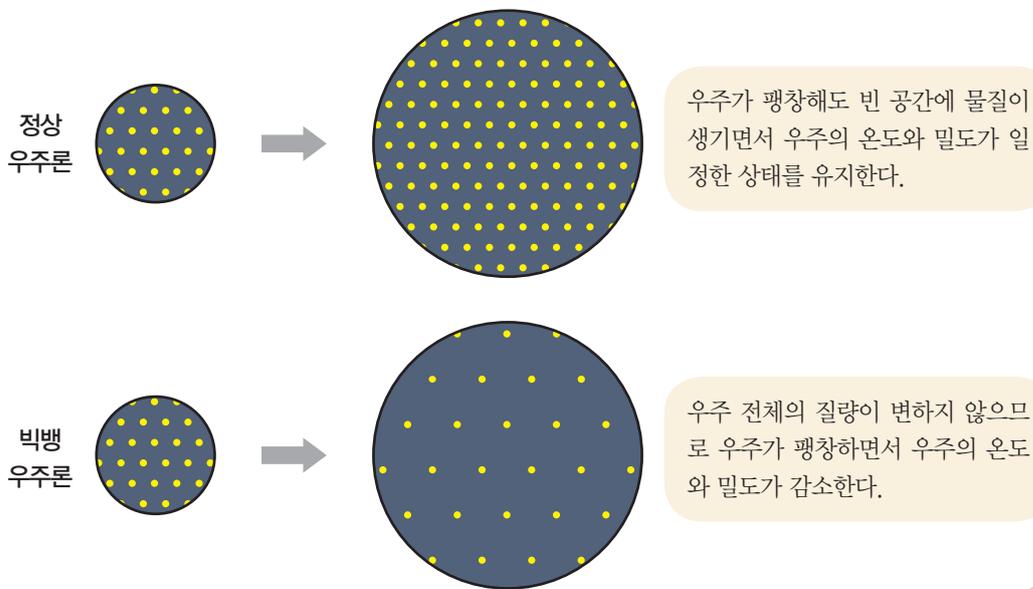


우주 초기에 만들어진 원소

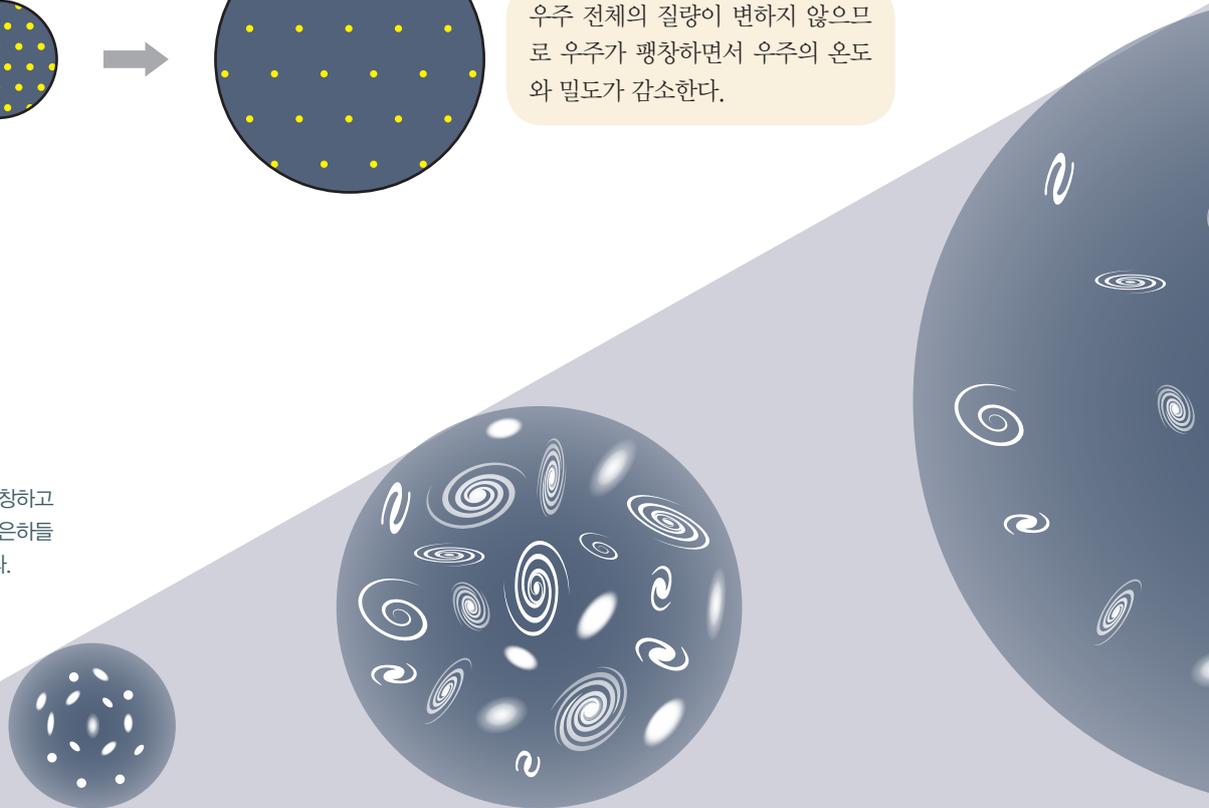
우주론의 확립 과정

20세기 초까지만 해도 사람들은 우주가 영원히 변하지 않는다고 생각했지만 허블에 의해 우주가 팽창한다는 것이 밝혀졌다. 이러한 우주의 모습을 설명하기 위해 정상 우주론과 빅뱅 우주론이 등장하였으며, 이후 빅뱅 우주론을 뒷받침하는 증거가 발견되면서 빅뱅 우주론은 현재 우주의 모습을 가장 잘 설명하는 이론이 되었다.



↓ 빅뱅 우주론

대폭발이 일어나 우주가 팽창하고 있으며, 우주 팽창에 의해 은하들 사이의 거리가 멀어지고 있다.

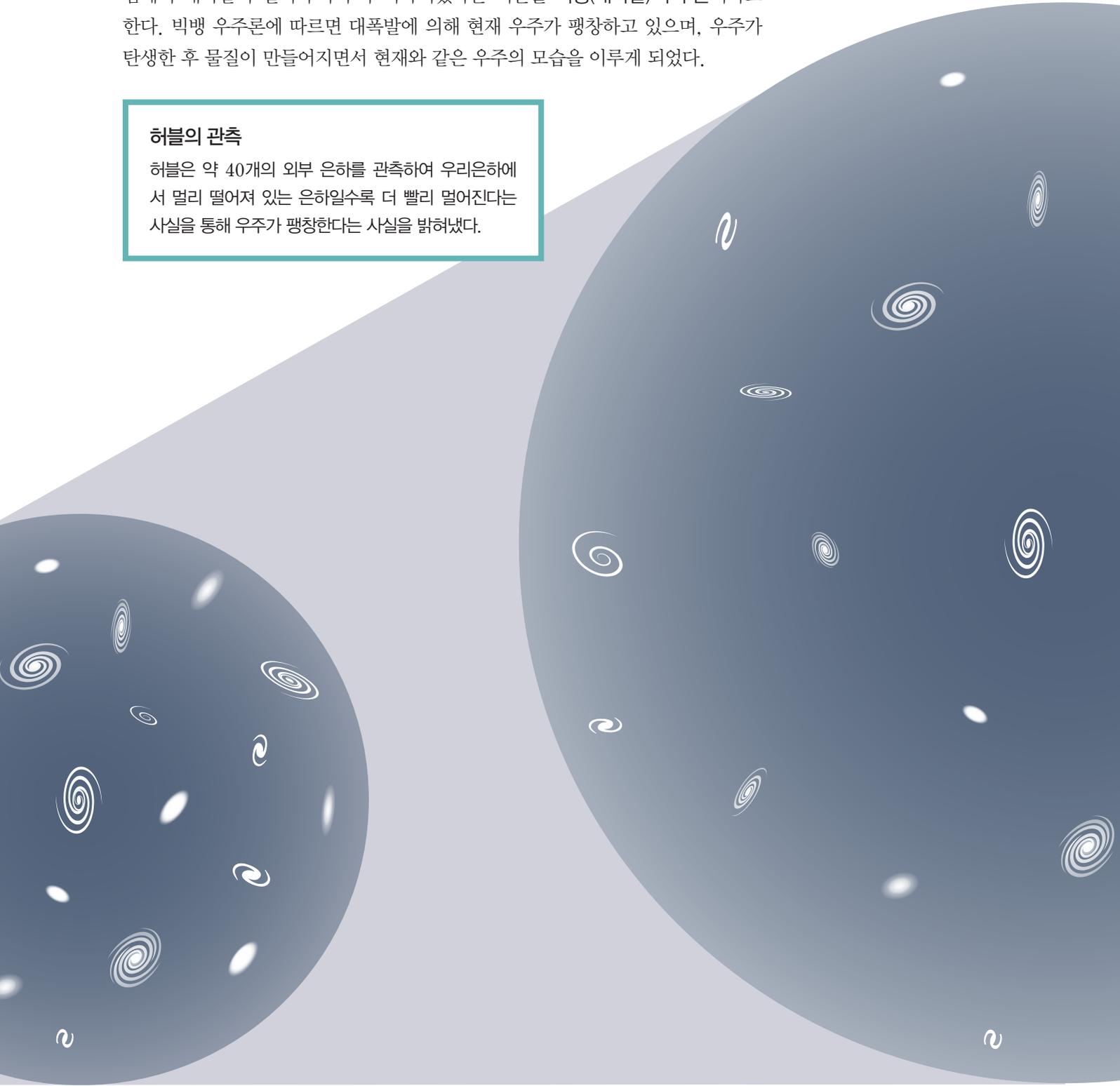


빅뱅 우주론

모든 물질과 에너지는 아주 작은 한 점에 모여 있었으며, 물질과 에너지가 모인 한 점에서 대폭발이 일어나 우주가 시작되었다는 이론을 빅뱅(대폭발) 우주론이라고 한다. 빅뱅 우주론에 따르면 대폭발에 의해 현재 우주가 팽창하고 있으며, 우주가 탄생한 후 물질이 만들어지면서 현재와 같은 우주의 모습을 이루게 되었다.

허블의 관측

허블은 약 40개의 외부 은하를 관측하여 우리은하에서 멀리 떨어져 있는 은하일수록 더 빨리 멀어진다는 사실을 통해 우주가 팽창한다는 사실을 밝혀냈다.

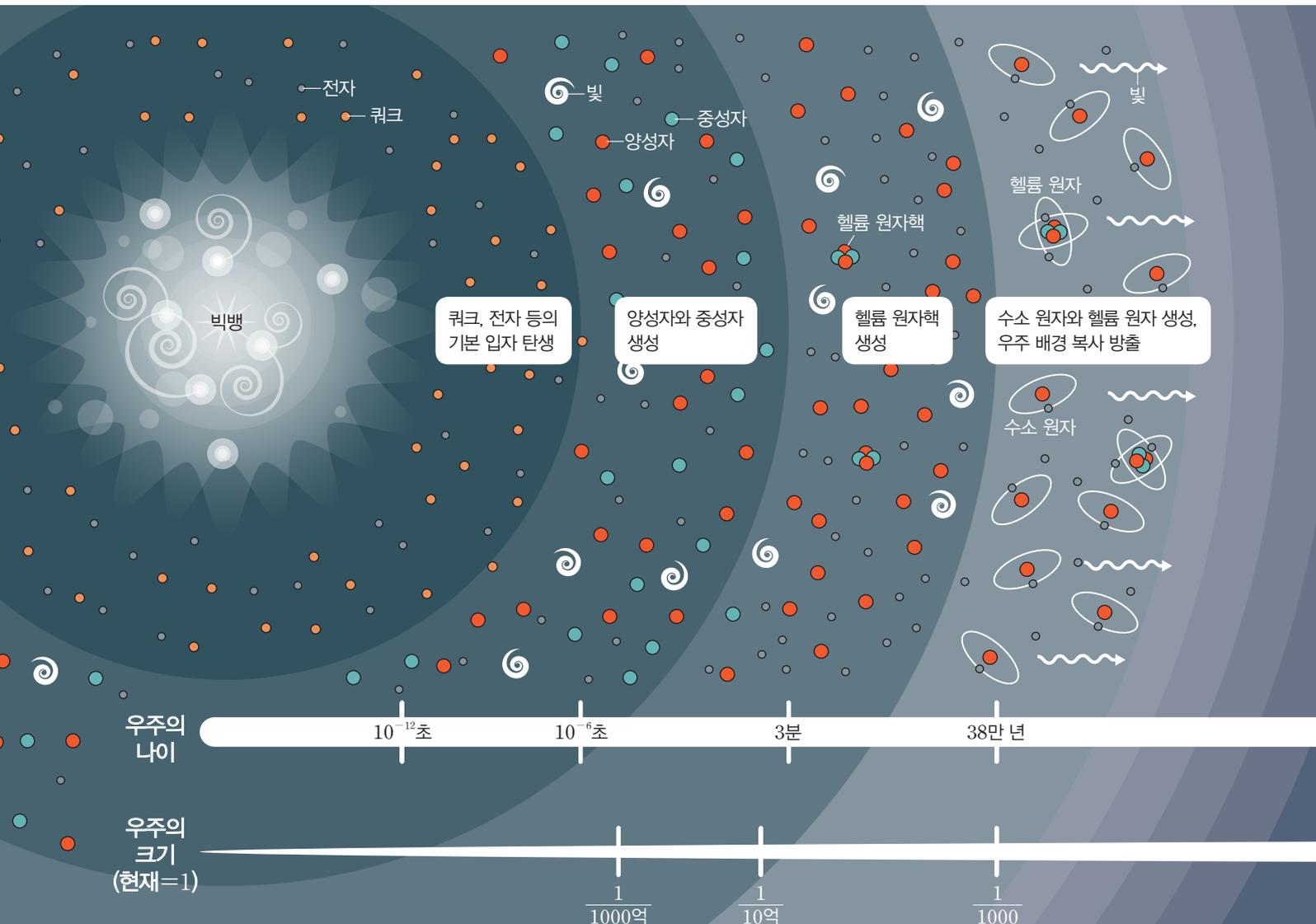
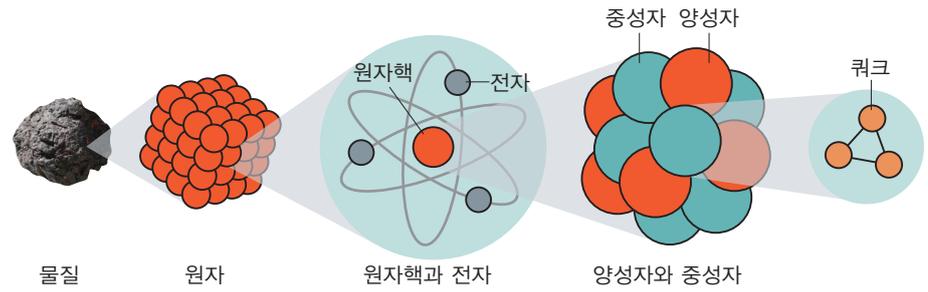


물질의 탄생

현재 우주에 존재하는 물질은 빅뱅 이후 만들어진 것이다. 빅뱅이 일어난 직후 쿼크, 전자 등과 같은 기본 입자가 생겨났고, 우주의 온도가 낮아짐에 따라 양성자와 중성자, 헬륨 원자핵, 원자 순으로 물질이 만들어졌다. 이후 원자들이 중력에 의해 모여 최초의 별과 은하가 탄생하였다.

→ 물질의 구성

모든 물질은 원자로 구성되어 있으며, 원자는 원자핵과 전자로 이루어져 있다. 또 원자핵은 양성자와 중성자로, 양성자와 중성자는 쿼크로 구성되어 있다.



빅뱅 이후 물질의 탄생 과정

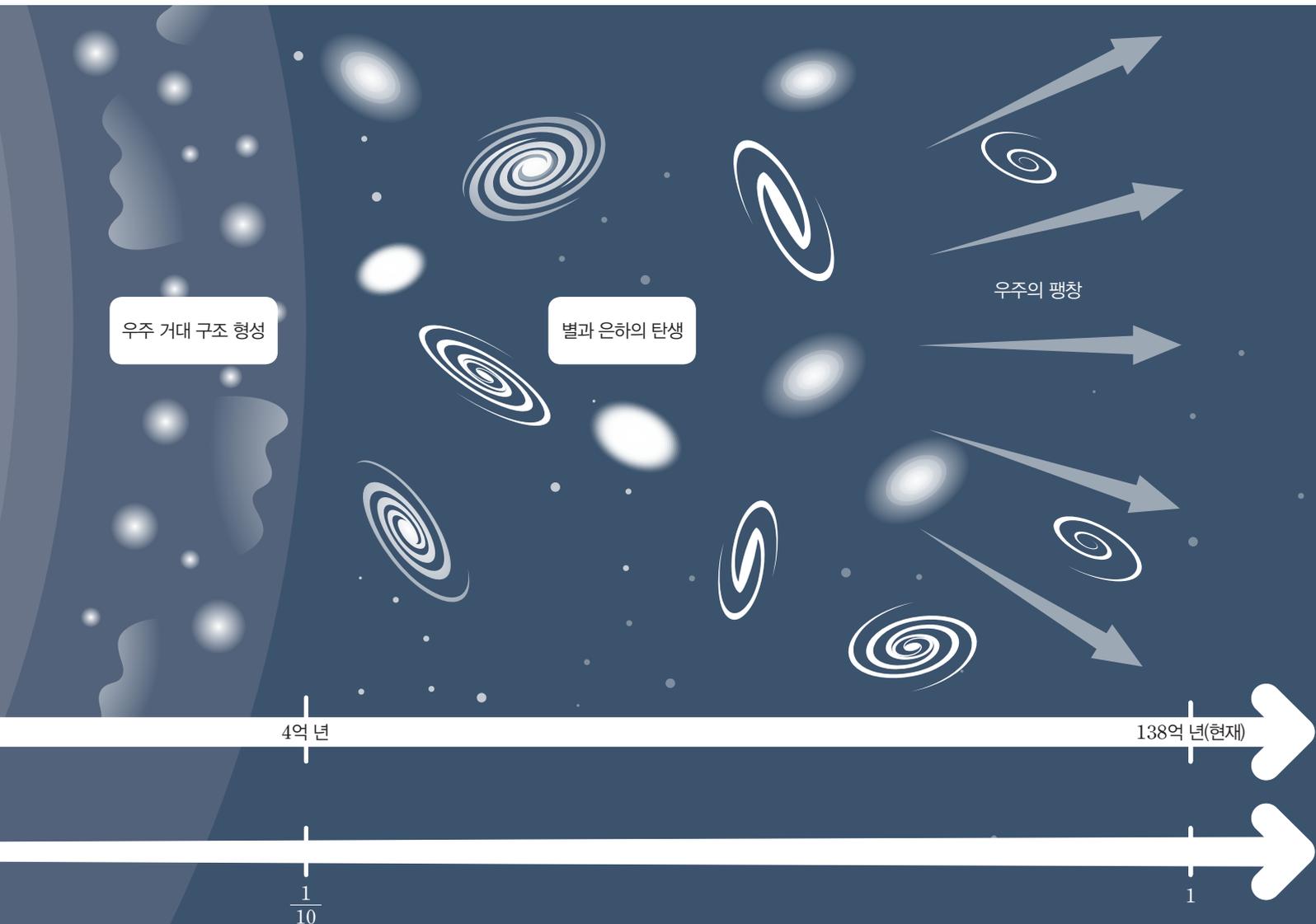
빅뱅 이후 시간	주요 사건
10^{-32} 초 ~ 10^{-12} 초	우주가 급팽창한 시기로 이 시기 우주의 크기가 약 10^{50} 배 커졌다.
10^{-12} 초 ~ 10^{-6} 초	쿼크와 전자 등 기본 입자가 생성되었다.
10^{-6} 초 ~ 1초	쿼크가 결합하여 양성자와 중성자가 생성되었다. → 초기에는 양성자와 중성자가 서로 변환되어 양성자와 중성자의 개수비가 약 1 : 1이었으나 우주의 온도가 낮아지면서 중성자가 양성자로 변환되는 과정만 일어나면서 개수비가 약 7 : 1이 되었다.
3분	양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성(빅뱅 핵합성)되었다. → 수소 원자핵(양성자)과 헬륨 원자핵의 개수비는 약 12 : 1이고, 질량비는 약 3 : 1이었다.
38만 년	<ul style="list-style-type: none"> 우주의 온도가 약 3000 K이 되어 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 형성될 수 있을 정도로 우주의 온도가 낮아졌다. 원자가 생성되면서 빛이 전자의 방해를 받지 않고 직진할 수 있게 되어 우주 배경 복사가 방출되었다. → 현재 약 3 K에 해당하는 우주 배경 복사로 관측된다.

확인

빅뱅 이후 기본 입자 → 양성자와 중성자 → (헬륨 원자핵) → 원자 순으로 물질이 만들어졌다.

중성자와 양성자의 변환

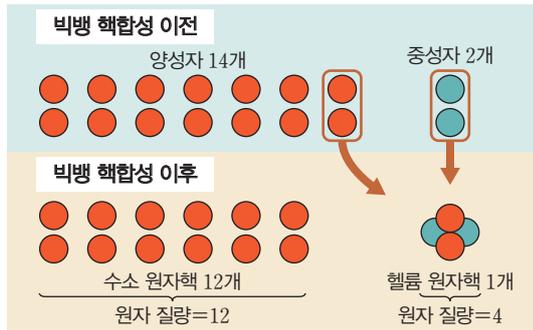
중성자가 양성자로 변환될 때 에너지를 방출하고, 양성자가 에너지를 흡수하면 중성자로 변환된다.



빅뱅 우주론의 증거

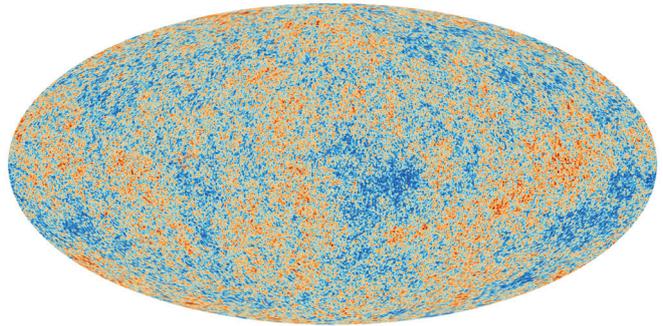
빅뱅 우주론에서는 현재 우주에서 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비가 3 : 1이 되고, 초기 우주에서 방출된 빛이 약 3 K의 우주 배경 복사로 관측될 것으로 예측하였다. 이는 실제 관측값과 거의 일치하므로 빅뱅 우주론을 뒷받침하는 증거가 된다.

수소와 헬륨의 질량비



양성자와 중성자의 개수비는 약 7 : 1이고, 양성자와 중성자의 질량이 거의 같으므로 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 $(12 \times 1) : (1 \times 4) = 3 : 1$ 이 된다.

우주 배경 복사



우주의 온도가 약 3000 K일 때 원자가 생성되면서 빛이 전자의 방해を受け지 않아 전 우주로 퍼져 나갔다. 이 빛은 우주가 팽창하면서 온도가 낮아지고 파장이 길어져 현재 약 3 K에 해당하는 우주 배경 복사로 관측된다.

스펙트럼의 종류와 활용

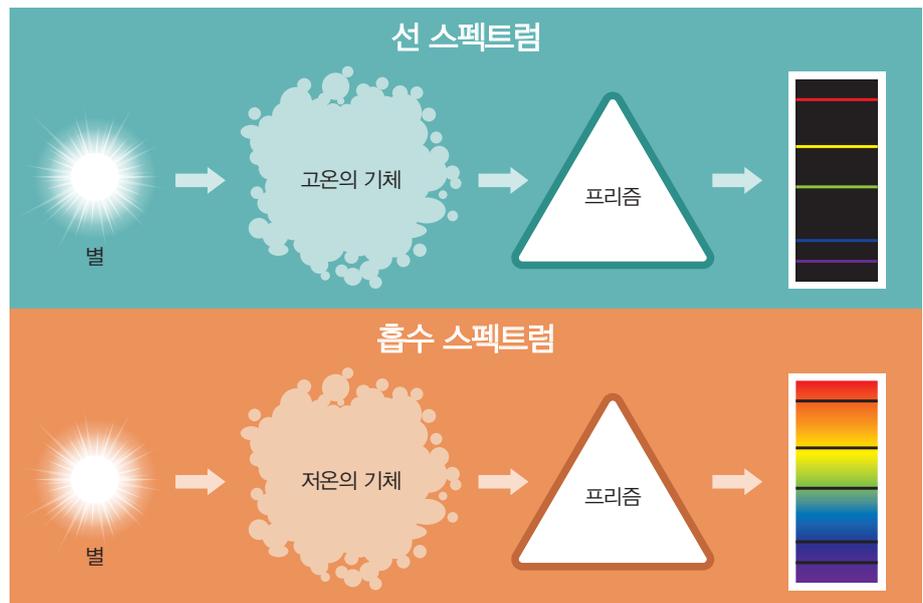
스펙트럼의 원리

원자 주위를 도는 전자가 특정한 파장의 빛을 흡수하거나 방출할 때 에너지 궤도가 변하는데, 이 과정에서 스펙트럼 선이 나타난다. 스펙트럼에 나타나는 선의 위치와 굵기는 원소마다 다르게 나타난다.

고온의 특정 원소가 방출하는 빛을 관찰하면 선 스펙트럼을 볼 수 있다. 또, 고온의 별에서 방출된 빛이 별의 대기를 통과하면 별의 대기에 존재하는 원소가 특정 파장을 흡수하므로 흡수 스펙트럼을 볼 수 있다. 원소마다 고유의 스펙트럼 선을 볼 수 있으므로 이를 분석하면 별에 포함되어 있는 원소의 종류와 양을 알아낼 수 있다.

확인

고온의 기체에서 방출하는 빛을 관찰하면 (선) 흡수 스펙트럼을 볼 수 있고, 저온의 기체를 통과한 빛을 관찰하면 (선) 흡수 스펙트럼을 볼 수 있다.





빅뱅 우주론의 확립 과정

우주 팽창이 밝혀진 후 빅뱅 우주론이 확립되는 과정에서 가장 쟁점이 되었던 부분은 새로운 물질의 생성 여부였다. 만약 우주 공간에 새로운 물질이 생성된다면 우주가 팽창하여도 우주의 온도와 밀도가 일정한 상태를 유지할 것이고, 물질이 생성되지 않는다면 우주가 팽창함에 따라 우주의 온도와 밀도가 계속 낮아질 것이다. 이후 실제 우주 배경 복사가 관측되면서 우주의 온도가 점점 낮아진다는 것이 밝혀졌고, 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비 관측값이 빅뱅 우주론에서 예측한 값과 잘 들어맞으면서 빅뱅 우주론은 현재 가장 널리 인정받는 우주론이 되었다.



허블
외부 은하가 멀어지는 것을 보니 우주가 팽창하고 있어!

호일
우주가 팽창하면서 빈 공간에 새로운 물질이 만들어지기 때문에 우주의 온도와 밀도는 변하지 않아!

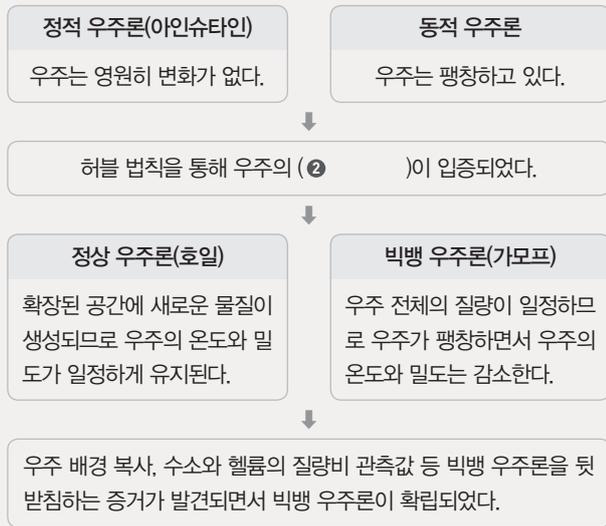
가모프
아니야! 우주에 있는 물질은 대부분 빅뱅 직후에 만들어졌기 때문에 우주가 팽창하면서 우주의 온도와 밀도는 감소해!

펜지어스와 윌슨
통신 장비를 살펴보던 중에 우주 초기 빛의 흔적을 발견했지. 빅뱅 우주론이 옳아!

1 빅뱅 우주론

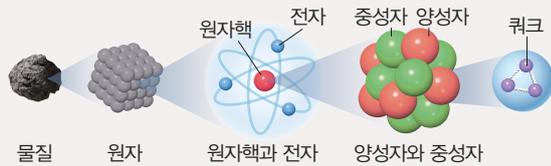
1. 빅뱅: 약 138억 년 전 모든 물질과 에너지가 모여 있던 한 점에서 우주가 시작된 순간을 의미하며, 우주는 현재 계속 (1)하고 있다.

2. 빅뱅 우주론의 성립 과정

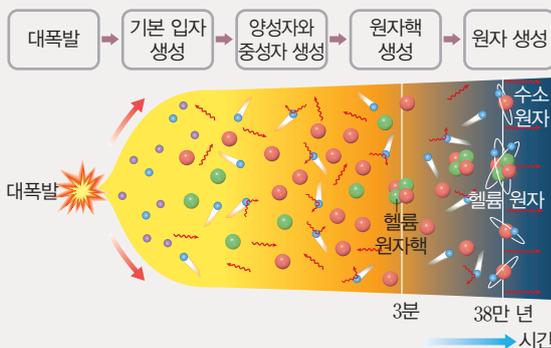


2 물질을 구성하는 입자

물질은 원자로, 원자는 (3)과 전자로, 원자핵은 양성자와 중성자로, 양성자와 중성자는 (4)로 이루어져 있다.

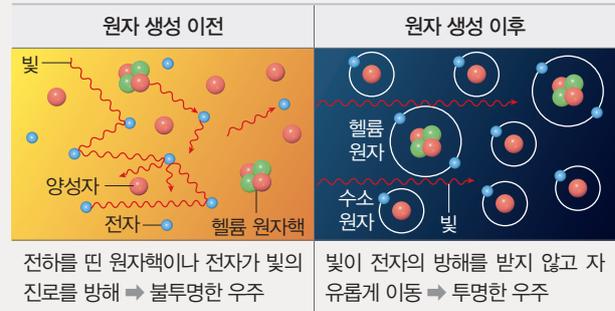


3 빅뱅 이후 물질의 생성



4 우주 배경 복사

1. 물질과 빛의 분리: 빅뱅 이후 (5)년 무렵 우주의 온도가 약 3000 K일 때 원자가 생성되면서 빛이 물질과 분리되어 우주 전역으로 퍼져 나갔다.



2. 우주 배경 복사

① 파장의 변화: 우주의 온도가 약 3000 K일 때 우주 전역으로 처음 퍼져 나간 빛이 우주가 팽창하면서 (6)가 낮아져 현재 약 3 K에 해당하는 전파 영역으로 파장이 길어졌다. → 빅뱅 우주론에서 예측하였으며, 관측을 통해 입증되어 빅뱅 우주론의 가장 강력한 증거가 된다.
 ② 우주 배경 복사의 관측: 우주의 모든 방향에서 거의 동일한 세기로 관측되며, 정밀한 관측 결과 약 $\frac{1}{100000}$ K의 미세한 온도 차이를 발견하였다.

5 스펙트럼과 우주 구성 원소

1. 스펙트럼: 빛을 분광기로 관측할 때 파장에 따라 서로 다르게 굴절되어 나타나는 색의 띠로, 원소마다 고유의 스펙트럼이 나타난다.



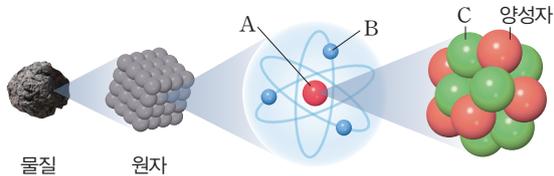
연속 스펙트럼	모든 파장의 빛이 연속적으로 나타나는 스펙트럼
흡수 스펙트럼	저온의 기체에 포함된 원소가 특정한 파장의 빛을 흡수할 때 나타나는 스펙트럼
선 스펙트럼	고온의 기체에 포함된 원소가 특정한 파장의 빛을 방출할 때 나타나는 스펙트럼

2. 우주의 원소 분포: (7)가 약 74 %, (8)이 약 24 %이다. → 빅뱅 우주론의 예측과 거의 일치하여 빅뱅 우주론의 증거가 된다.

01 빅뱅 우주론에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 우주는 현재와 같은 상태가 영원히 지속된다. ()
- (2) 우주는 모든 물질과 에너지가 모인 한 점에서 시작되었다. ()
- (3) 빅뱅 이후로 현재까지 우주의 밀도는 점점 작아지고 있다. ()
- (4) 우주가 팽창하면서 생기는 공간에서 새로운 물질이 계속 만들어지고 있다. ()
- (5) 우주가 탄생한 이후 우주 전역으로 처음 퍼져 나간 빛은 현재 관측이 불가능하다. ()

02 다음은 물질을 구성하는 입자를 나타낸 것이다.



A ~ C의 이름을 각각 쓰시오.

03 다음 우주론을 주장한 과학자의 이름을 <보기>에서 골라 기호로 쓰시오.

○ 보기 ○

ㄱ. 허블	ㄴ. 호일
ㄷ. 가모프	ㄹ. 아인슈타인

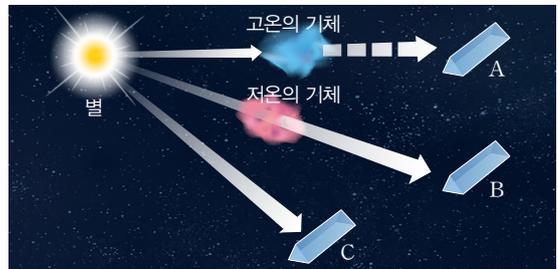
- (1) 우주가 팽창하면서 우주의 온도와 밀도가 감소한다. ()
- (2) 우주는 시작도 끝도 없으며, 현재와 같은 상태가 지속된다. ()
- (3) 우주가 팽창하면서 생기는 공간에 새로운 물질이 생성된다. ()
- (4) 멀리 있는 은하일수록 우리은하에서 더 빠른 속도로 멀어진다. ()

중요

04 다음은 빅뱅 이후 우주의 진화 과정에서 발생한 어떤 현상에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

우주의 나이가 약 38만 년이 되었을 때 우주의 온도는 약 (㉠) K으로 낮아졌으며, 운동 에너지가 감소한 전자가 (㉡) 과 결합하여 전기적으로 중성인 원자가 생성되었다. 원자가 생성되면서 빛이 전자의 방해 받지 않고 우주 공간을 자유롭게 이동하기 시작하였다. 이 빛은 우주가 팽창하면서 온도가 낮아져 현재 약 3 K에 해당하는 파장의 (㉢) 로 관측된다.

05 그림은 서로 다른 종류의 스펙트럼이 관찰되는 경우를 나타낸 것이다.



A ~ C에 해당하는 스펙트럼을 <보기>에서 골라 옳게 짝 지으시오.

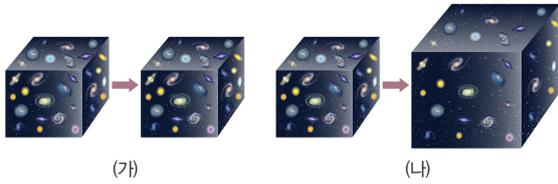
○ 보기 ○

ㄱ.	
ㄴ.	
ㄷ.	

중요

06 여러 별빛의 스펙트럼을 분석한 결과 우주의 구성 원소는 수소가 약 74 %, 헬륨이 약 24 % 임이 밝혀졌다. 이러한 관측 사실이 빅뱅 우주론의 증거가 될 수 있는 까닭을 설명하시오.

07 그림 (가)와 (나)는 정적 우주론과 동적 우주론 모형을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

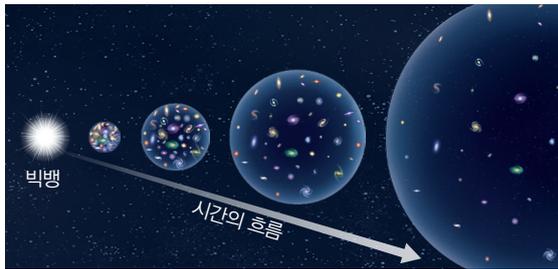
○ 보기 ○

ㄱ. (가)에서 은하 사이의 거리는 변하지 않는다.
 ㄴ. (나)에서 우주는 현재와 같은 상태가 영원히 지속된다.
 ㄷ. 현재 우주의 모습은 (나)보다 (가)에 가깝다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요

08 그림은 빅뱅 우주론에서 설명하는 우주의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

ㄱ. 시간이 지남에 따라 우주의 전체 질량은 감소한다.
 ㄴ. 모든 물질과 에너지가 모인 한 점에서 우주가 시작되었다.
 ㄷ. 우주가 탄생한 직후 물질을 이루는 기본 입자들이 만들어졌다.

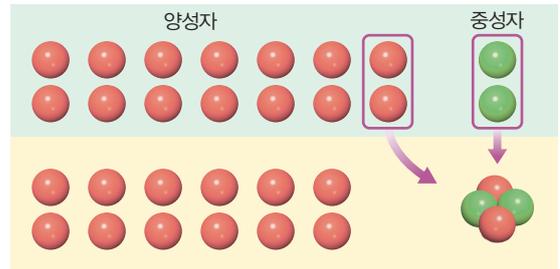
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09 빅뱅 이후 초기 우주에서 생성된 입자에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 양성자는 전자보다 먼저 생성되었다.
 ② 양성자와 중성자는 전자가 결합하여 만들어졌다.
 ③ 양성자와 전자가 결합하여 수소 원자핵이 만들어졌다.
 ④ 빅뱅 핵합성이 일어난 시기에 헬륨 원자가 만들어졌다.
 ⑤ 양성자와 중성자가 처음 생성된 시기에는 서로 변환될 수 있었다.

중요

10 그림은 빅뱅 이후 3분 무렵에 일어난 양성자와 중성자의 결합을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

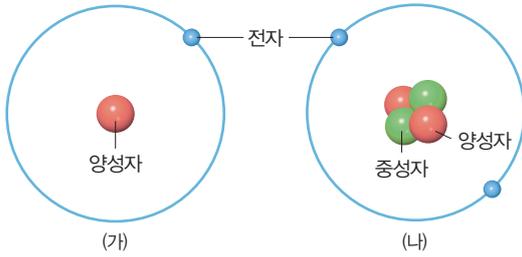
○ 보기 ○

ㄱ. 양성자와 중성자의 결합으로 헬륨 원자핵이 생성되었다.
 ㄴ. 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 약 3 : 1이 되었다.
 ㄷ. 이 시기 이후에 양성자와 중성자의 결합은 더욱 활발하게 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요

11 그림 (가)와 (나)는 빅뱅 이후 생성된 서로 다른 입자의 구조를 나타낸 것이다.



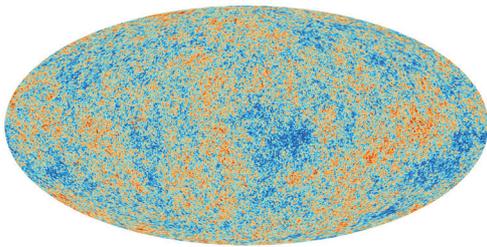
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. (가)는 우주의 구성 원소 중에서 가장 많다.
- ㄴ. (나)는 빅뱅 이후 3분이 될 무렵 만들어졌다.
- ㄷ. (가)와 (나)가 생성되기 이전에는 우주에서 빛이 자유롭게 이동할 수 있었다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

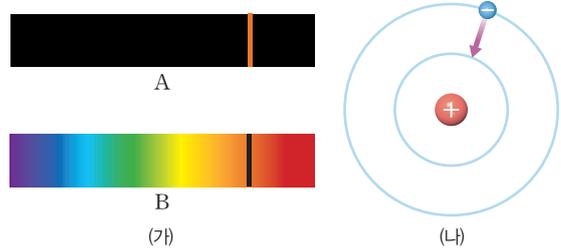
12 그림은 플랑크 우주 망원경으로 관측한 우주 배경 복사의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 빅뱅 우주론의 증거가 된다.
- ② 우주의 모든 방향에서 관측된다.
- ③ 빛이 처음 방출되었을 때보다 파장이 길어졌다.
- ④ 펜지어스와 윌슨이 우주 배경 복사의 존재를 처음 예측하였다.
- ⑤ 우주 배경 복사를 이루는 빛이 방출되었을 때 우주의 온도는 현재보다 높았다.

13 그림 (가)는 스펙트럼의 종류를, 그림 (나)는 어떤 원자에서 전자가 궤도를 이동하는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

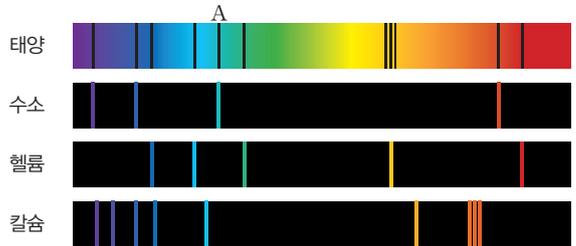
○ 보기 ○

- ㄱ. A는 저온의 기체를 통과한 별빛에서 나타난다.
- ㄴ. B에서 검은 선의 위치는 원소의 종류에 관계없이 일정하다.
- ㄷ. (나)의 경우에는 A와 같은 형태의 스펙트럼이 관측될 것이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요

14 그림은 태양의 흡수 스펙트럼과 수소, 헬륨, 칼슘의 선 스펙트럼을 나타낸 것이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. A는 수소가 빛을 흡수하여 생긴 것이다.
- ㄴ. 태양의 스펙트럼에서 칼슘에 의한 흡수선이 나타난다.
- ㄷ. 스펙트럼 분석을 통해 별을 구성하는 원소를 알아낼 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

별의 진화와 원소의 생성

별의 탄생

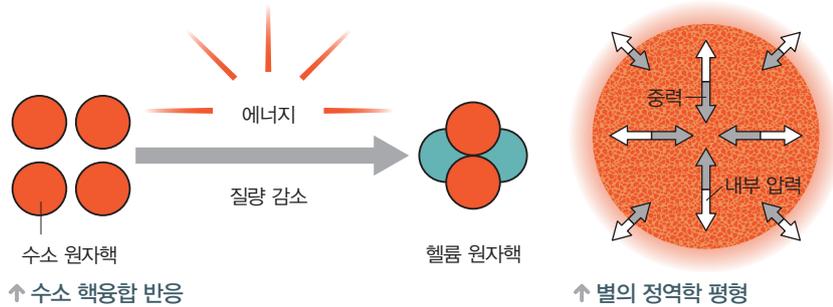
확인

성운에서 원시별이 수축하여 중심부의 온도가 약 1000만 K이 되면 (수소 핵융합 반응)이 일어나 (주계열성)이 된다.

원시별은 성운의 온도가 낮고 밀도가 높은 곳에서 성간 물질이 뭉쳐지며 만들어진다. 원시별은 중력에 의해 수축하면서 열이 발생하는데 이 과정에서 중심부의 온도가 약 1000만 K이 되면 수소 핵융합 반응이 일어나 주계열성이 된다. 주계열성은 별의 중심 방향으로 작용하는 중력과 바깥쪽으로 작용하는 내부 압력이 평형을 이루어 별의 크기가 일정하게 유지된다.

주계열성의 특징

- 중심부에서 수소 원자핵 4개가 반응하여 헬륨 원자핵 1개가 생성되는 수소 핵융합 반응이 일어나 에너지가 발생한다.
- 별의 내부 압력과 중력이 정역학 평형을 이루어 별의 크기가 일정하게 유지된다.



성운

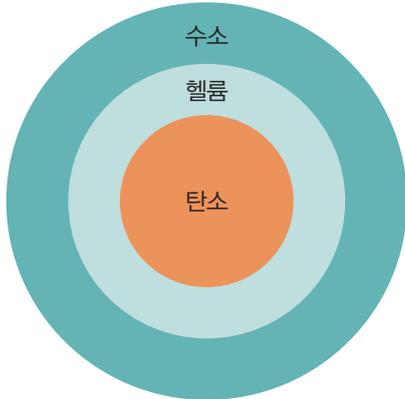
성간 물질이 한곳에 모여 수축하기 시작한다.

수축

성간 물질이 수축하여 중력이 커지면 더 많은 물질이 모여 납작한 원반 모양이 된다.

태양과 질량이 비슷한 별의 진화

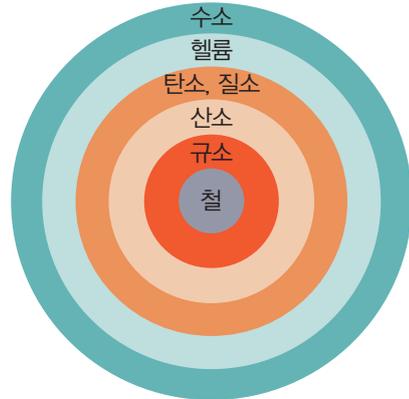
별의 중심부에서 수소가 고갈되면 중심부가 수축하면서 헬륨 핵융합 반응이 일어나 탄소가 만들어진다. 한편 중심부의 바깥층에서는 수소 핵융합 반응이 일어나 별이 팽창하기 시작한다. 이후 중심부에서 헬륨 핵융합 반응이 멈추면 별의 외곽은 계속 팽창하여 행성상 성운이 되고 별의 중심핵은 밀도가 매우 큰 백색 왜성이 된다.



↑ 질량이 태양 정도인 별의 내부 구조 변화

태양보다 질량이 매우 큰 별의 진화

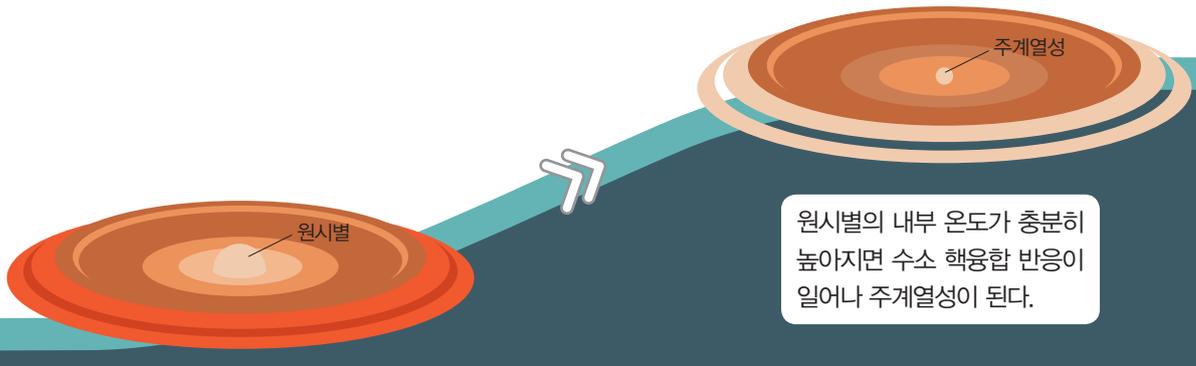
별의 중심부에 탄소가 만들어진 이후에도 핵융합 반응이 일어나 별의 질량에 따라 질소, 산소, 최종적으로 철까지 만들어진다. 이후 핵융합 반응이 멈추면 별이 수축하다가 폭발하여 초신성이 되고, 이 과정에서 철보다 무거운 원소가 만들어진다. 초신성 폭발이 일어난 후 중심에는 중성자별이나 블랙홀이 남는다.



↑ 질량이 태양보다 큰 별의 내부 구조 변화

태양계와 물질의 생성

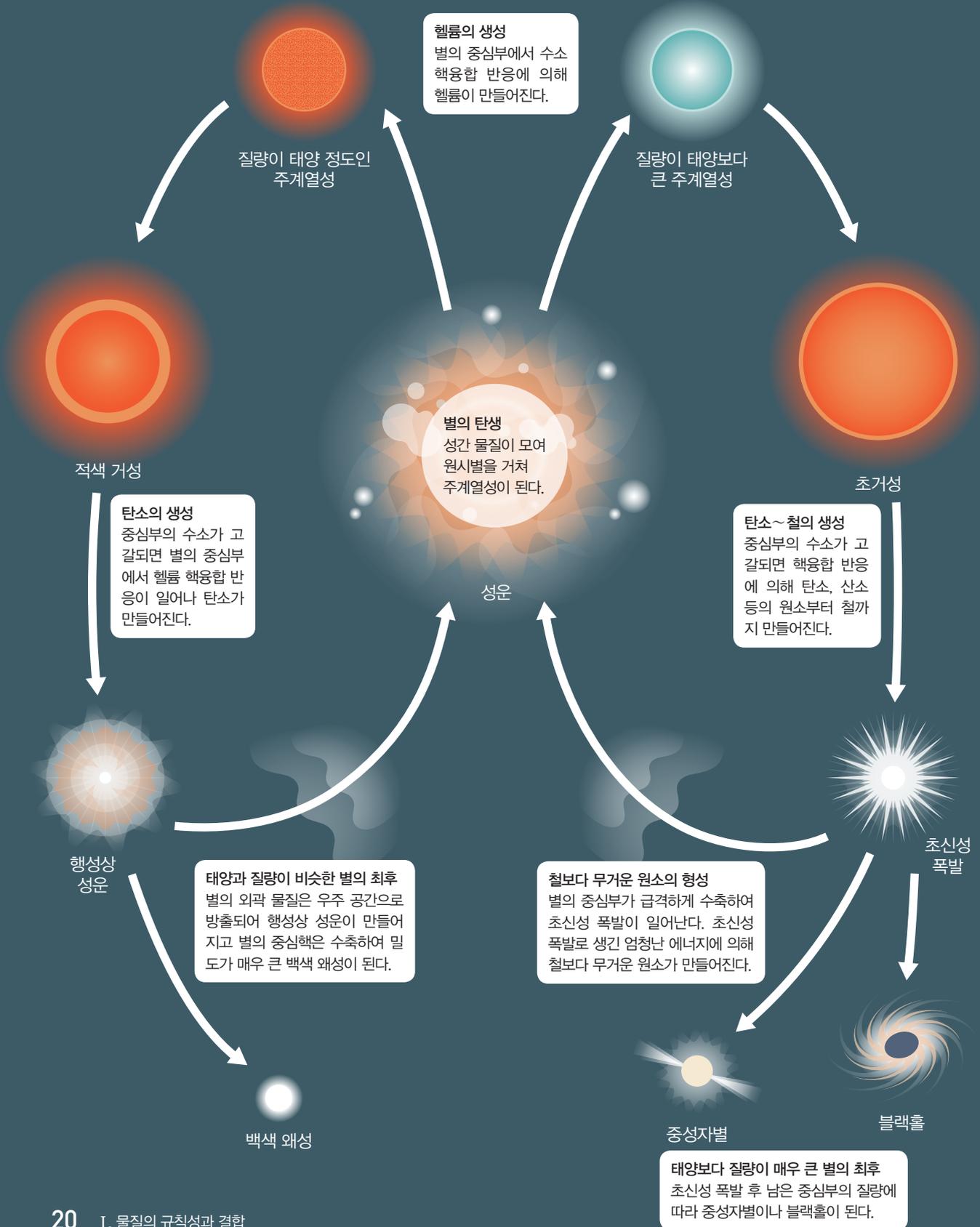
초신성 폭발이 일어날 때 우주 공간으로 퍼져 나간 원소들이 모여 성운이 형성되었고, 이 성운에서 성간 물질이 모여 태양계가 만들어졌다. 성간 물질이 모이는 과정에서 태양과 가까운 곳에는 철, 산소, 규소 등과 같이 무거운 물질이 모여 지구형 행성이 만들어졌고, 태양과 먼 곳에는 수소, 헬륨 등과 같이 가벼운 물질이 모여 목성형 행성이 만들어졌다.



중심에 원시별이 만들어지고 중력에 의해 수축하면서 원시별의 내부 온도가 높아진다.

원시별의 내부 온도가 충분히 높아지면 수소 핵융합 반응이 일어나 주계열성이 된다.

별의 진화와 원소의 생성



1 별의 탄생 과정

성운의 밀도가 높고 온도가 낮은 곳에서 수소와 헬륨, 먼지 등의 (1)이 모여 중력에 의해 수축되기 시작한다.



성운의 중심부로 성간 물질이 모여 밀도와 온도가 높아지면서 (2) 수축 에너지에 의해 원시별이 형성된다.



원시별의 내부 온도가 약 1000만 K에 이르면 수소 핵융합 반응이 일어나면서 별(주계열성)이 탄생한다.

2 별의 진화

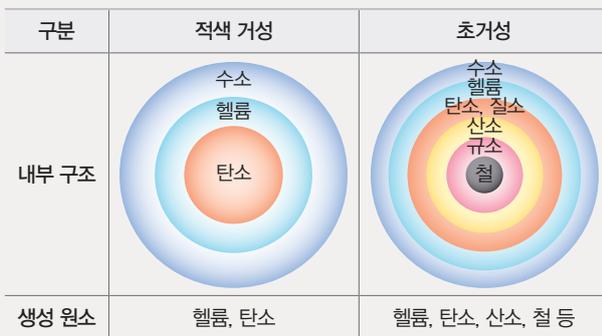
1. 주계열성: 중심부에서 (3) 반응을 통해 에너지가 생성되며, 이 에너지에 의해 바깥쪽으로 작용하는 내부 압력과 중심을 향해 수축하려는 중력이 평형을 이루면서 별의 크기가 일정하게 유지된다.

2. 주계열성 이후 별의 진화 과정



3 별의 진화와 원소의 생성

1. 철보다 가벼운 원소: 별의 내부에서 핵융합 반응에 의해 생성된다.



2. 철보다 무거운 원소: (4) 폭발 과정에서 발생하는 엄청난 에너지에 의해 양성자와 중성자, 원자핵들이 서로 결합하여 생성된다.

4 태양계 형성 과정

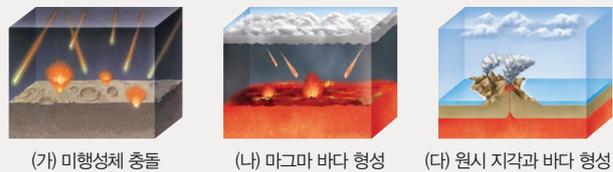
(1) 태양계 성운 형성	(2) 성운의 수축
초신성 폭발로 성간 물질이 수축하며 회전하기 시작한다.	성운이 수축하면서 중심부는 볼록하고 가장자리는 얇은 원반 모양이 된다.
(3) 원시 태양 형성	(4) 원시 태양계 형성
성운의 중심부에 원시 태양이, 원반에 미행성체가 형성된다.	원시 태양은 태양으로 진화하고, 미행성체가 충돌하여 원시 행성이 형성된다.

5 지구형 행성과 목성형 행성의 특징

- 지구형 행성: 태양계 원반의 안쪽에서 산소, 규소, 철과 같이 비교적 무거운 물질이 모여서 형성되었다.
- 목성형 행성: 태양계 원반의 바깥쪽에서 (5)와 헬륨 같은 가벼운 기체 물질이 모여서 형성되었다.

구분	반지름	질량	평균 밀도	위성 수	고리	구성 성분
지구형 행성	작다.	작다.	크다.	적거나 없다.	없다.	Fe, O, Si 등
목성형 행성	크다.	크다.	작다.	많다.	있다.	H, He 등

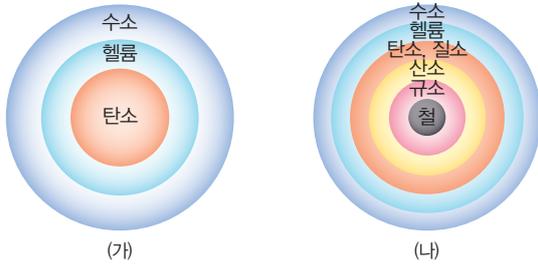
6 지구의 형성 과정



- | | |
|-----|--|
| (가) | 미행성체 충돌로 지구의 질량과 크기가 커졌다. |
| (나) | 미행성체 충돌 열로 마그마 바다가 형성되어 (6)과 맨틀이 분리되기 시작하였다. |
| (다) | 미행성체 충돌이 감소하면서 지표면이 식어 원시 지각이 형성되고, 수증기가 응결하면서 비가 내려 원시 바다가 형성되었다. |

중요

07 그림 (가)와 (나)는 서로 다른 두 별의 중심부에서 핵융합 반응이 종료되기 직전의 내부 구조를 나타낸 것이다.

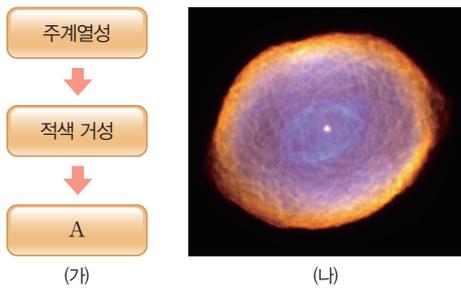


이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 별의 질량은 (가)보다 (나)가 크다.
- ② 중심부의 온도는 (가)보다 (나)가 높다.
- ③ (가)의 표면 온도는 주계열성일 때보다 높다.
- ④ (가)의 중심부는 수축하여 백색 왜성이 된다.
- ⑤ (나)가 폭발할 때 철보다 무거운 원소가 생성된다.

중요

08 그림 (가)는 태양의 진화 과정을, (나)는 질량이 태양 정도인 어느 별의 A 단계일 때 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. 주계열성보다 적색 거성 단계에 머무르는 시간이 짧다.
- ㄴ. 적색 거성의 내부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나지 않는다.
- ㄷ. A의 형성 과정에서 철보다 무거운 원소가 우주 공간으로 방출된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09 그림은 태양계의 형성 과정을 순서대로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. 성운이 수축되면서 중심부의 온도가 높아진다.
- ㄴ. 태양이 형성된 이후 태양계 원반의 안쪽에는 수소와 헬륨이 많이 모이게 되었다.
- ㄷ. 지구형 행성은 목성형 행성에 비해 무거운 물질로 이루어져 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10 그림은 지구의 형성 과정 중 일부를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. (가)에서 생명체가 처음 등장하였다.
- ㄴ. (다) 이후에 핵과 맨틀이 분리되기 시작하였다.
- ㄷ. 지구는 (나) → (가) → (다) 순으로 형성되었다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

I. 물질의 규칙성과 결합

원소의 주기성

주기율표

원자 번호

원자 번호는 원자핵을 이루고 있는 양성자 수와 같으며, 원자의 전자 수와 같다.

세상에 존재하는 모든 물질은 원소로 이루어져 있다. 현재까지 알려진 원소의 종류는 110여 가지이며, 원소를 일정한 기준에 따라 배열하면 원소들 사이의 규칙성을 찾을 수 있다.

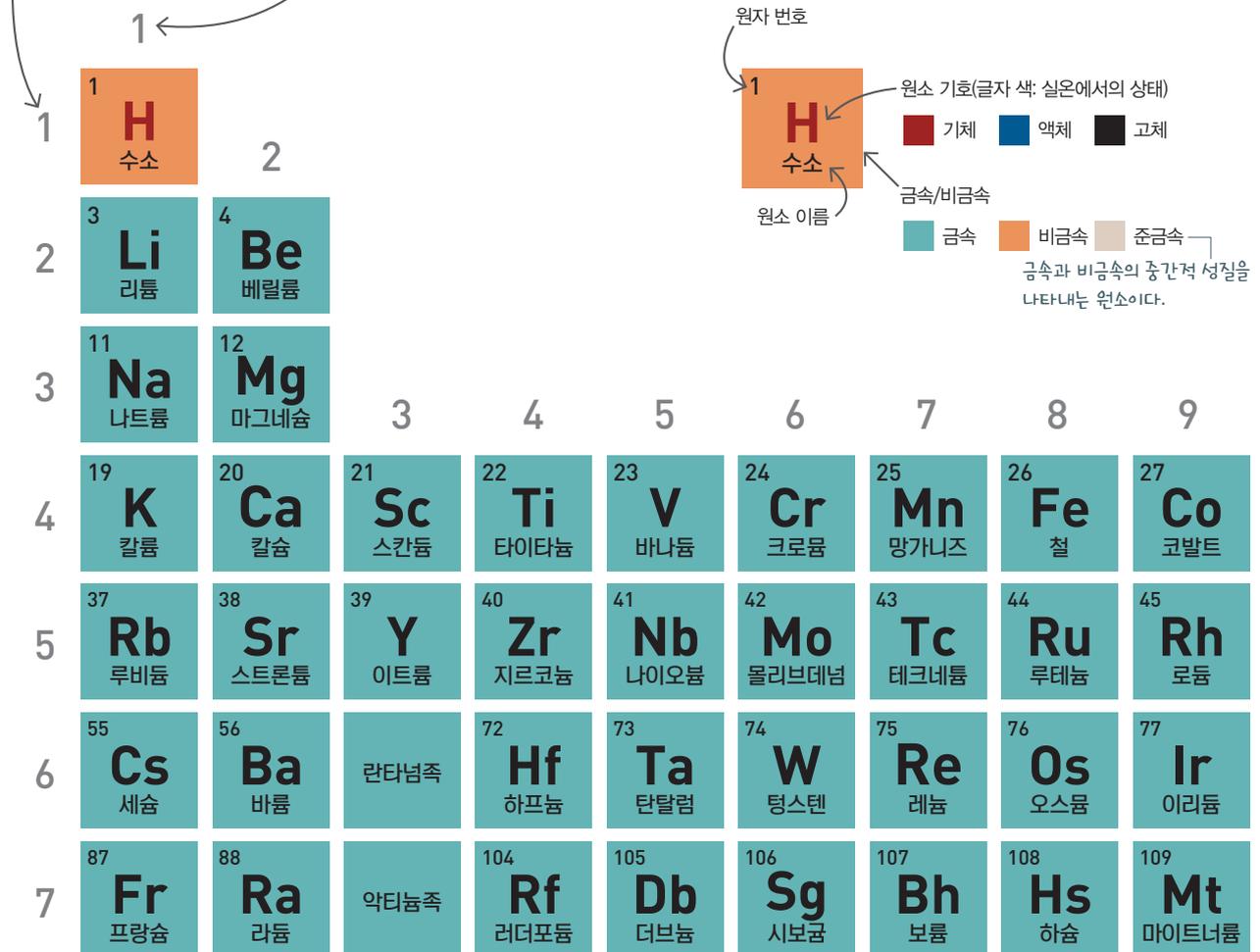
원소를 원자 번호 순서로 나열하여 화학적 성질이 비슷한 원소가 같은 세로줄에 오도록 배열하여 만든 원소 분류표를 주기율표라고 한다. 주기율표는 7개의 가로줄과 18개의 세로줄로 되어 있는데, 가로줄을 주기, 세로줄을 족이라고 한다.

주기

주기율표의 가로줄로, 1주기에서 7주기까지 있다.

족

주기율표의 세로줄로, 1족에서 18족까지 있다.



원소의 분류

원소는 성질에 따라 크게 금속 원소와 비금속 원소로 구분할 수 있다.



확인

주기율표의 왼쪽과 가운데 부분에 위치하며 광택이 있고, 전기가 통하는 성질을 가진 원소는 (금속, 비금속) 원소이다.

									18
			13	14	15	16	17		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	
10	11	12							
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	

일	월	화	수	목	금	토
		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

주기성

어느 달의 7일이 월요일이라면 우리는 다음 월요일이 14일, 그다음 월요일이 21일임을 알 수 있다. 이는 달력에서 7일마다 같은 요일이 돌아오기 때문이다. 이와 같이 일정한 간격을 두고 되풀이되어 나타나는 성질을 주기성이라고 한다.

← 달력에서의 주기성

달력에서는 7일마다 같은 요일이 반복되는 주기성을 나타낸다.

알칼리 금속

주기율표의 1족 원소 중 수소를 제외한 금속 원소로, 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K) 등이 있다.



실온에서 고체 상태이다.



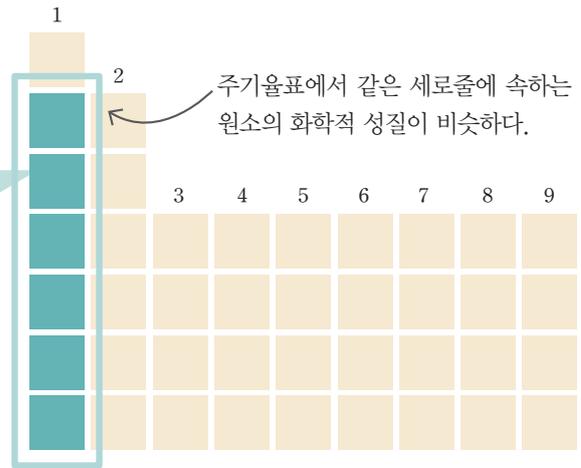
다른 금속에 비해 밀도가 작고 칼로 잘릴 정도로 무르다.



반응성이 매우 커서 공기 중의 산소, 물과 쉽게 반응하므로 석유나 벤젠 속에 넣어 보관한다.



물에 넣으면 격렬하게 반응한다. 알칼리 금속과 물이 반응하면 수소 기체가 생성되고, 반응 후 수용액은 염기성을 나타낸다.



알칼리 금속의 활용



리튬은 휴대 전화의 배터리에 이용된다.



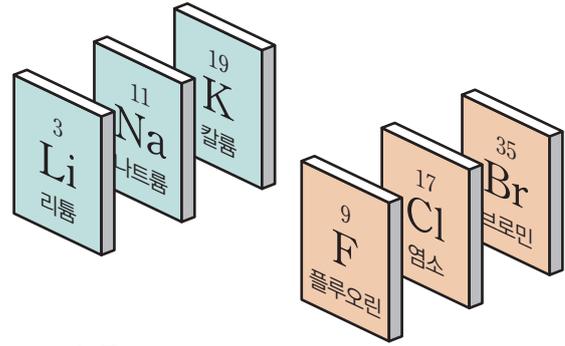
나트륨은 터널의 조명에 이용된다.



칼륨은 비료에 이용된다.

원소의 주기성

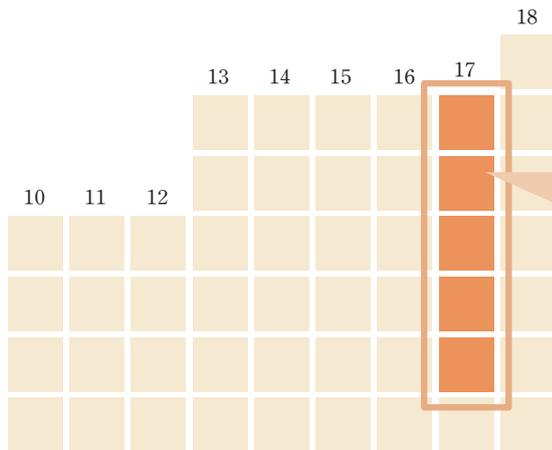
달력에서 일정한 날짜 간격으로 같은 요일이 반복되는 것처럼, 주기율표에서는 일정한 원자 번호 간격을 두고 비슷한 화학적 성질을 갖는 원소들이 반복된다. 주기율표의 1족에 속하는 알칼리 금속이나 17족에 속하는 할로젠 원소는 모두 일정한 원자 번호의 간격을 두고 비슷한 화학적 성질을 갖는 주기성을 나타낸다.



↑ 원소의 주기성

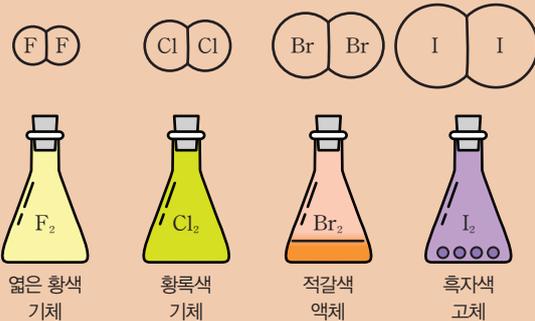
1~5주기 원소는 원자 번호 8 또는 18마다 비슷한 화학적 성질을 갖는 주기성을 나타낸다.

확인
알칼리 금속은 주기율표의 (1)족, 할로젠 원소는 주기율표의 (17)족에 속하는 원소이다.

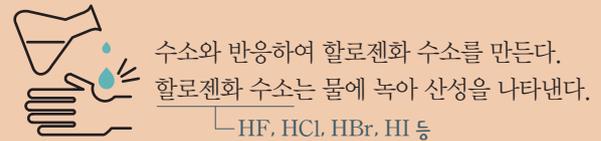


할로젠 원소

주기율표의 17족 원소로, 플루오린(F), 염소(Cl), 브로민(Br), 아이오딘(I) 등이 있다.



실온에서 원자 2개가 결합한 이원자 분자로 존재하며, 특유의 색을 띤다.

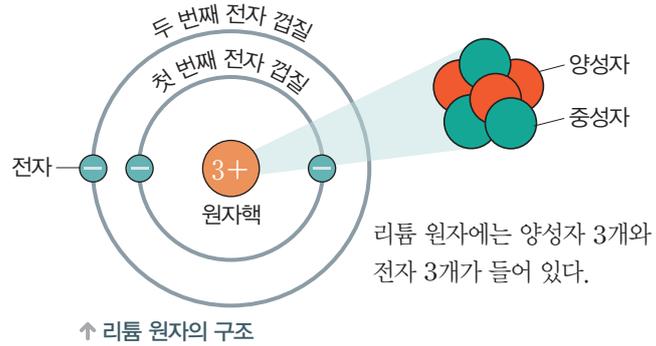


할로젠 원소의 활용

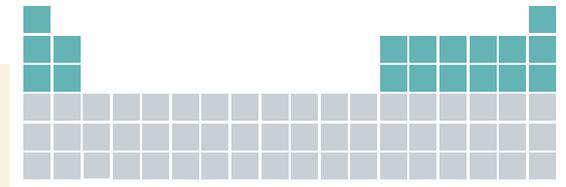


원자의 구조

원자의 중심에는 (+)전하를 띤 원자핵이 위치하며, 원자핵 주위에서 (-)전하를 띤 전자가 운동한다. 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있으며, 원자에 들어 있는 양성자의 수와 전자의 수는 같다. 전자는 특정한 에너지 준위의 궤도에서 운동하는데, 이 궤도를 전자 껍질이라고 한다.



전자 배치에 따른 원소의 주기성



	1족	2족	13족	14족	15족
1주기	 수소				
2주기	 리튬	 베릴륨	 붕소	 탄소	 질소
3주기	 나트륨	 마그네슘	 알루미늄	 규소	 인

원자가 전자 수

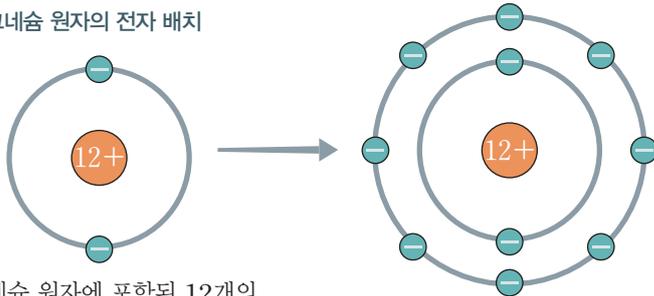
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

1족 알칼리 금속은 원자가 전자 수가 1로 모두 같으므로 화학적 성질이 비슷하다.

원자의 전자 배치와 주기적 성질

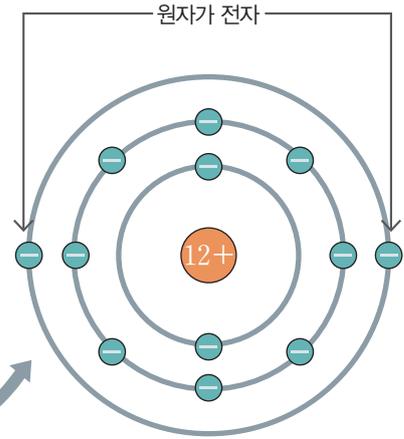
- (1) 전자는 원자핵에 가까운 전자 껍질부터 차례로 채워진다. 각 전자 껍질마다 전자가 채워질 수 있는 전자 수가 정해져 있는데, 첫 번째 전자 껍질은 2개, 두 번째와 세 번째 전자 껍질은 8개이다.
- (2) 원자의 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질에 채워진 전자를 원자가 전자라고 한다. 원자가 전자는 화학 반응에 참여하므로 원소의 화학적 성질을 결정한다.

↓ 마그네슘 원자의 전자 배치

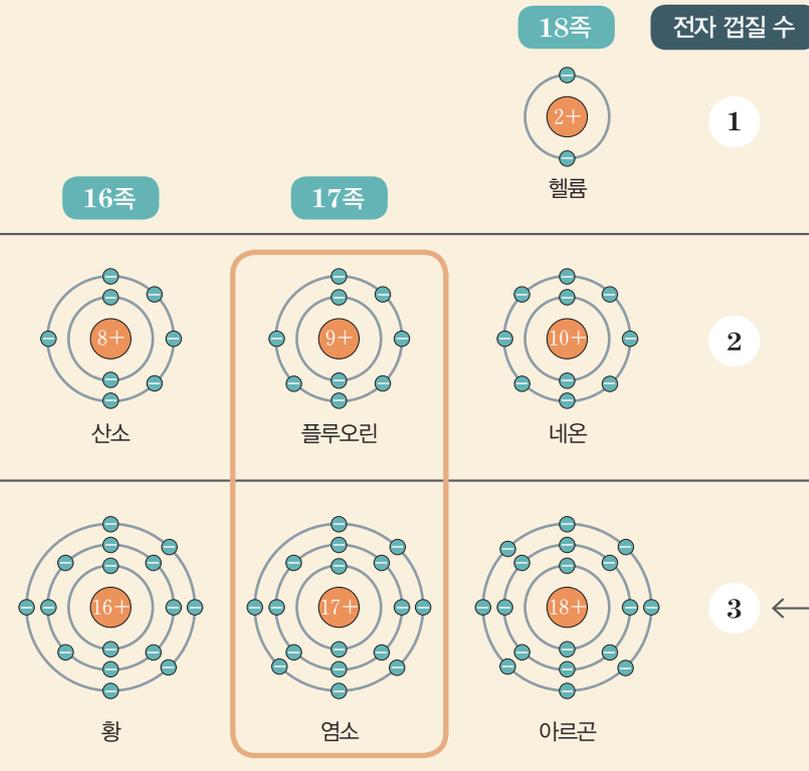


마그네슘 원자에 포함된 12개의 전자 중 2개의 전자가 첫 번째 전자 껍질에 채워진다.

나머지 10개의 전자 중 8개가 두 번째 전자 껍질에 채워진다.



남은 2개의 전자는 세 번째 전자 껍질에 채워진다.
따라서 마그네슘의 원자가 전자 수는 2이다.



전자 배치에 따른 원소의 주기성

- (1) 같은 주기 원소: 같은 주기에 속한 원소들은 전자가 채워진 전자 껍질 수가 같다.
- (2) 같은 족 원소: 같은 족에 속한 원소들은 원자가 전자 수가 같다.
- (3) 원소의 주기성은 원소의 원자가 전자 수가 주기적으로 변하기 때문에 나타나며, 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같으므로 화학적 성질이 비슷하다.

← 3주기 원소는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3으로 모두 같다.

17족 할로젠 원소는 원자가 전자 수가 7로 모두 같으므로 화학적 성질이 비슷하다.

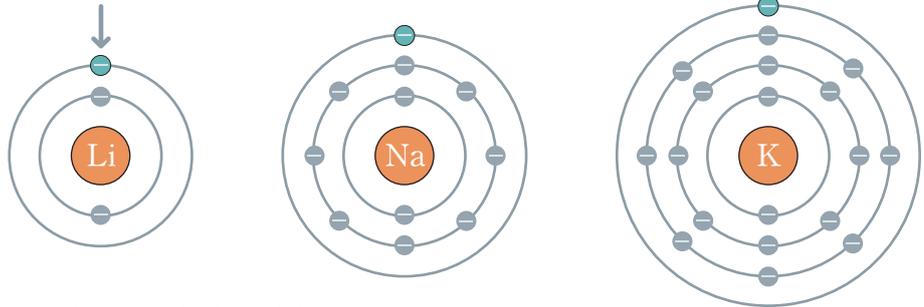
확인
3주기 2족 원소에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 (3)이고, 원자가 전자 수는 (2)이다.

알칼리 금속과 할로젠 원소의 성질

알칼리 금속의 성질

주기율표의 1족에 해당하는 리튬, 나트륨, 칼륨 등의 금속 원소를 알칼리 금속이라고 한다. 알칼리 금속의 원자가 전자 수는 1이므로 알칼리 금속은 전자 1개를 잃으려는 경향이 있어 반응성이 상대적으로 크다.

원자가 전자 수가 1이다.



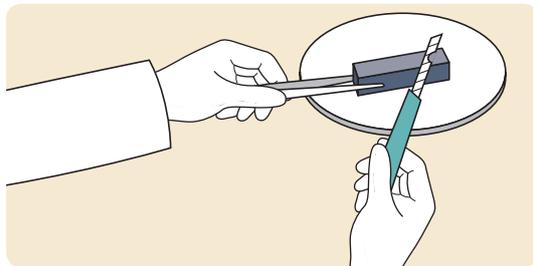
↑ 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K) 원자의 전자 배치

알칼리 금속의 성질

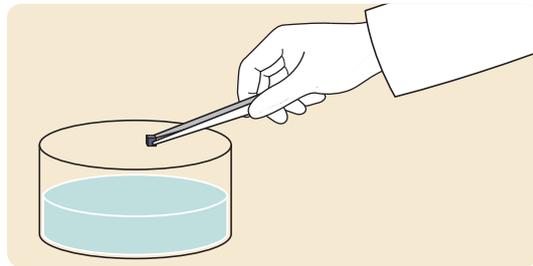
목표 | 알칼리 금속의 성질을 알아보고, 같은 족 원소는 화학적 성질이 비슷하다는 것을 확인할 수 있다.

준비물 | 리튬, 나트륨 조각 페놀프탈레인 용액 수조 스포이트 유리판 핀셋 칼

과정



① 유리판 위에 리튬 조각을 올려놓고 칼로 자르면서 단단한 정도와 단면의 색 변화를 관찰해 보자.



② 수조에 물을 절반 정도 넣고 페놀프탈레인 용액을 1~2방울 떨어뜨린 후, 좁쌀 크기로 자른 리튬 조각을 넣자.

③ 나트륨을 사용하여 과정 ①, ②를 반복해 보자.

결과 및 정리

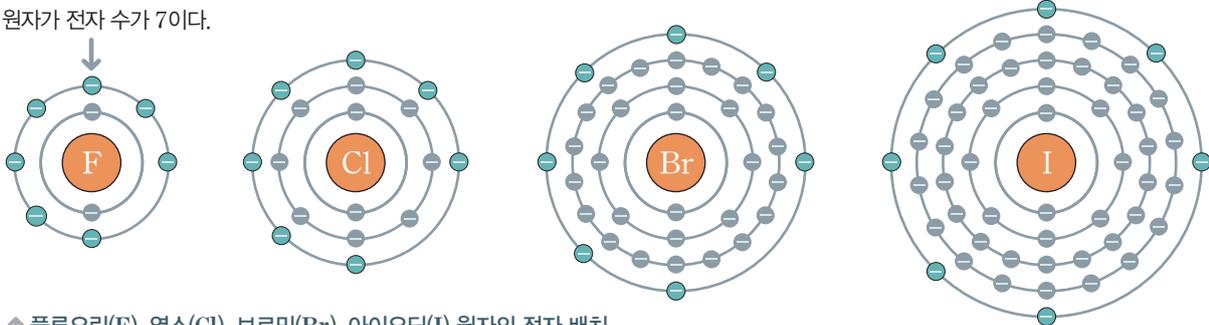
알칼리 금속은 무르다.

- 칼로 단면을 잘랐을 때의 변화: 칼로 쉽게 잘리며, 자른 직후의 단면은 은백색 광택을 나타내나 시간이 지나면 잘린 단면의 광택이 사라진다. 공기 중의 산소와 잘 반응한다.
- 페놀프탈레인 용액을 넣은 물과의 반응: 물과 반응하면 수소 기체가 발생하고, 수용액이 무색에서 붉은색으로 변한다. → 알칼리 금속이 물과 반응한 후의 용액은 염기성이다.
- 나트륨이 리튬보다 물과 더 활발하게 반응한다. 알칼리 금속은 칼륨 > 나트륨 > 리튬 순으로 반응성이 크다.
- 알칼리 금속의 공통적인 성질이 나타나는 까닭: 원자가 전자 수가 1로 같기 때문이다.

할로젠 원소의 성질

주기율표의 17족에 해당하는 플루오린, 염소, 브로민, 아이오딘 등의 비금속 원소를 할로젠 원소라고 한다. 할로젠 원소의 원자가 전자 수는 7이므로 할로젠 원소는 전자 1개를 얻으려는 경향이 있어 반응성이 상대적으로 크다.

원자가 전자 수가 7이다.



↑ 플루오린(F), 염소(Cl), 브로민(Br), 아이오딘(I) 원자의 전자 배치

할로젠 원소의 성질

목표 | 할로젠 원소의 성질을 나타낸 자료를 분석하여 공통적으로 나타나는 특징을 찾을 수 있다.

자료

다음은 몇 가지 할로젠 원소의 성질을 정리한 것이다.

 <p>플루오린</p> <ul style="list-style-type: none"> • 나트륨과 매우 격렬하게 반응한다. • 수소와 매우 빠르게 반응하여 플루오린화 수소를 생성한다. • 플루오린화 수소는 물에 녹아 약한 산성을 나타낸다. 	 <p>염소</p> <ul style="list-style-type: none"> • 나트륨과 격렬하게 반응한다. • 수소와 빠르게 반응하여 염화 수소를 생성한다. • 염화 수소는 물에 녹아 강한 산성을 나타낸다.
 <p>브로민</p> <ul style="list-style-type: none"> • 나트륨과 잘 반응한다. • 수소와 잘 반응하여 브로민화 수소를 생성한다. • 브로민화 수소는 물에 녹아 강한 산성을 나타낸다. 	 <p>아이오딘</p> <ul style="list-style-type: none"> • 나트륨과 잘 반응한다. • 수소와 느리게 반응하여 아이오딘화 수소를 생성한다. • 아이오딘화 수소는 물에 녹아 강한 산성을 나타낸다.

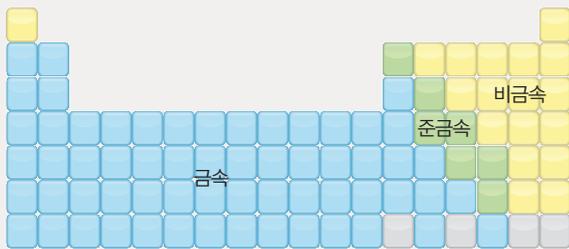
분석 및 정리

1. 할로젠 원소의 색: 플루오린은 옅은 황색, 염소는 황록색, 브로민은 적갈색, 아이오딘은 흑자색을 나타낸다.
2. 할로젠 원소의 공통점
 - 알칼리 금속인 나트륨이나 수소 기체와 쉽게 반응하여 화합물을 이룬다. 할로젠 원소는 플루오린 > 염소 > 브로민 > 아이오딘 순으로 반응성이 크다.
 - 수소와 결합한 물질(할로젠화 수소)은 물에 녹아 산성을 나타낸다.
3. 할로젠 원소의 공통적인 성질이 나타나는 까닭: 원자가 전자 수가 7로 같기 때문이다.

1 원소와 주기율표

- (1) : 물질을 이루는 기본 성분으로, 더 이상 다른 물질로 분해되지 않는다.
- 주기율표: 원소들의 성질이 주기적으로 나타나도록 배열한 표 → 현대의 주기율표는 원소들을 (2) 순서로 나열하여 화학적 성질이 비슷한 원소가 같은 (3) 줄에 위치하도록 배열하였다.
- (4) : 주기율표의 가로줄이다.
- (5) : 주기율표의 세로줄이다.

3. 금속 원소와 비금속 원소



구분	금속 원소	비금속 원소
실온에서의 상태	대부분 (6)	대부분 기체 또는 고체
열과 전기 전도성	(7)	없다. (단, 흑연은 제외)
광택	있다.	없다.
힘을 가할 때	부서지지 않고 모양이 변한다.	부서지거나 쪼개진다.

2 원소의 주기성

1. 알칼리 금속

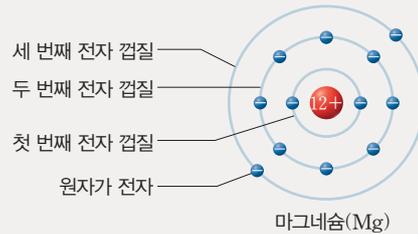
주기율표에서 위치	주기율표의 1족에 속하는 원소 중 수소(H)를 제외한 금속 원소 예 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K) 등
성질	<ul style="list-style-type: none"> 다른 금속보다 무르고, 밀도가 작다. 반응성이 커서 공기 중의 산소와 반응하여 광택을 쉽게 잃는다. 물과 반응하여 수소 기체를 발생시키고, 반응 후 수용액은 (8) 을 띤다.
이용	<ul style="list-style-type: none"> 리튬: 휴대 전화의 배터리 나트륨: 터널 안의 조명 칼륨: 화학 비료

2. 할로젠 원소

주기율표에서 위치	주기율표의 17족에 속하는 비금속 원소 예 플루오린(F), 염소(Cl), 브로민(Br), 아이오딘(I) 등
성질	<ul style="list-style-type: none"> 실온에서 이원자 분자로 존재하며 특유의 색을 띤다. 예 F₂: 옅은 황색, Cl₂: 황록색, Br₂: 적갈색, I₂: 보라색 실온에서의 상태: 플루오린과 염소-기체, 브로민-액체, 아이오딘-고체 반응성이 매우 커서 금속 원소, 수소와 잘 반응한다. 할로젠화 수소는 물에 녹아 산성을 나타낸다.
이용	<ul style="list-style-type: none"> 플루오린: 충치 예방용 치약 염소: 수돗물의 소독 아이오딘: 상처 소독약

3 원자의 전자 배치와 주기적 성질

- (9) : 원자핵 주위에서 전자가 운동하고 있는 특정한 에너지 준위의 껍데
- 원자의 전자 배치
 - 원자의 전자 수는 양성자 수(=원자 번호)와 같다.
 - 전자는 원자핵에 가까운 전자 껍질부터 차례로 채워진다.
 - 첫 번째 전자 껍질에는 최대 2개, 두 번째와 세 번째 전자 껍질에는 최대 (10) 개의 전자가 채워진다.
 - (11) : 원자의 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자로, 원소의 화학적 성질을 결정한다.



3. 전자 배치에 따른 원소의 주기성

- 같은 주기 원소: 전자가 들어 있는 (12) 수가 같다.
- 같은 족 원소: (13) 수가 같다.

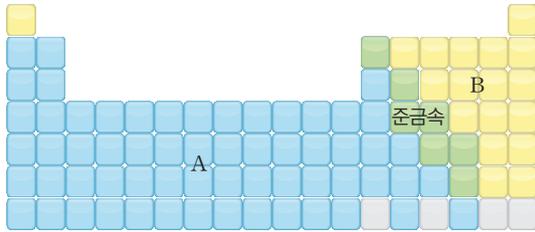
	1족	2족	13족	14족	15족	16족	17족
2주기	3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F
3주기	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl
원자가 전자 수	1	2	3	4	5	6	7

- 원소의 주기성이 나타나는 까닭: 원자가 전자 수가 주기적으로 변하기 때문이다. → 같은 족 원소는 원자가 전자 수가 같으며, 화학적 성질이 비슷하다.

01 현대의 주기율표에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 원소를 원자량 순서로 배열한 표이다. ()
- (2) 화학적 성질이 비슷한 원소들은 같은 가로줄에 위치한다. ()
- (3) 가로줄은 주기, 세로줄은 족이다. ()

[02-03] 그림은 주기율표의 원소를 크게 A와 B로 분류한 것이다. 물음에 답하시오.

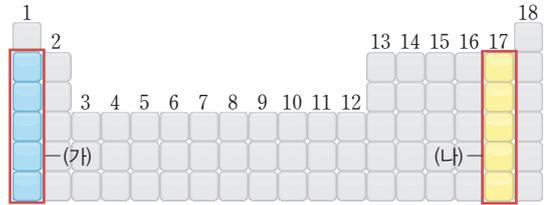


02 A와 B에 알맞은 말을 각각 쓰시오.

03 A에 속하는 원소의 성질로 옳지 않은 것은?

- ① 열 전도성이 있다.
- ② 대부분 광택이 있다.
- ③ 전기 전도성이 있다.
- ④ 실온에서 대체로 고체 상태로 존재한다.
- ⑤ 힘을 가하면 쉽게 부서지거나 쪼개진다.

[04-05] 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.



중요

04 (가)에 속하는 원소에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

○ 보기 ○

- ㄱ. 알칼리 금속이다.
- ㄴ. 다른 금속에 비해 단단하고 밀도가 크다.
- ㄷ. 공기 중의 산소나 수분과 쉽게 반응하므로 석유나 액체 파라핀 속에 넣어 보관한다.

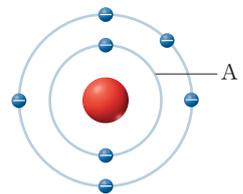
05 다음은 (나)에 속하는 원소에 대한 학생들의 대화이다.



제시한 의견이 옳은 학생만을 있는 대로 고르시오.

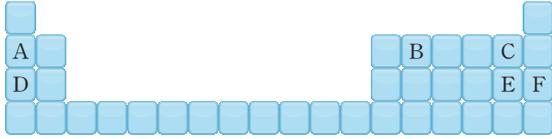
중요

06 오른쪽 그림은 원자 X의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?(단, X는 임의의 원소 기호이다.)



- ① 15족 원소이다.
- ② 2주기 원소이다.
- ③ 양성자 수는 7이다.
- ④ 원자가 전자 수는 5이다.
- ⑤ 전자 껍질 A에 있는 전자는 화학 반응에 관여한다.

07 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.



A~F에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?(단, A~F는 임의의 원소 기호이다.)

- ① A는 공기 중의 산소와 빠르게 반응한다.
- ② 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 B와 C가 같다.
- ③ D가 물과 반응한 수용액은 산성을 띤다.
- ④ D는 E와 반응하여 화합물을 잘 형성한다.
- ⑤ F는 실온에서 기체 상태로 존재한다.

중요

08 다음은 알칼리 금속의 성질을 알아보는 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 리튬 조각을 칼로 자르고, 자른 단면의 색 변화를 관찰한다.
- (나) 수조에 물을 절반 정도 넣고 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨린 후, 쌀알 크기의 리튬 조각을 넣고 물과 반응하는 모습과 색 변화를 관찰한다.
- (다) 리튬 대신 나트륨을 이용하여 과정 (가), (나)를 반복한다.

[실험 결과]

- (가)에서 자른 단면의 광택이 사라졌다.
- (나)에서 리튬 조각이 물과 격렬하게 반응하여 기체가 발생하였고, 수용액의 색은 붉게 변하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. 리튬은 공기 중의 산소와 쉽게 반응한다.
- ㄴ. (나) 과정 후 수용액은 염기성을 띤다.
- ㄷ. (다) 과정에서 나트륨 단면의 광택이 사라지고, 물과 반응한 수용액의 색이 붉게 변한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요

09 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
2		A					B	
3	C					D	E	

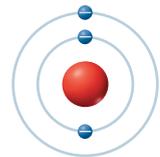
A~E에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?(단, A~E는 임의의 원소 기호이다.)

- ① 원자의 전자 수는 D가 C보다 크다.
- ② C와 반응하는 정도는 B가 E보다 크다.
- ③ E는 실온에서 이원자 분자로 존재한다.
- ④ 원자가 전자 수는 C가 A보다 1만큼 크다.
- ⑤ C는 E와 반응하여 화합물을 잘 형성한다.

10 알칼리 금속과 할로젠 원소의 이온을 짝 지은 것으로 옳지 않은 것은?

- ① 칼륨 - 화학 비료
- ② 염소 - 수돗물의 소독
- ③ 아이오딘 - 상처 소독약
- ④ 브로민 - 충치 예방용 치약
- ⑤ 리튬 - 휴대 전화의 배터리

11 오른쪽 그림은 원자 X의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다. X에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, X는 임의의 원소 기호이다.)



○ 보기 ○

- ㄱ. 원자 번호는 3이다.
- ㄴ. 칼로 자를 수 있을 정도로 무르다.
- ㄷ. 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 표는 몇 가지 원소들을 3개의 그룹으로 분류한 것이다.

(가)	(나)	(다)
Li, Na, K	F, Cl, Br	He, Ne

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. 원자가 전자 수는 (나)의 원소들이 (가)의 원소들보다 6만큼 크다.
- ㄴ. (나)의 원소들이 물과 반응한 수용액은 염기성을 띤다.
- ㄷ. (다)의 원소들은 반응성이 매우 큰 비금속 원소이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요

13 다음은 주기율표의 같은 족에 속하는 3가지 원소이다.

F	Cl	Br
---	----	----

위 원소의 공통점만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

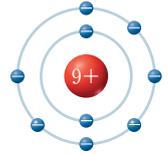
○ 보기 ○

- ㄱ. 실온에서 이원자 분자로 존재한다.
- ㄴ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 7이다.
- ㄷ. 나트륨과 쉽게 반응하여 화합물을 형성한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

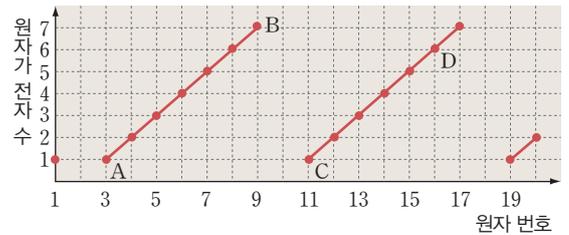
중요

14 오른쪽 그림은 원자 X의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다. X에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?(단, X는 임의의 원소 기호이다.)



- ① 2주기 원소이다.
- ② 원자가 전자 수는 7이다.
- ③ 실온에서 분자로 존재한다.
- ④ 층치 예방용 치약에 이용된다.
- ⑤ 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

15 그림은 원자 번호 1~20번 원소의 원자 번호에 따른 원자가 전자 수를 나타낸 것이다(단, 18족 원소 제외).

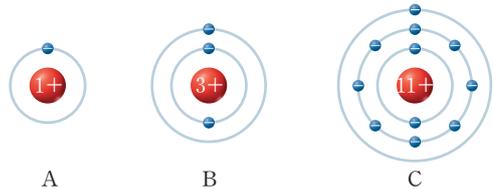


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오(단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

○ 보기 ○

- ㄱ. A와 B는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
- ㄴ. A와 C는 화학적 성질이 비슷하다.
- ㄷ. D는 고체 상태에서 전기 전도성이 크다.

16 그림은 3가지 원자의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



A~C의 공통점만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오(단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

○ 보기 ○

- ㄱ. 원자가 전자 수가 1이다.
- ㄴ. 실온에서 고체 상태로 존재한다.
- ㄷ. 물과 반응하여 산성을 나타낸다.

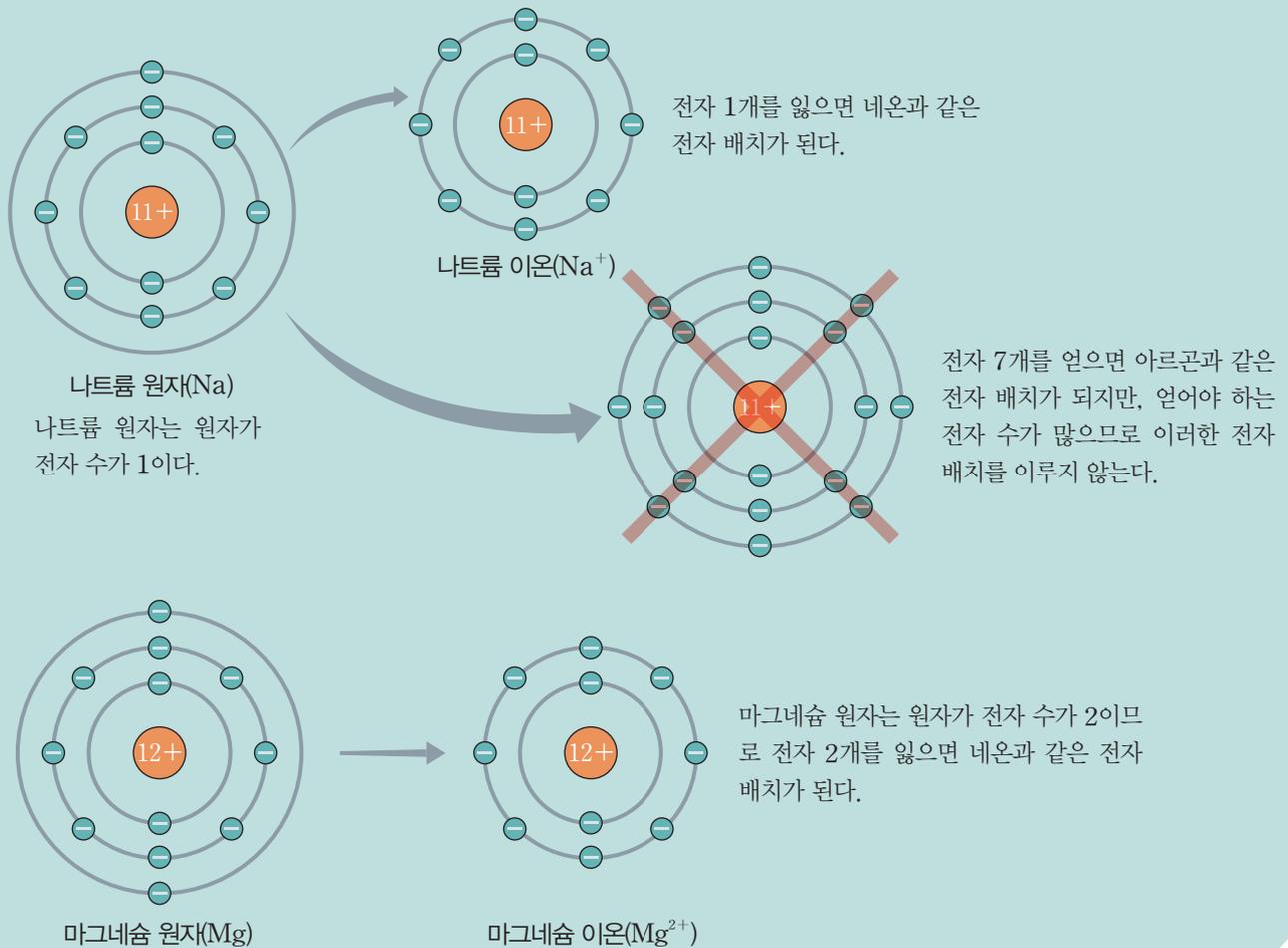
화학 결합과 물질의 성질

화학 결합의 원리

- (1) 주기율표의 18족에 속하는 헬륨(He), 네온(Ne), 아르곤(Ar) 등의 원소는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 8개(단, 헬륨은 2개)가 채워져 있어 반응성이 거의 없고 화학적으로 안정하다. 이러한 성질 때문에 18족 원소를 비활성 기체라고 한다. 비활성 기체는 화학 결합을 하지 않고 원자(단원자 분자)로 존재한다.
- (2) 주기율표의 18족에 속하지 않는 원소들은 18족 원소와 같은 전자 배치를 이루어 안정해지려는 경향이 있다. 이러한 원소의 원자는 다른 원자와 화학 결합을 형성하여 18족 원소와 같은 전자 배치를 이룬다.

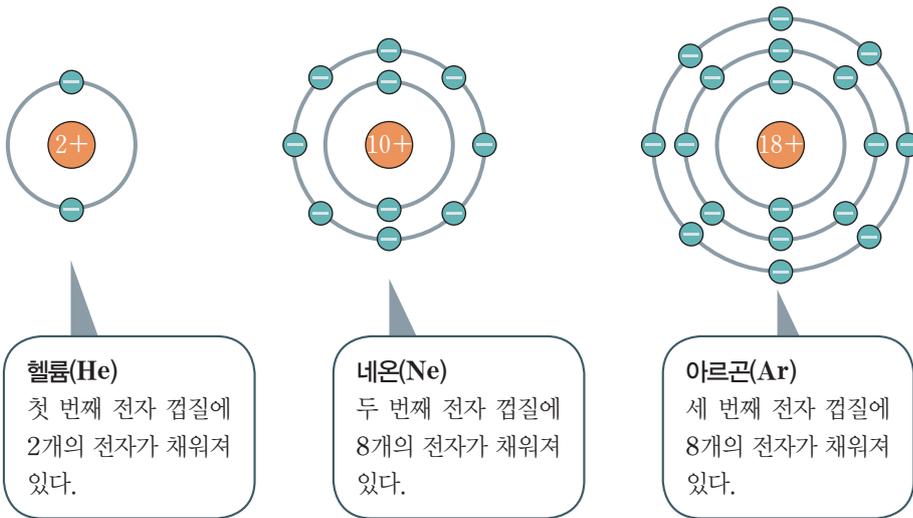
금속 원소

금속 원소는 전자를 잃어 18족 원소와 같은 전자 배치를 이룬다.



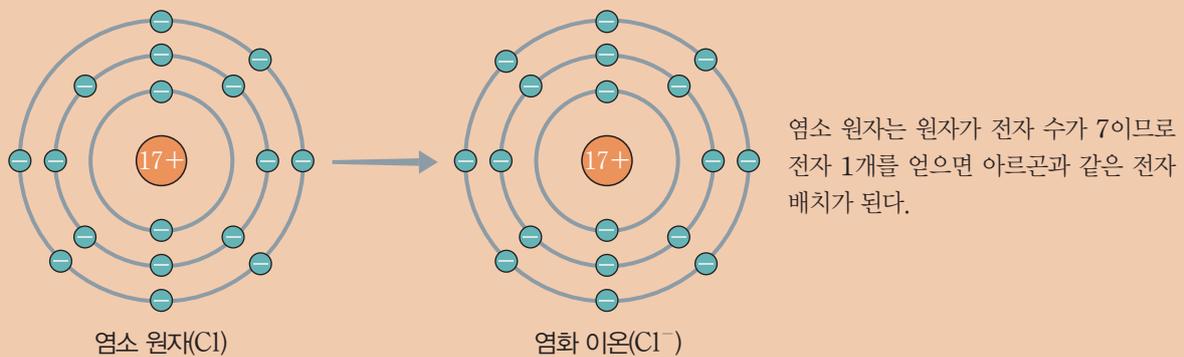
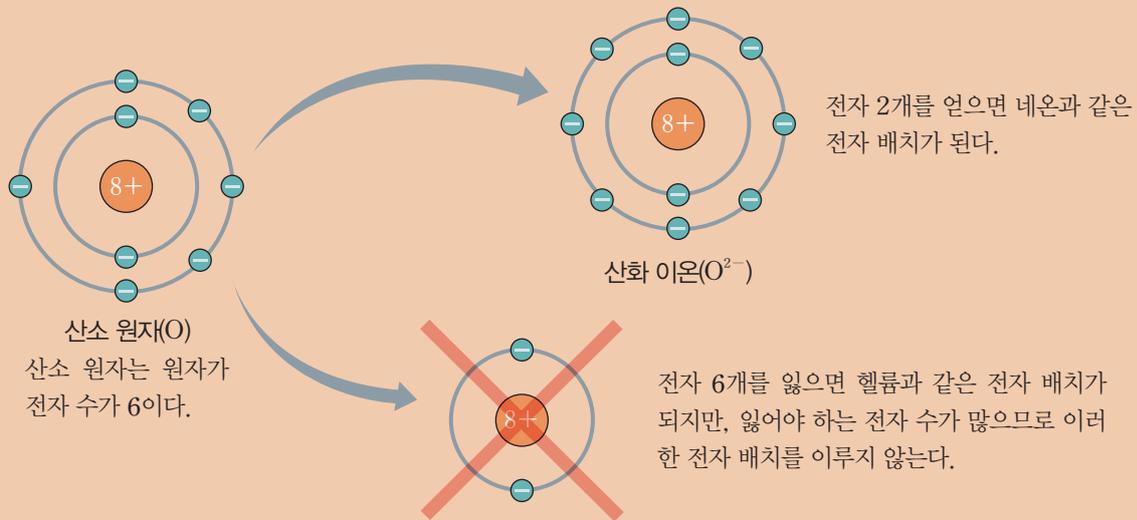
확인

18족 원소를 제외한 다른 원소의 원자들은 (화학 결합)을 형성하여 18족 원소와 같은 전자 배치를 이루려 한다.



비금속 원소

비금속 원소는 전자를 얻어 18족 원소와 같은 전자 배치를 이룬다.

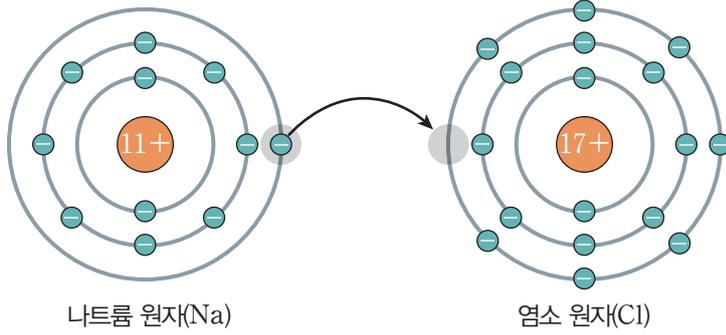


이온 결합의 형성

금속 원소의 원자와 비금속 원소의 원자가 서로 전자를 주고받아 각각 양이온과 음이온을 형성한 후, 두 이온 사이에 정전기적 인력이 작용하여 형성되는 결합을 이온 결합이라고 한다.

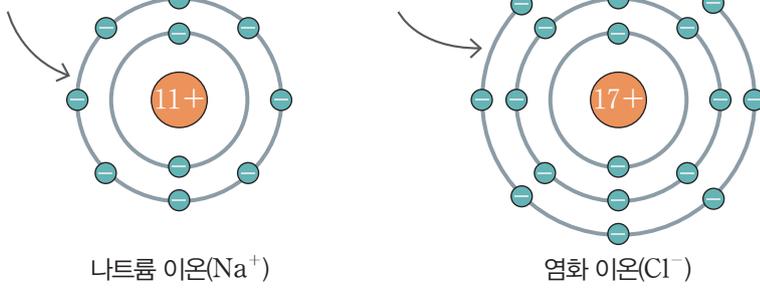
서로 다른 전하를 띤 입자 사이에 작용하는 끌어당기는 힘

이온 결합 화합물이 형성될 때 금속 원소의 원자에서 비금속 원소의 원자로 전자가 이동한다.

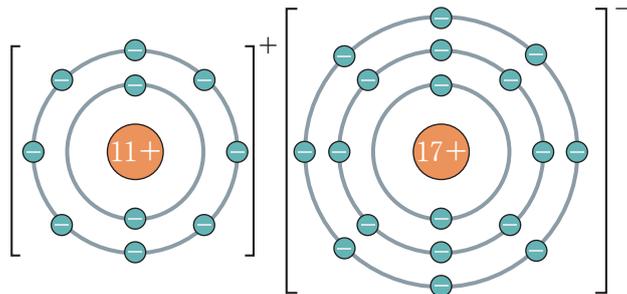


금속인 나트륨 원자는 전자 1개를 잃어 양이온이 된다.

비금속인 염소 원자는 전자 1개를 얻어 음이온이 된다.



양이온과 음이온 사이에 정전기적 인력이 작용하여 결합이 형성된다.



확인

양이온과 음이온 사이에 정전기적 인력이 작용하여 형성되는 결합을 (이온 공유) 결합이라고 한다.

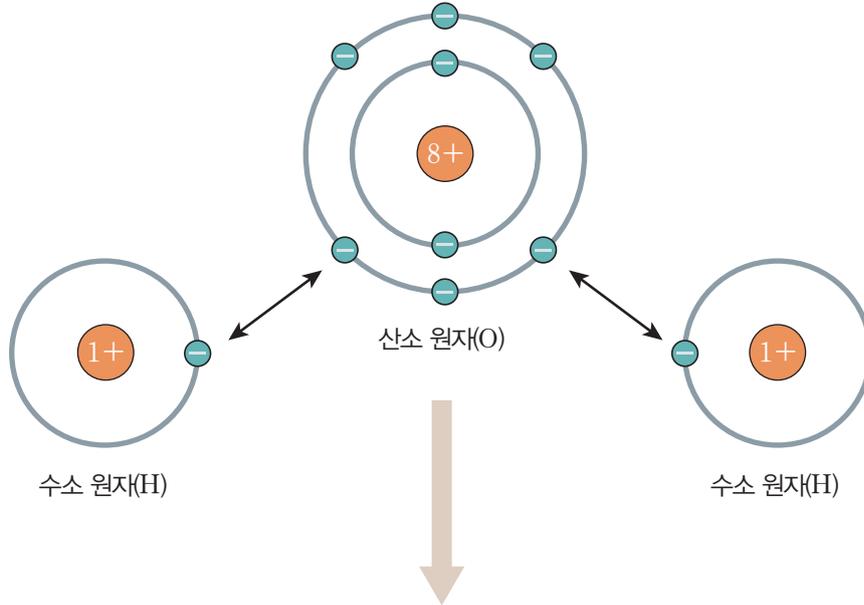
이온 결합

이온 결합은 금속 원소와 비금속 원소 사이에 일어나는 결합이다. 이온 결합이 형성될 때 금속 원소의 원자는 전자를 잃고 양이온이 되고, 비금속 원소의 원자는 전자를 얻어 음이온이 된다. 이때 각 이온의 전자 배치는 18족 원소와 같아진다.

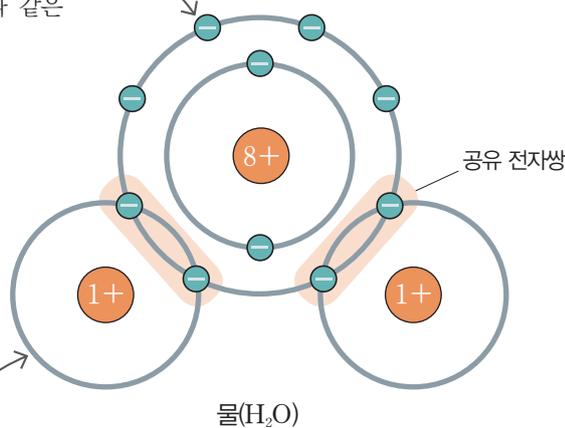
공유 결합의 형성

비금속 원소의 원자들이 서로의 전자를 내놓아 전자쌍을 만들고, 이 전자쌍을 공유하면서 형성되는 결합을 공유 결합이라고 한다.

공유 전자쌍이라고 한다.



수소와 전자쌍을 공유하여 18족 원소인 네온과 같은 전자 배치를 이룬다.



산소와 전자쌍을 공유하여 18족 원소인 헬륨과 같은 전자 배치를 이룬다.

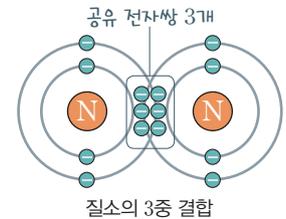
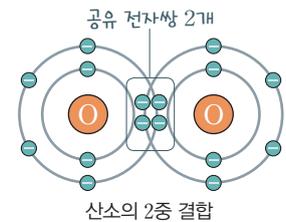
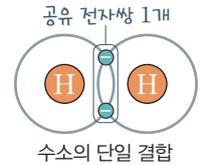
공유 결합

공유 결합은 비금속 원소 사이에 일어나는 결합이다. 원자가 공유 결합을 형성할 때는 서로의 전자를 내놓아 전자쌍을 만들고, 이 전자쌍을 공유하면서 결합을 형성한다. 이 때 각 원자의 전자 배치는 18족 원소와 같아진다.



공유 결합의 종류

공유 전자쌍 수에 따라 단일 결합, 2중 결합, 3중 결합이 있다.



확인

비금속 원소의 원자들 사이에 전자쌍을 공유하여 형성된 결합을 (이온, 공유) 결합이라고 한다.

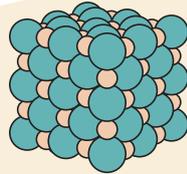
화학 결합과 물질의 성질

제설제로 이용되는 이온 결합 화합물

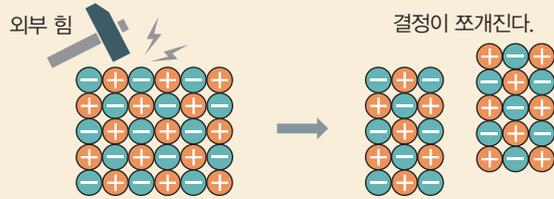
염화 칼슘은 얼음을 녹게 하는 성질이 있어 제설제로 사용된다.

이온 결합 물질

물질을 이루고 있는 화학 결합에 따라 물질의 성질이 달라진다.

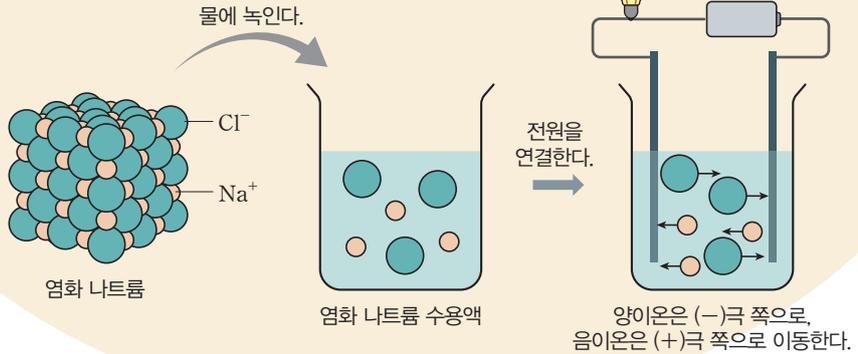


수많은 이온이 연속적으로 결합하고 있다.

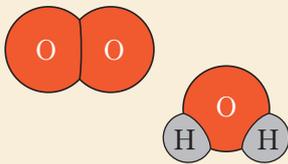


외부에서 힘을 가하면 쉽게 쪼개진다.

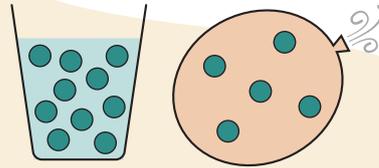
고체 상태에서는 전류가 흐르지 않으나, 액체나 수용액 상태에서는 전류가 흐른다.



공유 결합 물질

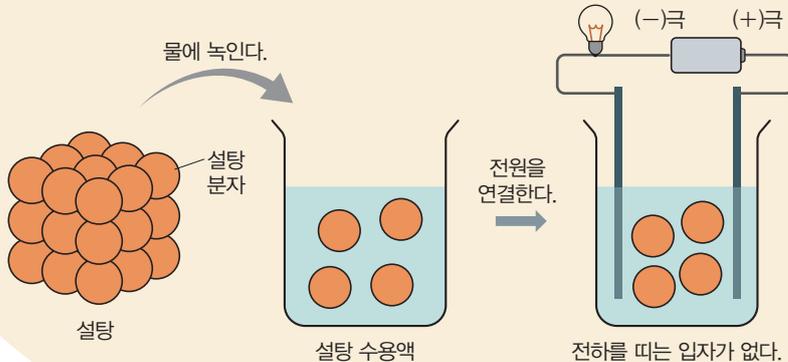


대부분 독립된 분자를 이룬다.



실온에서 주로 액체나 기체로 존재한다.

설탕과 같은 공유 결합 물질은 수용액에서 전류가 흐르지 않는다.



확인

수용액에서 전류가 흐르는 물질을 고르시오. (㉠)

- ㉠. 설탕
- ㉡. 포도당
- ㉢. 염화 칼슘

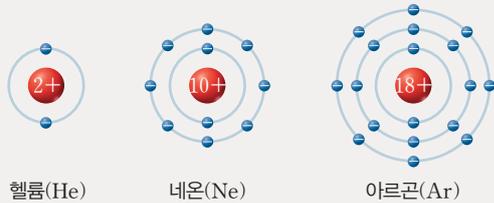
지구와 생명체를 형성하는 화학 결합

지구와 생명체를 이루는 물질은 이온 결합, 공유 결합 등의 화학 결합으로 형성된다. 우리 주위에서는 물질을 이루는 화학 결합이 끊어지고, 새로운 화학 결합이 형성되는 과정이 계속해서 일어나고 있으며, 이러한 과정을 통해 지구 시스템과 생명 시스템이 유지된다.



1 화학 결합의 원리

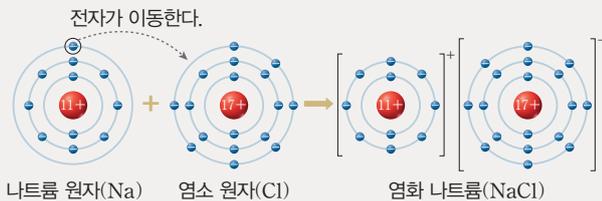
1. 18족 원소의 전자 배치: 가장 바깥 전자 껍질에 전자 (1) 개(단, 헬륨은 2개)가 채워진 안정한 전자 배치를 이룬다. → 화학적으로 안정하여 다른 원소와 잘 반응하지 않아 비활성 기체라고 한다.



2. 원소들이 화학 결합을 형성하는 까닭: 화학 결합을 통해 (2) 족 원소와 같은 전자 배치를 이루어 안정해지려는 경향이 있기 때문이다.

2 화학 결합의 종류

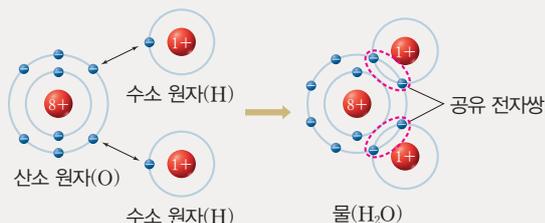
1. 이온 결합: 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온 사이에 (3) 인력이 작용하여 형성되는 결합
→ 금속 원소의 원자는 전자를 잃어 (4) 이 되고, 비금속 원소의 원자는 전자를 얻어 (5) 이 된다.



2. 공유 결합: 비금속 원소의 원자들이 (6) 을 공유하면서 형성되는 결합

① (7) 전자쌍: 두 원자가 서로 공유하여 결합을 형성하는 전자쌍

② 공유 결합의 형성: 비금속 원소의 원자들이 서로 전자를 내놓아 전자쌍을 만들고, 이 전자쌍을 공유하여 결합이 형성된다.



③ 공유 결합의 종류

(8)) 결합	전자쌍 1개를 공유하는 결합
(9)) 결합	전자쌍 2개를 공유하는 결합
(10)) 결합	전자쌍 3개를 공유하는 결합

3 화학 결합과 물질의 성질

1. 이온 결합 물질의 성질

- ① 수많은 이온이 연속적으로 결합하여 규칙적인 모양의 입체 구조를 이룬다.
- ② 외부에서 힘을 받으면 쉽게 쪼개지거나 부서진다.
- ③ 대부분 물에 잘 녹는다.
- ④ 고체 상태에서는 전류가 흐르지 않으나, 액체 상태나 (1) 상태에서는 양이온과 음이온으로 나누어져 이동할 수 있으므로 전류가 흐른다.



⑤ 이온 결합 물질의 예: 염화 나트륨, 염화 칼슘, 산화 마그네슘 등

2. 공유 결합 물질의 성질

- ① 대부분 독립적인 분자로 존재한다.
- ② 녹는점과 끓는점이 비교적 낮아 실온에서 대체로 기체나 액체 상태로 존재한다.
- ③ 물에 잘 녹는 물질과 잘 녹지 않는 물질이 있다.
- ④ 설탕 등의 물질은 물에 녹아도 분자로 존재하므로 수용액에서 (12) 가 흐르지 않는다.



⑤ 공유 결합 물질의 예: 물, 설탕, 녹말, 에탄올 등

4 지구와 생명체를 형성하는 화학 결합

1. (13) 결합 물질의 예: 바닷속에 녹아 있는 염화 나트륨·염화 마그네슘 등

2. (14) 결합 물질의 예: 대기를 구성하는 질소·산소, 생명체를 구성하는 물·단백질·지질, 광합성과 호흡에 관여하는 포도당·이산화 탄소 등

01 원소들의 화학 결합에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 18족 원소는 화학 결합을 이루어 안정해지려고 한다. ()
- (2) 원소들은 화학 결합을 이루어 18족 원소와 같은 전자 배치를 이루려는 경향이 있다. ()
- (3) 화학 결합을 형성할 때 원자들은 항상 이온을 형성한다. ()

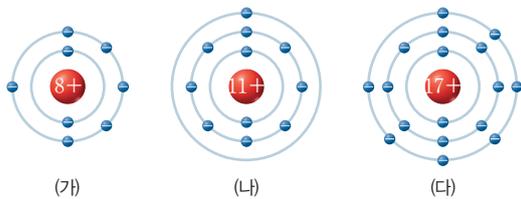
중요

02 비활성 기체에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

○ 보기 ○

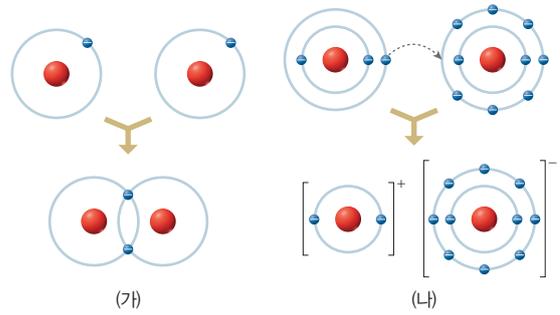
- ㄱ. 실온에서 기체 상태로 존재한다.
- ㄴ. 화학 결합을 하여 이원자 분자를 형성한다.
- ㄷ. 가장 바깥 전자 껍질에 전자 8개가 채워져 있다 (단, 헬륨은 2개).

03 그림은 3가지 원자의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



원자 (가)~(다)가 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이루는 안정한 이온이 될 때 얻거나 잃은 전자 수를 각각 쓰시오.

[04-05] 그림은 2가지 화학 결합을 모형으로 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.



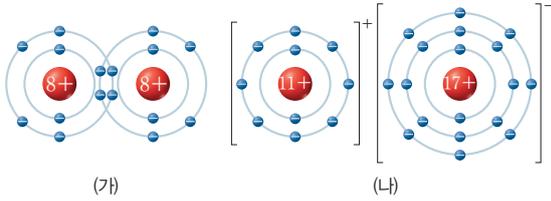
04 (가)와 (나)에 해당하는 화학 결합의 종류를 각각 쓰시오.

05 다음은 화학 결합에 대한 설명이다. (가)에 해당하는 설명에는 ‘(가)’, (나)에 해당하는 설명에는 ‘(나)’, (가)와 (나) 모두에 해당하는 설명에는 ‘공통’을 쓰시오.

- (1) 비금속 원소 사이에 형성되는 결합이다. ()
- (2) 금속 원소와 비금속 원소 사이에 형성되는 결합이다. ()
- (3) 결합을 형성한 각 원소들의 원자는 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이룬다. ()

중요

06 그림은 물질 (가)와 (나)의 화학 결합을 모형으로 나타낸 것이다.



(가)와 (나)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. (가)는 공유 결합 물질이다.
- ㄴ. (나)는 이온 결합 물질이다.
- ㄷ. (가)와 (나)에서 모든 원소는 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이룬다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 이온 결합 물질에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. 실온에서 기체 상태로 존재한다.
- ㄴ. 금속 원소와 비금속 원소를 포함한다.
- ㄷ. 외부에서 힘을 가하면 쪼개지거나 부서진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 물질과 화학 결합의 종류를 옳게 짝 지은 것은?

- ① 산소(O₂) - 이온 결합
- ② 암모니아(NH₃) - 이온 결합
- ③ 염화 수소(HCl) - 공유 결합
- ④ 염화 나트륨(NaCl) - 공유 결합
- ⑤ 산화 마그네슘(MgO) - 공유 결합

09 공유 결합 물질에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. 대부분 분자로 존재한다.
- ㄴ. 비금속 원소로 이루어져 있다.
- ㄷ. 물에 잘 녹으며 수용액은 모두 전기 전도성이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10 다음은 3가지 물질의 이름과 화학식이다.

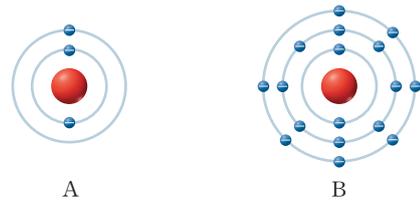
물(H₂O) 산소(O₂) 산화 나트륨(Na₂O)

위 물질 중 산소(O)의 전자 배치가 비활성 기체인 네온(Ne)의 전자 배치와 같은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ① 물 ② 산화 나트륨
- ③ 물, 산소 ④ 산소, 산화 나트륨
- ⑤ 물, 산소, 산화 나트륨

중요

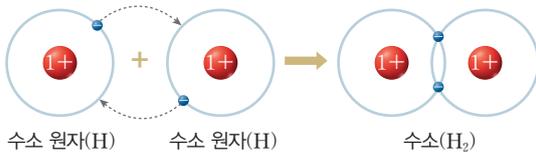
11 그림은 원자 A와 B의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



A와 B로 이루어진 안정한 물질에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?(단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

- ① A는 양이온으로 존재한다.
- ② B는 음이온으로 존재한다.
- ③ 전자는 B에서 A로 이동한다.
- ④ 수용액은 전기 전도성이 있다.
- ⑤ B의 전자 배치는 아르곤(Ar)의 전자 배치와 같아진다.

12 그림은 수소 원자가 화학 결합을 형성하는 과정을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

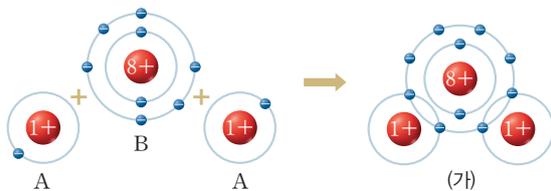
○ 보기 ○

- ㄱ. H₂는 분자로 존재한다.
- ㄴ. H₂에는 공유 전자쌍이 1개 있다.
- ㄷ. H 원자 1개는 전자를 잃고, 다른 1개는 전자를 얻는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요

13 그림은 원자 A와 B가 화학 결합을 형성하여 물질 (가)를 생성하는 과정을 모형으로 나타낸 것이다.



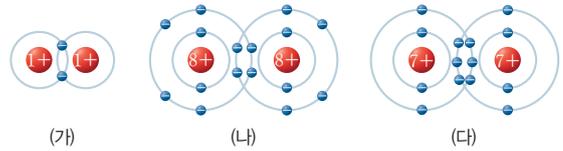
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

○ 보기 ○

- ㄱ. A와 B는 비금속 원소이다.
- ㄴ. (가)에서 공유 전자쌍 수는 2이다.
- ㄷ. (가)에서 A와 B는 모두 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이룬다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14 그림은 물질 (가)~(다)의 화학 결합을 모형으로 나타낸 것이다.

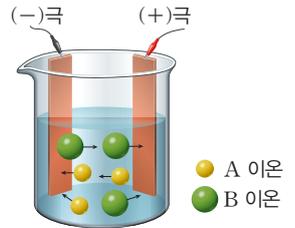


(가)~(다)에 들어 있는 공유 전자쌍 수를 옳게 비교한 것은?

- ① (가) > (나) > (다) ② (가) > (다) > (나)
 ③ (나) > (가) > (다) ④ (다) > (가) > (나)
 ⑤ (다) > (나) > (가)

중요

15 오른쪽 그림은 원소 A와 B로 이루어진 물질을 물에 녹인 수용액에 전원을 연결했을 때의 모습을 모형으로 나타낸 것이다.



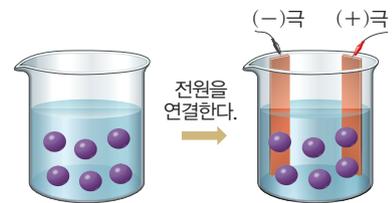
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, A는 금속 원소이다.)

○ 보기 ○

- ㄱ. A 이온은 양이온이다.
- ㄴ. B는 비금속 원소이다.
- ㄷ. 원소 A와 B로 이루어진 물질은 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

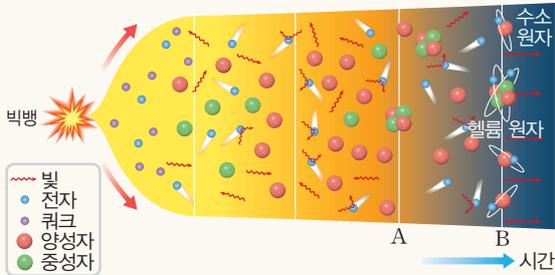
16 그림은 물질 X를 물에 녹인 수용액에 전원을 연결했을 때의 모습을 모형으로 나타낸 것이다.



X로 적절한 것을 있는 대로 고르면?(정답 2개)

- ① 설탕 ② 포도당 ③ 염화 칼슘
 ④ 염화 나트륨 ⑤ 황화 나트륨

01 그림은 빅뱅 이후 초기 우주의 모습을 나타낸 것이다.



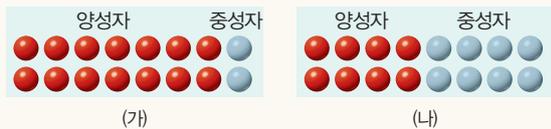
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. A 시기에 우주는 투명하였다.
- ㄴ. B 시기에 수소 원자와 헬륨 원자의 생성이 활발했다.
- ㄷ. 빅뱅 이후 시간이 지남에 따라 우주의 밀도는 점차 감소하였다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림 (가)와 (나)는 빅뱅 직후 서로 다른 시기의 양성자와 중성자의 개수 분포를 순서 없이 나타낸 것이다.



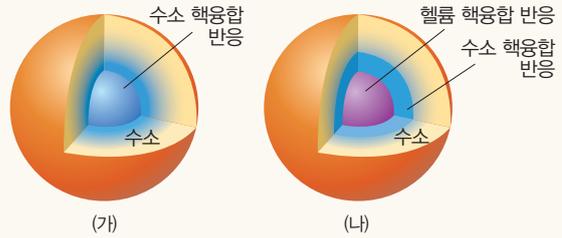
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. 우주의 온도는 (가)보다 (나)일 때 높다.
- ㄴ. 중성자가 양성자로 바뀔 때 에너지가 흡수된다.
- ㄷ. 우주가 팽창하면서 $\frac{\text{양성자 개수}}{\text{중성자 개수}}$ 의 값은 감소하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림 (가)와 (나)는 질량이 태양과 비슷한 어느 별의 진화 단계에 따른 내부 구조를 순서 없이 나타낸 것이다.



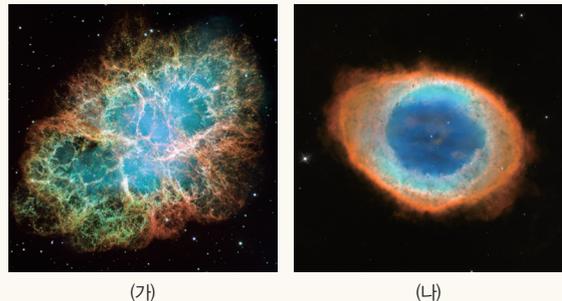
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. 별은 (가)에서 (나)로 진화한다.
- ㄴ. 별의 표면 온도는 (가)보다 (나)일 때 높다.
- ㄷ. (나)의 중심부에서 핵융합 반응은 철이 생성될 때까지 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

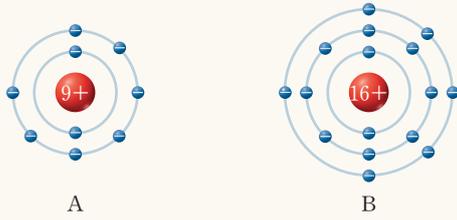
04 그림 (가)는 초신성의 잔해를, (나)는 행성상 성운의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 주계열성일 때 별의 질량은 (가)보다 (나)가 작다.
- ② (가)를 형성한 별이 (나)를 형성한 별보다 수명이 짧다.
- ③ (가)의 형성 과정에서 철보다 무거운 원소가 만들어진다.
- ④ (나)가 형성될 때 별의 내부에서 만들어진 원소가 우주 공간으로 방출된다.
- ⑤ (나)가 형성된 이후 별의 중심부가 중력에 의해 수축하여 중성자별이 된다.

05 그림은 원자 A와 B의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

○ 보기 ○

- ㄱ. 전자 껍질 수는 B가 A보다 크다.
- ㄴ. 원자가 전자 수는 B가 A보다 크다.
- ㄷ. A는 금속 원소이고, B는 비금속 원소이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 다음은 원소 A의 성질과 이용에 대한 자료이다.

- 광택이 있다.
- 얇게 펴지거나 가늘게 만들 수 있다.
- 전선으로 사용한다.



A에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, A는 임의의 원소 기호이다.)

○ 보기 ○

- ㄱ. 금속 원소이다.
- ㄴ. 실온에서 고체 상태로 존재한다.
- ㄷ. 주기율표의 가장 오른쪽에 위치한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 그림은 주기율표에 해당하는 원소의 성질을 나타낸 원소 카드를 배치한 것을 나타낸 것이다.

주기	족	1	...	17	18
2		Li • 은백색 고체 • 전기 전도성 있음. • 물과 빠르게 반응		①	Ne • 무색 기체 • 전기 전도성 없음. • 반응성 거의 없음.
3		㉠		Cl • 황록색 기체 • 전기 전도성 없음. • 반응성 큼.	②

①~②에 해당하는 원소에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○

- ㄱ. ①의 원소는 원자가 전자 수가 Cl보다 작다.
- ㄴ. ㉠의 원소는 물과 반응한다.
- ㄷ. ②의 원소는 반응성이 거의 없다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 다음은 원소 A의 성질을 정리한 원소 카드이다.

[원소의 성질]

- 은백색의 광택을 띤다.
- 칼로 잘릴 정도로 무르다.
- 공기 중의 산소, 물과 잘 반응한다.

A 원자의 전자 배치

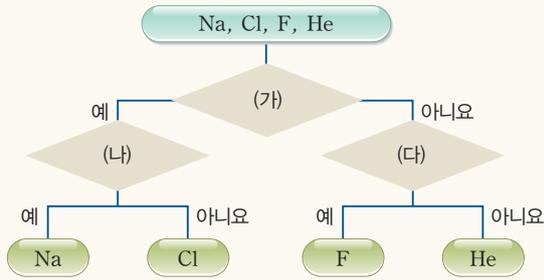
A에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, A는 임의의 원소 기호이다.)

○ 보기 ○

- ㄱ. 알칼리 금속이다.
- ㄴ. 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.
- ㄷ. 칼륨(K)과 화학적 성질이 비슷하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09 그림은 4가지 원소를 분류하는 과정을, 자료는 원소의 분류 기준 ㉠~㉣을 나타낸 것이다.



[분류 기준]
 ㉠ 전기 전도성이 있는가?
 ㉡ 금속과 반응을 잘하는가?
 ㉢ 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3인가?

(가)~(다)는 분류 기준 ㉠~㉣ 중 각각 어느 것에 해당 하는지 쓰시오.

10 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

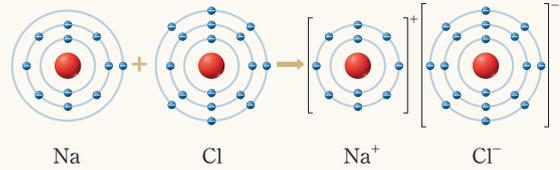
주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1	A							
2							B	
3	C						D	E

A~E에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, A~E는 임의의 원소 기호이다.)

○ 보기 ○
 ㄱ. A와 C는 금속 원소이다.
 ㄴ. B와 C로 이루어진 물질은 이온 결합 물질이다.
 ㄷ. D의 안정한 이온의 전자 배치는 E와 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 그림은 염화 나트륨(NaCl)이 형성되는 과정을 모형으로 나타낸 것이다.

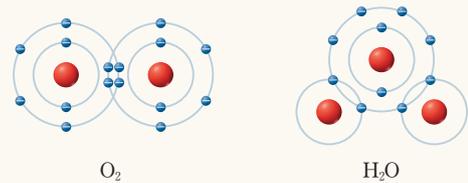


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○
 ㄱ. NaCl은 분자로 존재한다.
 ㄴ. 전자는 Na에서 Cl로 이동한다.
 ㄷ. NaCl은 수용액에서 전기 전도성이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 그림은 산소(O₂)와 물(H₂O)의 화학 결합을 모형으로 나타낸 것이다.



위 물질의 공통점만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

○ 보기 ○
 ㄱ. 분자로 존재한다.
 ㄴ. 한 분자에 존재하는 공유 전자쌍 수는 2이다.
 ㄷ. 산소(O) 원자의 전자 배치는 네온(Ne)과 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13 다음은 물질 A와 B의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 고체 A를 I과 같이 장치하여 전류가 흐르는 지 확인한다.

(나) A 수용액을 II와 같이 장치하여 전류가 흐르는 지 확인한다.

(다) 물질 B에 대하여 과정 (가)와 (나)를 반복한다.

I

II

[실험 결과]

물질	실험	
	I	II
A	×	○
B	×	×

(○: 전류가 흐름, ×: 전류가 흐르지 않음.)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, A와 B는 물에 잘 녹는 물질이다.)

- 보기 ○
- ㄱ. A는 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 물질이다.
 - ㄴ. B는 분자로 이루어진 물질이다.
 - ㄷ. B 수용액에는 전하를 띠는 입자가 존재한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14 지구와 생명체를 구성하는 물질 중 화학 결합의 종류가 다른 하나는?

- ① 대기를 구성하는 질소
- ② 사람의 몸을 구성하는 물
- ③ 생명체를 구성하는 단백질
- ④ 바닷물에 녹아 있는 염화 나트륨
- ⑤ 식물이 광합성을 통해 생성하는 포도당

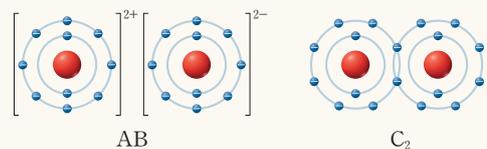
서술형 문제

15 다음은 펜지어스와 윌슨이 우주 배경 복사를 관측한 과정을 나타낸 것이다.

1964년 펜지어스와 윌슨은 위성에서 오는 전파를 잘 잡기 위해 전파 잡음을 없애는 작업을 하였지만 하늘의 전 영역에서 일정하게 관측되는 전파 신호를 없애지 못했다. 이후 펜지어스와 윌슨은 이것이 전파 잡음이 아니라 약 3 K에 해당하는 우주 배경 복사임을 알아냈다. 우주 배경 복사의 관측으로 빅뱅 우주론은 확고한 이론으로 자리 잡게 되었다.

펜지어스와 윌슨이 관측한 우주 배경 복사가 빅뱅 우주론의 증거가 될 수 있는 까닭을 설명하시오.

16 그림은 물질 AB와 C₂의 화학 결합을 모형으로 나타낸 것이다(단, A~C는 임의의 원소 기호이다).



- (1) 원소 A~C 중 금속 원소를 있는 대로 쓰시오.
- (2) 물질 AB와 C₂를 구성하는 화학 결합을 각각 쓰고, 그 까닭을 설명하시오.
- (3) 물질 AB와 C₂가 액체 상태일 때의 전기 전도성을 설명하시오.

I. 물질의 규칙성과 결합

01 우주 초기에 만들어진 원소

핵심 개념 확인하기

14~17쪽

개념 정리

- ① 팽창 ② 팽창 ③ 원자핵 ④ 쿼크
 ⑤ 38만 ⑥ 온도 ⑦ 수소 ⑧ 헬륨

확인 문제

- 01 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ×
 02 A: 원자핵, B: 전자, C: 중성자
 03 (1) ㄷ (2) ㄹ (3) ㄴ (4) ㄱ
 04 ㉠ 3000, ㉡ 원자핵, ㉢ 우주 배경 복사
 05 ㄱ-C, ㄴ-B, ㄷ-A 06 해설 참조 07 ①
 08 ④ 09 ⑤ 10 ③ 11 ① 12 ④ 13 ②
 14 ③

- 01 (1) 우주가 현재와 같은 상태로 영원히 지속된다는 우주론은 정적 우주론이다.
 (2) 빅뱅 우주론에 의하면 우주는 모든 물질과 에너지가 모인 한 점에서 대폭발이 일어나 시작되었다.
 (3) 빅뱅 우주론에서 우주의 전체 질량은 일정하고 우주는 팽창하므로 온도와 밀도가 감소한다.
 (4) 우주가 팽창하면서 생기는 공간에 새로운 물질이 생성된다고 설명하는 우주론은 정상 우주론이다.
 (5) 빅뱅 이후 우주 전역으로 처음 퍼져 나간 빛은 현재 우주 배경 복사의 형태로 관측할 수 있다.

- 02 물질을 구성하는 원자는 원자의 중심에 위치하며 (+)전하를 띠는 원자핵(A)과 원자핵 주변에 위치하며 (-)전하를 띠는 전자(B)로 이루어져 있다. 또, 수소 원자를 제외한 다른 원자의 원자핵은 +1의 전하량을 갖는 양성자와 전기적으로 중성인 중성자(C)로 이루어져 있다.

- 03 (1) 가모프는 우주가 팽창하면서 우주의 온도와 밀도가 감소한다는 빅뱅 우주론을 주장하였다.
 (2) 아인슈타인은 우주가 영원히 현재와 같은 상태로 지속된다는 정적 우주론을 주장하였다.
 (3) 호일은 우주가 팽창하면서 생기는 공간에 새로운 물질이 생성되어 우주의 온도와 밀도가 일정하게 유지된다는 정상 우주론을 주장하였다.
 (4) 허블은 외부 은하 관측을 통해 멀리 있는 은하일수록 우리 은하에서 더 빠른 속도로 멀어진다는 사실을 알아냈다.

- 04 빅뱅 이후 38만 년 무렵에 우주의 온도가 약 3000 K으로 낮아지면서 전자와 원자핵이 결합하여 수소 원자와 헬륨 원자가 생성되었다. 원자가 생성되면서 빛이 전자의 방해를 받지 않아 전 우주 공간으로 퍼져 나갔고, 우주가 팽창하여 온도가 낮아지면서 현재 약 3 K에 해당하는 파장의 우주 배경 복사로 관측된다.

- 05 ㄱ은 여러 가지 색의 띠가 연속적으로 보이는 연속 스펙트럼(C)이다. ㄴ은 저온의 기체가 별빛에서 특정 파장의 빛을 흡수하여 검은색 선이 생기는 흡수 스펙트럼(B)이고, ㄷ은 고온의 기체에서 특정 파장의 빛이 방출되어 나타나는 선 스펙트럼(A)이다.

개념 더하기 스펙트럼의 종류

- 연속 스펙트럼: 고온의 별이나 백열전구에서 방출된 빛을 분광기로 관측할 때 파장에 따라 빛이 다르게 굴절되어 무지개 처럼 연속적으로 보이는 스펙트럼이다.



- 흡수 스펙트럼: 별의 대기와 같이 저온의 기체를 통과한 별빛을 분광기로 관측할 때 별의 대기가 특정한 파장의 빛을 흡수하여 여러 개의 검은색 띠가 나타나는 스펙트럼이다.



- 선 스펙트럼: 특정 원소로 이루어진 고온의 기체에서 방출되는 빛을 분광기로 관측할 때 특정한 파장에서 몇 가지 색의 띠가 나타나는 스펙트럼이다.



- 06 빅뱅 우주론에서는 현재 우주에 분포하는 대부분의 수소와 헬륨이 빅뱅 이후 초기 우주에서 만들어진 것으로 설명하며, 그 질량비를 약 3 : 1로 예측하였다. 이는 실제로 관측한 우주의 구성 원소 비율과 거의 일치하므로 수소와 헬륨의 구성 비율은 빅뱅 우주론의 증거가 된다.

예시 답안 빅뱅 우주론에서는 수소와 헬륨의 질량비를 약 3 : 1로 예측하였는데, 별빛 스펙트럼 관측을 통해 얻은 실제 관측값과 거의 일치하므로 빅뱅 우주론의 증거가 된다.

채점 기준	배점(%)
빅뱅 우주론에서의 예측값과 실제 관측값이 서로 일치한다는 것을 모두 옳게 설명한 경우	100
빅뱅 우주론에서의 예측값을 제시하였으나 관측값과 일치한다는 사실을 언급하지 않은 경우	60

07 ㄱ. (가)는 정적 우주론으로, 우주가 현재의 상태를 영원히 유지하므로 은하 사이의 거리는 항상 일정한다.

오답 피하기 ㄴ. (나)는 동적 우주론으로, 시간이 지나면 은하 사이의 거리가 멀어지는 등 우주의 모습은 현재와 다른 상태가 된다.

ㄷ. 현재 우주는 팽창하고 있으므로 우주의 모습은 (가)보다 (나)에 가깝다.

08 ㄴ. 빅뱅 우주론에 의하면 우주는 모든 물질과 에너지가 모인 한 점에서 대폭발이 일어나 시작되었다.

ㄷ. 빅뱅 직후 쿼크와 전자 등의 기본 입자들이 생성되었고, 이후 양성자와 중성자, 헬륨 원자핵, 원자 순으로 물질이 생성되었다.

오답 피하기 ㄱ. 빅뱅 우주론에 의하면 우주 전체의 질량은 일정하고, 시간이 지남에 따라 우주의 밀도는 감소한다.

09 ⑤ 양성자와 중성자는 생성 초기에는 서로 변환될 수 있었으나 우주의 온도가 낮아지면서 중성자에서 양성자로의 변환만 일어나게 되었다.

오답 피하기 ① 전자는 빅뱅 직후 가장 먼저 생성된 기본 입자 중 하나이므로 양성자는 전자보다 나중에 형성되었다.

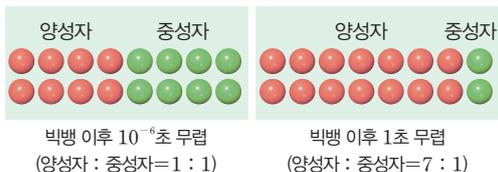
② 양성자와 중성자는 쿼크와 전자와 같은 기본 입자가 생성된 후 쿼크가 결합하여 생성되었다.

③ 양성자(수소 원자핵)와 전자가 결합하여 만들어진 것은 수소 원자이다.

④ 빅뱅 핵합성은 빅뱅 이후 3분 무렵에 우주의 온도가 낮아져 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성된 것을 말한다. 헬륨 원자는 빅뱅 이후 38만 년 무렵에 헬륨 원자핵 1개와 전자 2개가 결합하여 만들어졌다.

개념 더하기 빅뱅 직후 양성자와 중성자의 개수 변화

- 양성자가 에너지를 흡수하면 중성자로 변환되고, 중성자가 에너지를 방출하면 양성자로 변환된다.
- 빅뱅 이후 10^{-6} 초 무렵에는 우주의 온도가 충분히 높아서 양성자와 중성자가 서로 자유롭게 변환될 수 있었다. → 양성자와 중성자의 개수비는 약 1 : 1
- 팽창으로 인해 우주의 온도가 낮아져 양성자가 에너지를 얻기 어려워지면서 중성자가 양성자로 변환되는 과정이 점차 우세해졌다. → 양성자와 중성자의 개수비는 약 7 : 1

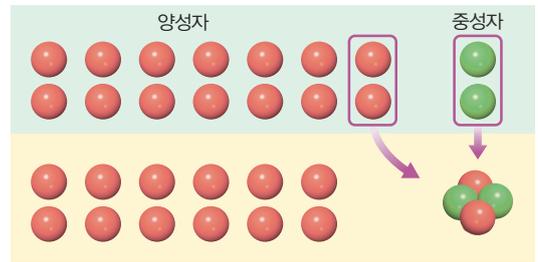


10 ㄱ. 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 생성되었다.

ㄴ. 양성자(수소 원자핵)와 중성자의 질량은 거의 같다. 헬륨 원자핵 생성 이후 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비는 12 : 1이므로 질량비는 $(12 \times 1) : (1 \times 4) = 3 : 1$ 이 된다.

오답 피하기 ㄷ. 헬륨 원자핵은 빅뱅 이후 3분 무렵에 대부분 생성되었고, 우주의 온도가 낮아지면서 이후에는 거의 만들어지지 않았다.

문제 분석하기 헬륨 원자핵 생성



- 헬륨 원자핵이 생성되기 전에 양성자와 중성자의 개수비는 약 7 : 1(= 14 : 2)이었다.
- 빅뱅 이후 3분 무렵 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다. → 빅뱅 핵합성
- 빅뱅 핵합성 이후 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비는 약 12 : 1, 질량비는 약 3 : 1이 되었다.
- 빅뱅 핵합성 이후 헬륨 원자핵은 별의 중심부 등을 제외하고는 더 이상 만들어지지 않았다.

11 ㄱ. (가)는 양성자 1개로 이루어진 수소 원자핵과 전자 1개가 결합한 수소 원자이다. 수소는 우주의 구성 원소 중에서 가장 많다.

오답 피하기 ㄴ. (나)는 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어진 헬륨 원자핵과 전자 2개가 결합한 헬륨 원자로, 빅뱅 이후 38만 년 무렵에 만들어졌다.

ㄷ. 원자가 만들어지기 전에는 빛이 전자의 방해로 받아 자유롭게 이동할 수 없었으며, 원자가 생성된 이후에 빛이 우주 전역으로 퍼져 나가게 되었다.

12 ④ 펜지어스와 윌슨은 우주 배경 복사를 실제로 관측하였으며, 가모프가 우주 배경 복사의 존재를 예측하였다.

오답 피하기 ① 우주 배경 복사의 존재는 빅뱅 우주론에서 예측되었으며, 이후 펜지어스와 윌슨이 이를 관측하였으므로 빅뱅 우주론의 증거가 된다.

② 우주 배경 복사는 우주의 모든 방향에서 거의 동일한 세기로 관측된다.

③, ⑤ 우주 배경 복사는 우주의 온도가 약 3000 K일 때 우주 전역으로 처음 퍼져 나간 빛으로, 우주가 팽창하여 우주의 온도가 낮아지면서 파장이 길어졌고 현재는 약 3 K 온도의 물체에서 방출되는 에너지에 해당하는 파장으로 관측된다.

13 **ㄷ.** (나)와 같이 전자가 높은 에너지 궤도에서 낮은 에너지 궤도로 이동할 때 특정한 파장의 빛을 방출하므로 A와 같은 선 스펙트럼이 관측된다.

오답 피하기 **ㄱ.** A는 선 스펙트럼으로, 특정 원소로 이루어진 고온의 기체로부터 방출된 빛에서 관측된다. 저온의 기체를 통과한 별빛에서 관측되는 스펙트럼은 B와 같은 흡수 스펙트럼이다.

ㄴ. B와 같은 흡수 스펙트럼에서 검은색의 흡수선이 나타나는 위치는 원소의 종류에 따라 다르다. 그러므로 이를 이용하여 별과 우주의 구성 원소를 알아낼 수 있다.

개념 더하기 전자 이동과 스펙트럼

- (가)와 같이 전자가 특정한 파장의 빛에너지를 흡수하면 낮은 에너지 궤도에서 높은 에너지 궤도로 이동하며, 이때 흡수된 빛의 파장 영역에서 검은색의 흡수선이 나타나는 흡수 스펙트럼을 관찰할 수 있다.
- (나)와 같이 전자가 높은 에너지 궤도에서 낮은 에너지 궤도로 이동하면 특정한 파장의 빛이 방출되며, 이때 선 스펙트럼을 관찰할 수 있다.
- 원소마다 선이 나타나는 위치는 고유하며, 같은 원소에 의한 스펙트럼이라면 흡수 스펙트럼에서 흡수선이 나타나는 위치와 선 스펙트럼에서 선이 나타나는 위치가 서로 같다.

14 **ㄱ.** 태양의 스펙트럼에서 A의 위치는 수소의 선 스펙트럼에서 선이 나타나는 위치와 같다. 따라서 A는 태양에 있는 수소가 특정한 파장의 빛을 흡수하여 생긴 것이다.

ㄷ. 원소마다 스펙트럼에 나타나는 선의 위치와 굵기가 다르기 때문에 이를 이용하여 별과 우주를 구성하는 원소를 알아낼 수 있다.

오답 피하기 **ㄴ.** 갈륨의 스펙트럼에서 방출선의 위치와 태양의 스펙트럼에서 흡수선의 위치가 일치하지 않으므로 태양의 스펙트럼에서 갈륨에 의한 흡수선이 나타나지 않는다.

02 별의 진화와 원소의 생성

핵심 개념 확인하기

21~23쪽

개념 정리

- ① 성간 물질 ② 중력 ③ 수소 핵융합 ④ 초신성
⑤ 수소 ⑥ 핵

확인 문제

- 01 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) × 02 ㉠ 적색 거성,
㉡ 초신성, ㉢ 백색 왜성 03 (1) 수소, 헬륨, (2) 헬륨,
탄소 (3) 철 (4) 우라늄 04 ① 05 ④
06 A=B 07 ③ 08 ① 09 ③ 10 ②

01 (1) 원시별은 성운 내부의 온도가 낮고 밀도가 높은 곳에 성간 물질이 모여 만들어진다.

(2) 원시별은 중력 수축 과정에서 퍼텐셜 에너지가 열에너지로 전환되어 방출된다.

(3) 주계열성 이후에 질량이 태양 정도인 별은 적색 거성으로, 질량이 태양보다 큰 별은 초거성으로 진화한다.

(4) 블랙홀은 질량이 태양보다 매우 큰 별의 진화 과정에서 마지막에 형성되는 천체이다. 질량이 태양 정도인 별의 진화 과정에서 마지막에 형성되는 천체는 백색 왜성이다.

(5) 질량이 태양보다 큰 별에서는 탄소핵이 형성된 이후에도 온도가 더 높아져서 철이 생성될 때까지 핵융합 반응이 계속 일어날 수 있다.

02 주계열성 이후에 질량이 태양 정도인 별은 적색 거성(㉠) → 행성상 성운 → 백색 왜성(㉡) 순으로 진화하며, 질량이 태양보다 큰 별은 초거성 → 초신성(㉢) → 중성자별 또는 블랙홀 순으로 진화한다.

03 (1) 빅뱅 직후 초기 우주에서 주로 생성된 원소는 수소와 헬륨이다.

(2) 질량이 태양과 비슷한 별의 내부에서 핵융합 반응을 통해 형성되는 원소는 헬륨과 탄소이다.

(3) 질량이 태양보다 큰 별의 내부에서 핵융합 반응을 통해 형성되는 가장 무거운 원소는 철이다.

(4) 별의 내부에서는 형성되지 않으며, 초신성 폭발 과정에서 형성되는 원소는 철보다 무거운 우라늄이다.

04 ① 성간 물질이 모여서 성운이 형성되고, 성운의 중심부에서 원시별이 만들어진 후, 원시별의 중심부 밀도와 온도가 높아져 수소 핵융합 반응이 일어나면서 별이 만들어진다. 따라서 별의 탄생 과정은 (나) → (다) → (가) 순이다.

오답 피하기 ② 원시별이 형성된 이후 중심부의 밀도와 온도가 높아지면서 주계열성이 되면 수소 핵융합 반응이 일어나므로, 성운 중심부의 온도는 (가)보다 (다)일 때 낮다.

③ 별이 탄생하는 과정에서 원시별은 중력 수축 하므로 성운은 점점 수축한다.

④ 성운이 수축할 때 중력의 영향을 받으므로 밀도가 큰 곳으로 성간 물질이 모인다.

⑤ 내부 압력과 중력이 평형을 이루는 단계의 별은 주계열성이다. 원시별은 아직 핵융합 반응이 일어나기 전이므로 중력이 내부 압력보다 크다.

05 나. A는 별의 중심부에서 일어나는 수소 핵융합 반응을 통해 방출되는 에너지에 의한 내부 압력이다.

다. 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응을 통해 수소가 헬륨으로 변환된다.

오답 피하기 가. A는 내부 압력, B는 중력이다.

개념 더하기 주계열성

- 주계열성은 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나 수소가 헬륨으로 바뀌면서 에너지가 생성된다.
- 수소 핵융합 반응에서 방출되는 에너지에 의해 바깥쪽으로 작용하는 내부 압력과 중심을 향해 수축하려는 중력이 평형을 이루어 별의 크기가 일정하게 유지된다.
- 수소는 별의 내부에서 가장 풍부한 원소이므로 수소 핵융합 반응이 오랜 시간 일어난다. 따라서 별이 진화하는 과정에서 주계열성에 머무르는 시간이 가장 길다.

06 주계열성 단계의 별은 수소 핵융합 반응에서 발생하는 에너지에 의해 바깥쪽으로 작용하는 내부 압력(A)과 중심부를 향해 수축하는 중력(B)이 평형을 이루어 별의 크기가 일정하게 유지된다.

07 (가)는 질량이 태양 정도인 별이 주계열성에서 진화한 적색 거성의 내부 구조이며, (나)는 질량이 태양보다 큰 별이 주계열성에서 진화한 초거성의 내부 구조이다.

③ 주계열성에서 적색 거성으로 진화할 때 별이 팽창하면서 표면 온도가 낮아진다. 따라서 (가)의 표면 온도는 주계열성일 때보다 낮다.

오답 피하기 ① (나)의 초거성은 (가)의 적색 거성보다 별의 질량이 더 클 때 형성된다.

② (가)보다 (나)의 중심부에서 더 무거운 원소가 형성되었으며, 무거운 원소의 핵융합 반응일수록 높은 온도에서 일어나므로 중심부의 온도는 (가)보다 (나)가 높다.

④ (가)는 질량이 태양 정도인 별이므로 적색 거성의 단계를 지나 별의 중심부에서 핵융합 반응이 끝나면 별의 바깥쪽은 팽창하여 행성상 성운이 되며, 남은 중심부는 계속 수축하여 백색 왜성이 된다.

⑤ (나)의 초거성에서 핵융합 반응이 끝나면 별이 급속하게 수축하면서 폭발하여 초신성이 된다. 이때 방출되는 막대한 에너지에 의해 철보다 무거운 원소가 생성된다.

문제 분석하기 적색 거성과 초거성

- 적색 거성은 별의 질량이 태양과 비슷한 경우에 형성되며, 초거성은 별의 질량이 태양보다 큰 경우에 형성된다.
- 적색 거성과 초거성이 형성되는 과정에서 별이 팽창하므로 표면적이 넓어지고 표면 온도는 주계열성일 때보다 낮아져 별이 붉게 보인다.
- 적색 거성은 중심부에서 탄소가 생성된 이후 핵융합 반응이 종료된다. 이후 별의 바깥쪽은 팽창하여 행성상 성운이 되고, 중심부는 수축되어 백색 왜성이 된다.
- 초거성은 중심부에서 철까지 생성되면 핵융합 반응이 종료된다. 이후 별이 급속하게 수축하며, 별의 중심부가 수축을 견디지 못하고 폭발하여 초신성이 된다. 이 과정에서 철보다 무거운 원소가 만들어지고, 남은 별의 잔해는 중성자별 또는 블랙홀이 된다.

08 가. 수소는 별의 내부에 가장 풍부하게 존재하는 원소로, 별의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 매우 오랜 시간 일어난다. 별은 일생의 약 90%를 주계열성 상태에 머무르므로, 적색 거성보다 주계열성에 머무르는 시간이 길다.

오답 피하기 나. 적색 거성의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어나며, 중심부의 주변에 위치한 수소층에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.

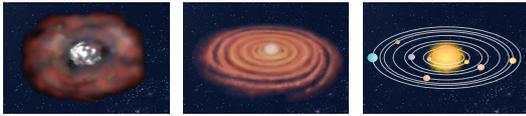
다. (나)는 행성상 성운의 모습으로, 행성상 성운의 중심부에는 백색 왜성이 존재한다. 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

09 가. 태양계 성운이 수축되면서 중력 수축에 의해 중심부의 온도가 높아진다.

다. 지구형 행성은 주로 철, 규소 등의 무거운 물질로 이루어져 있고, 목성형 행성은 주로 수소, 헬륨 등의 가벼운 물질로 이루어져 있다. 따라서 지구형 행성은 목성형 행성보다 밀도가 크다.

오답 피하기 나. 태양이 형성되면서 태양계 원반의 안쪽에서는 비교적 녹는점이 높은 규소, 산소, 철과 같은 무거운 물질을 중심으로 미행성체가 형성되었으며, 수소와 헬륨 같은 가벼운 기체 성분은 원반의 바깥쪽으로 밀려났다.

문제 분석하기 태양계의 형성 과정



태양계 성운 형성 원시 태양과 원반 형성 원시 행성 형성

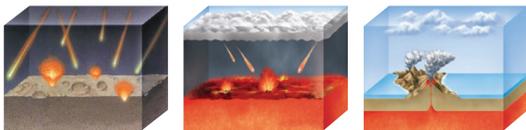
- 초신성 폭발의 충격으로 태양계 성운이 서서히 수축하여 회전하면서 중심부가 볼록하고 가장자리가 얇은 원반 모양이 형성되었다.
- 성운 중심부의 밀도와 온도가 높아지면서 원시 태양이 형성되었고, 원시 태양의 중심부 온도가 약 1000만 K에 도달하면서 수소 핵융합 반응이 일어나 태양이 형성되었다.
- 태양계 원반 안쪽에는 비교적 녹는점이 높고 무거운 규소, 산소, 철과 같은 원소를 중심으로 미행성체가 형성되었으며, 수소와 헬륨 같은 가벼운 기체 성분의 물질은 태양계 바깥쪽으로 밀려났다.
- 태양계 안쪽에서는 질량과 반지름이 작지만 밀도가 큰 지구형 행성이, 바깥쪽에서는 질량과 반지름이 크지만 밀도가 작은 목성형 행성이 형성되었다.

10 **ㄷ.** 지구는 (나) 미행성체 충돌 → (가) 마그마 바다 → (다) 원시 지각 형성의 순으로 형성되었으며, 이후 원시 바다가 형성되고 생명체가 탄생하였다.

오답 피하기 **ㄱ.** (가)의 마그마 바다 단계에서는 지구 전체가 녹아 있는 상태로, 생명체가 존재하지 않았다.

ㄴ. 지구의 핵과 맨틀이 분리되기 시작한 때는 (가) 시기이다. 마그마 바다가 형성된 후 무거운 물질은 가라앉아 핵이 되었고, 비교적 가벼운 물질은 바깥쪽으로 이동하여 맨틀이 되었다.

문제 분석하기 지구의 형성 과정



미행성체 충돌 마그마 바다 원시 지각 형성

- 미행성체 충돌: 미행성체 충돌 과정에서 지구의 크기가 커졌고, 온도가 상승하였다.
- 마그마 바다: 미행성체의 충돌 열에 의해 지구 전체가 녹아 마그마 바다가 형성되었다. 이때 밀도 차이에 의해 철과 같이 무거운 원소는 지구 중심부로 이동하여 핵을 형성하였으며, 산소, 규소와 같이 비교적 가벼운 원소는 맨틀을 형성하였다.
- 원시 지각 형성: 미행성체의 충돌이 감소하면서 지구의 온도가 내려가 표면이 식어 원시 지각이 형성되었다. 이후 대기 중의 수증기가 응결하여 비가 내리면서 원시 바다가 형성되었다.

03 원소의 주기성

핵심 개념 확인하기

32~35쪽

개념 정리

- ① 원소 ② 원자 번호 ③ 세로 ④ 주기
- ⑤ 족 ⑥ 고체 ⑦ 있다 ⑧ 염기성
- ⑨ 전자 껍질 ⑩ 8 ⑪ 원자가 전자
- ⑫ 전자 껍질 ⑬ 원자가 전자

확인 문제

- 01 (1) × (2) × (3) ○ 02 A: 금속, B: 비금속
- 03 ⑤ 04 ㄱ, ㄷ 05 B, C 06 ⑤ 07 ③ 08 ⑤
- 09 ④ 10 ④ 11 ⑤ 12 ① 13 ④ 14 ⑤
- 15 ㄱ, ㄴ 16 ㄱ

01 (1), (2) 현대의 주기율표는 원소를 원자 번호 순서로 배열하면서 화학적 성질이 비슷한 원소를 같은 세로줄에 위치하도록 만든 표이다.

(3) 주기율표의 가로줄은 주기, 세로줄은 족이다.

02 금속 원소는 주기율표의 왼쪽과 가운데 부분에 위치하고, 비금속 원소는 대부분 주기율표의 오른쪽 부분에 위치한다.

03 ⑤ 금속에 힘을 가하면 쉽게 부서지지 않고 모양이 변한다.

오답 피하기 ①, ②, ③ 금속은 대부분 은백색의 광택이 있으며, 열과 전기를 잘 통하는 성질이 있다.

④ 금속은 실온에서 대체로 고체 상태로 존재한다(단, 수은 액체 상태).

04 **ㄱ.** (가)는 수소를 제외한 1족 원소인 알칼리 금속이다.

ㄷ. 알칼리 금속은 반응성이 커서 공기 중의 산소나 수분과 쉽게 반응하므로 공기와 접촉하지 않도록 석유나 액체 파라핀 속에 넣어 보관한다.

오답 피하기 **ㄴ.** 알칼리 금속은 다른 금속에 비해 무르고 밀도가 작다.

05 (나)는 주기율표의 17족에 속하는 할로젠 원소이다.

• 학생 B: 할로젠 원소는 반응성이 커서 금속과 반응하여 화합물을 잘 형성한다.

• 학생 C: 할로젠 원소는 실온에서 이원자 분자로 존재한다.

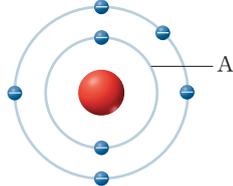
오답 피하기 • 학생 A: 할로젠 원소는 비금속 원소로 전기 전도성이 없다.

06 ⑤ 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자(원자가 전자)가 화학 반응에 관여한다.

- 오답 피하기** ①, ④ 가장 바깥 전자 껍질에 전자 5개가 들어 있으므로 원자가 전자 수는 5이고, X는 15족 원소이다.
- ② 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이므로 X는 2주기 원소이다.
- ③ 원자를 구성하는 전자 수가 7이고, 원자는 전기적으로 중성이므로 전자 수와 양성자 수가 같다. 따라서 X의 양성자 수는 7이다.

문제 분석하기 원자의 전자 배치

- X의 전자 수는 7이다.
→ 원자의 전자 수와 양성자 수가 같으므로 양성자 수는 7이다.
- 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이다. → 2주기 원소이다.
- 가장 바깥 전자 껍질에 전자 5개가 들어 있다. → 원자가 전자 수는 5이고, 15족 원소이다.



- 07** A는 리튬(Li), B는 탄소(C), C는 플루오린(F), D는 나트륨(Na), E는 염소(Cl), F는 아르곤(Ar)이다.
- ③ 알칼리 금속이 물과 반응한 수용액은 염기성을 띤다.
- 오답 피하기** ① A는 1족에 속하는 알칼리 금속이므로 공기 중의 산소와 빠르게 반응한다.
- ② B와 C는 2주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
- ④ D는 알칼리 금속이고, E는 할로젠 원소이므로 D는 E와 반응하여 화합물을 잘 형성한다.
- ⑤ F는 18족 원소로 실온에서 기체 상태로 존재한다.

문제 분석하기 주기율표



- 주기율표의 수소를 제외한 1족 원소가 알칼리 금속이다.
→ A와 D는 알칼리 금속이다.
- 알칼리 금속은 물과 반응하여 수소 기체를 발생시키며, 반응한 수용액은 염기성을 띤다.
- 주기율표의 17족에 속하는 원소가 할로젠 원소이다.
→ C와 E는 할로젠 원소이다.
- 같은 주기 원소는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
→ 전자 껍질 수는 A~C가 2로 같고, D~F가 3으로 같다.
- 알칼리 금속과 할로젠 원소는 서로 반응하여 화합물을 형성한다.

- 08** ㄱ. 리튬, 나트륨 등의 알칼리 금속은 대체로 은백색의 광택을 갖지만, 공기 중의 산소와 쉽게 반응하므로 알칼리 금속 조각을 자른 단면이 광택을 잃는다.
- ㄴ. 알칼리 금속이 물과 반응한 수용액의 색이 붉게 변하는 것으로 보아 (다) 과정 후 수용액은 염기성을 띤다.
- ㄷ. 나트륨은 리튬과 같은 1족에 속하는 알칼리 금속이므로 화학적 성질이 리튬과 비슷하다.

- 09** A는 베릴륨(Be), B는 플루오린(F), C는 나트륨(Na), D는 황(S), E는 염소(Cl)이다.
- ④ A는 2족, C는 1족 원소이므로 A의 원자가 전자 수는 2이고, C의 원자가 전자 수는 1이다.

- 오답 피하기** ① 주기율표는 원소를 원자 번호 순서로 나열한 표이므로 원자 번호는 D가 C보다 크다. 원자 번호는 양성자 수와 같고, 양성자 수는 원자의 전자 수와 같으므로 원자의 전자 수는 D가 C보다 크다.

- ② 할로젠 원소가 금속과 반응하는 정도는 원자 번호가 작을수록 크다. 따라서 C와 반응하는 정도는 B가 E보다 크다.
- ③ E는 할로젠 원소로 실온에서 이원자 분자로 존재한다.
- ⑤ C는 1족 알칼리 금속이고, E는 17족 할로젠 원소이다. 따라서 C는 E와 반응하여 화합물을 잘 형성한다.

- 10** ④ 충치 예방용 치약에 이용되는 할로젠 원소는 플루오린이다.

- 오답 피하기** ① 칼륨은 식물 성장에 필요한 원소로 화학 비료에 이용한다.
- ② 염소는 수돗물의 소독에 이용한다.
- ③ 아이오딘은 상처 소독약에 이용한다.
- ⑤ 리튬은 휴대 전화나 노트북 등의 배터리에 이용한다.

- 11** ㄱ. 원자 X의 전자 수가 3이므로 양성자 수도 3이다. 즉, 원자 X의 원자 번호는 3이다.

- ㄴ. X는 2주기 1족 원소인 리튬(Li)이다. 리튬은 알칼리 금속으로 다른 금속에 비해 물러서 칼로 잘린다.
- ㄷ. 알칼리 금속은 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

- 12** ㄱ. (가)는 주기율표의 1족에 속하는 알칼리 금속이고, (나)는 주기율표의 17족에 속하는 할로젠 원소이다. 따라서 원자가 전자 수는 (가)의 원소들이 1, (나)의 원소들이 7이다.

- 오답 피하기** ㄴ. (나)는 할로젠 원소로, 물과 반응한 수용액이 염기성을 띠지 않는다. 물과 반응한 수용액이 염기성을 띠는 원소는 알칼리 금속인 (가)이다.

- ㄷ. (다)는 18족에 속하는 비활성 기체로 반응성이 거의 없는 원소이다.

문제 분석하기 족에 따른 원소의 성질

(가)	(나)	(다)
Li, Na, K	F, Cl, Br	He, Ne

- (가)의 원소들은 주기율표의 1족에 속하는 알칼리 금속이다.
 → 원자가 전자 수는 1이다.
 → 물과 격렬하게 반응하며, 반응한 수용액은 염기성을 띤다.
- (나)의 원소들은 주기율표의 17족에 속하는 할로젠 원소이다.
 → 원자가 전자 수는 7이다.
- (다)의 원소들은 주기율표의 18족에 속하는 비활성 기체이다.
 → 반응성이 거의 없다.

13 가. 할로젠 원소는 실온에서 원자 2개가 결합한 이원자 분자로 존재한다.

다. 할로젠 원소는 반응성이 큰 원소로, 나트륨과 같은 알칼리 금속과 반응하여 화합물을 잘 형성한다.

오답 피하기 나. F, Cl, Br은 모두 주기율표의 17족에 속하는 할로젠 원소이다. 이들은 모두 주기가 다르고 족이 같으므로, 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 서로 다르고 원자가 전자 수는 7로 같다.

14 ⑤ 할로젠 원소는 물과 반응하여 수소 기체를 발생시키지 않는다.

오답 피하기 ① 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이므로 2주기 원소이다.

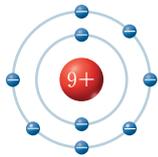
② 가장 바깥 껍질에 들어 있는 전자 수가 7이므로 원자가 전자 수는 7이다.

③ 원자가 전자 수가 7이므로 X는 주기율표의 17족에 속하는 할로젠 원소이다. 따라서 X는 실온에서 원자 2개가 결합한 이원자 분자로 존재한다.

④ X는 2주기 17족 원소인 플루오린(F)이다. 플루오린은 충치 예방용 치약에 이용된다.

문제 분석하기 원자의 전자 배치와 원소의 성질

- 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 원소의 주기와 같다. → 전자 껍질 수가 2이므로 2주기 원소이다.
- 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자는 원자가 전자이고, 원자가 전자는 족 번호의 일의 자릿수와 같다. → 원자가 전자 수가 7이므로 17족 원소이다.
- 원자 X는 2주기 17족 원소로 할로젠 원소 중 하나인 플루오린(F)이다.



15 가. A와 B는 모두 2주기 원소이다. 즉, 같은 주기에 속하는 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

나. A와 C는 원자가 전자 수가 1인 알칼리 금속으로, 화학적 성질이 비슷하다.

오답 피하기 다. D는 16족 비금속 원소로 전기 전도성이 없다.

16 A는 수소(H), B는 리튬(Li), C는 나트륨(Na)이다.

가. A~C는 모두 원자가 전자 수가 1인 1족 원소이다.

오답 피하기 나. 실온에서 A는 기체 상태로 존재하고, B와 C는 고체 상태로 존재한다.

다. A는 물과 반응하지 않고, B와 C는 물과 반응하여 염기성을 나타낸다.

04 화학 결합과 물질의 성질

핵심 개념 확인하기

42~45쪽

개념 정리

- | | | | |
|-------|-------|--------|-------|
| ① 8 | ② 18 | ③ 정전기적 | ④ 양이온 |
| ⑤ 음이온 | ⑥ 전자쌍 | ⑦ 공유 | ⑧ 단일 |
| ⑨ 2중 | ⑩ 3중 | ⑪ 수용액 | ⑫ 전류 |
| ⑬ 이온 | ⑭ 공유 | | |

확인 문제

- 01 (1) × (2) ○ (3) × 02 가, 다 03 (가) 2개 얻음, (나) 1개 잃음, (다) 1개 얻음. 04 (가) 공유 결합, (나) 이온 결합 05 (1) (가) (2) (나) (3) 공통 06 ⑤ 07 ④
- 08 ③ 09 ③ 10 ⑤ 11 ③ 12 ③ 13 ⑤
- 14 ⑤ 15 ⑤ 16 ①, ②

01 (1) 18족 비활성 기체는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 8개(단, 헬륨은 2개)가 채워진 안정한 전자 배치를 가지므로 화학 결합을 거의 하지 않는다.

(2) 18족 원소를 제외한 대부분의 원소들은 화학 결합을 이루어 18족 원소와 같은 전자 배치를 이루려는 경향이 있다.

(3) 금속 원소의 원자와 비금속 원소의 원자 사이에 화학 결합을 형성할 때는 이온을 형성하여 결합하지만, 비금속 원소의 원자들이 결합할 때는 전자쌍을 공유하여 결합한다.

02 가, 다. 비활성 기체는 실온에서 기체 상태로 존재하며, 안정한 전자 배치를 가지므로 다른 원소와 거의 화학 결합을 하지 않는다.

오답 피하기 나. 비활성 기체는 화학 결합을 하지 않은 원자(단 원자 분자)로 존재한다.

03 일반적으로 원자가 전자를 잃거나 얻어 비활성 기체와 같은 전자 배치를 가질 때 금속 원소의 원자는 원자가 전자를 모두 잃고, 비금속 원소는 (8 - 원자가 전자 수)만큼의 전자를 얻는다. 따라서 (가)는 전자 2개를 얻고, (나)는 전자 1개를 잃으며, (다)는 전자 1개를 얻는다.

04 (가)는 두 원자가 전자를 1개씩 내어 만든 전자쌍을 공유하면서 결합하므로 공유 결합이다. (나)는 전자가 한 원자에서 다른 원자로 이동하여 양이온과 음이온을 형성하고, 정전기적 인력에 의해 결합하므로 이온 결합이다.

개념 더하기 화학 결합의 종류

- 이온 결합: 금속 양이온과 비금속 음이온 사이의 정전기적 인력에 의해 결합한다. → 금속 원소의 원자에서 비금속 원소의 원자로 전자가 이동한다.
- 공유 결합: 비금속 원소의 두 원자 사이에 전자쌍을 공유하면서 결합한다.

05 (1) 비금속 원소의 원자들은 공유 결합을 형성하므로 (가)에 해당한다.
 (2) 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온 사이에 형성되는 결합은 이온 결합이므로 (나)에 해당한다.
 (3) 비활성 기체가 아닌 원소들은 이온 결합이나 공유 결합을 통해 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이룬다.

06 가, 나. (가)는 두 원자가 전자쌍을 공유하면서 결합하고 있으므로 공유 결합 물질이고, (나)는 양이온과 음이온이 결합하고 있으므로 이온 결합 물질이다.
 다. (가)와 (나)에서 모든 원소는 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이룬다.

문제 분석하기 공유 결합과 이온 결합

(가) (나)

- (가)에서는 두 원자가 전자쌍을 공유하여 결합하고 있다. → 공유 결합 물질
- (나)에서는 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합하고 있다. → 이온 결합 물질
- (가)와 (나)에서 모든 원소는 가장 바깥 전자 껍질에 전자를 8개씩 채워 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이룬다.

07 나. 이온 결합 물질은 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 물질이다.
 다. 이온 결합 물질은 외부에서 힘을 가하면 이온 층이 밀려 같은 전하를 띤 이온들이 인접하게 되므로 쉽게 쪼개지거나 부서진다.

오답 피하기 가. 이온 결합 물질은 녹는점과 끓는점이 높아 실온에서 고체 상태로 존재한다.

08 ③ 염화 수소는 비금속 원소인 수소와 염소로 이루어진 공유 결합 물질이다.

오답 피하기 ① 산소는 비금속 원소이므로 공유 결합 물질이다.
 ② 암모니아는 비금속 원소인 수소와 질소로 이루어진 공유 결합 물질이다.
 ④ 염화 나트륨은 금속 원소인 나트륨과 비금속 원소인 염소로 이루어진 이온 결합 물질이다.
 ⑤ 산화 마그네슘은 금속 원소인 마그네슘과 비금속 원소인 산소로 이루어진 이온 결합 물질이다.

09 가. 공유 결합 물질은 대부분 독립적인 분자로 존재한다.
 나. 공유 결합은 비금속 원소의 원자가 전자쌍을 공유하면서 결합하는 화학 결합이다.

오답 피하기 다. 포도당, 설탕 등의 공유 결합 물질은 물에 전기적으로 중성인 분자 형태로 녹아 있으므로 이들의 수용액은 전기 전도성이 없다.

개념 더하기 공유 결합 물질의 성질

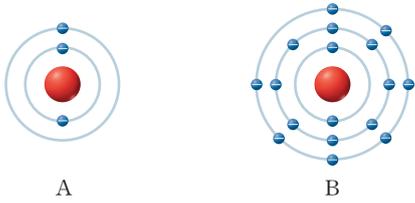
- 대부분 독립적인 분자로 존재한다.
- 실온에서 대체로 기체나 액체 상태로 존재한다.
- 대부분 물에 녹아도 전기적으로 중성인 분자로 존재하므로 수용액은 전기 전도성이 없다.

10 물(H_2O), 산소(O_2), 산화 나트륨(Na_2O)의 산소는 모두 비활성 기체인 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 갖는다.

11 ③ 전자는 금속 원자인 A에서 비금속 원자인 B로 이동한다.

오답 피하기 ①, ② A는 알칼리 금속이고, B는 비금속 원소인 할로젠 원소이므로 A와 B가 결합할 때 A는 전자를 1개 잃어 양이온이 되고, B는 전자를 1개 얻어 음이온이 된다.
 ④ A와 B로 이루어진 물질은 이온 결합 물질로, 물에 녹아 양이온과 음이온으로 나누어지므로 수용액은 전기 전도성이 있다.
 ⑤ B가 전자 1개를 얻으면 3주기 비활성 기체인 아르곤(Ar)의 전자 배치와 같아진다.

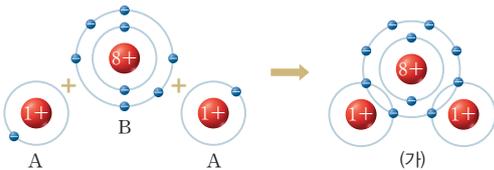
문제 분석하기 금속 원소와 비금속 원소의 이온 결합



- A는 1족 알칼리 금속이고, B는 17족 할로젠 원소이다.
- A와 B가 결합할 때 A는 전자를 잃어 양이온이 되고, B는 전자를 얻어 음이온이 되며, 양이온과 음이온 사이에 정전기적 인력이 작용하여 결합한다.
- A와 B가 결합할 때 A는 전자를 1개 잃어 비활성 기체인 헬륨(He)과 같은 전자 배치를 이루고, B는 전자 1개를 얻어 비활성 기체인 아르곤(Ar)과 같은 전자 배치를 이룬다.

- 12 ㄱ. 수소(H₂)는 독립적인 분자로 존재한다.
 ㄴ. 수소(H₂)에서 두 수소 원자는 전자쌍 1개를 공유한다.
오답 피하기 ㄷ. 두 수소 원자가 전자를 각각 1개씩 내어 만든 전자쌍 1개를 공유하여 결합이 형성된다. 한 원자가 전자를 잃어 양이온이 되고, 다른 원자는 전자를 얻어 음이온이 되어 형성되는 결합은 이온 결합이다.
- 13 ㄱ. (가)는 원자들이 전자쌍을 공유하여 결합한 화합물이므로 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이다.
 ㄴ. (가)에서 공유 전자쌍 수는 2이다.
 ㄷ. (가)에서 A는 헬륨과 같은 전자 배치를 이루고, B는 네온과 같은 전자 배치를 이룬다.

문제 분석하기 공유 결합



- A와 B는 각각 전자를 내어 전자쌍을 만들어 공유하면서 결합한다. → (가)는 공유 결합 물질이다.
- 공유 결합 물질은 비금속 원소로 이루어진다.
- (가)에서 A는 헬륨(He)과 같은 전자 배치를 이루고, B는 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이룬다.

- 14 (가)는 수소(H₂)의 단일 결합, (나)는 산소(O₂)의 2중 결합, (다)는 질소(N₂)의 3중 결합을 나타낸 것이다. 따라서 두 원자 사이에 공유한 전자쌍 수는 (가)에서 1, (나)에서 2, (다)에서 3이다.

- 15 ㄱ. 수용액에 전원을 연결했을 때 A 이온이 (-)극 쪽으로 이동하므로 A 이온은 양이온이다.
 ㄴ. B 이온은 (+)극 쪽으로 이동하므로 음이온이다. 따라서 B는 비금속 원소이다.
 ㄷ. 주어진 물질은 금속 원소 A의 양이온과 비금속 원소 B의 음이온으로 이루어진 이온 결합 물질이므로 수용액 상태와 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
- 16 ①, ② X는 전기적으로 중성인 분자 형태로 물에 녹아 있으므로 공유 결합 물질이다. 따라서 X로 적절한 것은 설탕, 포도당이다.
오답 피하기 ③, ④, ⑤ 염화 칼슘, 염화 나트륨, 황화 나트륨은 모두 이온 결합 물질이므로 수용액에서 이온 상태로 존재하여 전기 전도성이 있다.

대단원 마무리

46~49쪽

01 ④	02 ①	03 ①	04 ⑤	05 ①	06 ③
07 ④	08 ⑤	09 (가) ⊖, (나) ⊕, (다) ⊖	10 ④		
11 ④	12 ⑤	13 ③	14 ④	15 해설 참조	
16 (1) A (2) 해설 참조 (3) 해설 참조					

- 01 ㄴ. B 시기에 수소 원자핵과 헬륨 원자핵이 전자와 결합할 수 있을 정도로 우주의 온도가 충분히 낮아지면서 수소 원자와 헬륨 원자의 생성이 활발하게 일어났다.
 ㄷ. 빅뱅 우주론에 의하면 우주의 물질을 구성하는 기본 입자의 대부분이 빅뱅 직후에 생성되었다. 따라서 빅뱅 이후 시간이 지나면서 우주가 팽창하였으므로 우주의 밀도는 점차 감소하였다.
오답 피하기 ㄱ. A 시기에는 빛이 전자의 방해로 받아 직진할 수 없었으므로 우주가 불투명했다. B 시기는 수소 원자핵과 헬륨 원자핵이 전자와 결합하여 각각 수소 원자와 헬륨 원자가 생성된 시기로, 빛이 전자의 방해로 받지 않고 직진할 수 있게 되면서 우주가 투명해졌다.
- 02 ㄱ. 빅뱅 직후 양성자와 중성자가 처음 만들어질 때는 우주의 온도가 높아 양성자와 중성자가 서로 변환될 수 있었으므로 개수비는 약 1 : 1이었다. 이후 우주의 온도가 낮아지면서 양성자가 에너지를 흡수하여 중성자로 바뀌는 과정이 거의 일어나지 않아 양성자와 중성자의 개수비가 약 7 : 1이 되었다. 따라서 우주의 온도는 (가)보다 (나)일 때 높다.

오답 피하기 나. 중성자는 양성자보다 질량이 약간 크므로 양성자가 중성자로 바뀌려면 에너지를 흡수해야 하고, 중성자가 양성자로 바뀔 때는 에너지가 방출된다.

ㄷ. 우주의 온도가 낮아지면서 중성자 개수에 대한 양성자 개수의 비율이 커졌으므로 우주가 팽창하면서 양성자 개수 중성자 개수의 값은 증가하였다.

문제 분석하기 빅뱅 이후 물질의 생성

(가) 양성자 7개, 중성자 10개
(나) 양성자 12개, 중성자 1개

(1) 빅뱅 직후 양성자와 중성자의 개수비는 1 : 1이었다. → (나)
(2) 이후 우주의 온도가 낮아지면서 중성자가 에너지를 방출하여 양성자로 바뀌는 과정만 일어나면서 양성자와 중성자의 개수비는 7 : 10이 되었다. → (가)
(3) 우주의 온도가 더욱 낮아지면서 양성자 2개와 중성자 2개가 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다. 양성자=수소 원자핵이므로 이때 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비는 12 : 1이고, 질량비는 $(12 \times 1) : (1 \times 4) = 3 : 1$ 이다.

03 ㄱ. (가)는 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 시기이고, (나)는 중심부의 수소가 고갈되어 헬륨 핵융합 반응이 일어나는 시기이므로 별은 (가)에서 (나)로 진화한다.

오답 피하기 나. (가)의 주계열성에서 (나)의 적색 거성으로 진화할 때 별이 팽창하면서 표면 온도가 낮아지므로 별의 표면 온도는 (가)보다 (나)일 때 낮다.

ㄷ. 질량이 태양과 비슷한 별은 탄소가 만들어지는 헬륨 핵융합 반응이 끝나면 더 이상 핵융합 반응이 일어나지 않는다. 중심부에서 철이 생성되는 핵융합 반응은 태양보다 질량이 매우 큰 별의 중심부에서 일어난다.

04 (가)는 질량이 태양보다 큰 별이 폭발하여 형성된 초신성의 잔해이며, (나)는 질량이 태양 정도인 별이 적색 거성 단계를 지나 형성된 행성상 성운의 모습이다.

⑤ (나)의 행성상 성운이 형성된 이후 별의 중심부가 중력에 의해 수축하여 백색 왜성이 형성된다. 중성자별은 질량이 태양보다 큰 별의 진화 단계에서 마지막에 만들어진다.

오답 피하기 ① (나)의 행성상 성운을 형성한 별이 (가)의 초신성 잔해를 형성한 별보다 질량이 작다.

② 별은 질량이 클수록 중심부에서 수소 핵융합 반응이 빠르게 진행되어 별의 수명이 짧다. 즉, (가)를 형성한 별이 (나)를 형성한 별보다 질량이 크므로 수명이 짧다.

③ 별의 중심부에서는 철까지의 원소가 생성될 수 있으며, 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 방출되는 엄청난 에너지에 의해 생성된다.

④ 적색 거성의 중심부에서 헬륨 핵융합 반응이 끝나면 별의 중심부가 수축되고 바깥쪽은 팽창하며 (나)와 같은 행성상 성운이 형성된다. 이때 별이 팽창하면서 별의 내부에서 생성된 원소가 우주 공간으로 방출된다.

05 A는 2주기 17족 원소인 플루오린(F)이고, B는 3주기 16족 원소인 황(S)이다.

ㄱ. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 A가 2, B가 3이다.

오답 피하기 나. 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 원자가 전자 수는 A가 7이고, B가 6이다.

ㄷ. A와 B는 모두 비금속 원소이다.

06 제시된 원소의 성질은 모두 금속 원소의 특성이다.

ㄱ. A는 금속 원소인 구리이다.

나. 금속은 대부분 실온에서 고체 상태로 존재한다.

오답 피하기 ㄷ. 금속 원소는 주기율표에서 왼쪽과 가운데에 위치한다.

07 나. ㉠의 원소는 Li와 같은 1족에 속하는 알칼리 금속인 Na이다. Na는 Li와 마찬가지로 물과 빠르게 반응한다.

ㄷ. ㉡의 원소는 18족 비활성 기체인 Ar이므로 반응성이 거의 없다.

오답 피하기 ㄱ. ㉠의 원소는 Cl와 같은 17족에 속하는 원소이므로 원자가 전자 수는 Cl와 같은 7이다.

08 ㄱ. 원자가 전자 수가 1이고 칼로 잘릴 정도로 무른 금속은 알칼리 금속이다.

나. 알칼리 금속은 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

ㄷ. 칼륨(K)은 알칼리 금속이므로 A와 화학적 성질이 비슷하다.

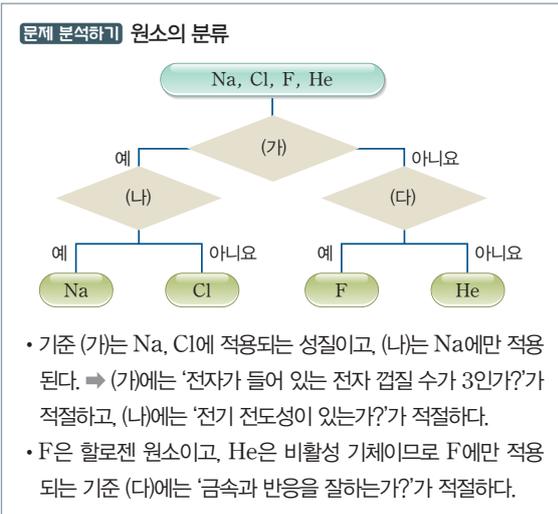
문제 분석하기 알칼리 금속의 성질

A 원자의 전자 배치

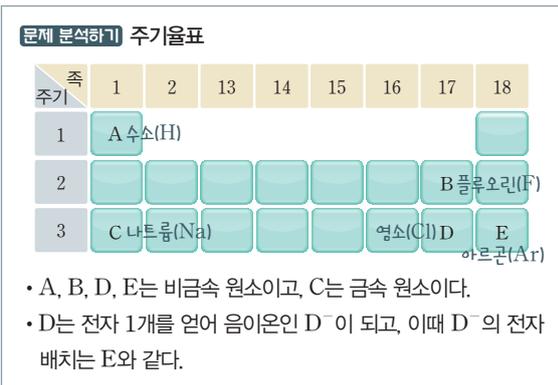
[원소의 성질]
 • 은백색의 광택을 띤다.
 • 칼로 잘릴 정도로 무르다.
 • 공기 중의 산소, 물과 잘 반응한다.

• A는 3주기 1족에 속하는 알칼리 금속인 나트륨(Na)이다.
 • A는 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

- 09 Na, Cl, F, He 중 3주기 원소는 Na, Cl이고, 전기 전도성이 있는 원소는 금속인 Na이다. 또, 금속과 반응을 잘하는 원소는 할로젠 원소인 Cl, F이다. Na, Cl는 기준 (가)에 적용되는 원소이므로 기준 (가)로 적절한 것은 ㉠이다. Na, Cl 중 금속 원소인 Na에만 적용되는 기준 (나)로 적절한 것은 ㉡이다. (가)에 적용되지 않는 F, He 중 할로젠 원소인 F에만 적용되는 기준 (다)는 ㉢이다.



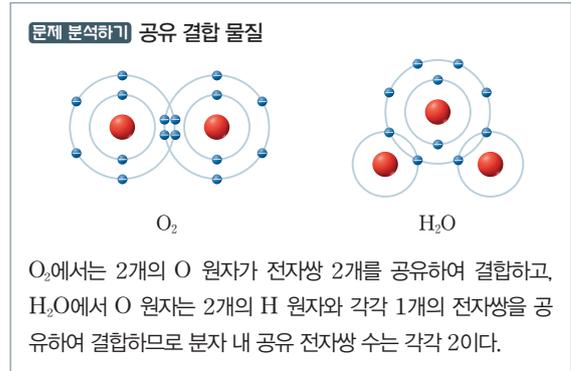
- 10 나. B는 비금속 원소, C는 금속 원소이므로 B와 C로 이루어진 물질은 이온 결합 물질이다.
 다. D 원자는 전자 1개를 얻어 E와 같은 전자 배치를 하는 D⁻이 된다.
- 오답 피하기** 가. A는 1주기 1족 원소인 수소로 비금속 원소이고, C는 3주기 1족 원소인 나트륨으로 알칼리 금속이다.



- 11 나. 결합이 형성될 때 Na은 전자를 잃고 Na⁺이 되고, Cl는 전자를 얻어 Cl⁻이 되므로 전자는 Na에서 Cl로 이동한다.
 다. NaCl은 물에 녹아 Na⁺과 Cl⁻으로 나누어지므로 NaCl 수용액은 전기 전도성이 있다.

오답 피하기 가. NaCl은 Na⁺과 Cl⁻이 연속적으로 결합한 구조이므로 분자로 존재하지 않는다.

- 12 가. 공유 결합 물질은 독립적인 입자인 분자로 존재한다.
 나. O₂와 H₂O에서 한 분자에 존재하는 공유 전자쌍 수는 총 2이다.
 다. O₂와 H₂O에서 O 원자의 전자 배치는 2주기 비활성 기체인 네온(Ne)과 같다.



- 13 가. A는 고체 상태에서는 전기 전도성이 없지만, 수용액 상태에서는 전기 전도성이 있으므로 이온 결합 물질이다. 따라서 A는 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 물질이다.
 나. B는 고체와 수용액 상태에서 모두 전기 전도성이 없으므로 공유 결합 물질이다. 따라서 B는 분자로 이루어진 물질이다.
- 오답 피하기** 다. B 수용액에는 전기적으로 중성인 B 분자만 녹아 있고 전하를 띠는 입자가 없으므로 전류가 흐르지 않는다.

14 질소, 물, 단백질, 포도당은 공유 결합 물질이고, 염화 나트륨은 이온 결합 물질이다.

15 빅뱅 우주론에 따르면 우주의 온도가 약 3000 K이었을 때 수소 원자와 헬륨 원자가 만들어지면서 빛이 전자의 방해받지 않고 직진할 수 있게 되었다. 이 시기 전 우주로 방출된 빛이 우주가 팽창함에 따라 온도가 낮아지면서 현재 온도가 약 3 K에 해당하는 파장이 되었다. 빅뱅 우주론에서 예측한 빛의 흔적은 실제로 관측된 우주 배경 복사와 일치하므로 빅뱅 우주론의 강력한 증거가 된다.

예시 답안 빅뱅 우주론에서는 빅뱅 초기 우주 배경 복사가 방출된 후 우주가 팽창하여 온도가 약 3 K으로 낮아졌을 것이라고 예측하였다. 펜지어스와 윌슨은 빅뱅 우주론의 예측값과 일치하는 우주 배경 복사를 실제로 관측하였으므로 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론의 증거가 된다.

채점 기준	배점(%)
빅뱅 우주론에서 예측한 우주 배경 복사의 성질을 언급하면서 예측값과 일치하는 우주 배경 복사를 실제로 관측하였기 때문이라고 설명한 경우	100
빅뱅 우주론에서 예측한 우주 배경 복사의 성질을 언급하지 않고 관측한 우주 배경 복사가 초기 우주에서 방출한 빛이라고만 설명한 경우	50

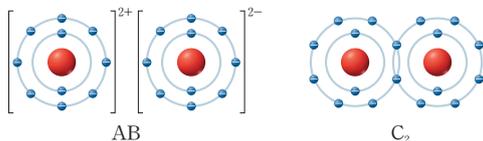
- 16 (1) 이온 결합 물질은 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온으로 이루어지고, 공유 결합 물질은 비금속 원소로 이루어진다. 따라서 양이온으로 존재하는 A는 금속 원소이고, 음이온으로 존재하는 B와 공유 결합을 하는 C는 비금속 원소이다.
- (2) **예시 답안** AB: 이온 결합, C₂: 공유 결합, AB는 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합하고 있으므로 이온 결합 물질이고, C₂는 원자가 전자쌍을 공유하면서 결합하고 있으므로 공유 결합 물질이다.

채점 기준	배점(%)
2가지 물질의 화학 결합의 종류와 그 까닭을 모두 옳게 설명한 경우	100
1가지 물질의 화학 결합의 종류와 그 까닭을 옳게 설명한 경우	50
화학 결합의 종류만 옳게 쓴 경우	40

- (3) **예시 답안** AB는 액체 상태에서 양이온과 음이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기 전도성이 있다. 반면 C₂는 액체 상태에서 전기적으로 중성인 분자로 존재하므로 전기 전도성이 없다.

채점 기준	배점(%)
2가지 물질의 전기 전도성을 모두 옳게 설명한 경우	100
1가지 물질의 전기 전도성만 옳게 설명한 경우	50

문제 분석하기 화학 결합의 종류



- AB는 이온 결합 물질이다. → 양이온으로 존재하는 A는 금속 원소이고, 음이온으로 존재하는 B는 비금속 원소이다.
 - AB는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
- C₂는 공유 결합 물질이다. → C는 비금속 원소이다.
 - C₂는 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.

II. 자연의 구성 물질

01 지각과 생명체를 구성하는 물질

핵심 개념 확인하기

54~57쪽

개념 정리	① 수소	② 산소	③ 규소	④ 탄소
	⑤ 지각	⑥ 산소	⑦ 많아	⑧ 탄소 화합물
	⑨ 4	⑩ 4	⑪ 단일	⑫ 탄소
	⑬ 생명 현상			

확인 문제	01 (1) ㉠ (2) ㉡	02 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ×
	03 ①	04 ④
	05 ④	06 ㉠ 규소, ㉡ 산소, ㉢ -4
	07 ③	08 ⑤
	09 A	10 ㉡
	11 ㄱ, ㄷ	12 ④
	13 ③	14 ④
	15 ⑤	

- 01 (1) 지각을 구성하는 주요 물질은 규소와 산소로 이루어진 규산염 광물이다.
 (2) 생명체를 구성하는 주요 물질은 탄소 화합물(유기물)이다.

- 02 (1) 지각을 구성하는 물질 중에서 가장 많은 양을 차지하는 원소는 산소로, 약 46.6%를 차지한다.
 (2) 지각을 이루는 암석의 주요 구성 광물은 규소와 산소가 결합한 규산염 광물이다.
 (3) Si-O 사면체는 1개의 규소 원자와 4개의 산소 원자로 이루어져 있다.
 (4) Si-O 사면체의 결합 구조가 복잡할수록 공유하는 산소가 많아지므로 대체로 결합력이 크고 풍화에 강하다.
 (5) 생명체를 이루는 물질 중에서 가장 많은 양을 차지하는 원소는 산소이며, 탄소는 두 번째로 많은 양을 차지한다.

- 03 우주를 구성하는 원소 중에서 가장 많은 양을 차지하는 원소는 수소이고, 두 번째로 많은 원소는 헬륨이다. 지구를 구성하는 원소 중에서 가장 많은 원소는 철이고, 두 번째로 많은 원소는 산소이며, 세 번째로 많은 원소는 규소이다.

- 04 나. 규산염 광물은 산소와 규소가 결합한 Si-O 사면체를 기본 골격으로 한다.

ㄷ. 단백질, 지질, 탄수화물은 탄소가 수소, 산소, 질소 등과 공유 결합 하여 만들어진 탄소 화합물이다.

오답 피하기 ㄱ. 지각에 가장 많이 존재하는 원소는 산소와 규소이고, 지구 전체에 가장 많이 존재하는 원소는 철과 산소이다.