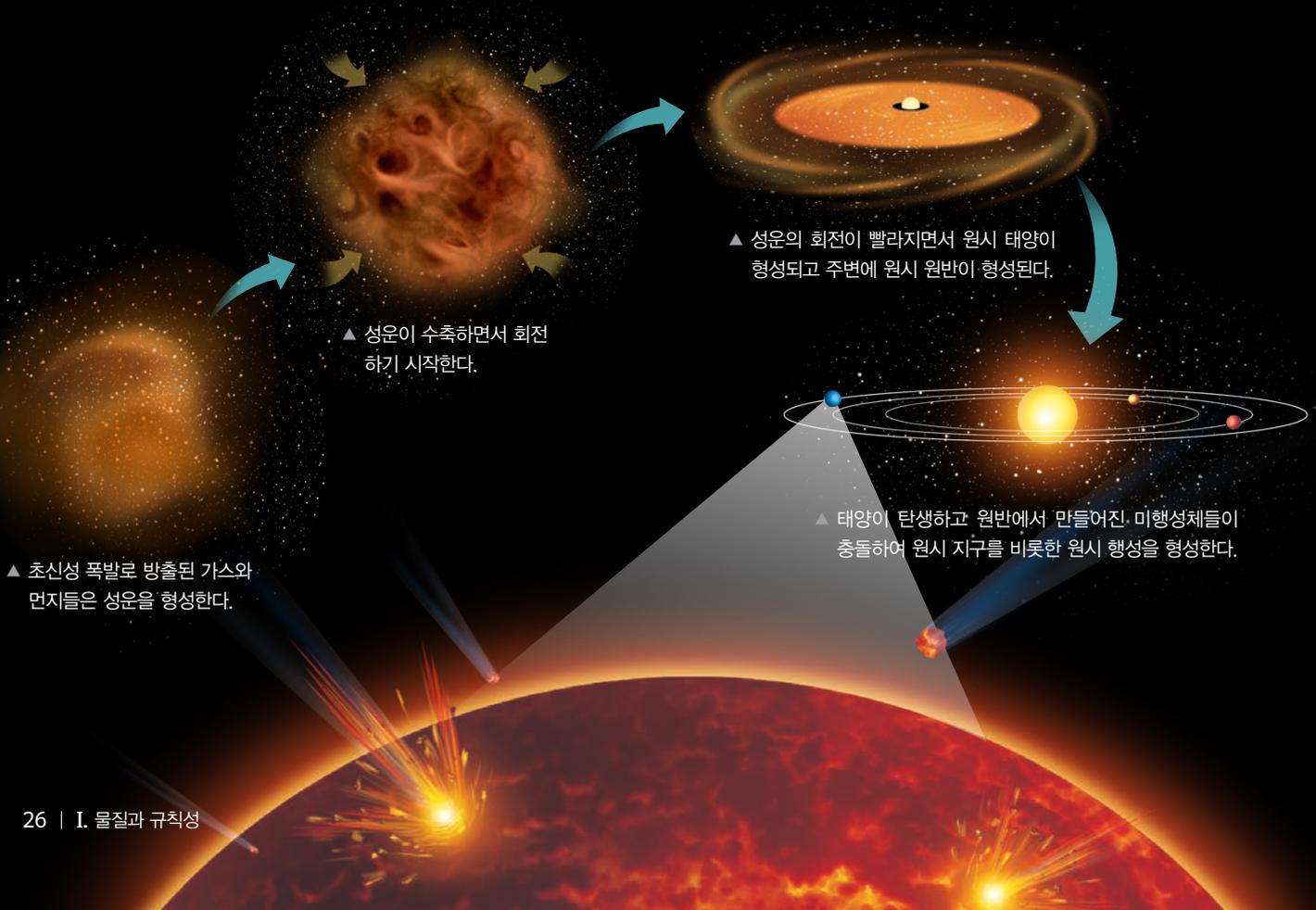
태양계와 지구의 형성

초신성 폭발로 우주로 방출된 다양한 원소들은 지구를 비롯한 태양계 천체를 만드는 재료가 되었다. 태양계는 어떤 과정으로 형성되었을까?

[그림 I-12]는 태양계와 원시 지구의 형성 과정을 나타낸 것이다. 태양계의 형성을 설명하는 가설에 따르면 태양계 천체들은 초신성 폭발로 만들어진 거대한 성운에서 약 50억 년 전에 탄생하였다. 안정한 상태로 있던 성운 내부의 가스와 먼지는 우리 은하에 있던 초신성 폭발로 흔들리며 밀도가 불균일해졌다. 이에 따라 성운은 밀도가 큰 부분을 중심으로 수축하면서 서서히 회전하기 시작하였다. 성운의 회전 속도가 빨라지며 중심부에 원시 태양이 형성되었고, 그 주변부에는 같은 방향으로 회전하는 원시 원반이 만들어졌다. 원시 태양의 중심부는 중력 수축으로 압력과 온도가 점차 높아졌고, 수소 핵융합 반응이 일어나기 시작하며 마침내 스스로 빛을 내는 별인 태양이 되었다.

한편 원시 원반에서도 중력의 작용으로 가스와 먼지 같은 물질들이 뭉쳐 미행성체가 만들어졌고, 이 미행성체들이 서로 충돌하여 원시 행성을 형성하였다. 지구와 같은 태양계의 행성들은 이러한 과정으로 만들어졌다.

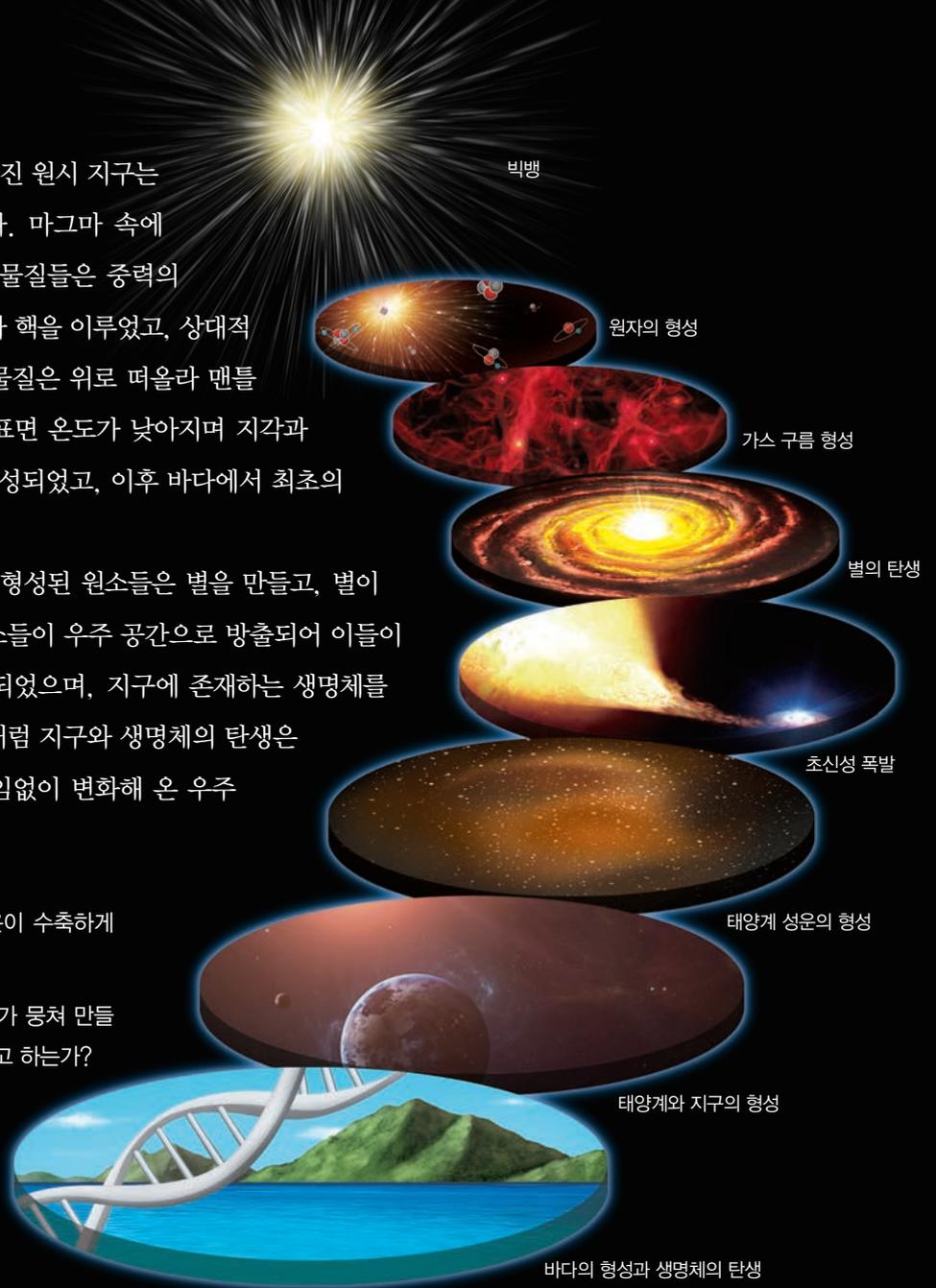
|그림 I-12| 태양계와 원시 지구의 형성 과정



미행성체들이 충돌하여 만들어진 원시 지구는 뜨거운 마그마의 바다 상태였다. 마그마 속에 포함된 철과 니켈 등의 무거운 물질들은 중력의 작용으로 지구 중심으로 가라앉아 핵을 이루었고, 상대적으로 가벼운 규소와 산소 등의 물질은 위로 떠올라 맨틀과 지각을 형성하였다. 지구의 표면 온도가 낮아지며 지각과 대기의 상호 작용으로 바다가 형성되었고, 이후 바다에서 최초의 생명체가 탄생하였다.

[그림 I-13]과 같이 빅뱅으로 형성된 원소들은 별을 만들고, 별이 일생 동안 만들어 낸 수많은 원소들이 우주 공간으로 방출되어 이들이 다시 태양계를 만드는 데 사용되었으며, 지구에 존재하는 생명체를 구성하는 유기물을 만들었다. 이처럼 지구와 생명체의 탄생은 약 138억 년 전에 시작되어 끊임없이 변화해 온 우주 역사의 한 부분이다.

- 확인**
1. 태양계를 만든 거대한 성운이 수축하게 된 까닭은 무엇인가?
 2. 원시 원반에서 가스와 먼지가 뭉쳐 만들어진 작은 물체를 무엇이라고 하는가?



[그림 I-13] 지구와 생명체를 구성하는 물질의 기원

스스로 해결하기

1. **이해** 지구에 철보다 무거운 원소들이 존재하는 까닭이 무엇인지 설명해 보자.
2. **적용** 일상생활에서 사용하는 여러 물건들을 구성하는 원소를 알아보고, 원소들을 기원에 따라 나누어 보자.
3. **창의·융합** 우주의 탄생부터 지구와 생명체를 구성하는 원소들이 생성되기까지의 과정을 4컷 만화로 만들어 보자.

이 단원을 학습한 후 20쪽의 학습 목표를 확인하고, 질문에 답해 보자.

03

원소들의 주기성

활동으로
단원 열기

원소 분류하기

우리 주변의 수많은 물질은 원소로 이루어져 있다. 다음은 여러 가지 원소에 대한 자료이다.

 <p>He 헬륨</p> <ul style="list-style-type: none"> • 기체 • 무색 • 전기가 통하지 않는다. 	 <p>Cu 구리</p> <ul style="list-style-type: none"> • 고체 • 붉은색 • 전기가 잘 통한다. 	 <p>O 산소</p> <ul style="list-style-type: none"> • 기체 • 무색 • 전기가 통하지 않는다.
 <p>S 황</p> <ul style="list-style-type: none"> • 고체 • 노란색 • 전기가 통하지 않는다. 	 <p>Au 금</p> <ul style="list-style-type: none"> • 고체 • 노란색 • 전기가 잘 통한다. 	 <p>Fe 철</p> <ul style="list-style-type: none"> • 고체 • 은백색 • 전기가 잘 통한다.

1. 위 자료를 보고 일정한 기준을 정하여 원소들을 분류해 보자.
2. 위 원소들을 금속과 비금속으로 분류하고, 그렇게 분류한 까닭을 설명해 보자.

학습
목표

원소의 성질이 규칙적으로 나타나도록 원소들을 배열할 수 있을까?

- | 이 단원을 학습하면 |
- 세상을 이루는 물질은 원소로 이루어져 있음을 이해한다.
 - 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 통해 자연의 규칙성을 찾을 수 있다.

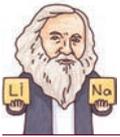
원소와 주기율표

우주에 가장 많이 존재하는 원소는 수소와 헬륨이다. 지구의 대기에는 주로 질소와 산소가 포함되어 있고, 지각에는 산소와 규소가, 바다에는 산소와 수소가 많이 포함되어 있다. 또 사람의 몸은 산소, 탄소, 수소, 질소, 칼슘, 인 등의 원소로 이루어져 있다. 도심의 건물, 자동차, 가로등, 도로 등도 구리, 철, 마그네슘, 알루미늄, 규소, 탄소 등과 같은 다양한 원소로 이루어져 있다. |그림 I-14| 는 세상을 이루는 다양한 원소를 나타낸 것이다.

우리 주변에는 수많은 종류의 물질이 있지만, 물질을 이루는 원소의 종류는 물질의 종류에 비해 매우 적다. 현재까지 알려진 원소는 약 110종류이다. 이러한 원소들 사이에 어떤 관련성이 있는지를 찾아 원소들을 체계적으로 분류하면 물질 세계의 규칙성을 찾아낼 수 있다. 어떻게 하면 원소들을 체계적으로 분류할 수 있을까?

|그림 I-14| 세상을 이루는 다양한 원소





멘델레예프(Mendeleev, D. I., 1834~1907)
 주기율표를 만들면서 당시까지 발견되지 않은 원소의 자리는 비워 두고 새로운 원소의 존재를 예측하였다.

연결 학습 35쪽
 원자 번호의 개념을 학습할 수 있다.

과학자들은 오래전부터 원소들을 체계적으로 분류하는 방법을 연구하였다. 그 결과 원소의 성질이 규칙적으로 나타나도록 원소들을 배열한 표를 만들었는데, 이를 **주기율표**라고 한다. 1869년에 멘델레예프는 당시까지 발견된 63종의 원소들을 상대적 질량에 따라 순서대로 나열하여 주기율표를 만들었다. 그런데 원소를 상대적 질량순으로 배열하면 몇몇 원소들의 성질이 주기성을 벗어나는 문제점이 있었다. 1913년에 모즐리(Moseley, H. G. J., 1887~1915)는 원소의 주기적 성질이 원자 번호와 관련 있다는 사실을 알아냈다.

현재 사용하는 주기율표는 |그림 I-15|와 같이 원소를 원자 번호 순서대로 나열하다가 성질이 비슷한 원소가 같은 세로줄에 오도록 배열한 것이다. 주기율표의 가로줄은 주기라고 하며, 1주기부터 7주기까지 있다. 주기율표의 세로줄은 족이라고 하며, 1족부터

|그림 I-15| 주기율표

족	1	2	3	4	5	6	7	8	9
주기 1	1 H 수소								
2	3 Li 리튬	4 Be 베릴륨				11 Na 나트륨			
3	11 Na 나트륨	12 Mg 마그네슘							
4	19 K 칼륨	20 Ca 칼슘	21 Sc 스칸듐	22 Ti 타이타늄	23 V 바나듐	24 Cr 크로뮴	25 Mn 망가니즈	26 Fe 철	27 Co 코발트
5	37 Rb 루비듐	38 Sr 스트론튬	39 Y 이트륨	40 Zr 지르코늄	41 Nb 나이오븀	42 Mo 몰리브덴	43 Tc 테크네튬	44 Ru 루테튬	45 Rh 로듐
6	55 Cs 세슘	56 Ba 바륨	57~71 *란타넘족	72 Hf 하프늄	73 Ta 탄탈럼	74 W 텅스텐	75 Re 레늄	76 Os 오스뮴	77 Ir 이리듐
7	87 Fr 프랑슘	88 Ra 라듐	89~103 **악티늄족	104 Rf 러더포듐	105 Db 더브늄	106 Sg 시보그뮴	107 Bh 보륨	108 Hs 하슘	109 Mt 마이트너뮴

원자 번호
 원소 기호
 원소 이름

금속
 준금속
 비금속



수소
 우주에 가장 풍부한 원소이다. 우주 왕복선과 연료 전지의 연료로 이용된다.

마그네슘
 연소할 때 밝은 빛을 내므로 불꽃놀이, 조명탄 등에 이용된다.

*란타넘족

57 La 란타넘	58 Ce 세륨	59 Pr 프라세오디뮴	60 Nd 네오디뮴	61 Pm 프로메튬	62 Sm 사마륨
------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------

**악티늄족

89 Ac 악티늄	90 Th 토륨	91 Pa 프로트악티늄	92 U 우라늄	93 Np 넵투늄	94 Pu 플루토늄
------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------	------------------------	-------------------------



18족까지 있다. 주기율표에서 같은 족 원소들은 화학적 성질이 비슷하다.

원소는 크게 금속과 비금속으로 분류할 수 있다. 금속은 대부분 특유의 광택이 있고, 열을 잘 전달하며, 전기가 잘 통한다. 또 금속은 외부에서 힘을 가하면 부서지지 않고 모양이 변하여 얇게 펴지는 성질이 있다. 실온에서 금속은 대부분 고체 상태이며, 수은만 액체 상태이다. 비금속은 금속과 달리 대부분 열을 잘 전달하지 않고, 전기가 잘 통하지 않는다. 또 실온에서 비금속은 대부분 기체 또는 고체 상태이며, 브로민만 액체 상태이다.

인터넷 활용

사이언스올(www.scienceall.com)에서 '주기율표'를 검색하면 다양한 자료를 찾을 수 있다.

- 확인** 1. 원소들을 성질이 규칙적으로 나타나도록 배열한 표를 무엇이라고 하는가?
 2. 다음 원소들을 금속과 비금속으로 분류하시오.

Mg O He Cu K S

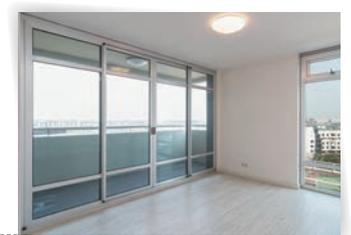
10 11 12 13 14 15 16 17 18

										2 He 헬륨								
										5 B 붕소	6 C 탄소	7 N 질소	8 O 산소	9 F 플루오린	10 Ne 네온			
										13 Al 알루미늄	14 Si 규소	15 P 인	16 S 황	17 Cl 염소	18 Ar 아르곤			
28 Ni 니켈	29 Cu 구리	30 Zn 아연	31 Ga 갈륨	32 Ge 저마늄	33 As 비소	34 Se 셀레늄	35 Br 브로민	36 Kr 크립톤										
46 Pd 팔라듐	47 Ag 은	48 Cd 카드뮴	49 In 인듐	50 Sn 주석	51 Sb 안티모니	52 Te 텔루륨	53 I 아이오딘	54 Xe 제논										
78 Pt 백금	79 Au 금	80 Hg 수은	81 Tl 탈륨	82 Pb 납	83 Bi 비스무트	84 Po 폴로늄	85 At 아스타틴	86 Rn 라돈										
110 Ds 다름슈타튬	111 Rg 뢴트게늄	112 Cn 코페르니슘	113 Nh 니호늄	114 Fl 플레로븀	115 Mc 모스코븀	116 Lv 리버모륨	117 Ts 테네신	118 Og 오가네손										
										63 Eu 유로퓸	64 Gd 가돌리늄	65 Tb 터븀	66 Dy 디스프로슘	67 Ho 홀뮴	68 Er 어븀	69 Tm 툴륨	70 Yb 이터븀	71 Lu 루테튬
										95 Am 아메리슘	96 Cm 퀴륨	97 Bk 버클륨	98 Cf 캘리포늄	99 Es 아인슈타이늄	100 Fm 페르뮴	101 Md 멘델레븀	102 No 노벨륨	103 Lr 로렌슘

실온에서 상태
 고체 액체 기체



질소
반응성이 작으므로 과자 등 식품 포장용 충전 기체로 이용된다.



알루미늄
가볍고 얇게 펴지는 성질이 있어서 창틀, 지붕 재료 등 건축 자재로 이용된다.

원소들의 주기성

달력에서 같은 요일이 규칙적으로 나타나는 것처럼 주기율표에서도 원소들의 비슷한 성질이 주기적으로 나타난다. 주기율표의 1족에서 수소를 제외한 리튬, 나트륨, 칼륨 등을 알칼리 금속이라고 한다. 알칼리 금속이 나타내는 공통적인 성질을 다음 탐구에서 알아보자.

탐구

시범 실험

목표 | 알칼리 금속의 성질을 알아보고, 같은 족 원소는 비슷한 성질이 있다는 것을 확인할 수 있다.

준비물 | 리튬, 나트륨, 칼륨, 페놀프탈레인 용액, 비커, 스포이트, 유리판, 핀셋, 칼, 보안경, 실험용 고무장갑



안전하게 활동하기

- 알칼리 금속과 시약이 피부에 닿지 않게 주의한다.
- 실험 후 남은 알칼리 금속은 모아서 선생님에게 전달하여 안전하게 처리한다.
- 알칼리 금속은 공기 중의 산소나 물과 쉽게 반응하므로 석유에 넣어 보관한다.

• 페놀프탈레인 용액

용액의 색상을 구분하는 지시약이다. 색 변화로 알칼리 금속과 물이 반응한 것을 확인할 수 있다.

과학적 사고력

과학적 탐구 능력

알칼리 금속의 성질

문제 인식 | 알칼리 금속은 공통적으로 어떤 성질이 있을까?

과정 |

1. 물기 없는 유리판 위에 리튬을 올려놓고 칼로 자르면서 단단한 정도와 단면의 색 변화를 관찰한다.
2. 비커에 물을 $\frac{1}{3}$ 정도 넣고 페놀프탈레인 용액을 1~2방울 떨어뜨린다.
3. 좁쌀 크기의 리튬 조각을 비커에 넣은 후 리튬이 물과 반응하는 모습과 용액의 색 변화를 관찰한다.
 - 주의** • 알칼리 금속 조각이 크면 위험하므로 좁쌀 정도의 크기로 작게 잘라 실험한다.
 - 알칼리 금속이 물과 반응할 때 발생하는 증기를 마시지 않도록 주의한다.
4. 나트륨과 칼륨을 사용하여 과정 1~3을 반복한다.



결과 및 논의

실험 결과를 표에 정리해 보자.

알칼리 금속		리튬	나트륨	칼륨
과정 1	단단한 정도			
	단면의 색 변화			
과정 3	물과 반응하는 모습			
	용액의 색 변화			

결론

리튬, 나트륨, 칼륨의 공통적인 성질을 설명해 보자.



알칼리 금속인 리튬, 나트륨, 칼륨 등은 성질이 매우 비슷하다. 알칼리 금속은 모두 실온에서 고체 상태이며, 다른 금속에 비해 밀도가 작다. 또 은백색 광택을 띠며, 칼로 쉽게 잘릴 정도로 무른 금속이다. 알칼리 금속은 반응성이 매우 커서 공기 중의 산소와 빠르게 반응하며, 실온에서도 물과 격렬하게 반응한다.

주기율표의 17족 원소인 플루오린, 염소, 브로민, 아이오딘 등을 할로젠이라고 한다. 할로젠은 모두 비금속이고, 색을 띠고 있다. 실온에서 플루오린과 염소는 기체, 브로민은 액체, 아이오딘은 고체 상태이다. 또 할로젠은 반응성이 매우 커서 다른 원소와 잘 반응한다. 예를 들어 염소는 나트륨과 격렬하게 반응하여 흰색 고체인 염화 나트륨을 생성한다.

활동 김장이

알칼리 금속은 반응성이 매우 커서 안전사고에 대한 특별한 주의가 필요하다.

1. 알칼리 금속 조각을 크게 잘라 실험할 경우 비커에서 폭발이 일어날 수 있다.
2. 알칼리 금속 조각을 손으로 직접 만지면 상처를 입을 수 있다.
3. 알칼리 금속 조각을 창밖으로 던지거나, 바닥 또는 휴지통에 버리면 자연 발화되어 화재가 발생할 수 있다.

알칼리

알칼리(alkali)라는 이름은 '식물을 태우고 남은 재'라는 뜻에서 유래되었다.

할로젠

할로젠(halogen)이라는 이름은 '소금을 만든다.'라는 뜻에서 유래되었다.

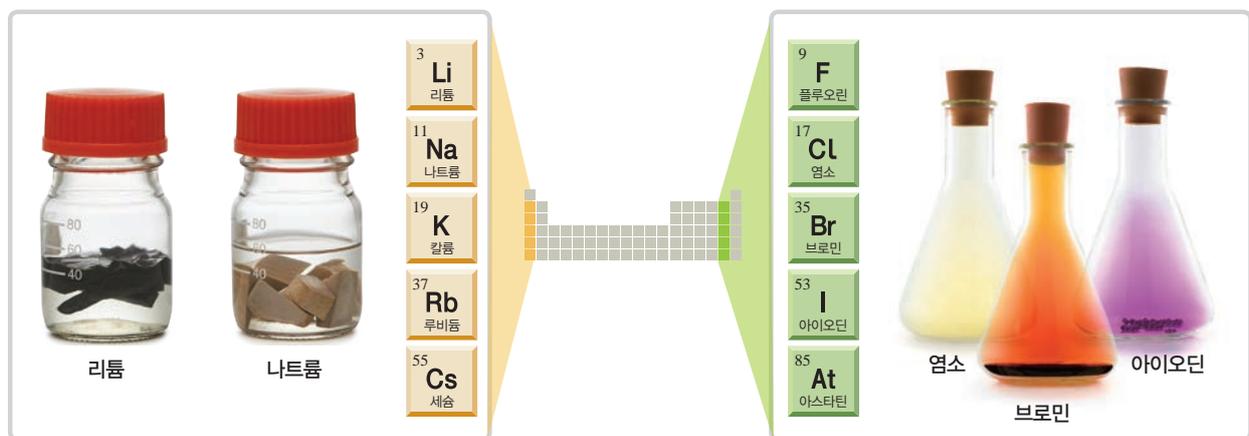


그림 I-16 | 알칼리 금속과 할로젠

알칼리 금속과 할로젠은 반응성이 크기 때문에 다른 물질과 반응하여 여러 가지 화합물을 생성하며, 이러한 화합물은 일상생활에서 다양하게 이용되고 있다. 알칼리 금속과 할로젠이 어떻게 이용되는지 다음 활동에서 알아보자.

해 보기

알칼리 금속과 할로젠의 이용

그림은 알칼리 금속과 할로젠이 일상생활에서 이용되는 사례를 나타낸 것이다.

(가) 알칼리 금속의 이용



▲ 휴대 전화의 배터리



▲ 터널 안의 조명



▲ 비료

(나) 할로젠의 이용



▲ 충치 예방용 치약



▲ 수영장 물의 소독제



▲ 상처 소독약

- 휴대 전화의 배터리, 터널 안의 조명, 비료에는 알칼리 금속이 이용된다. 각각 어떤 원소가 이용되는지 찾아보자.
- 충치 예방용 치약, 수영장 물의 소독제, 상처 소독약에는 할로젠이 이용된다. 각각 어떤 원소가 이용되는지 찾아보자.

확인 1. 수소를 제외한 1족 원소를 무엇이라고 하는가?

2. 다음 중 같은 족 원소를 모두 고르시오.

염소

나트륨

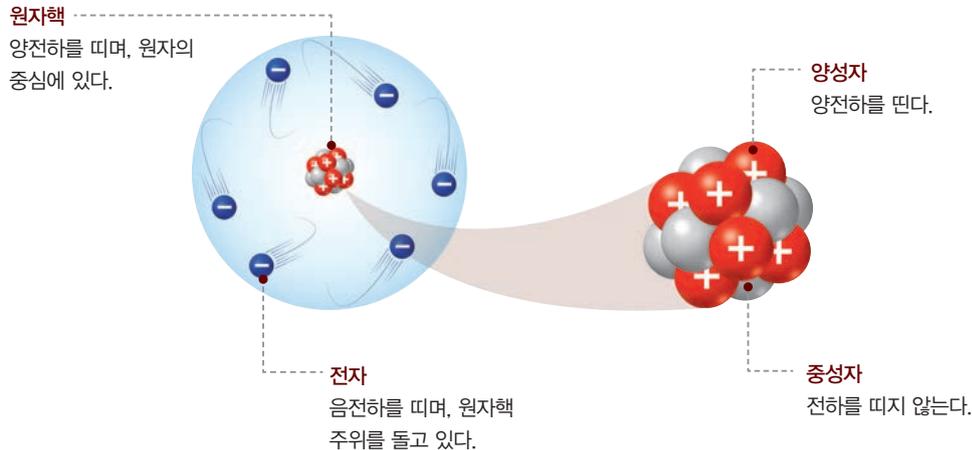
아이오딘

아르곤

플루오린

원소들의 주기성이 나타나는 까닭

원자는 |그림 I-17|과 같이 원자핵과 전자로 이루어져 있고, 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있다. 한 원자를 구성하는 양성자와 전자의 수가 같으므로 원자는 전기적으로 중성이다. 또 양성자의 수는 원자마다 다르며, 양성자의 수에 따라 원자 번호가 정해진다.



|그림 I-17| 원자의 구조

과학자들은 원자의 구조를 연구하여 새로운 사실을 밝혀냈고, 그에 따라 원자 모형을 수정하였다. 1913년에 보어(Bohr, N. H. D., 1885~1962)는 원자핵 주위의 전자가 특정한 에너지 준위의 궤도를 따라 운동한다고 제안하였다. 이 궤도를 전자 껍질이라고 한다. 보어가 제안한 원자 모형에서 전자는 원자핵에 가까운 전자 껍질부터 차례로 배치되는데, 각 전자 껍질에 최대 배치될 수 있는 전자의 수는 정해져 있다. |표 I-1|은 전자 껍질에 전자를 배치하여 수소, 탄소, 마그네슘의 원자 모형을 나타낸 것이다.

원소	수소	탄소	마그네슘
원자 번호	1	6	12
양성자의 수	1	6	12
전자의 수	1	6	12
원자 모형			

탄소 원자 모형

원자 번호가 6인 탄소는 양성자가 6개이므로 원자핵의 전하는 6+이다. 또 한 원자에서 양성자의 수와 전자의 수가 같으므로 탄소의 전자는 6개이다.

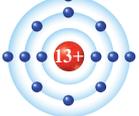
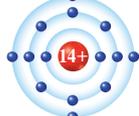
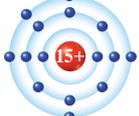
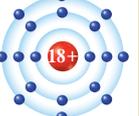
원자 번호 = 양성자의 수
= 전자의 수

|표 I-1| 수소, 탄소, 마그네슘의 원자 모형 첫 번째 전자 껍질에는 최대 전자 2개가 배치될 수 있고, 두 번째 전자 껍질에는 최대 전자 8개가 배치될 수 있다.

주기율표에서 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 까닭은 원자의 전자 껍질에 전자가 어떻게 배치되어 있는지와 관련이 있다. 다음 활동에서 원자의 전자 배치를 알아보자.

해 보기 원자의 전자 배치

그림은 원자 번호 1~18까지 원자의 전자 배치를 나타낸 것이다.

족	1							18
주기								
1	 수소							 헬륨
2	 리튬	 베릴륨	 붕소	 탄소	 질소	 산소	 플루오린	 네온
3	 나트륨	 마그네슘	 알루미늄	 규소	 인	 황	 염소	 아르곤

- 같은 주기 원소들은 전자 배치에 어떤 공통점이 있는가?
- 같은 족 원소들은 전자 배치에 어떤 공통점이 있는가?
- 같은 족 원소들이 비슷한 화학적 성질을 나타내는 까닭을 전자 배치와 관련지어 토의해 보자.

주기율표에서 같은 주기 원소들은 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다. 예를 들어 1주기 원소인 수소와 헬륨은 전자 껍질이 1개이고, 2주기 원소인 리튬, 탄소, 산소 등은 전자 껍질이 2개이다.

원자의 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자를 원자가 전자라고 하는데, 원자가 전자는 원소의 화학적 성질을 결정한다. 주기율표에서 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같다. 예를 들어 1족 원소인 리튬, 나트륨, 칼륨 등은 원자가 전자가 1개이고, 17족 원소인 플루오린, 염소, 브로민 등은 원자가 전자가 7개이다. 이와 같이 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같기 때문에 화학적 성질이 비슷하다.

확인 같은 족 원소들의 화학적 성질이 비슷한 까닭은 무엇인가?

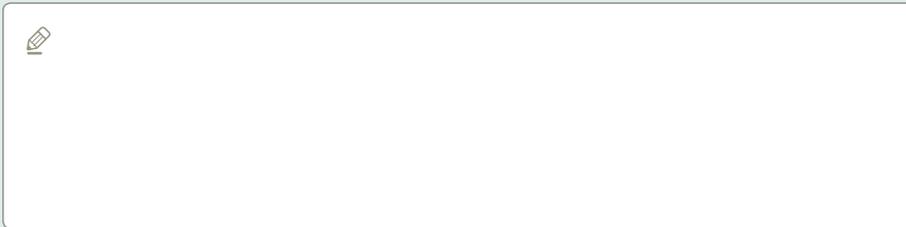
스스로 해결하기

1. **이해** 주기율표에서 족과 주기는 무엇이며, 같은 족 원소들은 어떤 공통점이 있는지 설명해 보자.
2. **적용** 일상생활에서 전기가 잘 통하는 금속의 성질이 이용된 물건을 찾아보자.
3. **창의·융합** 주기율표는 원소와 관련된 다양한 정보를 알려 주므로 과학에서 매우 유용하다. 지구의 원소 분포, 원소의 성질과 용도 등을 바탕으로 창의적인 주기율표를 만들어 보자.

조사하기

준비물 | 인터넷이 연결된 컴퓨터, 과학 도서

- ① 모둠별로 지구에 많이 분포하는 원소를 조사해 보자.
- ② 원자 번호 1~20까지 원소의 성질과 용도 등을 조사해 보자.



주기율표 만들기

준비물 | 종이, 색연필, 사인펜, 가위, 자, 풀, 접착테이프 등

- ① 종이를 잘라 카드 20장을 만들자.
- ② 원소에 대해 조사한 내용을 카드에 어떻게 표현할지 토의해 보자.
- ③ 각 원소에 대한 내용을 카드에 나타낸 후, 원소 카드를 배열하여 창의적인 주기율표를 완성해 보자.

✔ 이 단원을 학습한 후 28쪽의 학습 목표를 확인하고, 질문에 답해 보자.

평가 길잡이

주기율표를 평가할 때 다음 내용을 고려한다.

- 원소 카드를 참신하게 표현하여 주기율표를 만들었는가?
- 원소 카드에 원소의 성질과 용도가 잘 드러났는가?
- 원소의 주기적 성질이 나타나도록 원소 카드를 배열하였는가?



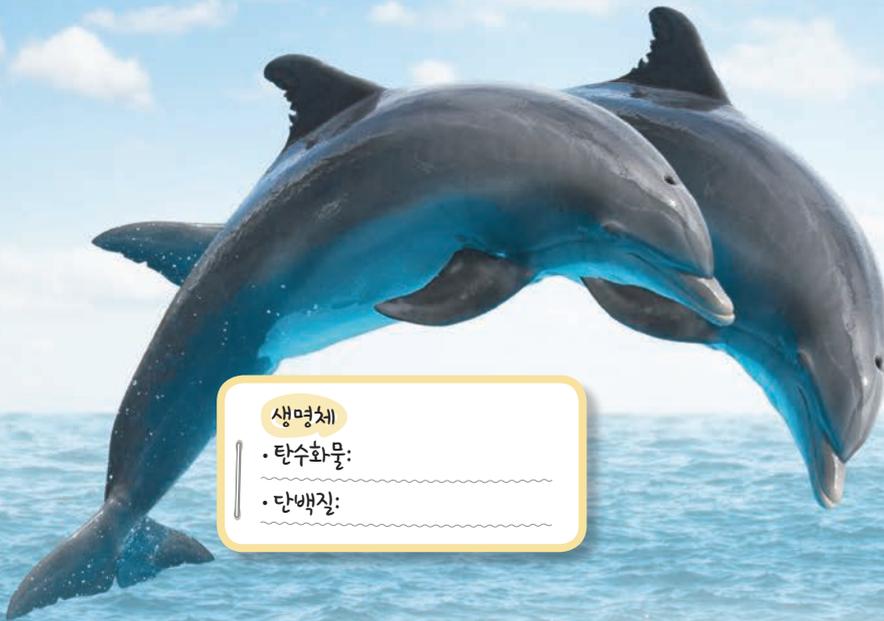
04

원소들의 화학 결합과 물질의 생성

활동으로
단원 열기

원소들의 화학 결합으로 이루어진 물질

다음은 지구와 생명체를 이루는 여러 가지 물질을 나타낸 것이다.



공기

· 산소:

· 질소:

· 이산화 탄소:

생명체

· 탄수화물:

· 단백질:

바다

· 물:

· 염화 나트륨:

· 염화 마그네슘:

1. 물질은 성분 원소들이 다양하게 결합하여 만들어진다. 각 물질을 구성하는 원소를 찾아 빈칸에 써 보자.

2. 각 물질을 다음과 같이 두 종류로 구분하고, 그 결과를 모둠원과 비교해 보자.

· 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 물질: _____

· 비금속 원소로만 이루어진 물질: _____

학습 목표

지구와 생명체를 구성하는 원소들이 화학 결합을 형성하는 원리는 무엇일까?

- | 이 단원을 학습하면 | 원소들이 화학 결합을 형성하는 까닭을 설명할 수 있다.
 원소들의 성질에 따라 형성되는 화학 결합의 종류를 추론할 수 있다.

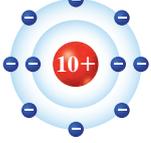
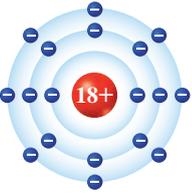
화학 결합이 형성되는 까닭

지구와 생명체를 구성하는 산소, 탄소, 수소 등의 원소들은 원자 상태로 존재하는 것이 아니라 화학 결합을 형성하고 있다. 원소들이 화학 결합을 형성하는 까닭은 무엇일까?

주기율표의 18족 원소인 헬륨, 네온, 아르곤 등을 비활성 기체라고 한다. 비활성 기체는 반응성이 작고 안정하여 다른 원소와 화학 결합을 형성하지 않고 원자 상태로 존재한다. 다음 활동에서 비활성 기체의 전자 배치를 알아보자.

해 보기 비활성 기체의 전자 배치

표는 헬륨, 네온, 아르곤이 이용되는 사례와 각각의 원자 모형을 나타낸 것이다.

비활성 기체	헬륨	네온	아르곤
이용 사례	 광고용 기구	 광고판	 형광등의 충전 기체
원자 모형			

- 비활성 기체의 전자 배치에는 어떤 공통점이 있는가?
- 비활성 기체가 다른 원소와 화학 결합을 형성하지 않는 까닭을 토의해 보자.

헬륨을 제외한 비활성 기체는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 8개가 채워진 안정한 전자 배치를 이룬다. 18족 원소 이외의 원소들은 대부분 화학 결합을 형성하는데, 이때 각 원소들은 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이룬다. 따라서 화학 결합이 형성되는 까닭은 물질을 구성하는 원소들의 전자 배치가 비활성 기체의 전자 배치와 같아지는 것으로 설명할 수 있다.

헬륨

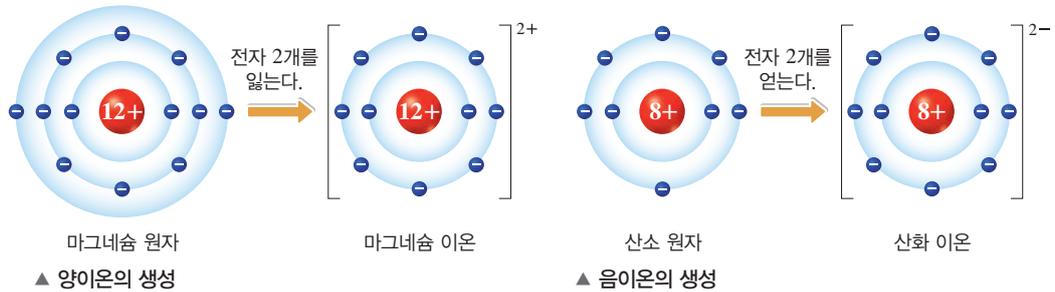
헬륨은 가장 바깥 전자 껍질에 전자 2개를 채워 안정한 전자 배치를 이룬다.

확인 비활성 기체가 안정한 까닭을 가장 바깥 전자 껍질의 전자 배치와 관련하여 쓰시오.

화학 결합의 종류

원소들이 화학 결합을 형성할 때에는 원소의 성질에 따라 화학 결합의 종류가 달라진다. 화학 결합의 종류에는 어떤 것이 있을까?

이온 결합 | 원자가 전자를 잃으면 양이온이 되고, 전자를 얻으면 음이온이 된다. 이때 각 이온은 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이룬다. |그림 I-18|은 이온의 생성 과정을 모형으로 나타낸 것이다. 마그네슘 원자가 전자 2개를 잃으면 마그네슘 이온이 되고, 산소 원자가 전자 2개를 얻으면 산화 이온이 되는데, 마그네슘 이온과 산화 이온은 모두 비활성 기체인 네온과 같은 전자 배치를 이룬다. 일반적으로 금속 원소의 원자는 전자를 잃어 양이온이 되기 쉽고, 비금속 원소의 원자는 전자를 얻어 음이온이 되기 쉽다.

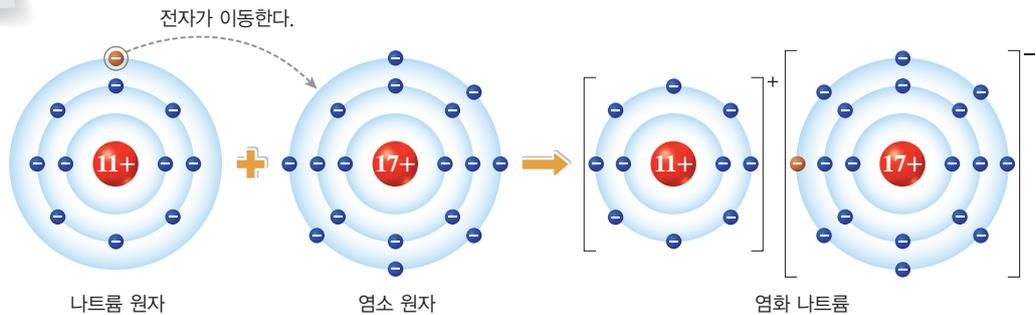


|그림 I-18| 이온의 생성 모형



|그림 I-19| 나트륨과 염소의 반응

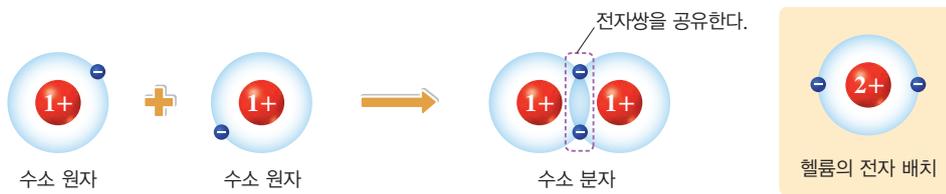
염소 기체에 나트륨을 넣으면 |그림 I-19|와 같이 격렬하게 반응하여 염화 나트륨이 생성된다. |그림 I-20|은 염화 나트륨의 생성 과정을 모형으로 나타낸 것이다. 염화 나트륨이 생성될 때에는 나트륨 원자에서 염소 원자로 전자 1개가 이동하여 나트륨 이온과 염화 이온이 만들어지고, 두 이온 사이에 정전기적 인력이 작용하여 결합이 형성된다. 이와 같이 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성되는 화학 결합을 이온 결합이라고 한다. 이온 결합은 금속 원소와 비금속 원소의 원자 사이에 형성된다.



|그림 I-20| 염화 나트륨의 이온 결합 모형

공유 결합 | 금속 원소와 비금속 원소의 원자 사이에서는 이온 결합이 형성된다. 그러면 비금속 원소의 원자 사이에서는 어떤 화학 결합이 형성될까?

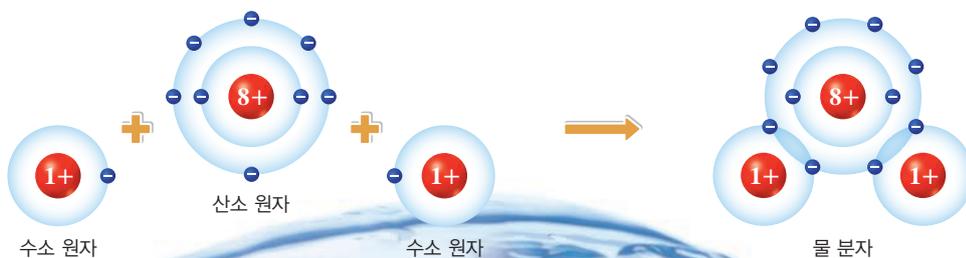
이온 결합은 원자들이 전자를 잃거나 얻을 때 형성된다. 그런데 원자들이 다른 원자와 전자를 공유하여 안정한 전자 배치를 이룰 수도 있다. |그림 I-21|은 수소 분자의 생성 과정을 모형으로 나타낸 것이다. 수소 분자가 생성될 때에는 수소 원자 2개가 전자를 1개씩 내놓아 전자쌍을 만들고, 그 전자쌍을 공유하여 결합한다. 이때 각 수소 원자는 비활성 기체인 헬륨과 같은 전자 배치를 이룬다. 이와 같이 비금속 원소의 원자 사이에 전자쌍을 공유하여 형성되는 화학 결합을 **공유 결합**이라고 한다.



|그림 I-21| 수소 분자의 공유 결합 모형

인터넷 활용
 에듀넷(www.edunet.net)에서 이온 결합과 공유 결합에 대한 다양한 자료를 찾을 수 있다.

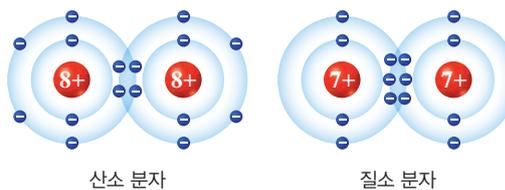
물은 비금속 원소인 수소와 산소로 이루어진다. 물 분자가 생성될 때에는 |그림 I-22|와 같이 산소 원자 1개와 수소 원자 2개가 전자쌍을 공유하여 결합을 형성한다. 이때 수소 원자는 비활성 기체인 헬륨과 같은 전자 배치를 이루고, 산소 원자는 비활성 기체인 네온과 같은 전자 배치를 이룬다.



|그림 I-22| 물 분자의 공유 결합 모형

자료실 산소 분자와 질소 분자의 공유 결합 모형

산소 원자 2개가 결합하여 산소 분자를 생성할 때에는 그림과 같이 전자쌍 2개를 공유한다. 또 질소 원자 2개가 결합하여 질소 분자를 생성할 때에는 전자쌍 3개를 공유한다.



다음 탐구에서 이온 결합과 공유 결합을 모형으로 나타내 보자.

과학적 탐구 능력 과학적 문제 해결력

탐구

모의실험

목표 | 이온 결합과 공유 결합을 모형으로 나타낼 수 있다.

인성 | 모둠원의 의견을 존중하고, 실험 결과를 협동하여 정리한다.

준비물 | 투명 필름, 붙임딱지(원자핵 모형, 전자 모형), 사인펜, 컴퍼스, 가위

화학 결합 모형

문제 인식 | 이온 결합과 공유 결합을 모형으로 어떻게 나타낼까?

과정

1. 다음과 같은 방법으로 표에 제시된 원자 모형을 개수대로 만들어 보자.

원소	수소	리튬	탄소	질소	산소	플루오린
원자 모형						
개수	7개	3개	1개	1개	1개	1개

- 투명 필름에 전자 껍질을 그린 후 자른다.
- 중앙에 붙임딱지를 붙이고 원자핵의 전하를 쓴다.
- 전자 껍질에 전자 수만큼 붙임딱지를 붙인다.

2. 표는 플루오린화 리튬, 산화 리튬, 암모니아, 메테인을 구성하는 원소를 나타낸 것이다.

화합물	플루오린화 리튬 (LiF)	산화 리튬(Li ₂ O)	암모니아(NH ₃)	메테인(CH ₄)
구성 원소	리튬, 플루오린	리튬, 산소	질소, 수소	탄소, 수소

과정 1의 원자 모형을 이용하여 각 화합물의 결합 모형을 만들어 보자.



| 결과 및 논의 |

1. 각 화합물을 이루는 화학 결합의 종류를 표에 써 보자.
2. 각 화합물을 이루는 이온 또는 원자의 가장 바깥 전자 껍질에 배치된 전자의 수를 표에 써 보자.

화합물	플루오린화 리튬		산화 리튬		암모니아		메테인	
구성 원소	리튬	플루오린	리튬	산소	질소	수소	탄소	수소
화학 결합의 종류								
가장 바깥 전자 껍질에 배치된 전자의 수								

| 결론 |

이온 결합과 공유 결합이 형성되는 까닭을 전자 배치와 관련지어 설명해 보자.



원소들이 화학 결합을 형성하지 않았다면 이 세상에 존재하는 물질의 종류는 원소의 종류와 같았을 것이다. 지구 시스템과 생명 시스템을 구성하는 물, 이산화 탄소, 염화 나트륨, 산화 철, 탄산 칼슘, 탄수화물, 지방, 단백질 등과 같은 수많은 물질은 몇 가지 원소들이 이온 결합이나 공유 결합을 형성하여 만들어진 것이다. 또 광합성이나 소화와 같이 생명체에서 일어나는 여러 가지 생명 현상에도 화학 결합으로 만들어진 다양한 물질이 관여하고 있다.

- 확인**
1. 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성되는 화학 결합을 무엇이라고 하는가?
 2. 비금속 원소의 원자 사이에 전자쌍을 공유하면서 형성되는 화학 결합을 무엇이라고 하는가?

스스로 해결하기

1. **이해** 이온 결합과 공유 결합의 차이점을 전자를 이용하여 설명해 보자.
2. **적용** 상처를 소독할 때에는 과산화 수소수를 사용한다. 과산화 수소를 구성하는 원소의 종류를 쓰고, 과산화 수소가 형성될 때 이루어지는 결합의 종류를 설명해 보자.
3. **창의·융합** 이온 결합이나 공유 결합을 소재로 시화 작품을 만들어 보자.

이 단원을 학습한 후 38쪽의 학습 목표를 확인하고, 질문에 답해 보자.

활동으로
단원 열기

단어 찾기 놀이

단어 찾기 놀이를 하여 우리 주변에 있는 여러 가지 물질을 분류해 보자.

고	강	를	이	선	소	구	맨	룸	일	트	칼	책
너	트	톤	아	폴	로	염	화	나	트	룸	온	네
켈	루	연	산	고	리	관	동	이	라	계	나	질
니	눔	아	소	킬	숨	한	수	소	지	우	루	소
놀	과	학	중	룸	소	시	사	가	젠	찌	미	탄
간	물	터	야	나	이	다	달	라	메	테	인	언
계	음	기	전	가	산	비	마	침	표	유	교	면
영	표	질	철	신	화	나	트	스	글	어	에	상
칼	림	성	계	소	탄	한	글	비	염	가	또	헬
속	주	기	이	달	소	육	민	력	화	다	모	룸
되	구	리	어	시	만	하	잘	소	칼	다	팬	니
남	익	고	소	툼	지	금	룸	망	숨	교	서	문

놀이 규칙

가로 또는 세로로 글자를 연결하여 단어를 찾는다.

1. 한 종류의 원소로 이루어진 물질을 5개 찾아보자.
2. 두 종류 이상의 원소로 이루어진 물질을 5개 찾아보자.
3. 2에서 고른 물질을 화학 결합의 종류에 따라 분류할 수 있는지 이야기해 보자.

학습
목표

인류의 생존에 필수적인 산소, 물, 소금 등이 만들어지는 화학 결합의 차이는 무엇일까?

- | 이 단원을 학습하면 | 다양한 물질이 만들어지는 화학 결합의 차이를 설명할 수 있다.
 이온 결합 물질과 공유 결합 물질의 성질을 비교할 수 있다.

인류의 생존에 필수적인 물질

산소는 공기 중의 약 21%를 차지하며, 광합성으로 생성되어 생명체의 호흡에 이용된다. 또 사람의 몸은 약 70%가 물로 이루어져 있다. 사람은 몸속의 물이 조금만 부족해도 갈증을 느끼며, 물이 많이 부족하면 목숨을 잃을 수도 있다. 물은 생명체에서 다양한 화학 반응이 일어날 수 있도록 돕는 역할을 한다. 이처럼 산소와 물은 생명체가 살아가는 데 없어서는 안 될 중요한 물질이다. |그림 I-23|은 산소와 물의 분자 모형과 분자식을 나타낸 것이다.



|그림 I-23| 산소와 물의 분자 모형과 분자식

산소는 산소 원자 2개가 공유 결합을 하여 생성되고, 물은 수소 원자 2개와 산소 원자 1개가 공유 결합을 하여 생성된다. 이처럼 공유 결합 물질은 일정한 수의 원자가 결합하여 독립적인 분자를 이룬다.

우리 주변에는 수소(H_2), 질소(N_2), 이산화 탄소(CO_2), 메테인(CH_4), 암모니아(NH_3), 포도당($C_6H_{12}O_6$) 등과 같이 다양한 공유 결합 물질이 있다. |그림 I-24|와 같이 소독할 때 사용하는 에탄올, 휴대용 가스레인지에 사용하는 뷰테인, 단맛을 내기 위해 사용하는 설탕, 해열 진통제인 아스피린 등도 공유 결합 물질이다. 또 생명체를 구성하는 탄수화물, 단백질 등에는 탄소, 수소, 산소 원자 사이에 공유 결합이 포함되어 있다.

소독용 에탄올
에탄올(C_2H_6O)은 탄소, 수소, 산소로 이루어진 공유 결합 물질이다.

뷰테인가스
뷰테인(C_4H_{10})은 탄소와 수소로 이루어진 공유 결합 물질이다.

설탕과 아스피린
설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$)과 아스피린($C_9H_8O_4$)은 탄소, 수소, 산소로 이루어진 공유 결합 물질이다.

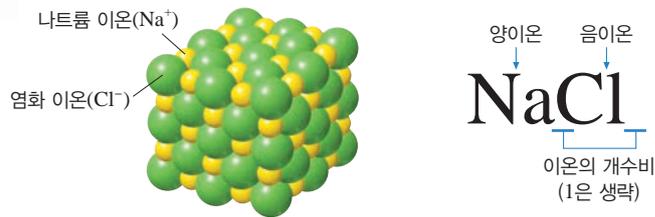
|그림 I-24| 공유 결합으로 이루어진 물질이 이용되는 예



사람이 살아가기 위해서는 일정량의 소금을 섭취해야 한다. 소금의 주성분인 염화 나트륨은 |그림 I - 25|와 같이 나트륨 이온과 염화 이온이 이온 결합을 하여 생성된다. 이때 나트륨 이온과 염화 이온은 1:1의 개수비로 계속 결합하여 규칙적인 모양의 입체 구조를 이룬다. 이처럼 이온 결합 물질은 양이온과 음이온이 연속적으로 결합하여 규칙적으로 배열되어 있다.

이온 결합 물질의 화학식

양이온과 음이온이 결합하여 화합물을 생성할 때에는 전기적으로 중성이 되어야 한다. 이온 결합 물질의 화학식을 쓸 때에는 양이온과 음이온의 개수비를 가장 간단한 정수비로 나타낸다.



|그림 I - 25| 염화 나트륨의 모형과 화학식

바닷속의 아름다운 산호초는 탄산 칼슘(CaCO_3)으로 이루어진 산호의 외골격이 쌓여 만들어진 것이다. 탄산 칼슘은 칼슘 이온과 탄산 이온이 결합하여 생성된 이온 결합 물질이며, 조개껍데기나 달걀 껍데기의 주성분이기도 하다. |그림 I - 26| 과 같이 비누를 만들 때 사용하는 수산화 나트륨, 장마철에 습기 제거제로 사용하는 염화 칼슘, 빵을 만들 때 사용하는 베이킹파우더의 주성분인 탄산수소 나트륨 등도 이온 결합 물질이다.

비누
수산화 나트륨(NaOH)은 나트륨 이온과 수산화 이온으로 이루어진 이온 결합 물질이다.

습기 제거제
염화 칼슘(CaCl_2)은 칼슘 이온과 염화 이온으로 이루어진 이온 결합 물질이다.

베이킹파우더
탄산수소 나트륨(NaHCO_3)은 나트륨 이온과 탄산수소 이온으로 이루어진 이온 결합 물질이다.

|그림 I - 26| 이온 결합으로 이루어진 물질이 이용되는 예

겨울철에 눈이 내리면 염화 칼슘을 제설제로 사용한다. 그런데 염화 칼슘은 자동차와 도로를 부식시키고 가로수에 피해를 주거나 하천을 오염시키는 등 환경 문제를 일으키기도 한다. 염화 칼슘을 대체할 수 있는 친환경 제설제를 다음 탐구에서 알아보자.

탐구

토의

친환경 제설제의 유용성

목표 | 겨울철 제설에 사용하는 염화 칼슘을 대체할 수 있는 친환경 물질을 찾아 그 유용성을 토의한다.

인성 | 모둠원을 배려하는 마음으로 역할을 분담하고, 모둠원과 적극적으로 소통한다.

준비물 | 인터넷이 연결된 컴퓨터, 종이, 색연필, 사인펜, 풀, 가위 등

활동 길잡이

공익 광고를 만들 때 다음 내용을 고려한다.

1. 이해하기 쉽고, 누구나 공감할 수 있어야 한다.
2. 광고 문구는 짧고 강렬해야 한다.

문제 인식 | 친환경 제설제로 어떤 물질을 사용할 수 있으며, 친환경 제설제의 유용성은 무엇일까?

과정

1. 모둠을 구성하고, 친환경 제설제가 갖추어야 할 조건을 찾아보자.
2. 염화 칼슘을 대체할 수 있는 친환경 제설제를 조사하고, 그 유용성을 토의해 보자.
3. 친환경 제설제의 유용성을 알리는 공익 광고를 만들어 발표해 보자.

공익 광고 기획하기

- 주제: 친환경 제설제의 유용성
- 광고 매체: 지역 광고
- 광고 문구
- 광고에 표현할 내용

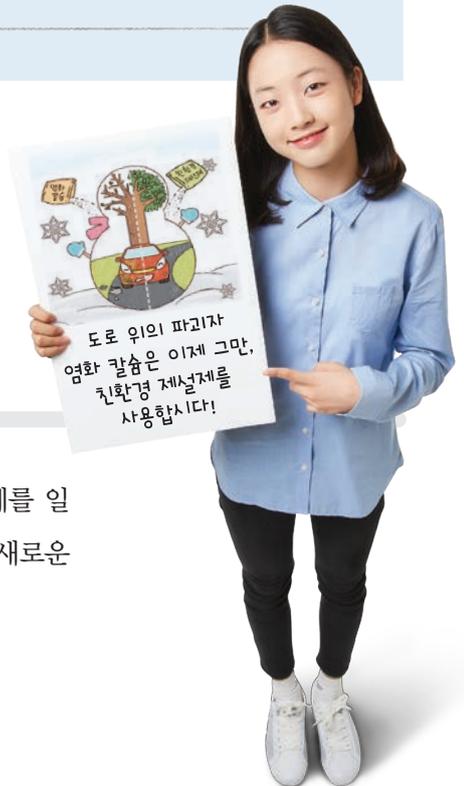
결과 및 정리

다른 모둠이 발표한 친환경 제설제의 유용성을 정리하고, 공익 광고를 평가해 보자.



일상생활에서는 수많은 화합물이 사용되고 있지만, 이러한 화합물은 환경 문제를 일으키기도 한다. 따라서 화합물을 올바르게 사용하고, 환경에 피해를 주지 않는 새로운 물질을 개발하기 위해 노력해야 한다.

확인 산소, 물, 염화 나트륨이 만들어지는 화학 결합의 종류를 각각 쓰시오.



화학 결합에 따른 물질의 성질

소금과 설탕은 모두 흰색 고체이고, 물에 녹인 용액도 투명하므로 구별하기 어렵다. 맛을 보지 않고 소금과 설탕을 구별할 수 있을까?

해 보기

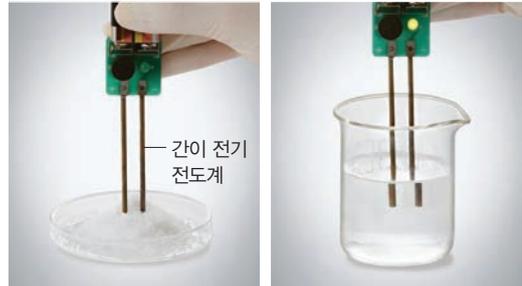
소금과 설탕의 성질 비교

준비물 | 소금, 설탕, 증류수, 페트리 접시, 비커, 유리 막대, 간이 전기 전도계, 실험용 고무장갑

1. 소금과 설탕에 각각 간이 전기 전도계를 꽂아 전류가 흐르는지 관찰한다.

주의 물질을 바꿀 때마다 간이 전기 전도계의 전극을 증류수로 씻어 말린다.

2. 소금과 설탕을 각각 증류수에 넣어 녹인 후 간이 전기 전도계를 담가 전류가 흐르는지 관찰한다.



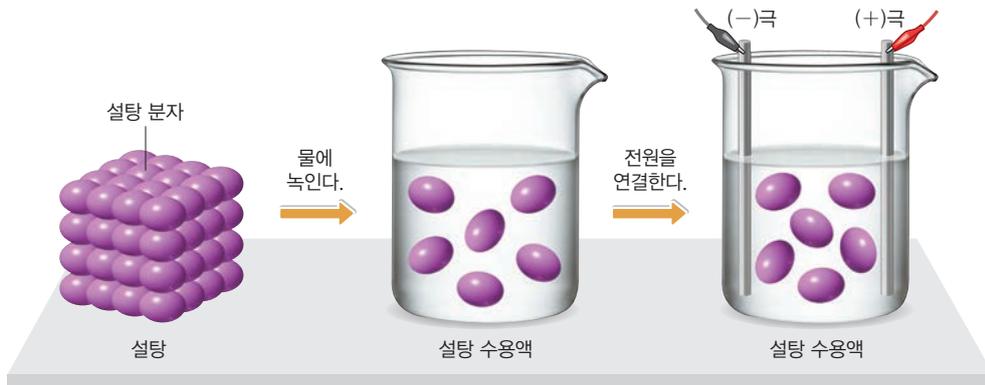
- 과정 1과 2에서 전류가 흐르는 것은 무엇인가?
- 소금과 설탕을 구별할 수 있는 방법을 전기 전도성과 관련하여 설명해 보자.

소금의 주성분인 염화 나트륨은 나트륨 이온과 염화 이온 사이에 이온 결합을 이룬다. 고체 상태의 염화 나트륨에서는 나트륨 이온과 염화 이온이 정전기적 인력으로 결합하고 있어서 이온들이 이동할 수 없으므로 전류가 흐르지 않는다. 그런데 염화 나트륨을 물에 녹이면 나트륨 이온과 염화 이온으로 나누어져 이온들이 자유롭게 이동할 수 있다. 따라서 |그림 I-27|과 같이 염화 나트륨 수용액에 전원을 연결하면 양이온은 (-)극 쪽으로, 음이온은 (+)극 쪽으로 이동하여 전류가 흐른다.



|그림 I-27| 염화 나트륨의 전기 전도성 염화 나트륨을 물에 녹인 후 전원을 연결하면 이온이 반대 전하를 띠는 전극 쪽으로 이동하므로 수용액에서 전류가 흐른다.

설탕은 설탕 분자로 구성되며, 설탕 분자를 구성하는 원자들은 공유 결합을 이룬다. 설탕을 물에 녹이면 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재한다. 따라서 |그림 I-28|과 같이 설탕 수용액에 전원을 연결해도 설탕 분자들은 어느 극으로도 이동하지 않으므로 전류가 흐르지 않는다.



|그림 I-28| 설탕의 전기 전도성 설탕을 물에 녹여도 전하를 띠는 입자인 이온이 생성되지 않으므로 수용액에서 전류가 흐르지 않는다.

이온 결합 물질은 고체 상태에서는 이온들이 정전기적 인력으로 결합하고 있어서 이동할 수 없으므로 전류가 흐르지 않는다. 그러나 액체 상태나 수용액에서는 이온들이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전류가 흐른다. 반면 공유 결합 물질은 분자로 이루어져 있으므로 고체나 액체 상태에서 모두 전류가 흐르지 않는다. 또 설탕, 포도당 등과 같이 물에 녹아 이온으로 나누어지지 않는 경우에는 수용액에서도 전류가 흐르지 않는다.

공유 결합 물질의 전기 전도성
공유 결합 물질은 모두 수용액에서 전류가 흐르지 않을까? 공유 결합 물질 중에는 염화 수소, 암모니아 등과 같이 물에 녹아 이온으로 나누어지는 물질도 있다. 이러한 물질은 수용액에서 전류가 흐른다.

확인 다음 중 고체 상태에서 전류가 흐르지 않고 액체 상태에서 전류가 흐르는 물질을 모두 고르시오.

- 포도당 염화 칼슘 수산화 나트륨 설탕

스스로 해결하기

1. **이해** | 다음 물질을 화학 결합의 종류에 따라 분류해 보자.

- 물 메테인 산화 마그네슘 염화 칼슘 이산화 탄소

2. **적용** | 일상생활에서 이온 결합과 공유 결합으로 이루어진 물질을 각각 찾아보자.

3. **창의·융합** | 하루 중 자신이 사용하는 화합물을 소재로 일기를 써 보자.

이 단원을 학습한 후 44쪽의 학습 목표를 확인하고, 질문에 답해 보자.

주기율표의 18족을 채운 램지

영화 속 슈퍼맨의 고향은 '크립톤'이라는 행성이고, 슈퍼맨의 최대 약점은 '크립토나이트'라는 초록색 돌이다. 그런데 크립톤은 실재하는 행성의 이름이 아니라 원소의 이름을 따서 지은 것이다. 원자 번호 36인 크립톤은 비활성 기체 중 하나이며, 공기 중에 존재하는 양은 매우 적다. 이렇게 희귀한 원소를 어떻게 발견하였을까?

멘델레예프는 주기율표를 만들 때 성질이 비슷한 원소가 없는 경우 빈칸으로 두고 언젠가 그에 해당하는 원소가 발견될 것이라고 주장하였다. 나중에 발견된 원소 중 스칸듐(Sc), 갈륨(Ga), 저마늄(Ge)은 그가 예측한 성질과 거의 일치하였다. 그러나 멘델레예프의 주기율표에는 비활성 기체가 들어 있지 않았다. 멘델레예프도 비활성 기체의 존재에 대해서는 상상조차 못한 것이다.

비활성 기체에 속하는 어느 원소도 확실하게 알지 못했던 상태에서 램지는 놀랍게도 새로운 족의 모든 원소를 발견하거나 분리하는 데 성공하였다. 18족 원소와 관련된 이러한 공헌은 단지 운이 좋았기 때문이 아니라 잘 계획하고 끊임없이 연구하였기에 가능한 결과였다.



램지(Ramsay, W., 1852 ~ 1916)

1894년

레이리(Rayleigh, J. W. S., 1842 ~ 1919)와 함께 공기의 성분을 연구하는 과정에서 아르곤을 발견하였다.

Ar
아르곤

1895년

태양에만 있는 원소라고 생각했던 헬륨이 지구에도 있다는 사실을 발견하였고, 그 성질이 아르곤과 유사함을 알아냈다.

He
헬륨

헬륨과 아르곤은 주기율표상의 원소들과 성질이 매우 달랐기 때문에 이들을 새로운 족으로 분류하고 그 족에 속하는 다른 원소들을 찾기 위해 노력하였다.

1910년

라듐에서 방사능이 방출될 때 생기는 라돈의 밀도를 측정하고 가장 무거운 기체라는 것을 밝혀내어 18족의 모든 원소를 규명하였다는 명예를 얻었다.

Rn
라돈

1904년

램지는 비활성 기체의 발견과 이들이 주기율표에서 차지하는 위치를 결정한 공로로 노벨 화학상을 받았다. 같은 해에 레이리는 램지와 함께 아르곤을 발견한 공로로 노벨 물리학상을 받았다.

1898년

공기를 액화하여 네온, 크립톤, 제논을 분리하는 데 성공하였다.

Ne
네온

Kr
크립톤

Xe
제논

중단원 평가

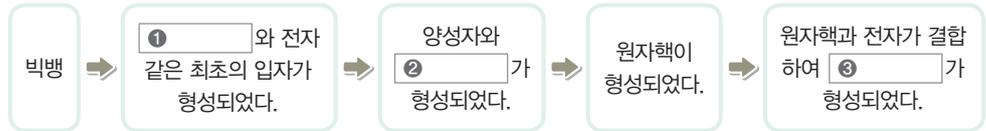
중단원 학습 내용을 스스로 정리하고, 자신의 실력을 평가해 보자.

개념 정리하기

1. 원소의 생성

13~27쪽

(1) 빅뱅 이후 원자가 만들어진 과정



(2) 4 : 빅뱅 이후 약 38만 년이 지나 원자가 생성되며 빠져나온 우주 초기의 빛

(3) 우주의 원소 분포: 별빛의 스펙트럼을 분석하여 우주 초기에 생성된 수소와 헬륨이 우주 전역에 존재하고, 두 원소의 질량비가 약 5이라는 것을 알아냈다.

(4) 지구와 생명체를 이루는 원소의 생성: 별이 탄생하여 진화하는 과정에서 만들어졌다.

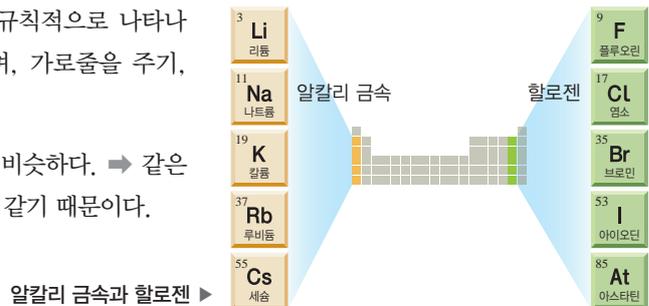
(5) 태양계와 지구의 형성: 초신성 폭발로 방출된 가스와 먼지들이 모여 만들어진 6에서 형성되었다.

2. 주기율표

28~37쪽

(1) 7 : 원소의 성질이 규칙적으로 나타나도록 원소들을 배열한 표이며, 가로줄을 주기, 세로줄을 족이라고 한다.

(2) 같은 족 원소: 화학적 성질이 비슷하다. → 같은 족 원소들은 8 수가 같기 때문이다.



3. 화학 결합

38~49쪽

(1) 9 : 주기율표의 18족 원소인 헬륨, 네온, 아르곤 등 → 헬륨을 제외하고 가장 바깥 전자 껍질에 전자 8개가 채워진 안정한 전자 배치를 이룬다.

(2) 화학 결합: 원자들이 전자를 주고받거나 공유하여 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이룬다.

10 결합	11 결합
<p>양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성되는 화학 결합 → 금속 원소와 비금속 원소의 원자 사이에 형성된다.</p> <p>예 염화 나트륨</p>	<p>비금속 원소의 원자 사이에 전자쌍을 공유하여 형성되는 화학 결합</p> <p>예 물</p>

개념 확인하기

| 우주의 시작과 원자의 생성 |

1. 다음은 초기 우주의 진화 과정에서 일어났던 사건들을 순서 없이 나열한 것이다. (가)~(라)를 시간 순서대로 나열하시오.

- (가) 빅뱅(대폭발)
- (나) 원자핵의 생성
- (다) 원자의 생성
- (라) 양성자와 중성자의 생성

| 선 스펙트럼 |

2. 그림 (가)와 (나)는 수소 기체가 들어 있는 방전관과 태양을 관찰하여 얻은 선 스펙트럼을 순서 없이 나타낸 것이다.

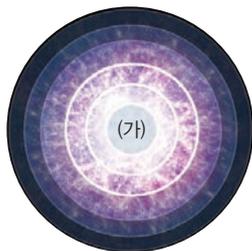


이에 대한 설명으로 옳은 것을 보기에서 모두 고르시오.

- [보기]
- ㄱ. (가)는 태양을 관찰하여 얻은 선 스펙트럼이다.
 - ㄴ. (나)에는 흡수선이 나타난다.
 - ㄷ. 선의 위치와 선폭을 분석하면 별을 구성하는 원소와 원소의 질량비를 알 수 있다.
 - ㄹ. 태양은 수소를 포함하고 있다.

| 핵융합과 원소 생성 |

3. 그림은 모든 핵융합 반응을 마친 별의 중심부를 나타낸 것이다. 이 별의 질량은 태양의 10배 이상이다.



- (1) (가)에 해당하는 원소를 쓰시오.
- (2) (가)가 생성된 과정을 설명하시오.

| 지구와 생명체 구성 원소의 생성 |

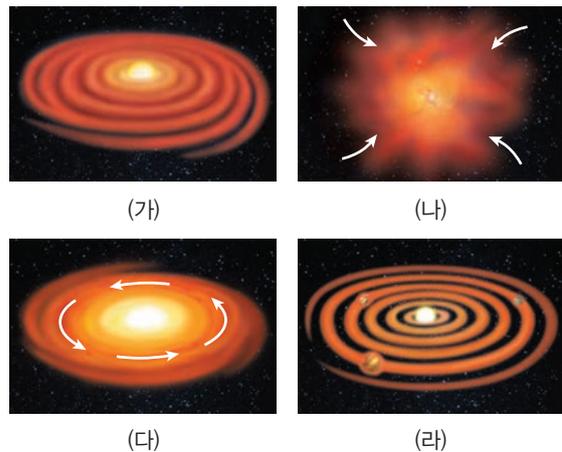
4. 다음은 별의 진화 과정에서 만들어지는 다양한 원소이다.

- (가) 산소 (나) 탄소 (다) 규소
- (라) 헬륨 (마) 철 (바) 우라늄

- (1) 태양과 질량이 비슷한 별의 중심부에서 생성될 수 있는 원소를 모두 고르시오.
- (2) 질량이 태양의 10배 이상인 별의 중심부에서 생성될 수 있는 원소를 모두 고르시오.
- (3) 초신성 폭발로만 생성될 수 있는 원소를 모두 고르시오.

| 태양계의 형성 과정 |

5. 그림은 태양계의 형성 과정을 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)~(라)를 순서대로 나열하고, 각 단계에서 일어난 사건을 간단히 설명하시오.

| 원소와 주기율표 |

6. 현대의 주기율표에 대한 설명으로 옳은 것을 보기에서 모두 고르시오.

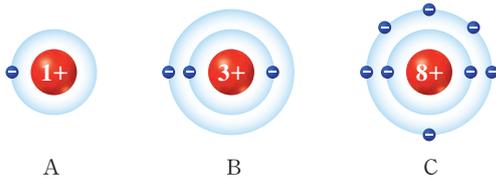
- [보기]
- ㄱ. 원소들을 상대적 질량에 따라 순서대로 나열하여 만들었다.
 - ㄴ. 세로줄은 족이라 하고, 1족부터 18족까지 있다.
 - ㄷ. 같은 주기 원소들은 화학적 성질이 비슷하다.
 - ㄹ. 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같다.

7. 다음은 알칼리 금속의 성질을 알아보는 실험이다.

(가) 물이 담긴 비커에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨린 후 리튬 조각을 넣었더니 물과 반응하였고, 수용액이 붉은색으로 변하였다.
 (나) 나트륨과 칼륨으로 실험해도 같은 결과가 나타났다.

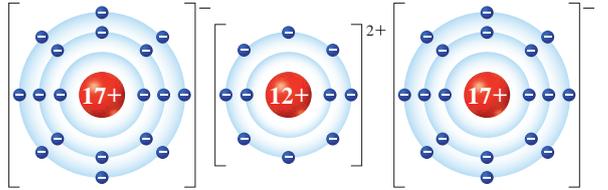
위 실험과 같이 리튬, 나트륨, 칼륨이 공통적인 성질을 나타내는 까닭을 원자의 전자 배치를 이용하여 설명하시오.

8. 그림은 원자 A~C의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다. (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)



- (1) A~C의 원자가 전자 수를 각각 쓰시오.
- (2) A~C를 금속 원소와 비금속 원소로 분류하시오.
- (3) 화합물 A₂C와 B₂C에서 화학 결합의 종류를 각각 쓰시오.

9. 그림은 염화 마그네슘(MgCl₂)에서 이온 사이의 결합을 모형으로 나타낸 것이다.



마그네슘 원자와 염소 원자가 염화 마그네슘을 생성하는 과정을 설명하시오.

10. 표는 물질 (가)~(다)의 화학식과 모형을 나타낸 것이다.

물질	(가)	(나)	(다)
화학식	O ₂	H ₂ O	—
모형			

- (1) (가)~(다)의 화학 결합의 종류를 쓰시오.
- (2) (다)의 화학식을 쓰고, 고체, 액체, 수용액에서 전기 전도성을 설명하시오.

스스로 점검하기 각 소단원의 학습 요소를 이해하였는지 점검해 보자.

- 01. 우주의 시작과 원소의 생성 | 13~19쪽 ➔ 원자의 생성 과정 우주 배경 복사 선 스펙트럼 우주의 원소 분포
- 02. 지구와 생명체를 이루는 원소의 생성 | 20~27쪽 ➔ 별의 진화 핵융합과 원소 생성 초신성 폭발과 원소 생성 태양계와 지구의 형성
- 03. 원소들의 주기성 | 28~37쪽 ➔ 주기율표 알칼리 금속 할로젠 원자가 전자
- 04. 원소들의 화학 결합과 물질의 생성 | 38~43쪽 ➔ 비활성 기체 이온 결합 공유 결합
- 05. 우리 주변의 다양한 물질 | 44~49쪽 ➔ 공유 결합 물질 이온 결합 물질

핵심 역량 기르기

- ▷ 과학적 사고력
- ▷ 과학적 문제 해결력

1. 지구에 존재하는 모든 원소들은 우주에서 유래되었다. 우주를 구성하는 성분 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 수소와 헬륨이다. 그러나 지구에 존재하는 수소와 헬륨의 양은 극히 적다. 우주의 주성분인 수소와 헬륨이 지구에 거의 존재하지 않는 까닭을 설명해 보자.

- ▷ 과학적 사고력
- ▷ 과학적 탐구 능력

2. 다음은 우리나라에서 발견된 운석에 대한 기사이다.

2014년 3월 9일 진주의 한 농가에 운석으로 추정되는 암석이 떨어졌다. 암석의 성분을 분석한 결과, 이 암석은 태양계 형성 초기인 약 46억 년 전에 만들어져 소행성이나 행성이 되지 못한 채 소행성대에 남아 있던 운석 조각으로 밝혀졌다.



이와 같이 지구에서 발견되는 운석의 성분과 기원을 조사해 보고, 태양계를 연구할 때 운석이 중요한 까닭을 설명해 보자.

💡 설계하기

- ▷ 과학적 탐구 능력
- ▷ 과학적 문제 해결력

3. 일상생활에서 사용되는 많은 물질은 이온 결합이나 공유 결합으로 생성된다. 화학조미료로 사용되는 엠에스지(MSG)는 글루탐산 나트륨이라는 물질이다. 글루탐산 나트륨은 흰색 고체 물질인데, 녹는점이 232 °C이고 물에 매우 잘 녹는다. 다음 준비물을 이용하여 글루탐산 나트륨이 이온 결합 물질인지 확인할 수 있는 실험을 설계해 보자.

| 준비물 | 가열 장치, 도가니, 전극, 집게 달린 전선, 전구, 전원 장치

- ▷ 과학적 의사소통 능력
- ▷ 과학적 참여와 평생 학습 능력

4. 다음은 산업 폐기물을 활용하여 자원을 얻는 도시 광산 산업에 대한 설명이다.

🏠 글쓰기

전자 제품의 전자 회로 기판에는 금, 은, 백금 등의 금속과 희귀 금속이 이용된다. 금속은 형태가 변해도 성질이 그대로 남아 있기 때문에 휴대 전화, 가전제품, 자동차 등과 같이 금속을 포함한 제품의 폐기물에서 금속을 회수하여 사용할 수 있다. 산업 폐기물에서 금속을 분리하여 자원으로 재활용하는 것을 '도시 광산'이라고 한다. 도시 광산은 자원을 재활용할 수 있고 환경 오염도 줄일 수 있기 때문에 친환경 산업으로 주목받고 있다.

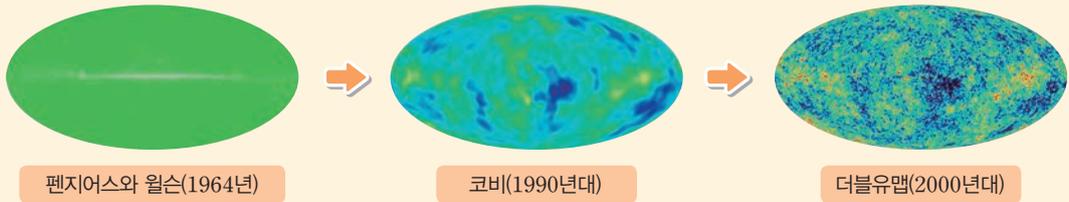


도시 광산 산업의 사례를 조사하고, 도시 광산 산업의 전망 및 문제점과 관련하여 신문 기사를 써 보자.

우주 배경 복사의 관측과 현대 우주론의 확립

1964년에 미국 벨 연구소의 펜지어스와 윌슨은 전파 망원경을 이용하여 연구를 진행하던 중 원인을 알 수 없는 잡음을 발견하고 고민에 빠져 있었다. 이때 우연히 빅뱅 우주론을 연구하던 프린스턴 대학교의 디키(Dicke, R. H., 1916~1997)와 피블스(Peebles, J. E., 1935~)의 논문을 알게 되었고, 이들의 도움을 받아 이 잡음이 우주 배경 복사임을 확인하였다. 이들이 관측한 우주 배경 복사의 온도는 3 K으로, 20여 년 전 가모프와 그의 동료들이 빅뱅 우주론을 바탕으로 예측했던 값에 매우 가까웠다.

1965년에 펜지어스와 윌슨의 관측 논문과 디키와 피블스의 분석 논문이 발표되었고, 그 해 신문에 「그 신호는 빅뱅 우주를 의미했다.」라는 제목의 기사가 실리면서 우주 배경 복사가 세상에 알려졌다. 이후 과학 기술의 발달에 따라 코비(COBE), 더블유맵(WMAP), 플랑크(PLANK) 등의 인공위성을 이용하여 우주 배경 복사를 더욱 정밀하게 관측할 수 있게 되었다. 이에 따라 우주의 나이, 우주를 구성하는 물질 등 우주에 대한 더 많은 정보를 얻을 수 있게 되어 빅뱅 우주론을 기반으로 한 현대의 우주론은 더욱 정교한 수준으로 발달하였다.



▲ 우주 배경 복사 관측의 변천

1. **정리하기** 우주 배경 복사 관측의 역사를 정리해 보자.

2. **조사하기** 인공위성이 지상의 전파 망원경보다 우주 배경 복사를 정밀하게 관측할 수 있는 원리와 현재 우주 배경 복사를 관측하기 위해 활용하고 있는 과학 기술을 조사해 보자.

3. **논술하기** 우주 배경 복사의 관측과 현대 우주론의 확립 과정에서 과학 기술의 발달이 미친 영향에 대한 자신의 생각을 글로 써 보자.

