

# II

## 화학 반응에서의 규칙성

1. 물질의 변화
2. 화학 반응과 화학 반응식
3. 화학의 기본 법칙





나무를 자르는 것과 태우는 것, 설탕을 물에 녹이는 것과 가열하는 것에는 어떤 차이가 있을까? 이 단원에서는 물질의 변화를 두 가지로 구분하고, 화학 반응을 반응 모형과 화학 반응식으로 나타내는 방법을 알아보자. 또 화학 반응이 일어날 때 성립하는 질량 보존 법칙, 일정 성분비 법칙에 대해 알아보자.





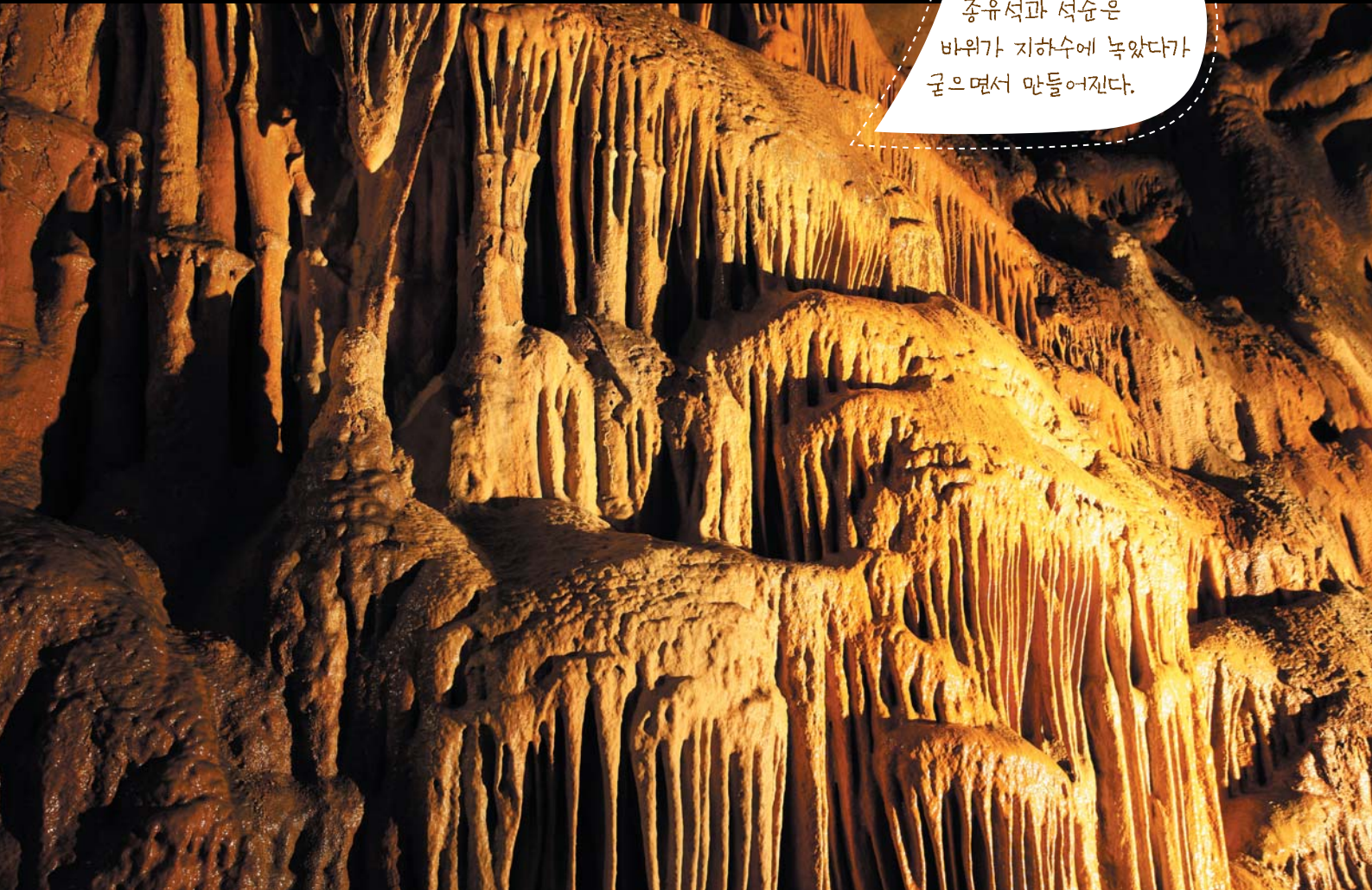
자연이 만들어 낸 예술

# 동굴

동굴은 자연적으로 이루어진 바위 굴을 가리키는데, 동굴이 만들어지는 원인에 따라 석회동굴, 용암동굴, 해식 동굴로 나눌 수 있다. 이러한 동굴들이 만들어질 때 일어나는 변화를 물리 변화와 화학 변화로 구분해 보자.

충청북도 단양군 고수동굴

석회동굴의  
중유석과 석순은  
바위가 지하수에 녹았다가  
굳으면서 만들어진다.





용암동굴은 화산이 폭발할 때 분출된 용암이 지표면을 따라 흘러내리다가 식을 때 안쪽에 빈 공간이 생기면서 만들어진다.

해식 동굴은 파도에 의해 해안 암석의 연약한 부분이 깎여서 만들어진다.



전라북도 부안군 변산반도 채석강

- ① 석회암이 지하수에 의해 녹았다가 굳는 까닭은 무엇일까?
- ② 용암이 지표면을 따라 흐르다가 식을 때 안쪽에 빈 공간이 생기는 까닭은 무엇일까?
- ③ 위의 세 가지 자연 현상을 모양만 변하는 것과 성분까지 변하는 것으로 구분해 보자.

# 1

## 물리 변화와 화학 변화

- 이 단원을 배우면
- 물리 변화와 화학 변화를 설명할 수 있다.
  - 주변에서 일어나는 물질의 변화를 물리 변화와 화학 변화로 구분할 수 있다.



밀가루 반죽을 오븐에 넣어 구우면 색이 변하면서 부풀어 오른다. 반죽에 어떤 변화가 일어난 것일까?

### 물리 변화

종이를 오리거나 유리를 깨뜨리면 모양만 변할 뿐 성질은 변하지 않는다. 밀가루와 물을 섞어도 밀가루나 물의 성질은 변하지 않는다. 또 물이 수증기나 얼음으로 상태가 변할 때에도 물의 성질은 변하지 않는다. 이와 같이 물질의 고유한 성질은 변하지 않으면서 모양이나 상태가 달라지는 변화를 **물리 변화**라고 한다. 물에 잉크를 떨어뜨렸을 때 잉크가 확산되는 현상도 물리 변화인데, 이와 같은 물리 변화가 일어날 때는 물질을 이루는 분자의 성질은 변하지 않고 분자의 배열만 달라진다.

그림 1 물리 변화의 여러 가지 예





**준비물** 강철 솜, 묽은 염산, 토치, 핀셋, 페트리 접시, 스포이트, 면장갑, 실험용 장갑, 보안경

- ① 강철 솜에 묽은 염산을 떨어뜨려 보자.
- ② 강철 솜을 안쪽까지 골고루 가열하고 식은 후, 과정 ①과 같이 묽은 염산을 떨어뜨려 보자.

**유의할 점** 염산이 피부에 닿지 않도록 한다. 또 강철 솜에 묽은 염산을 떨어뜨릴 때나 강철 솜을 가열할 때 얼굴을 가까이 하지 않는다.

▶ 강철 솜이 연소되면 성질이 어떻게 변하는가?



### 화학 변화

철을 가늘게 만들어 뭉친 강철 솜은 철의 성질을 띠지만, 가열하면 철의 성질을 잃고 다른 물질로 변한다. 또 나무에 불을 붙이면 빛과 열을 내면서 타다가 불이 꺼지면 숯과 재가 남는다. 이와 같이 물질이 처음과 성질이 전혀 다른 새로운 물질로 변하는 현상을 **화학 변화**라고 한다. 습기가 많은 곳에 철을 오래 두면 붉은색 녹이 생기는 현상, 음식물이 부패되는 현상, 밀가루 반죽이 익는 현상도 화학 변화이다.



나무의 연소



철이 녹슨 것



음식물의 부패

그림 2 화학 변화의 여러 가지 예

### 스스로 확인하기

- ① 물질의 모양이나 상태는 변하지만 물질의 성질은 변하지 않는 현상을 무엇이라고 하는가?
- ② 다음 현상을 물리 변화와 화학 변화로 구분해 보자.
  - (1) 설탕이 물에 녹는다. (2) 깎아 놓은 사과가 색이 변한다.
  - (3) 통나무를 쪼갬다. (4) 달걀에 열을 가하면 단단해진다.
- ③ **창의·인성** 오른쪽 그림과 같이 나무에 조각칼로 무늬를 넣을 때 일어나는 변화와 뜨거운 인두로 무늬를 넣을 때 일어나는 변화를 비교해 보자.





| 목표 |

우리 주변에서 볼 수 있는 현상들을 물리 변화와 화학 변화로 구분하고, 그 차이 점을 설명할 수 있다.

| 과정 |

● 다음은 생활 속에서 볼 수 있는 여러 가지 변화이다. 각각 어떤 변화가 일어나는지 토의해 보자.



(가) 메테인 가스가 연소된다.



(나) 얼음물이 든 컵의 표면에 물방울이 맺힌다.



(다) 김치가 시어진다.



(라) 용광로에서 철이 녹는다.



(마) 자동차가 찌그러진다.



(바) 잘라 놓은 사과 단면의 색깔이 변한다.



(사) 고체 방충제의 크기가 점점 작아진다.



(아) 양초가 탄다.



(자) 향수가 증발된다.

| 결과 |

① 물질의 상태나 성질은 변하지 않고 모양만 변하는 경우는 어느 것인가?

-----

② 물질의 상태가 변하는 경우는 어느 것인가?

-----

③ 물질의 성질이 변하는 경우는 어느 것인가?

-----

| 정리 |

① 위의 변화를 물리 변화와 화학 변화로 구분하고, 그렇게 생각한 까닭을 설명해 보자.

-----

-----

② 우리 주변에서 물리 변화와 화학 변화가 일어나는 예를 들고, 그렇게 생각한 까닭을 설명해 보자.

-----

-----

창의·인성 활동

다음은 콩으로 메주를 만드는 과정을 순서대로 나타낸 것이다. 각 과정을 물리 변화와 화학 변화로 구분해 보자.



# 1

## 화학 반응과 화학 반응식

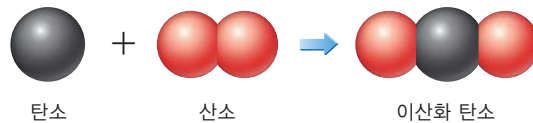
- 이 단원을 배우면**
- 화학 반응을 모형으로 설명할 수 있다.
  - 화학 변화는 물질을 구성하는 원자의 배열이 달라지는 것임을 설명할 수 있다.
  - 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 화학 반응식에서 물질 사이의 양적 관계를 파악할 수 있다.



### 화학 반응

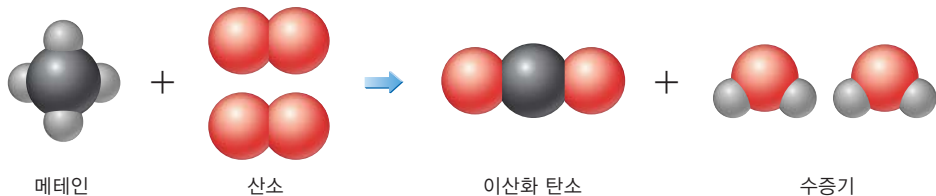
철이 녹슬면 산화 철이 만들어지고, 숯이 연소되면 이산화 탄소가 만들어진다. 이와 같이 원래의 물질과는 성질이 다른 물질이 만들어지는 화학 변화를 **화학 반응**이라고 한다.

숯이 연소될 때 일어나는 화학 반응을 어떻게 표현할 수 있을까? 숯을 이루는 성분 원소는 탄소이므로 탄소의 연소 반응을 모형으로 나타내면 그림 3과 같다.



❖ 그림 3 탄소와 산소의 반응 모형

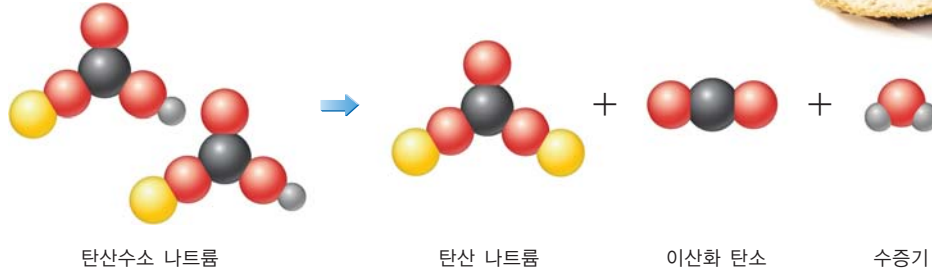
가정에서 사용하는 도시가스인 액화 천연 가스(LNG)의 주성분인 메테인이 연소되면 이산화 탄소와 수증기가 생성된다. 메테인을 이루는 성분 원소는 탄소와 수소이므로 메테인의 연소 반응을 모형으로 나타내면 그림 4와 같다.



❖ 그림 4 메테인과 산소의 반응 모형

이와 같이 물질이 연소되는 반응에서 반응 전과 후의 원자의 종류와 수는 변하지 않고 원자들의 배열만 달라진다.

밀가루에 베이킹파우더를 넣고 반죽한 후, 가열하면 빵이 크게 부풀어 오른다. 그 까닭은 베이킹파우더의 주성분인 탄산수소 나트륨이 열에 의해 분해되어 이산화 탄소가 발생하기 때문이다. 탄산수소 나트륨이 분해되는 반응을 모형으로 나타내면 그림 5와 같다.

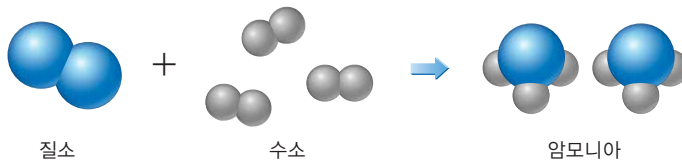


▶그림 5 탄산수소 나트륨의 분해 반응 모형

물질이 분해되는 반응에서도 반응 전과 후의 원자의 종류와 수는 변하지 않고 원자들의 배열만 달라진다.

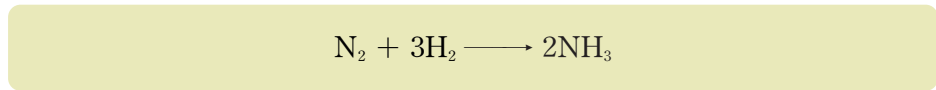
### 화학식과 화학 반응식

질소와 수소가 반응하여 암모니아가 생성되는 반응을 모형으로 나타내면 그림 6과 같다.



▶그림 6 질소와 수소의 반응 모형

위와 같이 모형으로 나타낸 화학 반응을 더 간단하게 나타낼 수는 없을까? 원소 기호를 사용하여 각각의 물질을 나타내면 질소는 N<sub>2</sub>, 수소는 H<sub>2</sub>, 암모니아는 NH<sub>3</sub>이다. 이와 같이 원소 기호를 사용하여 물질을 나타낸 것을 **화학식**이라고 한다. 화학식을 사용하여 암모니아가 생성되는 반응을 나타내면 다음과 같다.



이와 같이 화학식을 사용하여 화학 반응을 나타낸 식을 **화학 반응식**이라고 한다. 화학 반응식에서 화살표의 왼쪽은 **반응물**을 나타내고, 화살표의 오른쪽은 **생성물**을 나타낸다. 화학 반응식을 사용하면 물질의 변화를 쉽게 알 수 있고, 반응물과 생성물의 종류, 분자 수의 비도 쉽게 알 수 있으므로 매우 편리하다.

**화학식**

여러 가지 물질의 화학식을 찾아 보자.

## 화학 반응식 만들기

여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 어떻게 나타낼까? 화학 반응식을 바르게 쓰기 위해서는 다음과 같은 단계를 거친다. 수소와 산소가 반응하여 물이 생성되는 반응을 화학 반응식으로 나타내 보자.

구분	수소 + 산소 → 물		
1단계	반응물과 생성물을 화학식으로 표시한다.	반응물	생성물
		수소: $H_2$ 산소: $O_2$	물: $H_2O$
2단계	반응물의 화학식을 왼쪽에, 생성물의 화학식을 오른쪽에 쓰고 중간에 화살표를 표시한다. 또 물질들 사이를 '+'로 연결한다.	$H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O$	
3단계	화살표 양쪽에 있는 원자의 종류와 개수가 같게 되도록 화학식 앞에 계수를 맞춘다(단, 계수가 1일 때는 생략한다).	$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$	

화학 반응식에서 화학식 앞의 숫자, 즉 계수는 그 물질의 분자 수를 나타낸다. 화학 반응이 일어날 때 원자는 새로 생기거나 없어지지 않으므로 화학 반응식 양쪽에 있는 물질의 원자 수가 같도록 계수를 맞추어야 한다. 즉, 화학 반응이 일어날 때 반응 전과 후의 원자의 종류와 수는 변하지 않고 원자들의 배열만 달라진다.

그림 7 물이 만들어지는 반응을 화학 반응식으로 나타내는 과정



**물음** 프로페인(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) 가스의 연소 반응을 화학 반응식으로 나타내 보자.

1단계: 반응물과 생성물을 화학식으로 쓴다.

- 반응물: 프로페인(        ), 산소(        )

- 생성물: 이산화 탄소(        ), 물(        )

2단계: 반응물의 화학식을 화살표 왼쪽에, 생성물의 화학식을 화살표 오른쪽에 쓴다.

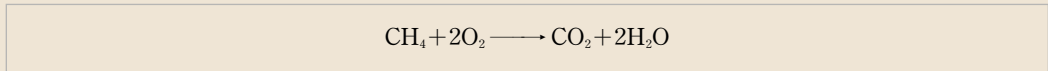
(        ) + (        ) → (        ) + (        )

3단계: 화살표 양쪽에 있는 원자의 종류와 개수가 같도록 계수를 맞춘다.

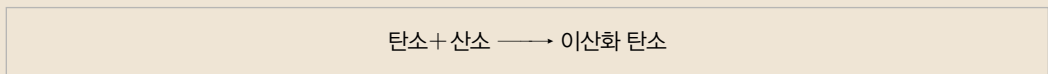
(        )C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> + (        )O<sub>2</sub> → (        )CO<sub>2</sub> + (        )H<sub>2</sub>O

**스스로  
확인하기**

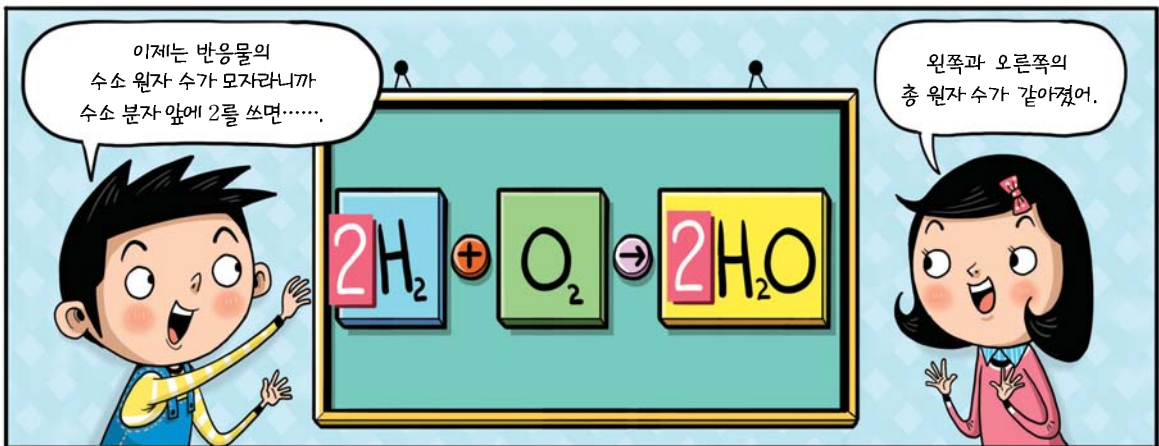
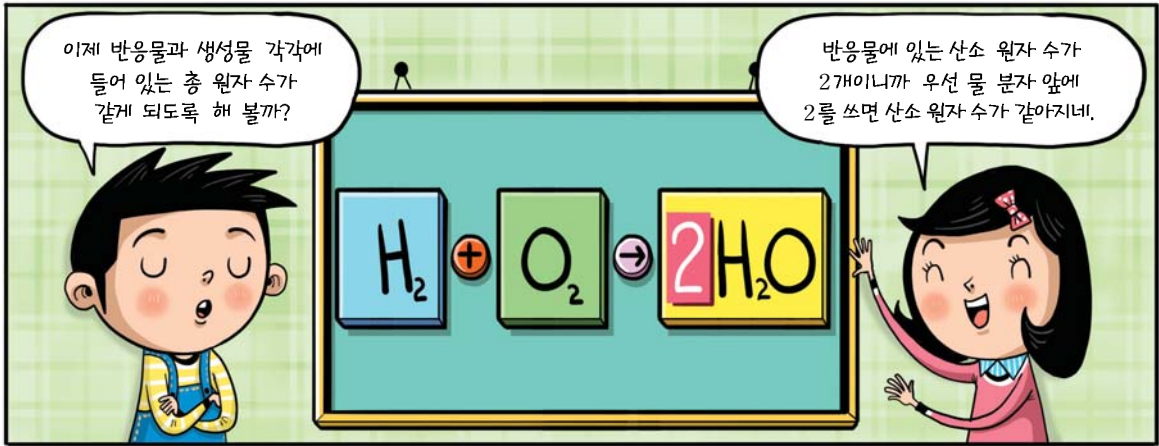
① 다음 화학 반응식에서 반응물과 생성물은 각각 무엇인가?



② 다음 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내 보자.



③ 화학 반응에서 변하는 것과 변하지 않는 것은 각각 무엇인가?





준비물

색연필

| 목표 |

여러 가지 화학 반응을 화학 반응식과 반응 모형으로 나타낼 수 있다.

| 과정·결과 |

다음의 각 반응을 화학 반응식과 모형으로 나타내 보자.

1 과산화 수소가 분해되면 물과 산소가 생성된다(단, 이산화 망가니즈(MnO<sub>2</sub>)는 \*촉매로 사용된다.).

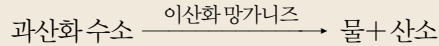


반응물: 과산화 수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

생성물: 물(H<sub>2</sub>O), 산소(O<sub>2</sub>)

모형: 수소(●), 산소(●)

\*촉매: 자신은 변화하지 않으면서 다른 물질의 화학 반응 속도를 조절하는 물질이다.



화학 반응식 \_\_\_\_\_

반응 모형

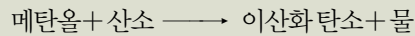
2 메탄올이 연소되면 이산화 탄소와 물이 생성된다.



반응물: 메탄올(CH<sub>3</sub>OH), 산소(O<sub>2</sub>)

생성물: 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>), 물(H<sub>2</sub>O)

모형: 탄소(●), 수소(●), 산소(●)



화학 반응식 \_\_\_\_\_

반응 모형

3 질산 은과 염화 나트륨이 반응하면 질산 나트륨과 흰색의 염화 은 앙금이 생성된다.



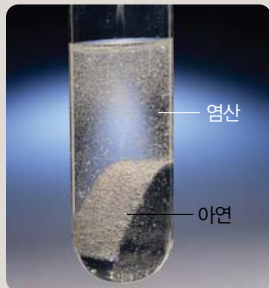
반응물: 질산 은(AgNO<sub>3</sub>), 염화 나트륨(NaCl)  
 생성물: 질산 나트륨(NaNO<sub>3</sub>), 염화 은(AgCl)  
 모형: 은(●), 질소(●), 산소(●), 나트륨(●), 염소(●)



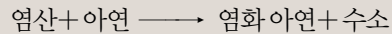
화학 반응식 \_\_\_\_\_

반응 모형

4 염산에 금속 아연을 넣으면 염화 아연과 수소 기체가 생성된다.



반응물: 염산(HCl), 아연(Zn)  
 생성물: 염화 아연(ZnCl<sub>2</sub>), 수소(H<sub>2</sub>)  
 모형: 수소(●), 염소(●), 아연(●)



화학 반응식 \_\_\_\_\_

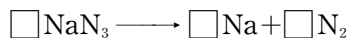
반응 모형

| 정리 |

- 각 반응에서 반응 전후에 변하는 것과 변하지 않는 것을 구분해 보자.

🔧 하나 더

운전자를 보호하기 위해 부풀어 오르는 에어백 속에서는 질소 기체가 생성되는 반응이 일어난다. 아자이드화 나트륨이 분해되어 질소가 생성되는 화학 반응식의 계수를 맞추어 보자.



# 1

## 질량 보존 법칙

- 이 단원을 배우면**
- 화학 변화는 원자의 배열이 달라지는 것임을 말할 수 있다.
  - 화학 반응에서 질량 보존 법칙을 모형으로 설명할 수 있다.



장난감 중에는 부품의 변화 없이 로봇이 자동차로 변할 수 있는 것이 있다. 로봇이 자동차로 변할 때 질량에는 어떤 변화가 있을까?

### 양금이 생성되는 반응에서의 질량 변화

한 개의 큰 빵을 여러 개의 작은 조각으로 잘라도 큰 빵의 질량과 여러 개로 잘라진 작은 빵 조각들의 전체 질량은 서로 같다. 또 한 컵의 물이 얼음으로 변해도 물의 질량과 얼음의 질량은 서로 같다. 이와 같이 물리 변화가 일어날 때 물질의 질량은 변하지 않는다. 그러면 두 가지 이상의 물질이 반응하여 양금이 생성되는 화학 변화가 일어날 때 반응 전후에 물질의 질량은 어떻게 될까?



### 미니 탐구

#### 실험

### 양금 생성 반응에서의 질량 변화

**준비물** 염화 나트륨 수용액, 질산 은 수용액, 비커, 전자저울, 실험용 장갑, 보안경

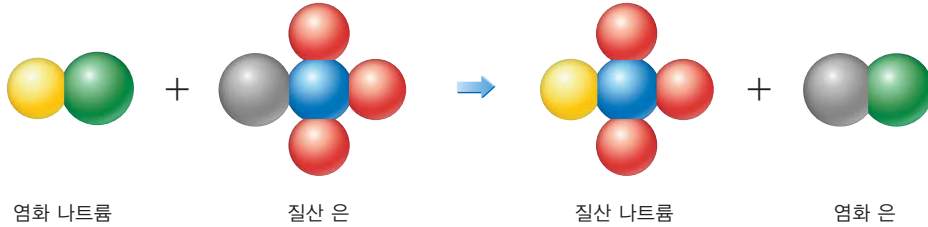
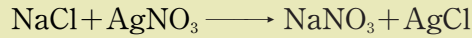
- 1 2개의 비커에 염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액을 각각 10 mL씩 넣고 이들의 총 질량을 측정하자.
- 2 두 물질을 섞어 반응시킨 후, 총 질량을 측정하자.

**유의할 점** 실험에 사용한 용액은 반드시 폐수 통에 버린다.

- ▶ 두 수용액이 반응하기 전의 총 질량과 반응한 후의 총 질량은 각각 얼마인가?
- ▶ 반응 전과 반응 후의 총 질량으로부터 무엇을 알 수 있는가?



염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액이 반응하면 질산 나트륨과 흰색의 염화 은 앙금이 생성된다. 이 반응을 화학 반응식과 모형으로 나타내면 그림 8과 같다.



▶ 그림 8 염화 나트륨과 질산 은의 반응 모형

앙금이 생성되는 화학 반응에서 반응 전과 후에 원자의 종류와 수는 변하지 않고 배열만 달라지므로 반응 전후의 질량이 변하지 않는다.

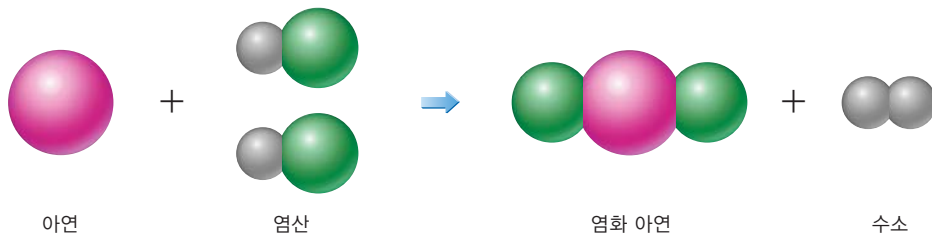
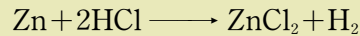
### 기체가 발생하는 반응에서의 질량 변화

금속 아연과 염산이 밀폐되지 않은 공간에서 반응하면 수소 기체가 공기 중으로 날아가므로 질량이 감소한다. 그러나 그림 9와 같이 수소 기체가 날아가지 못하도록 실험 장치를 꾸미고 반응 전후의 질량을 측정하면 질량이 변하지 않는다.



▶ 그림 9 아연과 염산의 반응

금속 아연과 염산의 반응을 화학 반응식과 모형으로 나타내면 그림 10과 같다.



▶ 그림 10 아연과 염산의 반응 모형

이와 같이 기체가 발생하는 반응에서도 원자의 종류와 수는 변하지 않고 배열만 달라지므로 반응 전후의 질량이 변하지 않는다.

### 질량 보존 법칙

다양한 화학 반응에서 질량이 보존되는지 알아보자.



준비물

1000 mL 둥근바닥 플라스크, 고무마개, 목탄 조각, 산소 캔, 칼, 전자저울, 토치, 면장갑, 보안경

유의할 점

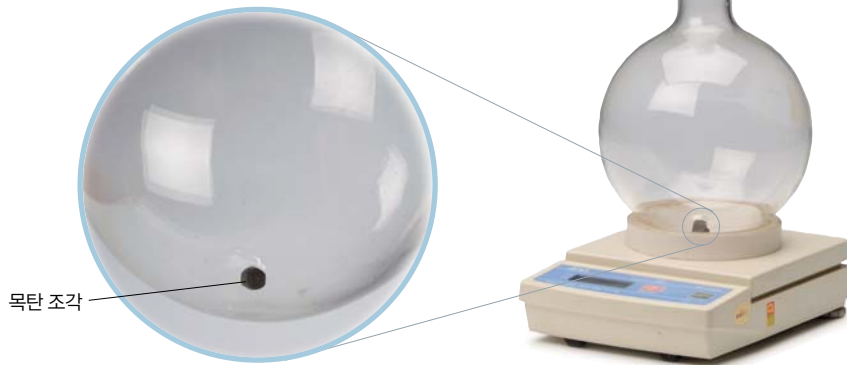
- 둥근바닥 플라스크를 고무마개로 막을 때 빠지지 않도록 꼭 막는다.
- 산소 캔을 10초 정도 눌러 캔 속의 산소를 플라스크에 넣는다.
- 목탄이 든 둥근바닥 플라스크를 가열할 때 고무마개가 열리지 않도록 엄지손가락으로 눌러 잡는다.
- 전자저울 위에 둥근바닥 플라스크를 올려놓을 수 있도록 지지대를 올려놓는다.
- 목탄 조각이 탈 때 플라스크를 살짝 흔들어 주면 관찰하기에 좋다.
- 토치를 사용할 때 화재 및 화상에 유의한다.
- 가열된 둥근바닥 플라스크가 피부에 닿거나 깨지지 않도록 유의한다.

| 목표 |

연소 반응이 일어날 때 반응 전후 물질의 총 질량에는 변화가 없음을 알고, 그 까닭을 설명할 수 있다.

| 과정 |

- 1 목탄 조각을 약 1 cm 길이로 잘라 둥근바닥 플라스크에 넣자.
- 2 목탄 조각이 든 둥근바닥 플라스크에 산소를 채우고 고무마개로 막은 후, 질량을 측정하자.  
- 질량은 얼마인가?



- 3 토치의 약한 불로 둥근바닥 플라스크의 아랫부분을 가열하고, 목탄이 타기 시작하면 토치를 끄자.  
- 어떤 현상이 일어나는가?
- 4 목탄이 모두 탄 후, 플라스크가 식을 때까지 잠시 기다렸다가 질량을 측정하자.  
- 질량은 얼마인가?



| 결과 |

1 반응 전과 후에 질량의 변화가 있는가?

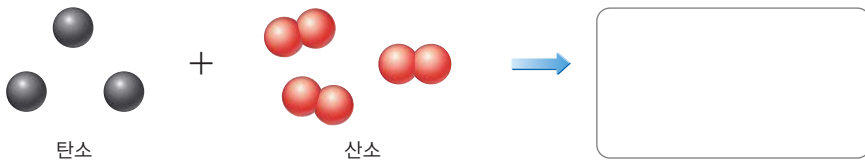
-----

2 목탄의 성분은 탄소이다. 목탄이 연소되는 반응에서 반응하는 물질과 생성되는 물질은 각각 무엇인가?

-----

| 정리 |

1 등근바닥 플라스크에서 일어나는 화학 반응을 모형으로 나타내고, 이를 화학 반응식으로 써 보자(단, 검은색 공은 탄소, 빨간색 공은 산소를 나타낸다.).



- 화학 반응식 -----

2 위의 모형과 화학 반응식을 참고하여, 목탄이 타기 전과 후에 질량이 변하지 않는 까닭을 설명해 보자.


-----


3 만약 고무마개를 막지 않고 실험한다면, 반응 전후에 질량은 어떻게 될지 근거를 들어 설명해 보자.

-----

 하나 더

다음 준비물을 사용하여 화학 반응 전후에 질량이 보존되는 것을 확인할 수 있는 실험을 설계하고, 반응 전후의 측정값에 어떤 오차가 생길 수 있는지 토의해 보자.

 준비물: 집기병, 유리판, 양초, 점화용 라이터, 모래, 전자저울

 실험 방법:



## 연소 반응에서의 질량 변화

공기 중에서 나무를 태우면 재만 남고, 이산화 탄소와 수증기는 날아가므로 질량이 감소하는 것처럼 보인다. 그러나 날아가는 이산화 탄소와 수증기를 모두 모으면 연소 전후에 물질의 총 질량은 변하지 않는다.

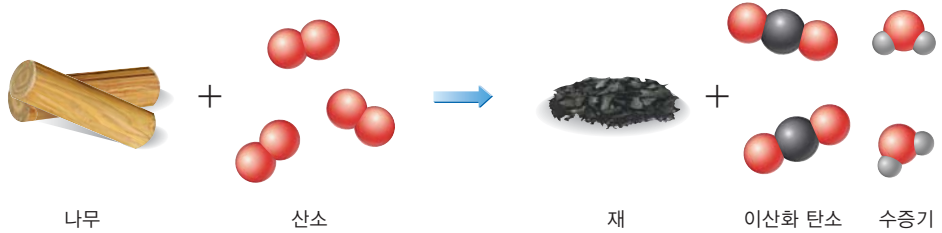


그림 11 나무가 연소될 때의 반응



### 미니 탐구

#### 실험

### 구리 선이 연소될 때의 질량 변화

**준비물** 구리 선, 토치, 핀셋, 전자저울, 면장갑, 보안경

① 0.2 mm 굵기의 구리 선을 2 m 정도 잘라 공 모양으로 뭉친 후에 질량을 측정하자.

**유의할 점** 구리 선에 에나멜이 칠해져 있는 경우 사포로 문지른 후 사용한다.

- 질량은 얼마인가?

② 구리 선이 모두 검은색으로 될 때까지 토치로 가열한 후에 잠시 동안 식히자.

③ 식힌 구리 선의 질량을 측정하자.

- 질량은 얼마인가?

▶ 가열 전후 구리 선의 질량은 어떻게 되는가?

▶ 가열 전후에 질량이 변한 까닭을 생각해 보자.



붉은색의 구리를 가열하면 공기 중의 산소와 반응하여 검은색의 산화 구리가 되면서 질량이 증가한다. 이때, 반응 전후에 원자의 종류와 수는 변하지 않고 배열만 달라지므로 반응한 구리와 산소의 총 질량은 생성된 산화 구리의 총 질량과 같다.

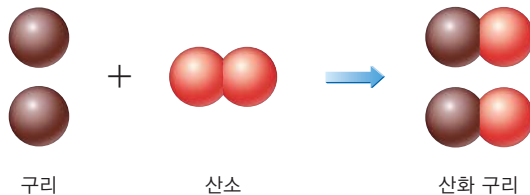
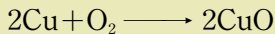


그림 12 구리와 산소의 반응 모형

이와 같이 화학 반응이 일어날 때 반응 전 물질의 총 질량과 반응 후에 생성된 물질의 총 질량은 같은데, 이것을 **질량 보존 법칙**이라고 한다. 반응 전후에 질량이 보존되는 까닭은 반응 전후에 원자들의 종류와 수가 변하지 않고 배열만 달라지기 때문이다.

**질량 보존 법칙**  
질량 보존 법칙은 화학 변화와 물리 변화 모두에 적용된다.



## 세상을 빛낸 과학자

### “라부아지에”

1768년에 라부아지에(Lavoisier, A. L., 1743~1794)는 아무리 오랫동안 물을 끓여도 물이 흠으로 변하지 않는다는 것을 밝히면서 사람들이 믿어 왔던 4원소설을 부정하였고, 당시 대부분의 과학자들이 믿고 있었던 플로지스톤설에도 도전하였다. 플로지스톤설이란 연소되는 모든 물질에는 플로지스톤이라는 원소가 들어 있어서, 물질이 연소될 때 플로지스톤이 빠져나가기 때문에 물질의 질량이 감소한다는 이론이다. 그러나 이 이론으로는 금속이 탈 때 질량이 증가하는 현상을 합리적으로 설명할 수 없었다. 라부아지에는 금속을 태웠을 때 질량이 증가하는 것은 공기 중의 어떤 물질이 금속과 결합하기 때문이라고 생각하고, 이 물질을 산소라고 불렀다. 그는 수은을 태우면 산화 수은이 되고, 산화 수은을 가열하면 수은과 산소로 다시 분리되는 것을 알아내고, 모든 물질의 연소는 바로 산소와 결합하는 것이라고 주장하였다. 이것을 라부아지에의 연소설이라고 한다.

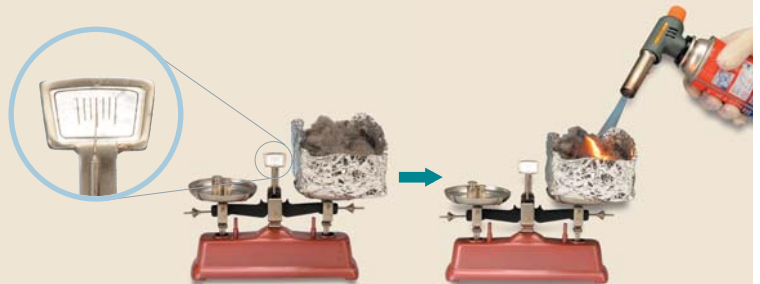


라부아지에는 금속을 가열할 때나 다이아몬드를 태워 이산화 탄소가 생성될 때에도 용기를 포함한 전체 질량은 변하지 않는다는 것을 정밀하게 측정해 내고, 이로부터 화학 반응에서 전체 질량은 항상 보존된다는 것을 알게 되었다. 그래서 화학 반응에서 물질은 더 이상 만들어지지도 사라지지도 않으며, 단지 하나의 형태에서 다른 형태로 변할 뿐이라고 주장하였다. 이것이 바로 질량 보존 법칙이며, 라부아지에의 질량 보존 법칙은 원자의 존재를 확립하는 데 중요한 단서를 제공하였다.

### 스스로 확인하기

① 양금이 생성되는 화학 반응에서 반응 전후의 질량이 변하지 않는 까닭은 무엇인가?

② | **창의·인성** | 오른쪽 그림과 같이 윗접시저울의 한쪽에 강철 솜을 올려놓고 질량을 측정한 다음, 강철 솜을 가열한 후에 다시 질량을 측정하였을 때의 결과를 예측해 보자.



# 2

## 일정 성분비 법칙

- 이 단원을 배우면
- 화학 반응에서 물질들이 일정한 질량비로 반응하는 것을 설명할 수 있다.
  - 일정 성분비 법칙을 모형으로 설명할 수 있다.



### 화합물을 구성하는 원소 사이의 질량비

두 가지 이상의 물질이 반응하여 한 화합물을 생성할 때 각 물질 사이에는 어떤 관계가 성립할까? 질산 납 수용액과 아이오딘화 칼륨 수용액이 반응하면 노란색의 아이오딘화 납이 생성된다. 이때, 아이오딘화 납을 구성하는 성분 원소 사이에는 어떤 규칙성이 있는지 알아보자.



### 미니 탐구

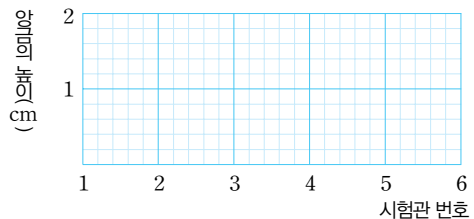
자료 해석

### 아이오딘화 납을 구성하는 성분 물질의 질량비

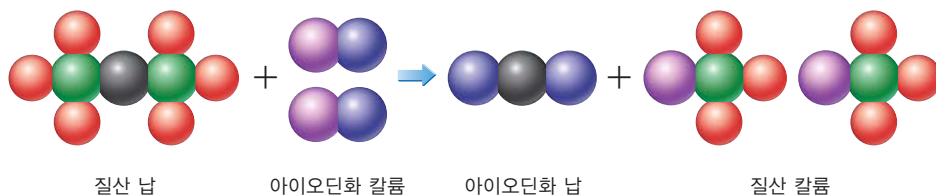
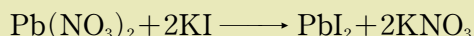
크기가 같은 6개의 시험관에 5% 질산 납 수용액을 6 mL씩 넣고, 같은 농도의 아이오딘화 칼륨 수용액을 아래 표와 같이 넣었더니 노란색 앙금이 생성되었다. 생성된 앙금의 높이가 다음과 같을 때 시험관 속에 생성된 앙금의 높이를 그래프에 나타내 보자.

시험관 번호	1	2	3	4	5	6
질산 납 수용액(mL)	6	6	6	6	6	6
아이오딘화 칼륨 수용액(mL)	0	2	4	6	8	10
생성된 앙금의 높이(cm)	0	0.7	1.3	1.8	1.8	1.8

- ▶ 앙금의 높이는 어떻게 되는가?
- ▶ 앙금의 높이가 그래프와 같이 나타나는 까닭은 무엇일까?

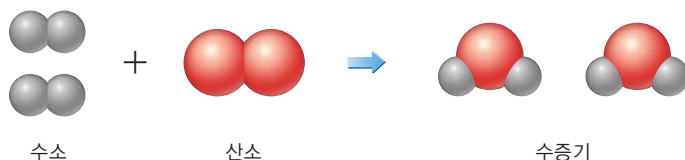


질산 납과 아이오딘화 칼륨이 반응하면 아이오딘화 칼륨의 양이 증가할수록 생성되는 양금의 양이 증가하지만, 일정한 시점 이후부터는 양금의 양이 더 이상 증가하지 않는다. 그 까닭은 아이오딘화 칼륨의 양이 아무리 많아도 반응할 질산 납이 없기 때문이다. 즉, 화합물이 생성되는 반응은 물질들이 단순히 섞이기만 하는 물리적인 변화가 아니므로 각 물질들이 일정한 비율로 반응한다.



❶ 그림 13 질산 납과 아이오딘화 칼륨의 반응 모형

수소 기체가 연소되어 물이 생성되는 반응에서 연소에 필요한 산소 기체의 질량은 언제나 수소 기체 질량의 8배이다. 즉, 수소 기체와 산소 기체는 언제나 1:8의 질량비로 반응하여 물을 생성한다.



❷ 그림 14 모형으로 나타낸 수소와 산소의 반응 수소 4 g은 산소 32 g과 반응하여 물 36 g을 생성한다.

이와 같이 두 가지 이상의 물질이 반응하여 새로운 화합물을 생성할 때, 반응 물질 사이에는 일정한 양적 관계가 성립한다. 모든 화합물을 구성하는 성분 원소 사이에는 일정한 질량비가 성립하는데, 이것을 **일정 성분비 법칙**이라고 한다. 일정 성분비 법칙은 화합물이 생성될 때 두 종류 이상의 원자가 간단한 정수비로 결합하여 만들어진다는 사실을 설명할 수 있다.



**프루스트**  
(Proust, J. L., 1754~1826)  
프랑스의 과학자로, 일정 성분비 법칙을 발표하였다.

**스스로 확인하기**

- ❶ 두 가지 이상의 물질이 반응하여 새로운 화합물을 생성할 때 반응 물질 사이에는 일정한 질량비가 성립한다. 이것을 \_\_\_\_\_ 법칙이라고 한다.
- ❷ 수소 기체 8 g과 산소 기체 8 g이 반응하면 몇 g의 물이 생성되는가? 이때 반응하지 않고 남은 물질은 무엇인가?
- ❸ **창의·인성** 일정 성분비 법칙이 성립하는 물질은 모두 화합물이라고 할 수 있는지 말해 보자.



준비물

탁구공(흰색, 주황색), 매직테이프, 상자, 가위

유의할 점

같은 원자 모형에는 같은 종류의 매직테이프를 붙인다.



| 목표 |

화합물을 구성하는 성분 원소 사이에 일정한 질량비가 성립함을 알고, 이를 모형으로 나타낼 수 있다.

| 과정 1 | 철과 황의 반응 모형

- ① 매직테이프를 2 cm 정도의 길이로 잘라 주황색 탁구공의 한곳에 붙여 철 원자 모형을 만들자.
- ② 매직테이프를 흰색 탁구공의 한곳에 붙여 황 원자 모형을 만들자.



- ③ 철 원자 모형 4개와 황 원자 모형 3개를 상자에 넣고 흔들어 보자.

| 결과 |

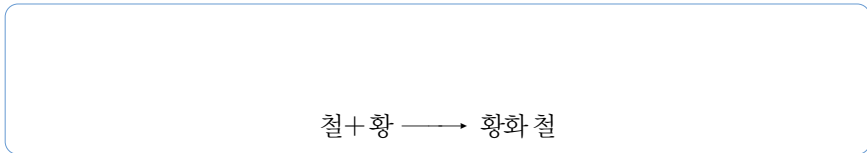
- ① 철 원자 1개는 몇 개의 황 원자와 결합하는가?

-----

- ② 결합하지 않고 남아 있는 원자는 어느 것인가?

-----

- ③ 철과 황이 결합하여 황화 철이 생성되는 반응을 모형으로 나타내 보자.



- ④ 철 원자 모형 1개의 질량을 56 g, 황 원자 모형 1개의 질량을 32 g이라고 할 때, 다음 표를 완성해 보자.

결합하는 원자 수의 비	결합하는 질량비	생성된 화합물의 화학식
철 : 황 =	철 : 황 =	

**| 과정 2 | 수소와 산소의 반응 모형**

- 1 매직테이프를 흰색 탁구공의 한곳에 붙여 수소 원자 모형을 만들고, 매직테이프를 주황색 탁구공의 두 곳에 붙여 산소 원자 모형을 만들자.
- 2 수소 원자 모형 4개와 산소 원자 모형 4개를 상자에 넣고 흔들어 보자.

**유의할 점**

산소 원자 모형을 만들 때 매직테이프를 붙이는 곳의 위치가 일직선 상에 있지 않도록 한다.



**| 결과 |**

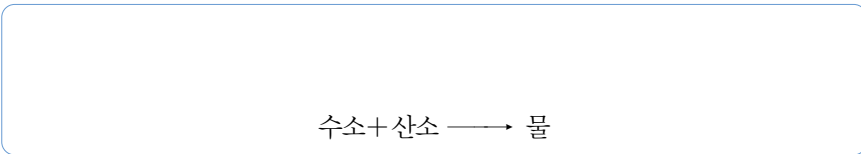
- 1 산소 원자 1개는 몇 개의 수소 원자와 결합하는가?

-----

- 2 결합하지 않고 남아 있는 원자는 어느 것인가?

-----

- 3 수소와 산소가 결합하여 물이 생성되는 반응을 모형으로 나타내 보자.



- 4 수소 원자 모형 1개의 질량을 1 g, 산소 원자 모형 1개의 질량을 16 g이라고 할 때, 다음 표를 완성해 보자.

결합하는 원자 수의 비	결합하는 질량비	생성된 화합물의 화학식
수소 : 산소 =	수소 : 산소 =	

**| 정리 |**

- 1 황화 철을 구성하는 철과 황 사이에는 어떤 질량 관계가 성립하는가?

-----

- 2 물을 구성하는 수소와 산소 사이에는 어떤 질량 관계가 성립하는가?

-----

- 3 화합물을 구성하는 성분 원소들 사이에는 어떤 관계가 성립하는가?

-----

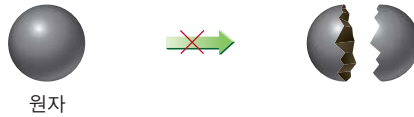


## 돌턴의 원자설

고대부터 과학자들은 물질이 무엇으로 구성되어 있는지에 대한 의문을 가져왔다. 그러나 만물의 근원이 물이라고 주장한 탈레스부터 모든 물질은 4가지 원소의 조합으로 이루어져 있다고 생각한 아리스토텔레스에 이르기까지는 물질의 구성 원소에 대해 과학적으로 접근하지 못하였다.

그후 1800년대 초, 영국의 과학자 돌턴은 기체의 여러 가지 성질을 연구하던 중 모든 기체는 각각 고유의 작은 입자들로 구성되어 있어서, 이 입자의 크기에 따라 물에 대한 용해도가 달라지는 것이라고 생각하였다. 그리고 그는 이 생각을 기초로 하여 1803년에 원자설을 구상하고 1808년에 원자설을 발표하였다. 돌턴의 원자설을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 모든 물질은 원자라는 입자로 이루어져 있으며 원자는 더 이상 쪼갤 수 없다.



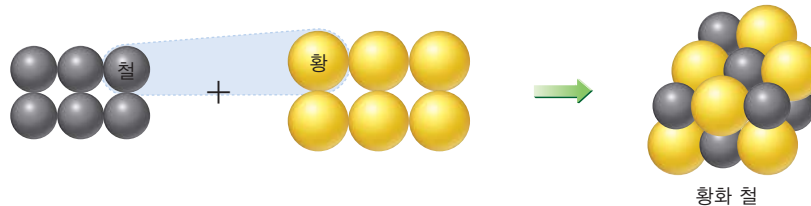
둘째, 화학 변화가 일어날 때 원자는 새로 생성되거나 없어지지 않으며 다른 종류의 원자로 변하지 않는다.



셋째, 같은 종류의 원자는 크기, 질량, 성질이 서로 같고, 다른 종류의 원자는 크기, 질량, 성질이 서로 다르다.



넷째, 화합물은 두 종류 이상의 원자가 간단한 정수비로 결합하여 만들어진다.



돌턴의 원자설을 이용하면 질량 보존 법칙과 일정 성분비 법칙을 잘 설명할 수 있다. 그러나 원자에 대한 연구가 많이 진행된 오늘날에는 돌턴의 원자설 중 일부가 수정되었다. 원자는 핵반응에 의해 쪼개질 수 있으며, 다른 원자로 바뀔 수도 있다. 또 같은 종류의 원소지만 질량이 다른 원자들이 발견되었다.



# “물질의 근본이 되는 소립자의 세계”

지금의 우주는 약 137억 년 전 대폭발(빅뱅)로부터 시작되었으며, 대폭발 직후부터 우주의 크기가 급속하게 팽창되었다. 대폭발 후 1조분의 1초까지는 우주를 이루는 가장 기초적인 소립자들이 뒤섞여 있었으며, 그 이후 10만분의 1초까지는 이 소립자들이 서로 결합하여 양성자와 중성자가 만들어졌다. 이후 양성자와 중성자가 서로 결합하여 원자핵을 이루게 되었고 원자핵이 만들어지는 데 걸린 시간은 약 3분이다.

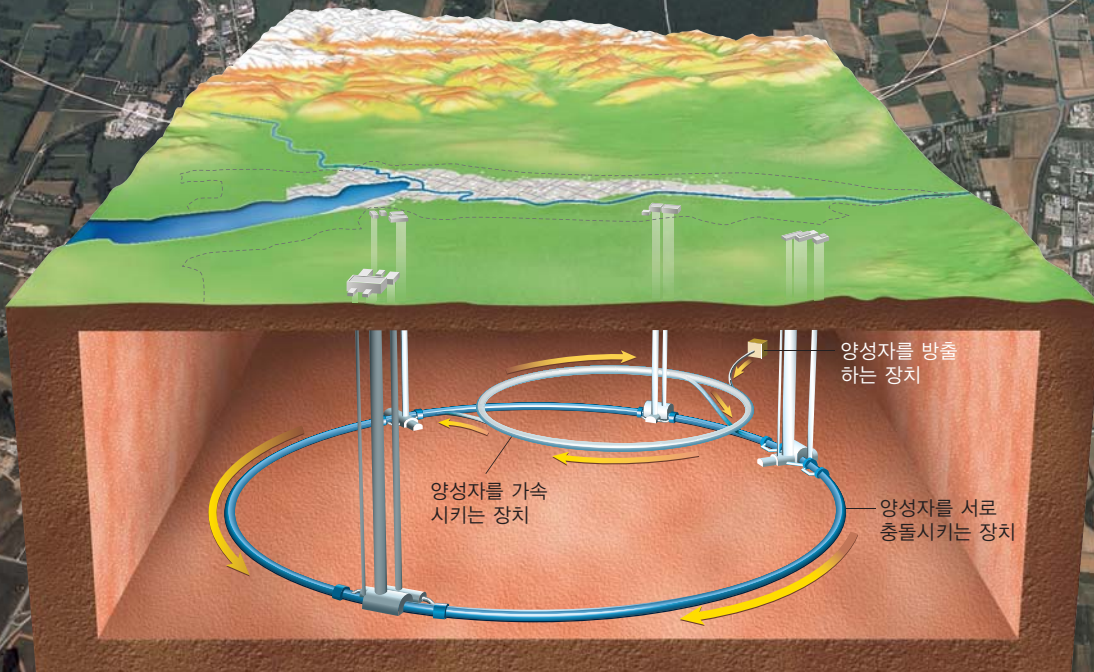
이와 같이 우주 탄생의 비밀을 실험적으로 밝히기 위해 유럽의 입자 물리 연구소(CERN)는 14년에 걸쳐 세계 최대의 강입자 가속기(LHC)를 만들고, 2008년에 첫 실험에 들어갔다. 스위스 제네바 부근의 지하 100 m 깊이

에 설치되어 있는 대형 강입자 가속기는 그 둘레가 27 km로 매우 거대한 원형이며, 여기에 가속되는 입자는 양성자이다. 이 가속기는 두 개의 양성자를 서로 반대 방향에서 가속시키다가 어느 순간 서로를 향해 돌진하여 충돌하도록 설계되어 있다. 두 양성자가 충돌하는 순간에 엄청나게 큰 에너지가 발생하여 태양 중심보다 십만 배나 뜨거운 온도가 된다. 이때 양성자 내부의 소립자들이 순간적으로 자유롭게 되어 우주 탄생의 순간을 지구 상에서 재현하게 된다. 과학자들은 이 소립자들 사이의 상호 작용에 깊은 관심을 가지고 있으며, 이것을 밝힘으로써 우주 탄생의 비밀을 알 수 있는 단서가 마련될 것으로 기대하고 있다.



### 창의적 사고

(+)전하를 띠는 양성자와 전하를 띠지 않는 중성자가 서로 뭉쳐 있을 수 있는 까닭은 무엇일까?

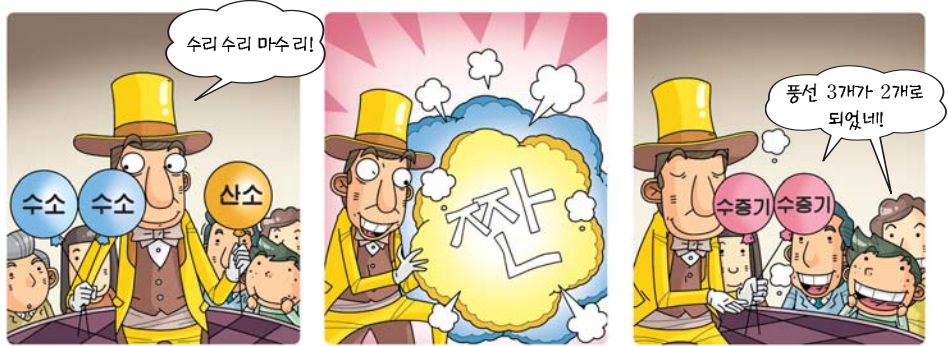


◉ 그림 15 강입자 가속기의 원리

# 3

## 기체 사이의 반응

- 이 단원을 배우면
- 화학 반응에서 기체들이 일정한 부피비로 반응하는 것을 설명할 수 있다.
  - 기체들이 반응할 때 기체 사이의 부피비를 모형으로 설명할 수 있다.



### 기체가 반응할 때의 부피비

수소 기체와 산소 기체가 반응하여 수증기를 생성할 때, 수소와 산소 사이에는 1 : 8의 일정한 질량비가 성립한다. 수소 기체와 산소 기체가 반응할 때 기체의 부피 사이에는 어떤 관계가 성립할까?



### 미니 탐구

### 자료 해석

### 기체가 반응할 때의 부피 관계

오른쪽 표는 일정한 온도와 압력에서 수소 기체와 산소 기체가 반응하여 수증기가 생성될 때의 부피를 나타낸 것이다.

구분	수소 기체(mL)	산소 기체(mL)	수증기(mL)
실험 1	26.0	13.0	26.1
실험 2	30.0	15.0	30.0
실험 3	60.0	30.0	59.9

- ▶ 각 실험에서 반응하는 기체와 생성되는 기체 사이의 부피비는 얼마인가?
- ▶ 위 결과로부터 알 수 있는 사실은 무엇인가?

수소 기체와 산소 기체가 반응하여 수증기를 생성할 때, 수소 기체, 산소 기체, 수증기는 그림 16과 같이 2 : 1 : 2의 부피비로 반응한다.



그림 16 수증기가 생성될 때의 부피 관계

또 그림 17과 같은 장치를 이용하여 물을 분해하면 수소 기체와 산소 기체가 2 : 1의 부피 비로 생성된다. 즉, 물이 분해될 때에도 수소 기체와 산소 기체가 일정한 부피비로 생성된다. 따라서 수증기가 생성되는 반응이나 물이 분해되는 반응에서 각 기체 사이에는 일정한 부피비가 성립하며, 이때 수소 : 산소 : 수증기 사이에는 2 : 1 : 2의 부피비가 성립한다.



물이 분해될 때 수소와 산소의 부피비

그림 17 물 분해 장치

이와 같이 일정한 온도와 압력에서 기체들이 반응하여 새로운 기체가 생성될 때 각 기체의 부피 사이에는 항상 간단한 정수비가 성립한다. 그림 18은 기체들이 반응하여 새로운 기체가 생성될 때 각 기체 사이에 성립하는 부피비를 나타낸 것이다.

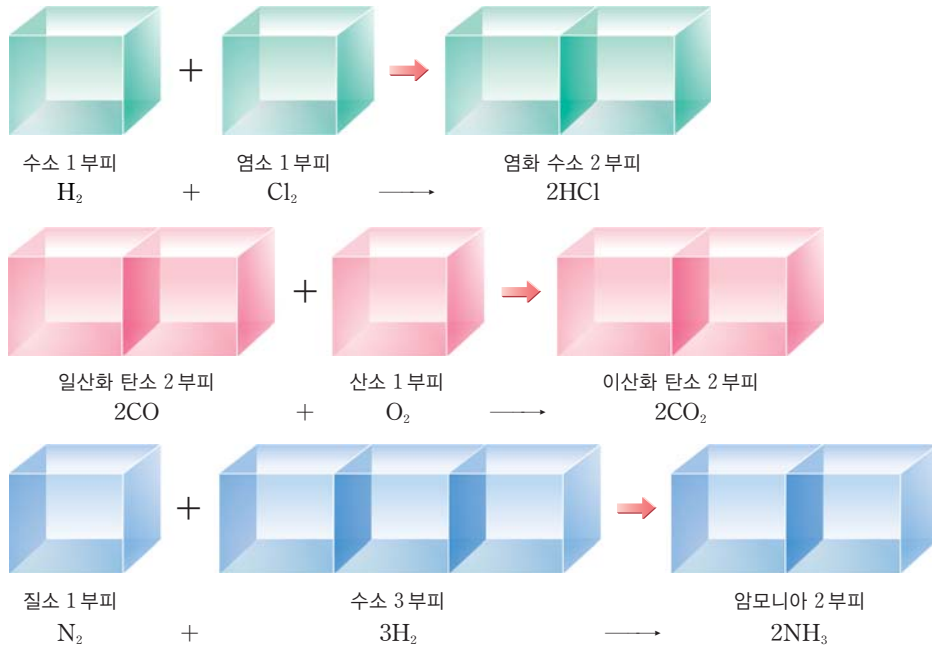


그림 18 여러 가지 기체가 생성될 때의 부피비



**게이뤼삭**  
(Gay-Lussac, J. L., 1778~1850)  
프랑스의 과학자로, 기체들이 반응할 때 기체의 부피 사이에 일정한 정수비가 성립하는 것을 발견하였다.

그림 18의 화학 반응식과 같이 반응물과 생성물이 기체인 경우 계수의 비는 부피비와 같으며, 부피비는 분자 수의 비와 같다.

**스스로 확인하기**

- ① 일정한 온도와 압력에서 질소 10 mL와 수소 30 mL를 반응시켰더니 모두 반응하여 암모니아 20 mL가 생성되었다. 질소, 수소, 암모니아 기체 사이의 부피비는 얼마인가?
- ② 수소 기체 30 mL와 산소 기체 30 mL가 반응할 때 생성되는 수증기의 부피는 몇 mL인가?



## 분자 모형이 나오게 된 배경



**돌턴**  
(Dalton, J., 1766~1844)  
영국의 과학자로, 원자설을 제안하였다.

원자 모형으로 기체의 반응을 설명할 경우 돌턴의 원자설에 어긋난다.

돌턴의 원자설에 따르면 화학 반응이 일어날 때 원자들은 쪼개지거나 없어지지 않으므로 일정 성분비 법칙이나 질량 보존 법칙을 잘 설명할 수 있다.

그러면 수소와 산소가 반응하여 수증기가 생성될 때, 기체 사이에 일정한 부피비가 성립하는 것을 원자 모형으로 나타내면 어떻게 될까? 반응 전후에 원자들의 종류와 개수가 변하지 않으며, 기체들의 부피 사이에 일정한 정수비가 성립하도록 나타내면 그림 19와 같다. 같은 부피 안에 같은 수의 입자가 들어 있다고 가정했을 때 수소 원자 2부피와 산소 원자 1부피로부터 수증기 2부피를 만들려면 원자가 쪼개져야 하므로 돌턴의 원자설에 어긋난다.



◀ **그림 19** 원자 모형으로 나타낸 수증기의 생성 반응

이탈리아의 과학자 아보가드로는 원자 모형으로는 기체들의 반응 부피비가 정수비로 성립하는 것을 설명할 수 없음을 알고, 이를 해결하기 위해 분자의 개념을 최초로 제안하였다. 수소와 산소가 반응하여 수증기가 생성되는 반응을 분자 모형으로 나타내면 그림 20과 같다.

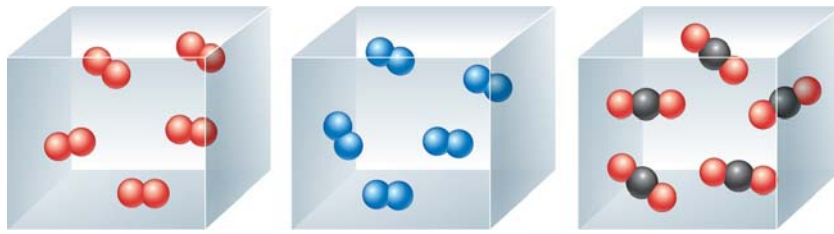


◀ **그림 20** 분자 모형으로 나타낸 수증기의 생성 반응

분자 모형으로 기체의 반응을 나타내면 원자가 쪼개지지 않고 기체 부피 사이의 정수비를 잘 설명할 수 있다.

이와 같이 분자 모형으로 기체의 반응을 나타내면 반응 전후에 원자의 종류와 수가 변하지 않고, 기체의 부피 사이에 일정한 정수비가 성립하며, 원자들이 쪼개지지도 않는다. 그러므로 분자 모형은 기체들이 반응할 때 성립하는 부피비를 잘 설명할 수 있다. 이러한 설명을 바탕으로 아보가드로는 기체들이 원자로 존재하는 것이 아니라 원자들이 모여서 이루어진 분자로 존재한다고 생각하게 되었는데, 이것이 분자 개념의 탄생이라고 할 수 있다. 분자 모형에서 알 수 있듯이 분자란 원자들이 결합하여 이루어진 입자로, 물질의 성격을 띤 가장 작은 입자이다.

1811년 아보가드로가 발표한 분자 이론에 따르면 기체의 종류에 관계없이 같은 온도와 압력에서 같은 부피의 기체 속에 들어 있는 분자 수는 같다. 이것을 분자 모형으로 나타내면 그림 21과 같다.



수소 1L

질소 1L

이산화 탄소 1L

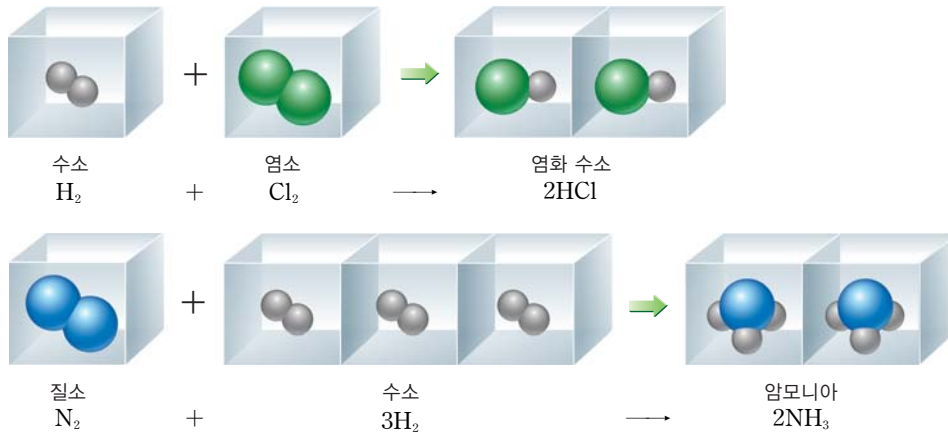
그림 21 분자 모형으로 나타낸 아보가드로 분자 이론



아보가드로

(Avogadro, A., 1776~1856)  
이탈리아의 과학자로, 기체 사이의 반응을 설명하기 위해 분자 개념을 도입하였는데, 그의 이론에 따르면 같은 온도와 압력에서 모든 기체의 부피는 분자 수에 비례한다.

몇 가지 기체의 반응을 분자 모형과 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



즉, 기체가 반응하는 화학 반응식에서 계수의 비는 분자 수의 비와 같고, 분자 수의 비는 부피비와 같다.

**창의적 사고**

질소와 수소가 반응하여 암모니아가 생성되는 반응을 원자 모형으로 나타내 보고, 어떤 모순이 생기는지 말해 보자.

## ● 커피를 만드는 과정은 어떤 변화일까?

연두색 커피콩을 볶으면 팽창하면서 겉 부분이 갈라진다. 이때, 콩 속에 들어 있는 물질 일부가 서로 반응하여 갈색을 띤 물질로 변하면서 고소한 냄새가 난다. 이것을 갈아 뜨거운 물을 붓고 거르면 커피가 만들어진다. 연두색 커피콩에는 물과 기름 성분이 들어 있어 열을 가하면 물과 기름 성분은 기화한다.



1. 커피콩을 볶을 때 콩이 팽창하면서 갈라지는 까닭을 설명해 보자.

---



---



---

2. 커피콩이 커피가 되는 과정을 물리 변화와 화학 변화로 구분해 보자.

---



---



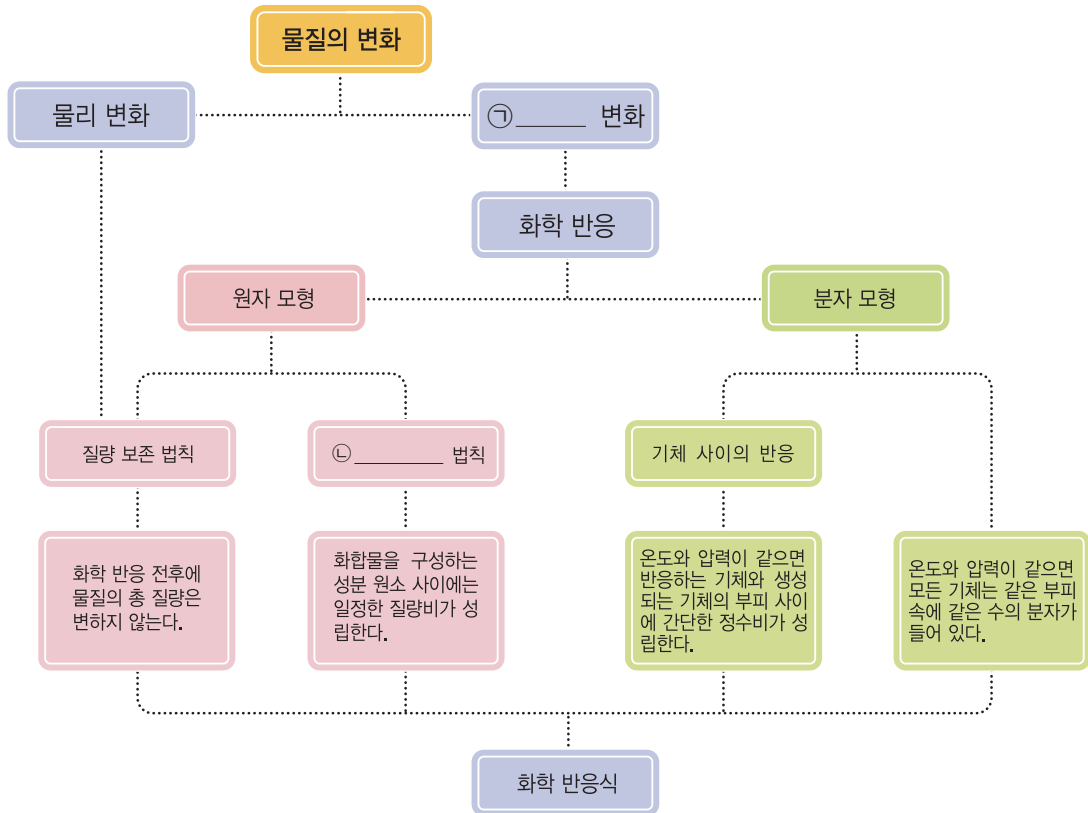
---



## 핵심 개념 확인하기

- 1 물리 변화가 일어나면 분자는 변하지 않고 분자의   만 달라진다.
- 2 화학 변화가 일어나면 새로운 물질로 변하면서 물질의   (이)가 달라진다.
- 3      : 화학식을 사용하여 화학 반응을 나타낸 식이다.
- 4     법칙: 화학 반응이 일어날 때 반응 전 물질과 반응 후 물질의 총 질량은 같다.
- 5      법칙: 모든 화합물을 구성하는 성분 원소 사이에는 일정한 질량비가 성립한다.
- 6 같은 온도와 압력에서 기체들이 반응할 때 각 기체의 부피 사이에는 항상 일정한    (이)가 성립한다.
- 7 기체가 반응하는 화학 반응식에서 계수비는   비와 분자 수의 비를 나타낸다.

## 한눈에 정리하기



이해하기

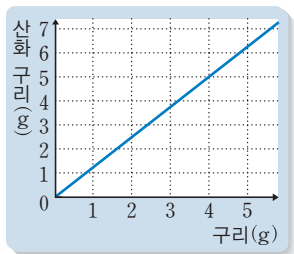
1. 다음을 물리 변화와 화학 변화로 구분해 보자.

- (1) 배추를 썬다.
- (2) 설탕을 태운다.
- (3) 김치가 시어진다.
- (4) 밀가루와 물을 섞는다.
- (5) 밀가루 반죽이 익는다.
- (6) 가는 철을 망치 강철 솜을 만든다.

2. 다음 내용에 해당하는 법칙을 써 보자.

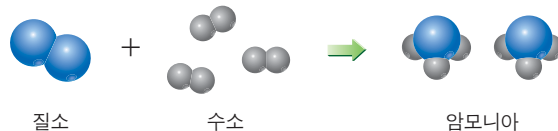
- (1) 수소 2 g과 산소 16 g이 반응하여 물 18 g이 생성된다.
- (2) 물을 구성하는 수소와 산소의 질량비는 1 : 8이다.

3. 다음 그래프는 구리와 산화 구리의 질량 관계를 나타낸 것이다.



산화 구리 20 g 속에 들어 있는 산소의 질량은 얼마인가?

4. 다음은 일정한 온도와 압력에서 질소와 수소가 반응하여 암모니아가 생성되는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



질소 1 L 속에 들어 있는 질소 분자의 수를 N개라고 할 때, 5 L의 질소를 이용하여 만들 수 있는 암모니아 분자의 수는 최대 몇 개인가?(단, 수소의 양은 충분하다.)

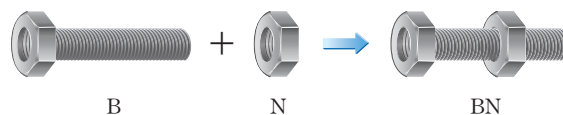
5. 다음은 기체 A와 B가 반응하여 C를 생성할 때, 반응 전후의 부피 관계를 나타낸 것이다.

실험	반응 전 기체의 부피(mL)		반응 후 남은 기체의 종류와 부피(mL)
	A	B	
1	30	10	(가)
2	20	10	없다.
3	20	20	(나)

- (1) 위 실험 결과로 보아 반응하는 두 기체 A와 B의 부피비는 얼마인가?
- (2) (가)와 (나)에 들어갈 기체의 종류와 부피를 써 보자.

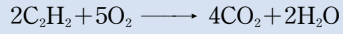
적용하기

6. 다음은 볼트(B)와 너트(N)가 1 : 1로 결합하여 BN 화합물이 만들어지는 것을 모형으로 나타낸 것이다. 이때 볼트(B) 10개의 질량이 12 g이고, 너트(N) 10개의 질량이 8 g이다.



볼트(B) 5개와 너트(N) 4개로 만들 수 있는 BN의 총 질량은 얼마인가? 또 그렇게 생각한 까닭은 무엇인가?

7. 아세틸렌(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 기체가 연소하면 이산화 탄소와 수증기가 생성된다.



- (1) 이산화 탄소와 수증기의 부피비는 얼마인가?  
 (2) 아세틸렌 기체 30 L를 모두 연소시키려면 몇 L의 산소 기체가 필요한가?

서술하기

8. 다음을 반응 전후의 질량이 같은 것과 다른 것으로 구분하고, 그 까닭을 각각 설명해 보자.

(가) 질산 납 수용액과 아  
이오딘화 칼륨 수용액  
을 섞기 전과 후



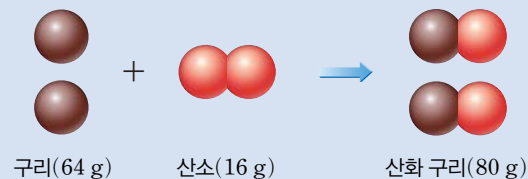
(나) 밀폐되지 않은 공간에  
서 고체 연료를 태우기  
전과 후



(다) 밀폐되지 않은 공간에  
서 강철 솜이 연소되기  
전과 후



9. 다음은 구리와 산소가 반응하여 산화 구리가 생성될 때 각 물질의 질량을 나타낸 것이다.



이를 참고하여 구리 32 g이 완전히 반응할 때 필요한 산소의 질량과 생성되는 산화 구리의 질량을 구하고, 그 까닭을 설명해 보자.

10. 우주에 있던 우주선이 운석에 부딪혀 저장된 물을 잃게 되었다. 이 우주선이 지구에 무사히 도착하려면 산소 몇 g을 반응시켜야 하는가?(단, 우주선에 저장되어 있는 수소와 산소의 양은 충분하다.)

- 우주선 승무원: 4명
- 1인당 마셔야 할 최소 물의 양: 180 g/일
- 지구에 도착하는 데 걸리는 시간: 1주일
- 화학 반응식:  $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$
- 수소와 산소의 질량비 = 1 : 8

11. 상온에서 수소 100 L와 산소 100 L를 같은 용기에 넣고 전기 불꽃을 튀겼더니 기체들이 서로 반응하였다.

- (1) 반응 후 남은 기체는 무엇이며, 그 양은 얼마인가?  
 (2) 반응 후 용기 속에서 관찰되는 물질은 무엇인가?

12. 다음 준비물을 사용하여 양초가 탈 때 일어나는 변화를 관찰하고, 연소 후에 생성되는 물질을 확인하려고 한다.

| 준비물 |

집기병, 석회수, 유리판, 양초, 염화 코발트 종이, 점화용 라이터



- (1) 양초가 탈 때 일어나는 변화를 예상해 보자.  
 (2) 양초가 탈 때 일어나는 화학 변화를 확인하는 방법을 제시하고, 그 까닭을 써 보자.