

1

화학 반응의 규칙과 에너지 변화

01 **강** 물질의 변화

학습일

- 1 물리 변화와 화학 변화 월 일
- 2 화학 반응과 화학 반응식 월 일

02 **강** 화학 반응의 규칙

학습일

- 1 질량 보존 법칙 월 일
- 2 일정 성분비 법칙 월 일
- 3 기체 반응 법칙 월 일

03 **강** 화학 반응과 에너지 변화

학습일

- 1 발열 반응과 흡열 반응 월 일
- 2 에너지 출입을 활용하는 예 월 일





01

I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

강

물질의 변화

월드 PLUS 개념

1 물리 변화와 화학 변화 본문 14쪽

1 물리 변화 물질의 성질은 변하지 않으면서 모양이나 상태가 변하는 물질의 변화

모양 변화	상태 변화	확산	용해
<ul style="list-style-type: none"> 달걀이 깨진다. 종이를 자른다. 빈 캔을 찌그러트린다. 	<ul style="list-style-type: none"> 물이 끓는다. 드라이아이스의 크기가 줄어든다. 	<ul style="list-style-type: none"> 향수 냄새가 퍼진다. 잉크가 물속으로 퍼진다. 	설탕이 물에 녹는다. ¹

2 화학 변화 처음 물질과는 성질이 전혀 다른 새로운 물질로 변하는 물질의 변화²

근기, 냄새 등도 변할 수 있다. 물질이 산소와 반응하여 빛과 열을 내며 타는 현상을 연소라고 한다.

색, 맛의 변화	빛이나 열 발생	기체 발생	양금 생성
<ul style="list-style-type: none"> 김치가 시어진다. 오래된 기차가 붉게 녹슨다. 껍질을 벗겨 둔 사과 색깔이 갈색으로 변한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 양초가 빛과 열을 내며 타다. 나무가 빛과 열을 내며 타다. 반딧불이의 몸에서 빛이 난다. 	<ul style="list-style-type: none"> 밀가루 반죽을 오븐에 넣고 가열하면 반죽이 부풀어 오른다.³ 달걀 껍데기에 식초를 떨어뜨리면 이산화탄소가 발생한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 석회수에 입김을 불면 뿌옇게 흐려진다. 염화 나트륨 수용액에 질산은 수용액을 떨어뜨리면 흰색 양금이 생성된다. <small>염화은</small>

3 물질의 변화에서 입자 배열의 변화⁴ 물리 변화에서는 분자의 배열만 달라지므로 물질의 종류는 변하지 않지만, 화학 변화에서는 원자의 배열이 달라져 반응 전의 물질과는 다른 물질이 생성된다.

물의 기화와 전기 분해에서 입자의 배열 변화 비교하기

물을 전기 분해 하면 물 분자를 구성하는 원자 사이의 결합이 끊어지고 새로운 결합이 생성된다.

구분	물이 기화할 때	물을 전기 분해 할 때
모형		
입자의 배열 변화	분자의 배열이 달라져 물 분자 사이의 거리가 멀어진다. <small>물 분자 자체는 변하지 않는다.</small>	원자의 배열이 달라져 물 분자가 수소 분자와 산소 분자로 변한다.

정리

- 물이 기화하는 것은 물리 변화, 물을 전기 분해 하는 것은 화학 변화이다.
- 물리 변화가 일어날 때는 물질의 종류가 변하지 않으므로 물질의 성질이 변하지 않지만, 화학 변화가 일어날 때는 새로운 물질이 생성되므로 물질의 성질이 변한다.

1 설탕의 물리 변화와 화학 변화

- 물리 변화: 설탕을 물에 녹이면 단 맛이 나고, 설탕물을 가열하여 물을 증발시키면 설탕이 남는다. 또 고체 설탕을 가열하면 녹아서 액체 설탕이 된다.
- 화학 변화: 고체 설탕을 오래 가열하면 타서 검게 변하며, 쓴맛이 난다.

2 화학 변화로 오해하기 쉬운 물리 변화

- 투명한 설탕물을 증발시키면 흰색 설탕 결정이 남는다. → 용질의 석출에 의한 현상이다.
- 탄산음료의 마개를 딸 때 기체가 발생한다. → 기체의 용해도가 감소하여 나타나는 현상이다.

3 케이크를 만들 때의 물질의 변화

- 물리 변화: 밀가루와 물, 베이킹파우더를 섞어 반죽을 한다. 케이크 위에 자른 과일로 장식한다.
- 화학 변화: 반죽을 오븐에 넣고 가열하면 반죽이 부풀어 오르고, 익으면서 색깔이 갈색으로 변하며, 고소한 냄새가 난다.

밀가루 반죽에 넣은 베이킹파우더의 주성분인 탄산수소 나트륨이 분해되어 이산화탄소 기체가 발생하기 때문이다.

4 물리 변화, 화학 변화에서 변하는 것과 변하지 않는 것

구분	물리 변화	화학 변화
변하는 것	분자의 배열	<ul style="list-style-type: none"> 원자의 배열 분자의 종류 물질의 성질
변하지 않는 것	<ul style="list-style-type: none"> 원자의 종류와 개수 분자의 종류 물질의 성질 	원자의 종류와 개수



1 물리 변화와 화학 변화

01 다음은 물리 변화와 화학 변화에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 고르시오.

물질의 고유한 성질은 변하지 않으면서 모양이나 상태가 변하는 물질의 변화를 ㉠(물리, 화학) 변화라고 하고, 물질이 처음과 전혀 다른 물질로 변하는 물질의 변화를 ㉡(물리, 화학) 변화라고 한다.

02 물리 변화의 예는 '물리', 화학 변화의 예는 '화학'이라고 쓰시오.

- (1) 아이스크림이 녹는다. ()
- (2) 나뭇잎에 단풍이 든다. ()
- (3) 프라이팬에서 달걀이 익는다. ()
- (4) 설탕이 물에 녹아 보이지 않는다. ()
- (5) 멀리서도 꽃향기를 맡을 수 있다. ()
- (6) 달걀 껍데기에 식초를 떨어뜨리면 기체가 발생한다. ()

03 다음은 양초가 타는 과정에 대한 설명이다.

- (가) 고체 양초가 녹아서 촛농이 된다.
- (나) 심지를 타고 올라간 촛농이 타면서 빛과 열을 낸다.
- (다) 촛농이 양초를 타고 흘러 내리다 굳는다.



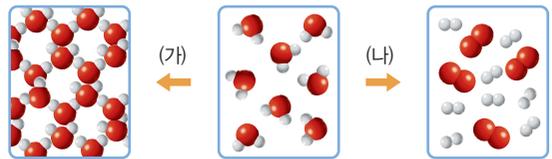
(가)~(다)에서 일어나는 변화가 각각 물리 변화와 화학 변화 중에서 어느 것인지 쓰시오.

04 다음은 어떤 물질의 변화가 일어날 때 볼 수 있는 몇 가지 현상이다.

- 양금이 생성된다.
- 빛과 열이 발생한다.
- 색이 변하고, 맛이 달라진다.

이 변화가 물리 변화와 화학 변화 중에서 어느 것인지 쓰시오.

05 그림은 물질의 변화를 모형으로 나타낸 것이다.



(가)와 (나)에서 일어나는 변화가 각각 물리 변화와 화학 변화 중에서 어느 것인지 쓰시오.

06 물리 변화에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 물질의 성질이 변한다. ()
- (2) 분자의 배열이 변한다. ()
- (3) 원자의 종류와 개수가 변한다. ()
- (4) 처음 물질과는 다른 물질이 생성된다. ()

07 화학 변화가 일어날 때 변하는 것을 모두 고르시오.

원자의 배열, 원자의 개수, 물질의 성질, 원자의 종류, 분자의 종류, 원자의 크기



01

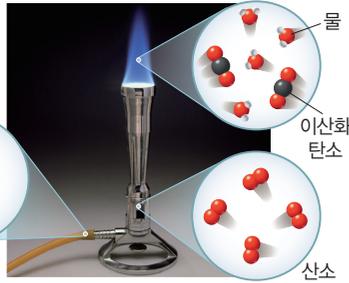
I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

물질의 변화

2 화학 반응과 화학 반응식 문법·15쪽

반응물은 화학 반응에 참여한 물질이고, 생성물은 반응 후 새로 생성된 물질이다.

1 화학 반응 물질이 화학 변화를 하여 다른 물질로 변하는 것 **예** 메테인이 산소와 반응하면 이산화 탄소와 물(수증기)이 생성된다.

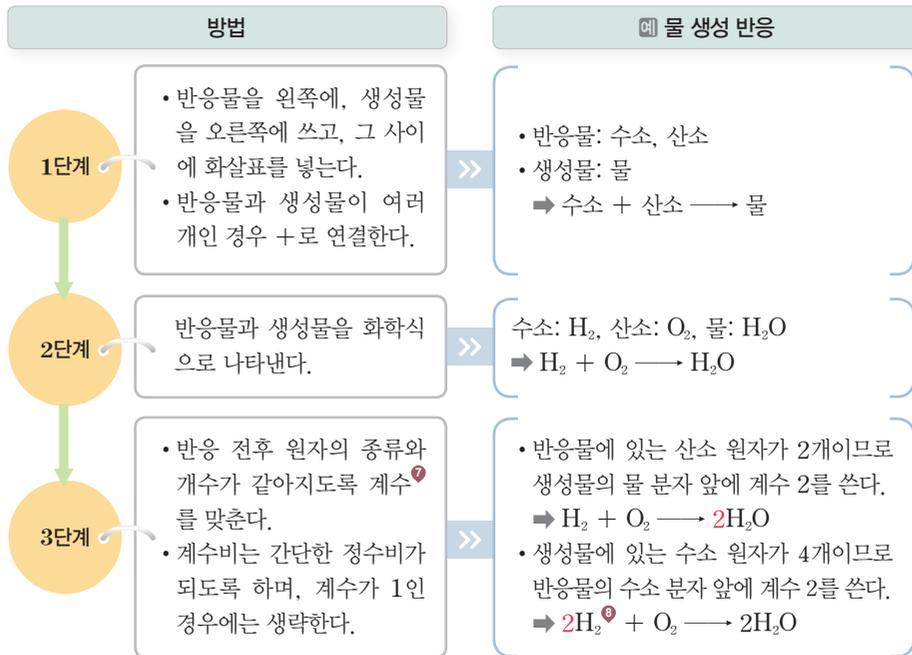


2 화학식과 화학 반응식

- ① 화학식: 원소 기호와 숫자를 이용하여 물질의 나타낸 식⁵
- ② 화학 반응식: 화학식을 이용하여 화학 반응을 나타낸 식⁶

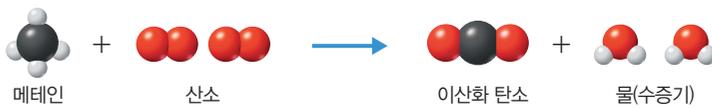
▲ 메테인의 연소 반응

3 화학 반응식을 나타내는 방법



4 화학 반응식으로 알 수 있는 사실과 계수의 의미

예 메테인의 연소 반응: CH₄ + 2O₂ → CO₂ + 2H₂O



- ① 반응물과 생성물의 종류
 - 반응물: 메테인(CH₄), 산소(O₂)
 - 생성물: 이산화 탄소(CO₂), 물(H₂O)
- ② 반응물과 생성물을 구성하는 원자의 종류와 개수
 - 반응 전후 원자의 종류와 개수는 탄소 원자(C) 1개, 수소 원자(H) 4개, 산소 원자(O) 4개로 같다.
 - ⇒ 반응 전후 원자의 종류와 개수는 변하지 않는다.
- ③ 반응물과 생성물의 입자 수의 비
 - 계수는 그 물질의 입자 수를 나타내므로 계수비=입자 수의 비이다.
 - ⇒ 계수비가 CH₄ : O₂ : CO₂ : H₂O = 1 : 2 : 1 : 2이므로 입자(분자) 수의 비도 CH₄ : O₂ : CO₂ : H₂O = 1 : 2 : 1 : 2이다.
 - 메테인 분자 1개와 산소 분자 2개가 반응하여 이산화 탄소 분자 1개와 물 분자 2개를 생성한다.⁹

4 올리트 PLUS 개념

수소, 물 등과 같은 분자는 원소 기호에 분자를 구성하는 원자 수를 표시하여 분자식을 나타내고, 구리, 마그네슘 등의 금속과 탄소는 원소 기호로 나타낸다.

5 자주 나오는 물질의 화학식

물질	화학식	물질	화학식
수소	H ₂	산소	O ₂
질소	N ₂	탄소	C
마그네슘	Mg	구리	Cu
물	H ₂ O	과산화수소	H ₂ O ₂
이산화탄소	CO ₂	메테인	CH ₄
염화나트륨	NaCl	염화수소	HCl

6 여러 가지 화학 반응식

- 과산화수소의 분해 반응
2H₂O₂ → 2H₂O + O₂
- 마그네슘의 연소 반응
2Mg + O₂ → 2MgO
- 마그네슘과 묽은 염산의 반응
Mg + 2HCl → MgCl₂ + H₂
- 탄산수소 나트륨의 분해 반응
2NaHCO₃ → Na₂CO₃ + H₂O + CO₂

7 계수

화학 반응식에서 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같아지도록 화학식 앞에 쓰는 숫자로, 그 물질의 입자 수를 나타낸다.

8 2H₂에서 수소 원자의 개수

2H₂에서 앞의 2는 수소 분자의 개수를 의미하며 뒤의 작은 숫자 2는 수소 원자의 개수를 의미한다. 즉, 2H₂는 수소 원자 2개로 이루어진 수소 분자가 2개이므로 전체 수소 원자의 개수는 4개이다.

9 물 생성 반응에서 입자 수의 비

물 생성 반응의 화학 반응식은 2H₂ + O₂ → 2H₂O이므로 수소 분자 2개와 산소 분자 1개가 반응하여 물 분자 2개를 생성한다. 즉, 수소 : 산소 : 물의 입자(분자) 수의 비는 계수비와 같은 2 : 1 : 2이다. 예를 들어 수소 분자 4개와 산소 분자 2개가 반응하면 물 분자 4개가 생성된다.



2 화학 반응과 화학 반응식

08 물질이 화학 변화를 하여 다른 물질로 변하는 것을 무엇이라고 하는지 쓰시오.

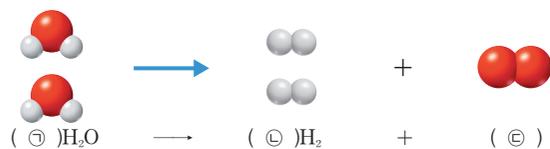
09 다음은 화학 반응식을 나타내는 방법에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

- 반응물은 화살표의 (⊖)에, 생성물은 화살표의 (⊕)에 쓰고, 반응물이나 생성물이 여러 개인 경우 +로 연결한다.
- 반응 전후 (⊕)의 종류와 개수가 같아지도록 화학식 앞에 계수를 쓴다. 계수는 계수비가 가장 간단한 정수비를 나타내도록 쓰고, 계수가 (⊕)인 경우에는 생략한다.

10 물질을 화학식으로 나타내시오.

- (1) 메테인 ()
- (2) 암모니아 ()
- (3) 염화 수소 ()
- (4) 과산화 수소 ()
- (5) 이산화 탄소 ()
- (6) 산화 마그네슘 ()

11 그림은 물의 분해 반응을 모형과 화학 반응식으로 나타낸 것이다.

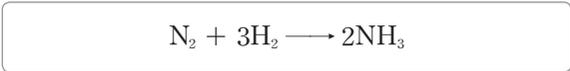


화학 반응식의 () 안에 들어갈 알맞은 내용을 쓰시오.

12 화학 반응식을 완성하시오.

- (1) $2\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2(\quad)$
- (2) $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + (\quad)$
- (3) $\text{CH}_4 + (\quad)\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- (4) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + 2(\quad)$

13 다음 화학 반응식에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.



- (1) 생성물은 암모니아이다. ()
- (2) 반응 전후 원자의 종류가 달라진다. ()
- (3) 수소 원자 수는 반응 전후 3으로 같다. ()
- (4) 반응물과 생성물에 포함된 분자 수의 비는 질소 : 수소 : 암모니아 = 1 : 3 : 2이다. ()

14 화학 반응식을 통해 알 수 있는 것을 모두 고르시오.

- 반응하는 입자의 모양
- 반응하는 입자 수의 비
- 반응물과 생성물의 종류
- 생성된 입자의 크기

15 그림은 메테인의 연소 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



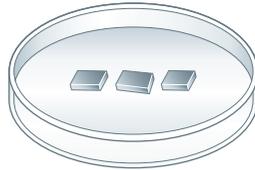
메테인 분자 2개가 충분한 양의 산소와 반응하여 완전 연소할 때 생성되는 (가) 이산화 탄소 분자 수와 (나) 물 분자 수는 몇 개인지 구하시오.

과정

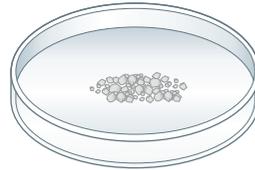
① 3개의 페트리 접시에 각각 5 cm 마그네슘 리본, 작게 자른 마그네슘 리본, 마그네슘 리본을 태운 재를 담아서 광택과 색깔을 관찰한다.



(가) 마그네슘 리본



(나) 작게 자른 마그네슘 리본

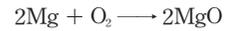


(다) 마그네슘 리본을 태운 재

- ② (가)~(다)에 각각 간이 전기 전도계를 대고 전류가 흐르는지 관찰한다.
 ③ (가)~(다)에 각각 묽은 염산을 떨어뜨리고 변화를 관찰한다.

마그네슘이 연소할 때 발생하는 강한 빛은 조명탄소로 이용하거나 불꽃놀이의 폭죽에 흰색 불꽃을 낼 때 이용한다.

마그네슘을 태울 때의 변화
 마그네슘이 공기 중의 산소와 반응하여 산화 마그네슘이 생성된다.



결과

구분	(가) 마그네슘 리본	(나) 작게 자른 마그네슘 리본	(다) 마그네슘 리본을 태운 재
광택과 색깔	광택이 있고, 은백색이다.	광택이 없고, 흰색이다.	광택이 없고, 흰색이다.
전류의 흐름	전류가 흐른다.	전류가 흐르지 않는다.	전류가 흐르지 않는다.
묽은 염산과의 반응	기체가 발생한다.	기체가 발생한다.	기체가 발생하지 않는다.

마그네슘과 산화 마그네슘의 성질

- 마그네슘: 전기 전도성이 있으며, 산과 반응하면 수소 기체가 발생한다.

$$\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$$
- 산화 마그네슘: 광택이 없으며, 고체 상태에서는 전기 전도성이 없다.

정리

- 마그네슘 리본과 작게 자른 마그네슘 리본은 광택과 색깔이 같고, 전류가 흐르며, 묽은 염산과 반응하여 기체를 발생한다.
- 마그네슘 리본을 태운 재는 마그네슘 리본과 광택과 색깔이 다르고, 전류가 흐르지 않으며, 묽은 염산과 반응하지 않는다.
- 마그네슘을 잘라도 마그네슘의 성질은 변하지 않는다. → 마그네슘을 자르면 마그네슘의 크기만 달라질 뿐 다른 물질로 변하지 않는다. 이와 같이 물질의 성질은 변하지 않고 모양이나 상태가 변하는 물질의 변화를 ①() 변화라고 한다.
- 마그네슘을 태우면 마그네슘의 성질이 달라진다. → 마그네슘이 연소하면 마그네슘과는 성질이 전혀 다른 새로운 물질이 생성된다. 이와 같이 물질이 성질이 다른 물질로 변하는 것을 ②() 변화라고 한다.

단어 ② 이름 ① ㉠

01 위 실험에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 마그네슘과 작게 자른 마그네슘은 성질이 다르다. ()
- (2) 마그네슘과 마그네슘을 태운 재는 같은 물질이다. ()
- (3) 연소는 화학 변화이다. ()
- (4) 마그네슘 리본을 잘랐을 때와 태웠을 때 성질 변화를 비교하는 실험이다. ()

02 그림 (가)는 캔을 찌그러트리는 모습을, (나)는 볼트와 너트에 녹이 손 모습을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

(가)와 (나) 중에서 물질의 성질이 달라지는 것을 고르시오.

예시 1 · 암모니아 생성 반응

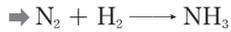
① 화학 반응식으로 나타내기

질소와 수소가 반응하여 암모니아를 생성한다.

[1단계] 반응물을 왼쪽에, 생성물을 오른쪽에 쓰고, 그 사이에 화살표를 넣는다. 반응물과 생성물이 여러 개인 경우 +로 연결한다.

- 반응물: 질소, 수소
- 생성물: 암모니아
- 질소 + 수소 → 암모니아

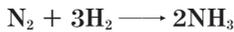
[2단계] 반응물과 생성물을 화학식으로 나타낸다.



[3단계] 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같아지도록 계수를 맞춘다.

- 질소 원자의 개수를 같게 맞춘다.
→ N₂ + H₂ → (2) NH₃
NH₃ 앞에 2를 쓰면 N 원자의 개수가 2개로 같아진다.
- 수소 원자의 개수를 같게 맞춘다.
→ N₂ + (3) H₂ → 2NH₃
H₂ 앞에 3을 쓰면 H 원자의 개수가 6개로 같아진다.

② 화학 반응식으로 알 수 있는 사실 알아보기



물질의 종류	• 반응물: 질소(N ₂), 수소(H ₂) • 생성물: 암모니아(NH ₃)
분자의 종류와 개수	• 반응물: N ₂ 1개, H ₂ 3개 • 생성물: NH ₃ ① ()개
원자의 종류와 개수	• 반응물: N 2개, H 6개 • 생성물: N 2개, H 6개 → ② ()의 종류와 개수는 변하지 않는다.
계수비와 분자 수	화학 반응식의 계수비는 N ₂ : H ₂ : NH ₃ = ③ ()이다. → 질소 분자 ④ ()개와 수소 분자 ⑤ ()개가 반응하여 암모니아 분자 ⑥ ()개를 생성한다.

예시 2 · 에탄올의 연소 반응

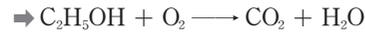
① 화학 반응식으로 나타내기

에탄올이 공기 중의 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물을 생성한다.

[1단계] 반응물을 왼쪽에, 생성물을 오른쪽에 쓰고, 그 사이에 화살표를 넣는다. 반응물과 생성물이 여러 개인 경우 +로 연결한다.

- 반응물: 에탄올, 산소
- 생성물: 이산화 탄소, 물
- 에탄올 + 산소 → 이산화 탄소 + 물

[2단계] 반응물과 생성물을 화학식으로 나타낸다.



[3단계] 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같아지도록 계수를 맞춘다.

- 탄소 원자의 개수를 같게 맞춘다.
→ C₂H₅OH + O₂ → (2) CO₂ + H₂O
CO₂ 앞에 2를 쓰면 C 원자의 개수가 2개로 같아진다.
- 수소 원자의 개수를 같게 맞춘다.
→ C₂H₅OH + O₂ → 2CO₂ + (3) H₂O
H₂O 앞에 3을 쓰면 H 원자의 개수가 6개로 같아진다.
- 산소 원자의 개수를 같게 맞춘다.
→ C₂H₅OH + (3) O₂ → 2CO₂ + 3H₂O
O₂ 앞에 3을 쓰면 O 원자의 개수가 7개로 같아진다.

② 화학 반응식으로 알 수 있는 사실 알아보기



물질의 종류	• 반응물: 에탄올(C ₂ H ₅ OH), 산소(O ₂) • 생성물: 이산화 탄소(CO ₂), 물(H ₂ O)
분자의 종류와 개수	• 반응물: C ₂ H ₅ OH ⑦ ()개, O ₂ 3개 • 생성물: CO ₂ 2개, H ₂ O 3개
원자의 종류와 개수	• 반응물: C 2개, H 6개, O 7개 • 생성물: C 2개, H 6개, O ⑧ ()개 → 원자의 종류와 개수는 변하지 않는다.
계수비와 분자 수	화학 반응식의 계수비는 C ₂ H ₅ OH : O ₂ : CO ₂ : H ₂ O = ⑨ ()이다. → 에탄올 분자 1개와 산소 분자 3개가 반응하여 이산화 탄소 분자 2개와 물 분자 3개를 생성한다.

☎ : 2 : 8 : 1 6 2 8 1 4 2 8 6 1 7 2 : 8 : 1 6 4 8 2 2 1 8

01 일산화 탄소(CO)가 연소하여 이산화 탄소(CO₂)가 생성되는 반응의 화학 반응식에서 이산화 탄소의 계수를 구하시오.

02 수소(H₂)와 염소(Cl₂)가 반응하여 염화 수소(HCl)가 생성되는 반응의 화학 반응식에서 계수의 총합을 구하시오.

중요

01 화학 변화에 해당하는 것은?

- ① 유리가 깨진다.
- ② 물에 잉크가 퍼진다.
- ③ 오래된 기차가 붉게 녹슨다.
- ④ 물을 끓이면 수증기가 된다.
- ⑤ 탄산음료를 따르면 거품이 올라온다.

02 물리 변화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 분자의 배열이 변한다.
- ② 물질의 성질은 변하지 않는다.
- ③ 꽃향기가 퍼지는 것은 물리 변화이다.
- ④ 물질의 상태나 모양이 변하는 것은 물리 변화이다.
- ⑤ 물질이 빛과 열을 내며 연소하는 것은 물리 변화이다.

03 화학 변화가 일어날 때 변하는 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 분자의 종류	ㄴ. 원자의 개수
ㄷ. 원자의 배열	ㄹ. 물질의 성질

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄷ, ㄹ
- ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

[04~05] 그림은 저녁 식사를 준비하는 모습을 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.

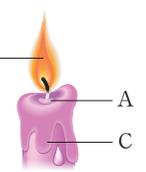


04 ㉠~㉣에서 일어나는 변화를 (가) 물리 변화와 (나) 화학 변화로 구분하시오.

05 위 그림에서 화학 변화가 일어날 때 관찰할 수 있는 현상이 아닌 것은?

- ① 색이 변한다.
- ② 냄새가 변한다.
- ③ 열이 발생한다.
- ④ 굳기가 변한다.
- ⑤ 물질의 상태만 변한다.

06 오른쪽 그림은 타고 있는 양초를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?



보기

- ㄱ. A에서는 물질의 상태가 변한다.
- ㄴ. B에서는 반응 전과는 다른 물질이 생성된다.
- ㄷ. B의 변화가 일어날 때 원자의 배열이 변한다.
- ㄹ. C에서는 원자의 개수가 감소한다.

- ① ㄱ, ㄷ ② ㄴ, ㄹ ③ ㄷ, ㄹ
- ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

중요
07

다음은 우리 주변에서 일어나는 몇 가지 현상이다.

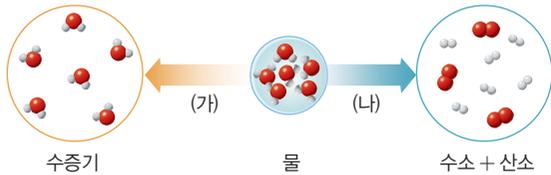
- 종이를 태운다.
- 방 안에 향수 냄새가 퍼진다.
- 석회수에 입김을 불어 넣으면 뿌옇게 흐려진다.

이 현상들이 일어날 때 변하지 않는 것을 <보기>에서 모두 고르시오.

- 보기 -

- | | |
|-----------|-----------|
| ㄱ. 원자의 종류 | ㄴ. 원자의 개수 |
| ㄷ. 분자의 배열 | ㄹ. 물질의 성질 |
| ㄴ. 분자의 종류 | |

[08~09] 그림은 물질의 변화를 모형으로 나타낸 것이다. 물에 답하시오.



08 위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?(정답 2개)

- ① (가)에서 분자의 종류가 달라진다.
- ② (가)에서 분자 사이의 거리가 달라진다.
- ③ (나)에서 원자의 배열이 달라진다.
- ④ (나)에서 분자의 종류는 달라지지 않는다.
- ⑤ (가)와 (나) 모두 원자의 종류와 개수가 달라진다.

09 (가), (나)와 종류가 같은 변화의 예를 잘못 짝 지은 것은?

- ① (가) - 달걀이 깨진다.
- ② (가) - 설탕을 물에 녹여 설탕물을 만든다.
- ③ (나) - 액체 설탕을 가열하면 검게 탄다.
- ④ (나) - 뜨거운 프라이팬 위에 올려놓은 버터가 녹는다.
- ⑤ (나) - 수돗물에 질산 은 수용액을 떨어뜨리면 흰색 앙금이 생긴다.

[10~11] 다음은 마그네슘을 이용한 실험 과정이다. 물음에 답하시오.

[실험 과정]

- (가) 마그네슘 리본을 약 5 cm로 잘라 관찰한다.
- (나) 마그네슘 리본을 약 5 cm로 잘라 연소시킨 후 막자사발에 재를 모은 후 관찰한다.
- (다) 마그네슘 리본과 연소 후 남은 재를 페트리 접시에 넣고, 각각 묽은 염산을 떨어뜨린다.



10 과정 (나)에서 생성되는 물질의 화학식을 쓰시오.

신경향

11 위 실험에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① (나)에서 화학 변화가 일어난다.
- ② 마그네슘과 연소 후 남은 재는 색과 광택이 다르다.
- ③ (다)에서 마그네슘 리본과 연소 후 남은 재 모두 기체가 발생한다.
- ④ 마그네슘이 연소하거나 마그네슘에 묽은 염산을 떨어뜨리면 원자의 배열이 달라진다.
- ⑤ 이 실험은 물리 변화와 화학 변화가 일어날 때 물질의 성질이 달라지는지를 확인하기 위한 것이다.

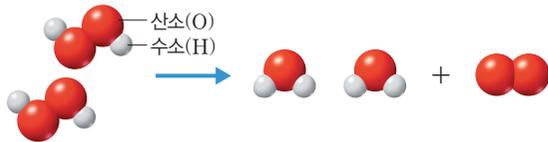
12 화학 반응식을 통해 알 수 있는 사실이 아닌 것은?

- ① 반응물의 종류
- ② 반응물의 화학식
- ③ 반응물의 전체 질량
- ④ 생성물을 이루는 원자의 종류
- ⑤ 반응물과 생성물의 입자 수의 비

13 화학 반응식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 반응물은 화살표 왼쪽에 나타난다.
- ② 화살표 양쪽 계수의 총합이 항상 같다.
- ③ 화학식 앞에 쓰는 숫자를 계수라고 한다.
- ④ 화살표 양쪽 원자의 종류와 개수는 같다.
- ⑤ 계수는 계수비가 가장 간단한 정수비를 나타내도록 쓴다.

14 그림은 과산화 수소가 분해되어 물과 산소가 생성되는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



이 반응에서 (가) 반응 전 수소 원자의 개수와 (나) 반응 후 산소 원자의 개수를 옳게 짝 지은 것은?

- | | | | |
|------|-----|------|-----|
| (가) | (나) | (가) | (나) |
| ① 2개 | 2개 | ② 2개 | 4개 |
| ③ 4개 | 2개 | ④ 4개 | 4개 |
| ⑤ 4개 | 5개 | | |

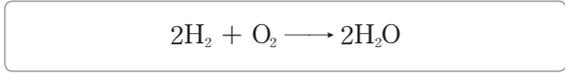
15 화학 반응식을 옳게 나타낸 것은?

- ① $C + O_2 \longrightarrow 2CO$
- ② $H_2O \longrightarrow H_2 + O$
- ③ $N_2 + 3H_2 \longrightarrow N_2H_6$
- ④ $Cu_2 + O_2 \longrightarrow 2CuO$
- ⑤ $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

16 탄산수소 나트륨($NaHCO_3$)이 분해되면 탄산 나트륨(Na_2CO_3), 물(H_2O), 이산화 탄소(CO_2)가 생성된다. 탄산수소 나트륨이 분해되는 반응의 화학 반응식에서 계수의 총합을 구하시오.

18 I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

중요 **17** 다음은 수소와 산소가 반응하여 물을 생성하는 반응의 화학 반응식이다.

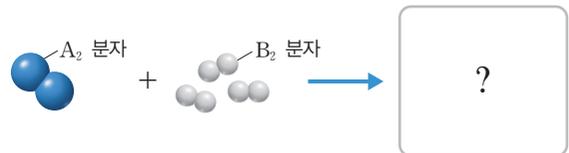


이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 물은 반응물이다.
- ② 반응 전후 분자 수는 같다.
- ③ 생성물의 원자 수는 총 6이다.
- ④ 반응물의 수소 원자 수는 총 2이다.
- ⑤ 산소 분자 1개가 반응하면 물 분자 1개가 생성된다.

신경향

18 그림은 A_2 와 B_2 의 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



A_2 와 B_2 가 모두 반응한 후 생성된 분자가 2개일 때 생성물을 화학식으로 나타내시오.(단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, 생성물은 한 종류이다.)

중요 **19** 다음은 메테인 연소 반응의 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 반응 전후 분자 수는 달라진다.
- ② ㉠을 석회수에 통과시키면 뿌옇게 흐려진다.
- ③ ㉠과 ㉡은 분자 1개를 구성하는 원자 수가 같다.
- ④ 메테인 분자 1개가 완전히 반응하기 위해 산소 분자 2개가 필요하다.
- ⑤ 메테인 분자 2개가 완전 연소하면 물 분자 4개가 생성된다.

고난도·서술형 문제

20 다음은 설탕을 이용한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 설탕을 물에 녹였더니 투명해졌다.
- (나) 설탕물을 가열하여 물을 증발시켰더니 설탕이 남았다.
- (다) 액체 설탕을 계속 가열하였더니 검게 탔다.

(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① (가)~(다)에서 설탕의 단맛은 유지된다.
- ② (가)에서 설탕 분자의 크기가 작아져 설탕이 보이지 않는다.
- ③ (나)에서 물 분자 사이의 거리가 멀어진다.
- ④ (다)에서 원자의 종류가 달라진다.
- ⑤ (나)에서 남은 설탕과 (다)에서 검게 탄 물질의 성질은 같다.

서술형

21 물리 변화가 일어날 때는 물질의 성질이 달라지지 않지만, 화학 변화가 일어날 때는 물질의 성질이 달라지는 까닭을 원자나 분자의 배열로 설명하시오.

서술형

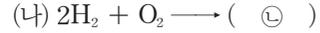
22 그림은 물질의 반응을 모형으로 나타낸 것이다.(단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)



- (1) 반응 후 물질의 성질이 변할지 쓰고, 그 까닭을 설명하시오.
- (2) 이 반응을 화학 반응식으로 나타내시오.

통합형

23 다음은 2가지 연소 반응의 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

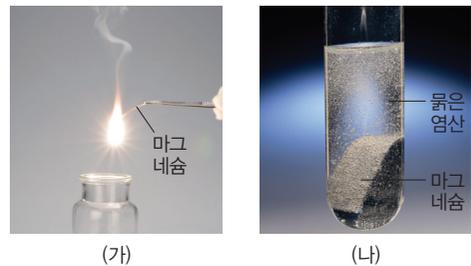
보기

- ㄱ. 두 반응에서 모두 원자의 배열이 달라진다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡에 들어가는 분자의 종류와 개수는 같다.
- ㄷ. 산소 분자 1개와 반응하는 CH_4 와 H_2 분자 수의 비는 1 : 2이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형

24 그림 (가)는 불을 붙인 마그네슘(Mg) 리본을, (나)는 묽은 염산(HCl)에 넣은 마그네슘 리본을 나타낸 것이다.



- (1) 화학 변화에서 나타나는 현상 중에서 (가)와 (나)에서 볼 수 있는 것을 각각 1가지씩 설명하시오.
- (2) (가)와 (나)에서 일어나는 반응을 화학 반응식으로 나타내시오.



02

I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

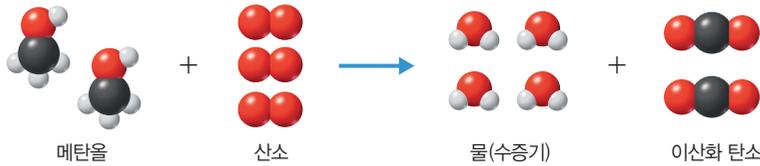
화학 반응의 규칙

강

1 질량 보존 법칙 문보+ 24쪽

1 질량 보존 법칙(1772년, 라부아지에) 화학 반응이 일어날 때 반응 전과 후 물질의 전체 질량은 변하지 않는다. → 화학 반응이 일어날 때 물질을 구성하는 원자의 종류와 개수가 변하지 않기 때문¹

예 메탄올의 연소 반응에서 반응 전후 탄소 원자(●)의 개수는 2개, 산소 원자(○)의 개수는 8개, 수소 원자(○)의 개수는 8개로 일정하다.



2 여러 가지 반응에서 질량 보존 법칙

수용액 속 특정한 양이온과 음이온이 반응하여 물에 녹지 않는 앙금을 생성하는 반응

- ① 앙금 생성 반응에서의 질량 관계: 수용액 속의 이온이 반응하여 앙금이 생성되어도 반응 전후 질량은 같다.
- ② 기체 발생 반응에서의 질량 관계: 발생한 기체가 용기를 빠져나가는 경우 질량이 감소하지만, 밀폐된 용기의 경우 기체가 빠져나가지 못하므로 반응 전후 질량이 같다.²
- ③ 연소 반응에서의 질량 관계

나무 또는 종이의 연소	생성된 이산화 탄소, 수증기 등이 공기 중으로 빠져나가므로 반응 후 질량이 감소한다. → 반응하는 산소의 질량과 생성되는 이산화 탄소, 수증기의 질량까지 고려하면 반응 전후 질량은 같다. — (나무 또는 종이+산소)의 질량 = (재+이산화 탄소+수증기)의 질량
강철 솥의 연소 ³	강철 솥과 산소가 결합하여 산화 철이 생성되므로 반응 후 질량이 증가한다. → 강철 솥과 반응한 산소의 질량까지 모두 고려하면 반응 전후 질량은 같다.

(강철 솥+산소)의 질량 = 산화 철의 질량

2 일정 성분비 법칙 문보+ 25쪽

1 일정 성분비 법칙(1799년, 프루스트) 2가지 이상의 물질이 반응하여 새로운 화합물이 생성될 때 반응하는 물질 사이에 일정한 질량비가 성립한다. → 질량이 일정한 원자가 항상 일정한 개수비로 결합하기 때문⁴

원자는 종류에 따라 각각 일정한 질량이 있다.

2 화합물을 구성하는 원소의 질량비⁵

구분	구리의 연소 반응	물의 합성 반응
구성 원소의 질량 관계	구리를 가열하면 구리와 산소가 4 : 1의 질량비로 반응하여 산화 구리(II)를 생성한다.	수소와 산소가 1 : 8의 질량비로 반응하여 물을 생성한다.
질량비	구리 + 산소 → 산화 구리(II) 4 : 1 : 5	수소 + 산소 → 물 1 : 8 : 9

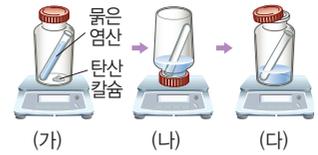
올리드 PLUS 개념

1 물리 변화에서의 질량 보존 법칙

물리 변화가 일어날 때 물질의 상태나 모양이 변할 뿐 원자의 종류나 개수가 변하지 않으므로 질량은 변하지 않는다.

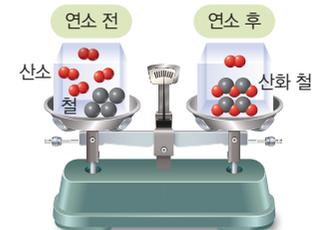
예 얼음 10g = 물 10g

2 밀폐된 용기와 밀폐되지 않은 용기에서의 기체 발생 반응



질량은 (가)=(나)>(다)이다. 밀폐된 용기의 경우는 질량이 일정하지만, 용기가 밀폐되지 않은 경우 발생하는 기체가 용기를 빠져나가므로 질량이 감소한다.

3 밀폐된 용기에서 강철 솥의 연소



밀폐된 용기에서 반응 전후 질량이 같다.

4 혼합물과 일정 성분비 법칙

혼합물은 성분 물질이 섞이는 비율이 일정하지 않으므로 일정 성분비 법칙이 성립하지 않는다.

예 설탕물은 설탕과 물의 혼합 비율에 따라 여러 가지 농도의 설탕물을 만들 수 있다.

5 여러 가지 화합물에서 구성 원소의 질량비

화합물	질량비
암모니아 (NH ₃)	질소 : 수소 = 14 : 3
이산화 탄소 (CO ₂)	탄소 : 산소 = 3 : 8
과산화 수소 (H ₂ O ₂)	수소 : 산소 = 1 : 16

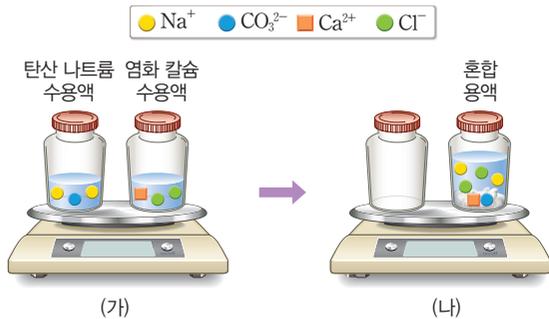


1 질량 보존 법칙

01 질량 보존 법칙에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 화학 변화에서만 성립한다. ()
- (2) 기체 발생 반응이나 연소 반응에서는 성립하지 않는다. ()
- (3) 반응물 질량의 총합과 생성물 질량의 총합은 항상 같다. ()

02 그림은 탄산 나트륨 수용액과 염화 칼슘 수용액의 반응을 나타낸 것이다.



- () 안에 들어갈 알맞은 내용을 쓰시오.
- (1) 탄산 나트륨 수용액과 염화 칼슘 수용액이 반응하면 탄산 칼슘의 흰색 ()을/를 생성한다.
 - (2) (가)와 (나)의 질량을 등호나 부등호로 비교하면 (가)() (나)이다.

03 밀폐되지 않은 용기에서 다음 반응이 일어날 때 질량이 증가하면 '증가', 감소하면 '감소', 일정하면 '일정'이라고 쓰시오.

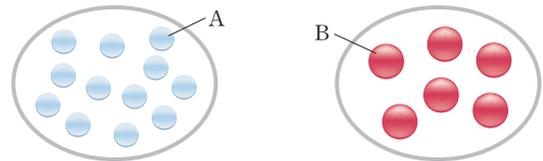
- (1) 나무를 태운다. ()
- (2) 강철 솜을 가열한다. ()
- (3) 질산 은 수용액과 염화 나트륨 수용액을 반응시킨다. ()

2 일정 성분비 법칙

04 다음은 어떤 화학 반응의 규칙에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

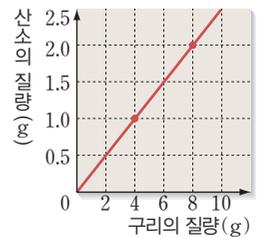
2가지 이상의 물질이 화학 반응하여 새로운 (㉠) 이/가 생성될 때 반응하는 물질 사이에 일정한 (㉡)이/가 성립하는 것을 (㉢) 법칙이라고 한다.

05 그림과 같이 흰색 공(A) 12개와 빨간색 공(B) 6개가 있다.



최대로 만들 수 있는 화합물 모형 (가) A_2B 와 (나) A_2B_2 의 개수를 각각 구하시오.

06 오른쪽 그림은 구리 가루가 연소하여 산화 구리(II)가 생성될 때 반응하는 구리와 산소의 질량 관계를 나타낸 것이다.



- (1) 반응하는 구리와 산소의 질량비(구리 : 산소)를 구하시오.
- (2) 구리 12 g을 완전히 연소시키는 데 필요한 산소의 질량은 몇 g인지 구하시오.
- (3) 산화 구리(II) 20 g을 얻기 위해 필요한 구리의 질량은 몇 g인지 구하시오.

07 오른쪽 그림은 산화 마그네슘을 이루는 마그네슘과 산소의 질량 관계를 나타낸 것이다. 산화 마그네슘 30 g에 들어 있는 마그네슘의 질량은 몇 g인지 구하시오.





02

I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

화학 반응의 규칙

3 기체 반응 법칙 기체 반응 법칙은 반응물과 생성물이 모두 기체인 경우에만 성립한다.

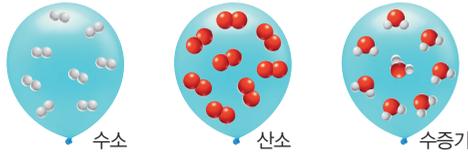
1 기체 반응 법칙(1808년, 게이뤼삭) 온도와 압력이 일정할 때 반응하는 기체와 생성되는 기체의 부피 사이에 간단한 정수비가 성립한다.

예) 일정한 온도와 압력에서 수소 기체와 산소 기체가 반응하여 수증기를 생성할 때 기체 사이의 부피비는 수소 : 산소 : 수증기 = 2 : 1 : 2이다.



같은 부피 속의 분자 수는 같지만, 분자를 구성하는 원자 수는 분자의 종류에 따라 다르므로 원자 수는 다르다.

2 기체의 부피와 분자 수 일정한 온도와 압력에서 모든 기체는 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있다.



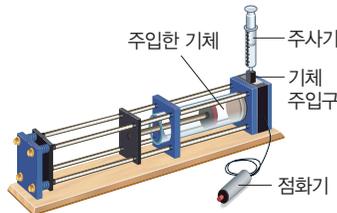
3 기체의 부피비와 분자 수의 비 일정한 온도와 압력에서 기체의 부피비는 분자 수의 비와 같고, 화학 반응식의 계수비는 분자 수의 비와 같다. → 기체의 반응에서 화학 반응식의 계수비 = 부피비 = 분자 수의 비이다.

수증기 생성 반응		부피비, 분자 수의 비 → 수소 : 산소 : 수증기 = 2 : 1 : 2
염화 수소 생성 반응		부피비, 분자 수의 비 → 수소 : 염소 : 염화 수소 = 1 : 1 : 2
암모니아 생성 반응		부피비, 분자 수의 비 → 질소 : 수소 : 암모니아 = 1 : 3 : 2

기체 반응 법칙 실험하기⁹

» 과정 및 결과

- 1 기체 반응 실험 장치의 기체 주입구를 열고 주사기를 이용하여 수소 기체 10 mL와 산소 기체 5 mL를 넣는다.
- 2 기체 주입구를 닫고 점화기를 눌러 수소 기체와 산소 기체를 완전히 반응시킨 후 남은 기체의 부피를 측정한다.
- 3 기체 반응 실험 장치에 넣는 수소 기체와 산소 기체의 부피를 표와 같이 바꾸어 실험하고, 남은 기체의 부피를 측정한다.



반응한 수소 기체의 부피(mL)	10	10	20
반응한 산소 기체의 부피(mL)	5	10	10
반응 후 남은 기체의 부피(mL)	0	5	0

» 정리

수소와 산소는 2 : 1의 부피비로 반응한다. → 반응하는 기체와 생성되는 기체의 부피 사이에 간단한 정수비가 성립한다.

남은 기체는 산소이다.

올리드 PLUS 개념

6 수증기 생성 반응에서의 부피 관계

실험	반응 전 부피 (mL)		남은 기체의 종류와 부피 (mL)	생성된 수증기 부피 (mL)
	수소	산소		
1	10	10	산소, 5	10
2	20	10	없음	20
3	40	15	수소, 10	30

7 기체 반응 법칙과 분자

원자 몇 개가 결합하여 생성된 물질의 성질을 지닌 가장 작은 입자를 분자라고 한다. 기체 반응 법칙이 성립하려면 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있어야 하며, 이때 각 기체의 부피비 = 분자 수비가 된다.

8 기체 반응 법칙 실험에서 유의할 점

- 수소와 산소의 반응은 폭발적으로 일어나므로 표에 제시된 부피보다 많은 양의 기체를 사용하지 않는다.
- 생성된 수증기는 바로 물로 변하기 때문에 부피를 무시할 수 있다.
- 생성된 수증기의 부피를 직접 측정할 수 없으므로 이 실험으로는 반응하는 수소 기체와 산소 기체의 부피비만을 확인할 수 있다.

3 기체 반응 법칙

08 다음은 기체 반응 법칙에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

- (1) 온도와 압력이 일정할 때 반응하는 기체와 생성되는 기체의 () 사이에 간단한 정수비가 성립한다.
- (2) 온도와 압력이 일정할 때 모든 기체는 같은 부피 속에 들어 있는 ()의 수가 같다.
- (3) 반응물과 생성물이 모두 기체인 화학 반응에서 화학 반응식의 계수비는 부피비, () 수의 비와 같다.

09 그림은 온도와 압력이 일정할 때 수소(H₂) 기체와 염소(Cl₂) 기체가 반응하여 염화 수소(HCl) 기체가 생성되는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



- (1) 염화 수소 기체가 생성될 때 각 기체의 부피비(수소 : 염소 : 염화 수소)를 구하시오.
- (2) 염화 수소 기체가 생성되는 반응에서 각 기체의 부피비가 (1)처럼 성립하는 것과 가장 관련있는 화학 반응의 규칙을 쓰시오.
- (3) 수소 기체와 염소 기체가 반응하여 염화 수소 기체가 생성되는 반응을 화학 반응식으로 나타내시오.

10 온도와 압력이 일정할 때 질소 기체 20 mL와 수소 기체 60 mL를 반응시켰더니 모두 반응하여 암모니아 기체 40 mL가 생성되었다. () 안에 들어갈 알맞은 내용을 쓰시오.

- (1) 질소 : 수소 : 암모니아의 부피비는 ()이다.
- (2) 질소 기체 10 mL와 수소 기체 40 mL를 반응시키면 암모니아 기체 () mL가 생성되고, () 기체 () mL가 남는다.

11 표는 일정한 온도와 압력에서 기체 반응 실험 장치를 이용하여 수증기를 생성할 때 반응한 수소와 산소 기체의 부피, 반응 후 남은 산소 기체의 부피를 나타낸 것이다.

반응한 수소 기체의 부피(mL)	4	6	8
반응한 산소 기체의 부피(mL)	4	6	8
반응 후 남은 산소 기체의 부피(mL)	2	3	4

이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 수증기 생성 반응에서 수소와 산소의 부피비는 수소 : 산소 = 2 : 1이다. ()
- (2) 산소 4 mL를 모두 반응시키려면 수소 8 mL를 넣어야 한다. ()
- (3) 수소 4 mL와 산소 2 mL가 반응하면 수증기 6 mL가 생성된다. ()

12 표는 일정한 온도와 압력에서 수소 기체와 산소 기체가 반응하여 수증기를 생성할 때의 부피 관계를 나타낸 것이다.

실험	반응 전 기체의 부피 (mL)		반응 후 남은 기체의 종류와 부피(mL)	생성된 수증기 부피 (mL)
	수소	산소		
1	4	4	산소, 2	4
2	8	4	없음.	8
3	16	6	(가)	(나)

(가)와 (나)에 알맞은 내용을 구하시오.

13 온도와 압력이 일정할 때 수소 기체 30 mL와 산소 기체 30 mL에 들어 있는 분자 수를 비교하시오.

과정

실험 ① 양금 생성 반응에서의 질량 변화



1 시약병 (가)와 (나)에 같은 농도의 탄산 나트륨 수용액과 염화 칼슘 수용액을 각각 10 mL씩 넣고, 뚜껑을 닫은 후 전체 질량을 측정한다.



2 시약병 (가)의 수용액을 시약병 (나)에 부어 양금 생성 반응이 일어나게 한 후, 시약병 (가)와 (나)의 뚜껑을 모두 닫아 전체 질량을 측정한다.

탄산 나트륨(Na_2CO_3) 수용액과 염화 칼슘(CaCl_2) 수용액이 반응하면 탄산 이온(CO_3^{2-})과 칼슘 이온(Ca^{2+})이 반응하여 탄산 칼슘(CaCO_3)의 흰색 양금을 생성하고, 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)은 용액 속에 이온 상태로 녹아 있다.

실험 ② 기체 발생 반응에서의 질량 변화



1 페트병에 탄산수소 나트륨 0.5 g, 식초 10 mL가 담긴 시험관을 넣고 뚜껑을 닫아 전체 질량을 측정한다.



2 페트병을 기울여 탄산수소 나트륨과 식초를 모두 반응시킨 후 전체 질량을 측정한다.

유의할 점
페트병에 식초가 담긴 시험관을 넣을 때 식초가 쏟아지지 않도록 주의한다.

탄산수소 나트륨과 식초 속 아세트산이 반응하면 이산화탄소 기체가 발생한다.

결과

구분	반응 전 질량(g)	반응 후 질량(g)
실험 ①	324.28	324.28
실험 ②	38.79	38.79

정리

- 양금 생성 반응이 일어날 때 반응 전후 물질의 전체 질량은 변하지 않는다.
→ ①() 법칙 성립
- 밀폐된 용기에서 ②() 발생 반응이 일어날 때 반응 전후 물질의 전체 질량은 변하지 않는다. → 질량 보존 법칙 성립

01 위 실험에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- 실험 ①에서 생성된 양금의 화학식은 CaCO_3 이다. ()
- 실험 ①에서 반응이 일어난 후 뚜껑을 열면 질량이 감소할 것이다. ()
- 실험 ②에서 탄산수소 나트륨과 식초를 반응시키면 수소 기체가 발생한다. ()
- 실험 ②에서 반응이 일어난 후 뚜껑을 열면 질량이 감소할 것이다. ()

02 그림은 탄산 나트륨 수용액과 염화 칼슘 수용액을 혼합할 때의 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



반응 후 혼합 용액의 수용액 속에 존재하는 이온을 그려 모형을 완성하시오.

과정

실험 ① 자료를 해석하여 그래프로 나타내기

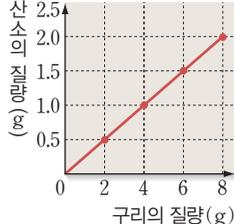
구리와 산소의 반응

[자료]

실험	물질의 질량(g)	
	구리	산화 구리(II)
1	2.0	2.5
2	4.0	5.0
3	6.0	7.5
4	8.0	10.0

[그래프]

산화 구리(II)의 질량 - 구리의 질량



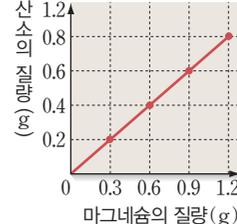
마그네슘과 산소의 반응

[자료]

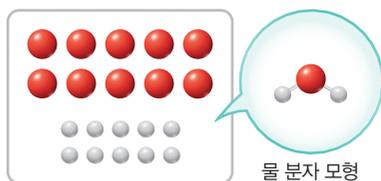
실험	물질의 질량(g)	
	마그네슘	산화 마그네슘
1	0.3	0.5
2	0.6	1.0
3	0.9	1.5
4	1.2	2.0

[그래프]

산화 마그네슘의 질량 - 마그네슘의 질량



실험 ② 물 분자 모형 만들기



- 1 빨간색 스티로폼 공 10개와 흰색 스티로폼 공 10개를 준비하고, 흰색 공 2개와 빨간색 공 1개를 이용하여 물 분자 모형을 만든다.
- 2 물 분자를 구성하는 수소와 산소의 질량비(수소 : 산소)를 구한다.

빨간색 공은 산소 원자, 흰색 공은 수소 원자를 나타내며, 원자의 상대적 질량은 산소가 16, 수소가 1이다.

결과

실험 ①	산화 구리(II)를 구성하는 구리와 산소의 질량비	구리와 산소는 4 : 1의 질량비로 반응하여 산화 구리(II)를 생성한다.
	산화 마그네슘을 구성하는 마그네슘과 산소의 질량비	마그네슘과 산소는 3 : 2의 질량비로 반응하여 산화 마그네슘을 생성한다.
실험 ②	<ul style="list-style-type: none"> • 물 분자는 수소 원자 2개와 산소 원자 1개가 결합한다. → 물 분자 모형 5개를 만들고 빨간색 공 5개가 남는다. • 질량비는 수소 : 산소 = (2 × 1) : 16 = 1 : 8이다. 	

산화 구리(II)는 구리와 산소가 1 : 1의 개수비로 결합한 물질이다. 그런데 산화 구리(II)를 구성하는 구리와 산소의 질량비가 4 : 1이므로 산소 원자의 상대적 질량이 16이면 구리 원자의 상대적 질량은 64이다. 마찬가지로 산화 마그네슘(MgO)을 구성하는 마그네슘과 산소의 질량비는 3 : 2이므로 마그네슘 원자의 상대적 질량은 24이다.

정리

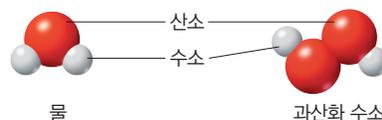
- 화합물을 구성하는 원소 사이에 일정한 질량비가 성립한다. → ① () 법칙 성립
- 화합물은 질량이 일정한 원자가 항상 일정한 ② ()로 결합하므로 일정한 비율을 넘는 반응물이 있을 경우 반응하지 못하고 남는다. → ③ () 법칙 성립

18쪽 18쪽 19쪽 20쪽

01 위 실험에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 구리 10 g과 반응하는 산소의 질량은 2.5 g이다. ()
- (2) 생성된 산화 마그네슘의 질량에서 반응한 마그네슘의 질량을 빼면 반응한 산소의 질량을 구할 수 있다. ()
- (3) 실험 ②에서 빨간색 공 4개와 흰색 공 6개로 물 분자 모형을 만들면 남는 공이 없다. ()

02 그림은 물과 과산화 수소 분자를 모형으로 나타낸 것이다. (단, 원자의 상대적 질량은 산소가 16, 수소가 1이다.)



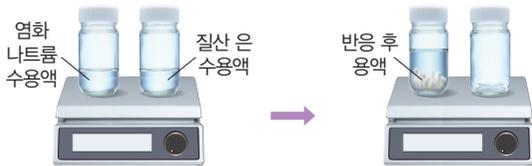
- (1) 물과 과산화 수소를 구성하는 수소와 산소의 질량비(수소 : 산소)를 각각 구하여 순서대로 쓰시오.
- (2) 과산화 수소 68 g 속에 들어 있는 산소의 질량은 몇 g인지 구하시오.

중요

01 질량 보존 법칙에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 물리 변화에서 성립하지 않는다.
- ② 양금이 생성되는 반응에서 성립한다.
- ③ 기체가 발생하는 반응에서 성립하지 않는다.
- ④ 반응물의 총 질량이 생성물의 총 질량보다 항상 크다.
- ⑤ 질량 보존 법칙이 성립하는 까닭은 반응 전후 분자의 종류와 개수가 변하지 않기 때문이다.

02 그림과 같이 염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액의 질량을 측정한 다음, 두 수용액을 섞어 반응시킨 후 다시 전체 질량을 측정하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

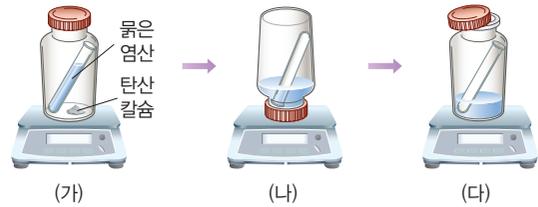
- ① 반응 후 원자의 종류가 변한다.
- ② 양금이 생성되어 질량이 증가한다.
- ③ 기체가 발생하여 질량이 감소한다.
- ④ 반응 후 물질의 종류는 변하지 않는다.
- ⑤ 용액이 뿌영게 흐려지며 질량은 변하지 않는다.

03 밀폐되지 않은 용기에서 반응이 일어날 때 질량이 증가하는 것은?

- ① 종이를 태운다.
- ② 물에 설탕을 녹인다.
- ③ 강철 솜을 연소시킨다.
- ④ 탄산 칼슘에 식초를 떨어뜨린다.
- ⑤ 염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액을 섞어 반응시킨다.

중요

04 그림과 같이 탄산 칼슘과 묽은 염산을 반응시키면서 반응 전후 질량을 측정하였다.



(가)~(다)의 질량을 등호나 부등호를 이용하여 비교하시오.

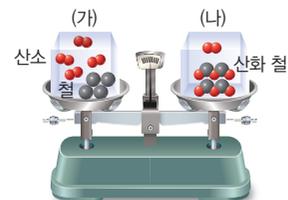
05 다음은 과산화 수소가 물과 산소로 분해되는 반응이다.



과산화 수소 34 g이 모두 분해되어 물 18 g이 생성되었을 때 발생한 산소 기체의 질량은 몇 g인지 구하시오.

신경향

06 그림은 밀폐 용기 안에서 일정량의 철을 연소시킬 때 반응 전후의 변화를 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

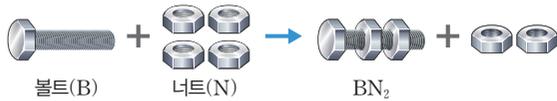
- ① (가)에서 (나)로의 변화는 화학 변화이다.
- ② 저울이 수평을 이루므로 질량 보존 법칙이 성립한다.
- ③ (나)에서 산화 철을 이루는 철과 산소의 질량비는 일정하다.
- ④ 밀폐되지 않은 용기에서 연소시키면 저울이 (가) 쪽으로 기울어진다.
- ⑤ (나)에서 산소가 남은 것은 반응할 철이 없기 때문이다.

07 그림은 마그네슘의 연소 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



마그네슘 24 g을 모두 연소시켰더니 산화 마그네슘 40 g이 생성되었다. (가) 마그네슘과 반응한 산소의 질량과 (나) 산화 마그네슘을 구성하는 마그네슘과 산소의 질량비(마그네슘 : 산소)를 구하시오.

[08~09] 그림은 볼트(B)와 너트(N)를 이용하여 화합물 BN₂가 생성되는 과정을 모형으로 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.



08 볼트 2개와 너트 6개로 최대로 만들 수 있는 화합물 BN₂의 개수를 쓰시오.

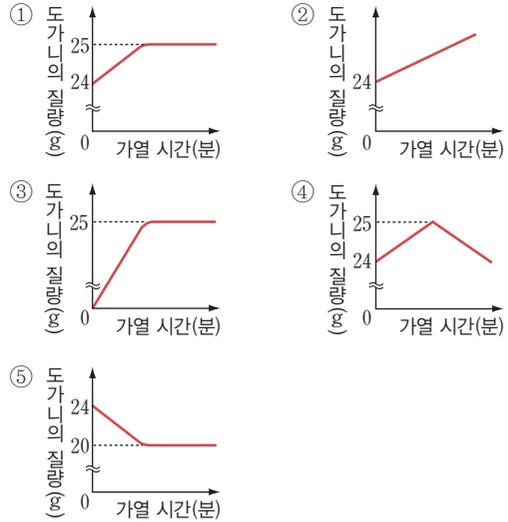
09 화합물 BN₂를 구성하는 볼트(B)와 너트(N)의 질량비(B : N)를 구하시오.(단, 볼트(B) 1개의 질량은 6 g, 너트(N) 1개의 질량은 3 g이다.)

10 일정 성분비 법칙이 성립하지 않는 것은?

- ① 수소 + 산소 → 물
- ② 소금 + 물 → 소금물
- ③ 질소 + 수소 → 암모니아
- ④ 구리 + 산소 → 산화 구리(Ⅱ)
- ⑤ 염소 + 나트륨 → 염화 나트륨

신경향

11 질량이 20 g인 도가니에 구리 4 g을 넣고 가열할 때 도가니의 질량 변화를 그래프로 옳게 나타낸 것은?(단, 구리는 산소와 4 : 1의 질량비로 반응하여 산화 구리(Ⅱ)를 생성한다.)



중요

12 질소 기체 14 g과 수소 기체 3 g을 반응시키면 질소 기체와 수소 기체가 모두 반응하여 암모니아 기체가 생성된다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?(단, 원자의 상대적 질량은 질소가 14, 수소가 1이다.)

— 보기 —

- ㄱ. 생성된 암모니아의 질량은 17 g이다.
- ㄴ. 암모니아를 구성하는 질소와 수소 원자의 개수비는 질소 : 수소 = 1 : 3이다.
- ㄷ. 수소 기체의 질량을 6 g으로 늘리면 생성된 암모니아의 질량은 증가한다.

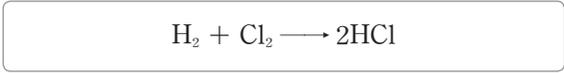
- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13 표는 물의 합성 반응에서 질량 관계를 나타낸 것이다.

실험	반응 전 기체의 질량(g)		반응 후 남은 기체의 종류와 질량(g)
	수소	산소	
1	0.3	3.0	산소, 0.6
2	0.9	6.4	수소, 0.1

수소 0.6 g과 산소 5.0 g을 반응시킬 때 (가)남은 기체의 종류와 질량, (나)생성되는 물의 질량을 구하시오.

14 다음은 수소 기체와 염소 기체가 반응하여 염화 수소 기체가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.

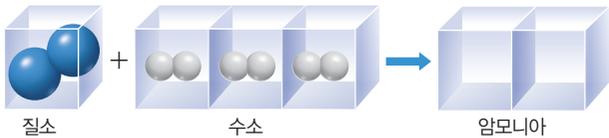


이 반응에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?(단, 온도와 압력은 일정하다.)

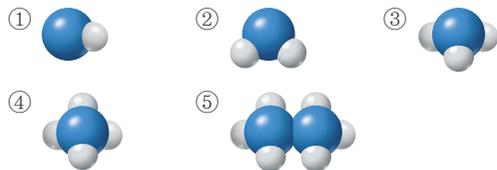
- 보기
- ㄱ. 수소 10 mL와 완전히 반응하는 염소의 부피는 10 mL이다.
 - ㄴ. 반응 전후 분자의 개수가 같으므로 질량 보존 법칙이 성립한다.
 - ㄷ. 수소 분자 2개가 완전히 반응하면 염화 수소 분자 4개가 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[15~16] 그림은 온도와 압력이 일정할 때 질소 기체와 수소 기체가 반응하여 암모니아 기체가 생성되는 반응을 모형으로 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.



15 생성된 암모니아 분자 모형을 옳게 나타낸 것은?



16 위 반응에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 반응 전후 기체의 부피는 일정하다.
- ② 수소와 질소는 3 : 1의 질량비로 반응한다.
- ③ 각 기체 1부피에 들어 있는 원자 수는 같다.
- ④ 질소 분자 1개는 수소 분자 1개와 반응한다.
- ⑤ 질소 10 mL가 완전히 반응하면 암모니아 20 mL가 생성된다.

[17~18] 표는 일정한 온도와 압력에서 일산화 탄소 기체와 산소 기체가 반응하여 이산화 탄소 기체를 생성할 때의 부피 관계를 나타낸 것이다.

실험	반응 전 기체의 부피(mL)		생성된 이산화 탄소의 부피(mL)	반응 후 남은 기체의 종류와 부피(mL)
	일산화 탄소	산소		
1	20	30	20	산소, 20
2	60	20	40	<i>x</i>
3	60	40	60	<i>y</i>

17 일정한 온도와 압력에서 *x*와 *y*를 반응시킬 때 생성되는 이산화 탄소의 부피는 몇 mL인지 구하시오.

18 위 반응의 화학 반응식에서 계수비(일산화 탄소 : 산소 : 이산화 탄소)를 구하시오.

중요 **19** 그림은 온도와 압력이 일정할 때 수소 기체와 산소 기체가 반응하여 수증기가 생성되는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



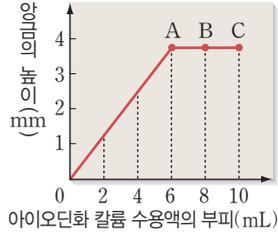
이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?(단, 원자의 상대적 질량은 수소가 1, 산소가 16이다.)

- ① 수소와 산소 기체는 2 : 1의 부피비로 반응한다.
- ② 산소 분자 1개가 반응하면 수증기 분자 2개가 생성된다.
- ③ 수소 2 g이 산소 16 g과 반응하면 수증기 18 g이 생성된다.
- ④ 수증기를 구성하는 원소의 질량비는 수소 : 산소 = 1 : 8이다.
- ⑤ 수소 기체 20 mL와 산소 기체 10 mL가 반응하면 수증기 30 mL가 생성된다.

고난도·서술형 문제

특수형

20 오른쪽 그림은 10% 질산 납 수용액 6 mL와 반응하는 10% 아이오딘화 칼륨 수용액의 양을 증가시킬 때 생성되는 아이오딘화 납 양금의 높이를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ① 농도가 같은 질산 납 수용액과 아이오딘화 칼륨 수용액은 1 : 1의 질량비로 반응한다.
- ② A 이후 양금의 높이가 일정해지는 까닭은 반응할 질산 납 수용액의 양이 부족하기 때문이다.
- ③ B에 아이오딘화 칼륨 수용액을 넣으면 양금의 양이 증가한다.
- ④ 아이오딘화 납을 이루는 납과 아이오딘의 부피비가 일정함을 알 수 있다.
- ⑤ A, B, C에서 전체 질량은 일정하다.

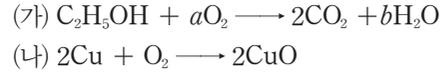
서술형

21 그림과 같이 강철 슝 56 g을 공기 중에서 가열하였더니 산화 철 80 g이 생성되었다.



- (1) 위의 반응에서 질량 보존 법칙이 성립하는지를 쓰고, 그렇게 생각한 까닭을 설명하시오.
- (2) 산화 철을 이루는 철과 산소의 질량비(철 : 산소)를 구하고, 그 과정을 설명하시오.

22 다음 (가)는 에탄올(C₂H₅OH) 연소 반응, (나)는 구리(Cu) 연소 반응의 화학 반응식이다.

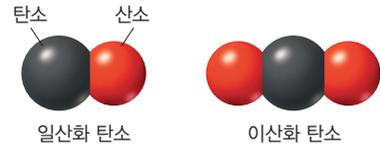


이에 대한 설명으로 옳은 것은?(단, a와 b는 화학 반응식의 계수이다.)

- ① a=b이다.
- ② (가)와 (나)에서 기체 반응 법칙이 성립한다.
- ③ (가)와 (나)에서 반응 후 입자 수가 감소한다.
- ④ 산화 구리(II)를 구성하는 원소의 질량비는 구리 : 산소=1 : 1이다.
- ⑤ 밀폐되지 않은 용기에서 (가)와 (나)의 반응이 일어나면 질량이 모두 감소한다.

서술형

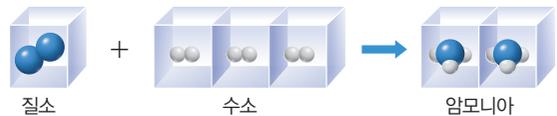
23 그림은 일산화 탄소와 이산화 탄소의 분자 모형이다.



일산화 탄소와 이산화 탄소를 이루는 탄소와 산소의 질량비(탄소 : 산소)를 각각 구하고, 질량비가 다른 까닭을 설명하시오.(단, 원자의 상대적 질량은 탄소가 12, 산소가 16이다.)

서술형

24 그림은 온도와 압력이 일정할 때 질소 기체와 수소 기체가 반응하여 암모니아 기체가 생성되는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



- (1) 질소 기체 1 L에 들어 있는 분자 수를 N개라고 할 때 질소 기체 1 L가 완전히 반응하기 위해 필요한 수소 기체의 부피와 이때 생성된 암모니아 분자 수를 구하시오.
- (2) 위 모형으로 설명할 수 있는 화학 반응의 규칙을 2가지만 설명하시오.



03

I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

화학 반응과 에너지 변화

올리드 PLUS 개념

1 발열 반응과 흡열 반응 문항 1 32쪽

1 화학 반응과 에너지 출입 화학 반응이 일어날 때는 에너지를 흡수하거나 방출한다. ①

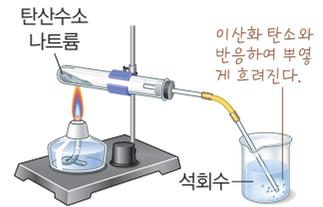
2 발열 반응과 흡열 반응

구분	발열 반응	흡열 반응
정의	반응이 일어날 때 주변으로 에너지를 방출하는 반응이다.	반응이 일어날 때 주변의 에너지를 흡수하는 반응이다.
에너지 출입	반응이 일어나는 쪽에서 주변으로 에너지가 이동(방출)한다. 	주변에서 반응이 일어나는 쪽으로 에너지가 이동(흡수)한다. 
주변의 온도 변화	주변으로 에너지를 방출하므로 주변의 온도가 높아진다.	주변으로부터 에너지를 흡수하므로 주변의 온도가 낮아진다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 호흡, 연소 • 철이 녹스는 반응 • 산과 금속의 반응 • 산과 염기의 중화 반응 • 산이나 염기가 물에 녹는 반응 • 열에너지를 방출하는 상태 변화 ②  <p>▲ 메테인의 연소 반응</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 광합성 • 열분해 ②, 전기 분해 • 질산 암모늄과 물의 반응 • 소금이 얼음물에 녹는 반응 • 수산화 바륨과 질산 암모늄의 반응 • 열에너지를 흡수하는 상태 변화 ②  <p>▲ 광합성</p>

① 화학 반응이 일어날 때 에너지를 흡수하거나 방출하는 까닭

물질은 각각 고유한 에너지를 가지고 있는데, 화학 반응이 일어날 때 물질의 종류가 달라지므로 반응물과 생성물이 가지고 있는 에너지의 차이만큼의 에너지를 흡수하거나 방출한다.

2 탄산수소 나트륨의 열분해



탄산수소 나트륨은 열을 흡수하여 탄산 나트륨과 물, 이산화 탄소로 분해된다. 밀가루 반죽에 넣은 베이킹파우더의 주성분인 탄산수소 나트륨이 열에 의해 분해되어 이산화 탄소 기체가 발생하므로 빵이 부풀어오른다.

3 물리 변화와 열에너지 출입

상태 변화와 같은 물리 변화가 일어날 때에도 열에너지가 출입한다. 용해, 기화, 승화(고체 → 기체)가 일어날 때는 열에너지를 흡수하고, 응고, 액화, 승화(기체 → 고체)가 일어날 때는 열에너지를 방출한다. 이와 같은 상태 변화가 일어날 때 출입하는 에너지는 냉장고, 에어컨 등에 이용된다.

2 에너지 출입을 활용하는 예 문항 1 33쪽

냉장고의 냉장실(증발기), 에어컨의 실내기(증발기)에서도 흡열 반응을 이용한다.

발열 반응		흡열 반응
발열 도시락	흔드는 손난로 ④	냉찜질 팩
		
산화 칼슘과 물이 반응하면서 방출하는 에너지로 음식을 데운다.	포장을 뜯어 흔들면 철가루가 공기 중의 산소와 반응하면서 에너지를 방출한다.	냉찜질 팩을 세게 누르면 물과 질산 암모늄이 반응하면서 에너지를 흡수한다.

발열 컵, 휴대용 가열 용기에서도 같은 원리를 이용한다.

4 금속 단추 손난로

고체 아세트산 나트륨을 적은 양의 물에 가열하면서 녹인 것으로, 금속 단추를 꺾어 작은 충격을 가하면 아세트산 나트륨이 고체로 석출되면서 에너지를 방출하므로 손난로로 쓰인다.



1 발열 반응과 흡열 반응

01 다음은 화학 반응이 일어날 때 주변의 온도 변화가 일어나는 까닭에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

화학 반응이 일어날 때 주변의 온도가 높아지거나 낮아지는 것은 ()이/가 출입하기 때문이다.

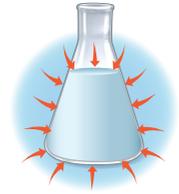
02 발열 반응과 흡열 반응에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 발열 반응은 에너지를 방출하는 반응이다. ()
- (2) 발열 반응이 일어나면 주변의 온도가 낮아진다. ()
- (3) 산과 염기의 중화 반응은 흡열 반응이다. ()
- (4) 흡열 반응은 에너지를 흡수하는 반응이다. ()
- (5) 흡열 반응이 일어나면 주변의 온도가 낮아진다. ()

03 발열 반응의 예는 '발열', 흡열 반응의 예는 '흡열'이라고 쓰시오.

- (1) 식물이 광합성을 한다. ()
- (2) 공기 중에서 금속이 녹는다. ()
- (3) 공기 중에서 메테인이 연소한다. ()
- (4) 냉동실에서 꺼내 둔 얼음이 녹는다. ()
- (5) 묽은 염산에 아연 조각을 넣어 반응시킨다. ()
- (6) 물에 전류를 흘려주면 수소와 산소로 분해된다. ()

04 오른쪽 그림은 삼각 플라스크 안에서 어떤 반응이 일어날 때 에너지의 이동 방향을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.



- (1) 삼각 플라스크 안에서 흡열 반응이 일어난다. ()
- (2) 반응이 일어나면 삼각 플라스크 주변의 온도가 높아진다. ()
- (3) 물에 질산 암모늄을 녹일 때 에너지가 위의 그림처럼 이동한다. ()

2 에너지 출입을 활용하는 예

05 다음은 휴대용 손난로와 냉찜질 팩의 원리에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

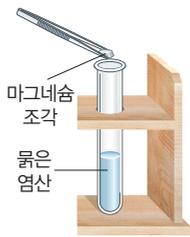
- 휴대용 손난로를 흔들면 부직포 속 철가루가 산소와 반응하면서 에너지를 (⊕)하므로 주변의 온도가 (⊕)진다.
- 냉찜질 팩을 누르면 질산 암모늄이 물과 반응하면서 에너지를 (⊖)하므로 주변의 온도가 (⊖)진다.

06 그림의 장치가 발열 반응을 활용하면 '발열', 흡열 반응을 활용하면 '흡열'이라고 쓰시오.

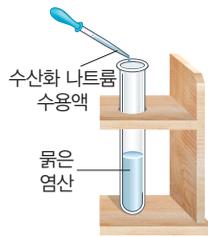
(1) 	(2) 
▲ 냉찜질 팩	▲ 발열 도시락
(3) 	(4) 
▲ 가스레인지	▲ 냉장고의 냉장실

과정 및 결과

실험 ① 에너지를 방출하는 반응



① 시험관에 묶은 염산 20 mL를 넣고 마그네슘 조각 3개~4개를 넣은 다음 온도계를 넣는다. → 온도계의 눈금이 올라간다.



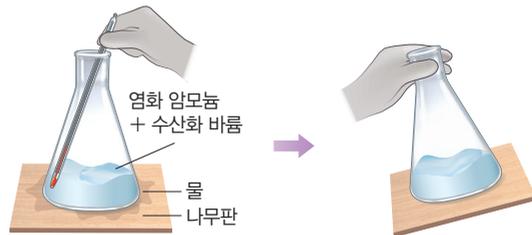
② 시험관에 묶은 염산 10 mL를 넣고 수산화 나트륨 수용액 10 mL를 넣은 다음 온도계를 넣는다. → 온도계의 눈금이 올라간다.

유의할 점

- 묶은 염산과 마그네슘이 반응할 때 발생하는 수소 기체는 가연성이 있으므로 주변에 불씨가 없는 곳에서 실험한다.
- 묶은 염산과 수산화 나트륨 수용액은 같은 농도로 준비한다.

실험 ② 에너지를 흡수하는 반응

- ① 물을 떨어뜨린 나무판 위에 삼각 플라스크를 올려놓는다.
- ② 삼각 플라스크에 염화 암모늄 10 g과 수산화 바륨 20 g을 넣고 유리 막대로 잘 저은 다음 온도계를 넣는다. → 온도계의 눈금이 0 °C 이하로 내려간다.
- ③ 나무판 위에 올려놓은 삼각 플라스크를 손으로 들어 본다. → 나무판에 떨어뜨린 물이 얼면서 나무판과 삼각 플라스크가 달라붙어 들려 올라온다.



유의할 점

- 반응 시 암모니아 기체가 발생하므로 반드시 마스크를 착용하고, 환기가 잘 되는 곳에서 실험한다.
- 삼각 플라스크가 나무판에 완전히 달라붙을 때까지 충분히 기다린다.

정리

- 실험 ①에서 온도계의 눈금이 올라간 것으로 보아 온도가 ①()진 것을 알 수 있다. → 주변으로 에너지를 ②()하는 반응이 일어난다.
- 실험 ②의 반응이 일어날 때는 주변에서 에너지를 ③()하므로 주변의 온도가 ④()진다. 이때 나무판 위의 물은 에너지를 ⑤()하여 얼음으로 응고하므로 삼각 플라스크가 나무판에 달라붙는다.

용융 ⑤ | 녹는 ④ | 수증기 ③ | 용융 ② | 녹는 ① | 끓음

01 위 실험에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 산과 금속의 반응, 산과 염기의 반응은 발열 반응이다. ()
- (2) 염화 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때는 주변에서 에너지를 흡수한다. ()
- (3) 나무판 위의 물은 에너지를 흡수하여 응고된다. ()
- (4) 에너지를 흡수하는 반응이 일어나면 주변의 온도가 높아진다. ()

02 위의 실험 ②와 에너지 출입이 같은 반응은?

- ① 호흡
- ② 철의 부식
- ③ 메테인의 연소
- ④ 산화 칼슘과 물의 반응
- ⑤ 탄산수소 나트륨의 열분해

과정

실험 ① 손난로 만들기

소금이나 숯가루는 반응이 빠르게 일어날 수 있도록 하고, 질석은 손난로가 빨리 식지 않도록 한다.



- 부직포 주머니에 철가루, 숯가루, 소금, 질석을 한 숟가락씩 넣고 소량의 물을 넣은 다음, 열 봉합기로 주머니의 입구를 밀봉한다.
- 주머니를 흔들거나 주무른 다음, 손이나 팔에 대어 본다.

• 부직포를 사용하는 까닭: 부직포에는 공기가 통과할 수 있는 구멍이 있어 철가루가 공기 중의 산소와 만나 화학 반응을 할 수 있기 때문이다. 따라서 손난로를 많이 흔들수록 반응이 잘 일어나 빨리 뜨거워진다.

• 손난로 속 철가루가 모두 산소와 반응하면 더 이상 반응이 일어나지 않으므로 손난로는 재사용할 수 없다.

실험 ② 손 냉장고 만들기



- 작은 비닐 팩에 물 약 20 mL를 넣고 입구를 닫는다.



- 큰 비닐 팩에 질산 암모늄 약 30 g과 과정 ①의 비닐 팩을 넣은 후 열 봉합기로 입구를 밀봉한다.



- 작은 비닐 팩을 터뜨려 물이 질산 암모늄과 반응하게 한 후 비닐 팩을 만져 본다.

결과 및 정리

- 실험 ①에서 손난로를 흔들거나 주무르면 따뜻해진다. → 손난로의 철가루가 공기 중의 ①()과/와 반응하여 산화 철이 될 때 에너지를 ②()한다.
- 실험 ②에서 비닐 팩이 차가워진다. → 질산 암모늄이 물에 녹는 반응이 일어날 때 주변의 에너지를 ③()하므로 주변의 온도가 ④()진다.

또 다른 탐구

- 과정 ① 비닐 팩에 아세트산 나트륨 70 g, 물 10 mL, 시온 물감, 금속 단추를 넣고 비닐 팩 입구를 열 봉합기로 밀봉한다.
- 밀봉한 비닐 팩을 뜨거운 물에 넣고 아세트산 나트륨이 모두 녹아 투명해질 때까지 둔다.
 - 비닐 팩이 투명해지면 조심스럽게 찬물에 넣어 식힌 다음 금속 단추를 꺼어 본다.

결과 포화 상태보다 더 많은 양의 아세트산 나트륨이 녹아 있는 불안정한 용액에 금속 단추를 꺼어 충격을 가하면 아세트산 나트륨이 고체로 석출되면서 에너지를 방출하므로 손난로로 사용할 수 있다.
뜨거운 물에 손난로를 넣고 다시 고체를 녹이면 재사용할 수 있다.

온도에 따라 색이 변하는 물감



10주 1 수물 2 용유 3 무극 4 1 10

01 위 실험에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- 철이 공기 중의 산소와 반응할 때는 에너지를 흡수한다. ()
- 실험 ①과 실험 ②에서 일어나는 반응은 에너지 출입이 같다. ()
- 흔드는 손난로는 재사용이 가능하다. ()
- 질산 암모늄이 물과 반응할 때는 주변에서 에너지를 흡수한다. ()

02 오른쪽 그림은 등산이나 캠핑 등에 이용되는 휴대용 가열 용기를 나타낸 것이다. 이 용기에서 활용하는 반응이 발열 반응과 흡열 반응 중에서 어느 것인지 쓰시오.



중요
01 에너지 출입이 일어나는 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 발열 반응이 일어나면 주변의 온도가 높아진다.
- ② 흡열 반응이 일어나면 주변의 온도가 낮아진다.
- ③ 에너지를 방출하는 반응을 발열 반응이라고 한다.
- ④ 흡열 반응이 일어날 때는 주변에서 반응이 일어나는 쪽으로 에너지가 이동한다.
- ⑤ 발열 반응이나 흡열 반응이 일어날 때 항상 열에너지만 출입한다.

02 표는 묽은 염산을 이용한 2가지 실험을 나타낸 것이다.

실험	(가)	(나)
	묽은 염산이 들어 있는 시험관에 마그네슘 조각 3개~4개를 넣는다.	묽은 염산이 들어 있는 시험관에 농도가 같은 수산화 나트륨 수용액을 넣는다.
과정	 <p>마그네슘 조각 묽은 염산</p>	 <p>수산화 나트륨 수용액 묽은 염산</p>

실험 (가)와 (나)의 공통점을 <보기>에서 모두 고른 것은?

보기

- ㄱ. 발열 반응이다.
- ㄴ. 기체가 발생한다.
- ㄷ. 시험관 속 용액의 온도가 높아진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 오른쪽 그림은 삼각 플라스크 안에서 어떤 화학 반응이 일어날 때 에너지 출입을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?



보기

- ㄱ. 발열 반응이다.
- ㄴ. 삼각 플라스크를 손으로 만지면 따뜻하다.
- ㄷ. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응과 에너지 출입이 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

신경향
04 다음은 일상생활에서 일어나는 3가지 현상이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

보기

- ㄱ. 발열 반응은 2가지이다.
- ㄴ. 화학 변화는 1가지이다.
- ㄷ. 에너지가 출입하는 변화는 2가지이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 반응이 일어날 때 주변의 온도가 높아지는 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

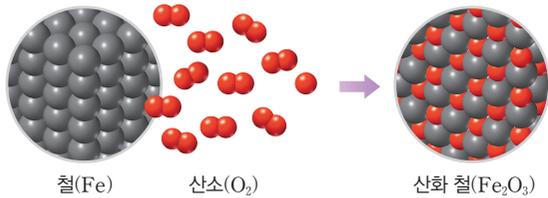
보기

ㄱ. 철가루와 산소가 반응한다.
 ㄴ. 산화 칼슘과 물이 반응한다.
 ㄷ. 염화 암모늄과 수산화 바륨이 반응한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

신경향

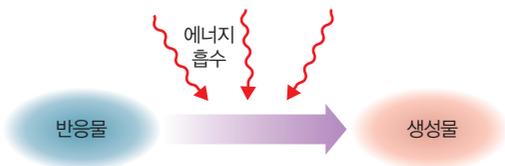
06 그림은 철과 산소의 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 산화 철과 철은 성질이 다르다.
 ② 반응이 일어날 때 에너지를 방출한다.
 ③ 산화 철의 질량은 (철+산소)의 질량이다.
 ④ 반응이 일어나면 주변의 온도가 낮아진다.
 ⑤ 산화 철을 이루는 철과 산소의 질량비는 일정하다.

07 그림은 질산 암모늄과 물의 반응에서 에너지 출입을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 발열 반응이다.
 ㄴ. 물의 전기 분해와 에너지 출입이 같다.
 ㄷ. 반응이 일어나면 주변의 온도가 낮아진다.

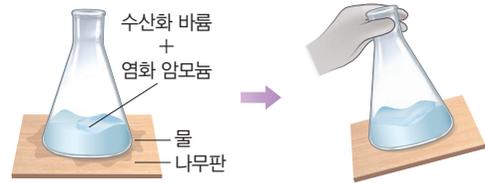
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 다음은 수산화 바륨과 염화 암모늄의 반응에서 에너지 출입을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 나무판 위를 물로 적신 다음 그 위에 수산화 바륨과 염화 암모늄을 넣은 삼각 플라스크를 올려 놓는다.

(나) 유리 막대로 물질을 잘 섞은 다음 나무판 위에 올려놓은 삼각 플라스크를 들어 올렸더니 나무판이 삼각 플라스크와 함께 들어 올려졌다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 삼각 플라스크 안에서는 흡열 반응이 일어난다.
 ㄴ. 나무판 위의 물은 열에너지를 방출하여 응고된다.
 ㄷ. 이 반응은 질산 암모늄과 물의 반응과 에너지 출입이 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요

09 발열 반응과 흡열 반응의 예를 <보기>에서 골라 옳게 짝 지은 것은?

보기

ㄱ. 철이 녹는다.
 ㄴ. 식물이 광합성을 한다.
 ㄷ. 생물이 세포 호흡을 한다.
 ㄹ. 탄산수소 나트륨을 가열하면 탄산수소 나트륨이 분해되어 이산화 탄소가 발생한다.

- | | 발열 | 흡열 | | 발열 | 흡열 |
|---|------|------|---|------|------|
| ① | ㄱ, ㄴ | ㄷ, ㄹ | ② | ㄱ, ㄷ | ㄴ, ㄹ |
| ③ | ㄱ, ㄹ | ㄴ, ㄷ | ④ | ㄴ, ㄷ | ㄱ, ㄹ |
| ⑤ | ㄷ, ㄹ | ㄱ, ㄴ | | | |

10 냉각 장치를 만들 때 이용할 수 있는 반응은?

- ① 숯의 연소 반응
- ② 산화 칼슘과 물의 반응
- ③ 질산 암모늄과 물의 반응
- ④ 묽은 염산과 아연의 반응
- ⑤ 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 반응

[11~12] 그림은 일상생활에서 이용하는 에너지 출입을 활용한 장치를 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.



(가) 발열 도시락 (나) 손난로 (다) 냉찜질 팩

11 (가)~(다)에서 이용한 반응으로 적절한 것을 <보기>에서 골라 짝 지어 쓰시오.

- 보기
- ㄱ. 철과 산소의 반응
 - ㄴ. 산화 칼슘과 물의 반응
 - ㄷ. 질산 암모늄과 물의 반응

12 (가)~(다) 중에서 에너지를 방출하는 반응을 활용한 장치를 모두 고르시오.

13 다음은 물과 수산화 나트륨을 반응시켰더니 용액의 온도가 높아지고, 물과 염화 칼륨을 반응시켰더니 용액의 온도가 낮아지는 현상에 대한 세 학생의 대화 내용이다.

물과 수산화 나트륨이 반응할 때는 에너지를 방출해.

물과 염화 칼륨의 반응은 냉찜질 팩에서 일어나는 반응과 에너지 출입이 같아.

물과 고체 물질이 반응할 때는 항상 에너지를 방출해.



대화 내용이 옳은 학생을 모두 고르시오.

중요 14 다음은 질산 암모늄을 이용하여 에너지 출입을 활용한 장치를 만드는 실험이다.

- [실험 과정]
- (가) 비닐 팩에 물을 넣고 밀봉한 비닐봉지, 질산 암모늄을 넣는다.
 - (나) 비닐 팩의 입구를 밀봉하고 손으로 눌러 비닐봉지를 터트린다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 비닐 팩이 차가워진다.
 - ㄴ. 물과 질산 암모늄이 반응하면서 에너지를 흡수한다.
 - ㄷ. 이 반응을 휴대용 손난로를 만드는 데 이용할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

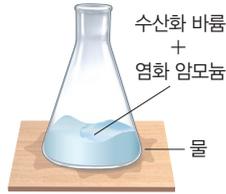
고난도·서술형 문제

서술형

15 다음은 수산화 바륨과 염화 암모늄의 반응에서 에너지 출입을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 나무판 위를 물로 적신 다음 그 위에 수산화 바륨과 염화 암모늄을 넣은 삼각 플라스크를 올려놓는다.



(나) 유리 막대로 물질의 잘 섞은 다음 나무판 위에 올려놓은 삼각 플라스크를 들어 본다.

- (1) 과정 (나)의 결과를 설명하시오.
- (2) (1)에서 답한 것과 같은 결과가 나타나는 까닭을 설명하시오.

서술형

16 다음은 우리 주변에서 일어나는 몇 가지 반응의 예이다.

- (가) 도시가스가 연소한다.
- (나) 철가루와 산소가 반응한다.
- (다) 산화 칼슘과 물이 반응한다.
- (라) 질산 암모늄과 물이 반응한다.

위의 반응을 어떤 기준에 따라 (가), (나), (다)와 (라)의 2가지로 분류하였다. 분류 기준을 설명하시오.

서술형

17 다음에서 산화 칼슘과 물이 사용되는 까닭을 설명하시오.

- 발열 도시락에는 산화 칼슘과 물이 들어 있다.
- 구제역을 막기 위해 농장에 산화 칼슘과 물을 뿌린다.

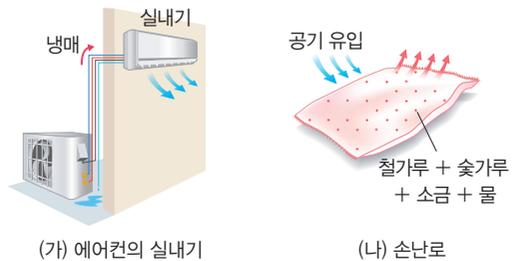
18 오른쪽 그림은 주성분이 탄산수소 나트륨인 베이킹파우더가 들어 있는 밀가루 반죽을 높은 온도에서 구워 만든 빵의 단면을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?(정답 2개)



- ① 탄산수소 나트륨이 산소와 반응한다.
- ② 탄산수소 나트륨을 가열하면 분해된다.
- ③ 탄산수소 나트륨이 분해될 때 에너지를 방출한다.
- ④ 탄산수소 나트륨이 분해될 때 생성된 기체는 암모니아이다.
- ⑤ 탄산수소 나트륨이 분해되면 기체가 발생하여 공기 중으로 빠져나가므로 단면에 구멍이 생긴다.

통합형

19 그림 (가)는 에너지 출입을 활용한 에어컨의 실내기를, (나)는 철가루를 이용한 손난로를 나타낸 것이다.



(가)와 (나)에서 일어나는 변화의 차이를 설명한 것으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고르시오.

- 보기
- ㄱ. (가)에서는 흡열 반응을, (나)에서는 발열 반응을 이용한다.
 - ㄴ. (가)에서는 냉매의 기화가, (나)에서는 물의 응고가 일어난다.
 - ㄷ. (가)에서는 주변의 온도가 낮아지고, (나)에서는 주변의 온도가 높아진다.
 - ㄹ. (가)에서는 화학 변화에서 출입하는 에너지를, (나)에서는 물리 변화에서 출입하는 에너지를 이용한다.



I 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

01강 물질의 변화

물리 변화와 화학 변화

구분	물리 변화	화학 변화
정의	물질의 성질은 변하지 않고 모양이나 상태가 변하는 물질의 변화	처음과는 성질이 전혀 다른 새로운 물질로 변하는 물질의 변화
예	상태 변화, 모양 변화, 확산 등	연소, 기체 발생 반응, 양금 생성 반응 등
입자 배열	분자의 배열이 변함 → 원자의 종류와 개수, 분자의 종류는 일정	원자의 배열이 변함 → 원자의 종류와 개수는 일정, 분자의 종류가 달라짐
모형		

화학 반응과 화학 반응식

- 화학 반응 — 물질이 화학 변화를 하여 다른 물질로 변하는 것
- 화학 반응식 — 화학식을 이용하여 화학 반응을 나타낸 식

02강 화학 반응의 규칙

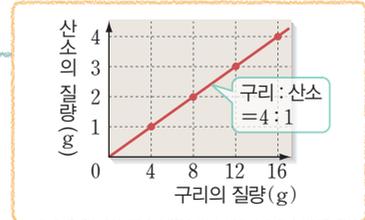
질량 보존 법칙

- 화학 반응이 일어날 때 반응 전과 후 물질의 전체 질량은 변하지 않는다.
- 성립하는 까닭: 물질을 구성하는 원자의 종류와 개수가 변하지 않기 때문



일정 성분비 법칙

- 2가지 이상의 물질이 반응하여 새로운 화합물이 생성될 때 반응하는 물질 사이에 일정한 질량비가 성립한다.
- 성립하는 까닭: 질량이 일정한 원자가 항상 일정한 개수비로 결합하기 때문



기체 반응 법칙

- 온도와 압력이 일정할 때 반응하는 기체와 생성되는 기체의 부피 사이에는 간단한 정수비가 성립한다.
- 기체의 반응에서 부피비는 화학 반응식의 계수비, 분자 수의 비와 같다.



03강 화학 반응과 에너지 변화

발열 반응과 흡열 반응

구분	발열 반응	흡열 반응
정의	화학 반응이 일어날 때 주변으로 에너지를 방출하는 반응	화학 반응이 일어날 때 주변으로부터 에너지를 흡수하는 반응
온도 변화	주변의 온도가 높아진다.	주변의 온도가 낮아진다.
예	금속과 산의 반응, 연소, 금속이 녹는 반응, 호흡 등	광합성, 질산 암모늄과 물의 반응, 물의 전기 분해 등

에너지 출입을 활용하는 예

- 발열 반응: 발열 도시락, 손난로 등
- 흡열 반응: 냉찜질 팩 등



01 물질의 변화

[01~02] 다음은 우리 주변에서 볼 수 있는 몇 가지 현상이다. 물음에 답하시오.

- (가) 김치가 시어진다.
- (나) 철이 녹슬어 붉게 변한다.
- (다) 뜨거운 빵 위의 버터가 녹는다.
- (라) 종이를 일정한 모양으로 자른다.

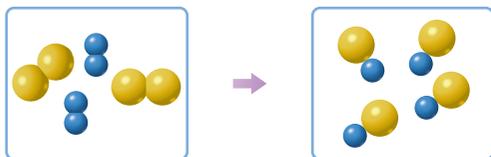
01 위의 현상을 물리 변화와 화학 변화로 옳게 구분한 것은?

	물리 변화	화학 변화
①	(라)	(가), (나), (다)
②	(가), (다)	(나), (라)
③	(나), (다)	(가), (라)
④	(다), (라)	(가), (나)
⑤	(나), (다), (라)	(가)

서술형

02 위와 같이 구분한 까닭을 물질의 성질과 관련지어 설명하시오.

03 그림은 물질의 변화를 모형으로 나타낸 것이다.



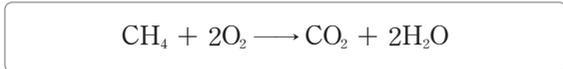
이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 분자 수가 증가한다.
- ② 분자의 종류가 달라진다.
- ③ 원자의 개수가 달라진다.
- ④ 새로운 원자가 생성된다.
- ⑤ 물질의 성질은 달라지지 않는다.

04 물질의 변화가 일어날 때 분자의 배열만 바뀌는 변화를 모두 고르면?(정답 2개)

- ① 물 → 수증기
- ② 물 + 설탕 → 설탕물
- ③ 과산화 수소 → 산소 + 물
- ④ 마그네슘 + 산소 → 산화 마그네슘
- ⑤ 탄산수소 나트륨
→ 탄산 나트륨 + 이산화 탄소 + 물

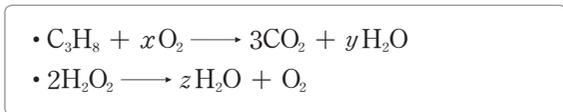
05 다음은 메테인(CH₄) 연소 반응의 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 반응물은 메테인과 산소이다.
- ② 반응 전후 수소 원자의 개수는 같다.
- ③ 반응 전후 분자의 개수는 변하지 않는다.
- ④ 메테인과 산소는 1 : 2의 질량비로 반응한다.
- ⑤ 메테인 분자 1개가 완전히 연소하면 이산화 탄소 분자 1개가 생성된다.

06 다음은 2가지 반응의 화학 반응식이다.



$x + y + z$ 를 구하시오.(단, $x \sim z$ 는 화학 반응식의 계수이다.)

02 화학 반응의 규칙

07 화학 반응이 일어날 때 질량이 보존되는 까닭을 설명한 것으로 옳은 것은?

- ① 반응 후 새로운 원자가 만들어지기 때문
- ② 반응 후 새로운 분자가 만들어지기 때문
- ③ 원자는 종류와 관계없이 크기와 질량이 같기 때문
- ④ 물질을 이루는 원자의 종류와 개수가 변하지 않기 때문
- ⑤ 물질을 이루는 분자의 종류와 개수가 변하지 않기 때문

08 오른쪽 그림과 같이 불을 붙인 양초에 유리컵을 씌웠더니 잠시 후 불이 꺼졌다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?



- 보기
- ㄱ. 산소가 없으므로 불이 꺼진다.
 - ㄴ. 질량 보존 법칙이 성립함을 확인할 수 있다.
 - ㄷ. 일정 성분비 법칙이 성립함을 확인할 수 있다.

- ① ㄴ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

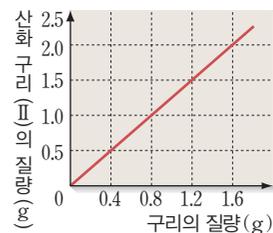
서술형

09 그림과 같이 강철 솥의 질량을 측정한 후, 강철 솥을 연소 시킨 다음 다시 질량을 측정하였다.



(가)와 (나)의 질량을 부등호나 등호로 비교하고, 강철 솥의 연소 반응에서 질량 보존 법칙이 성립하는지 설명하시오.

[10~11] 오른쪽 그림은 구리가 연소하여 산화 구리(II)가 생성될 때 구리와 산화 구리(II)의 질량 관계를 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.



10 위 그림에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?(단, 원자의 상대적 질량은 구리가 64, 산소가 16이다.)

- 보기
- ㄱ. 산소의 질량은 산화 구리(II)의 질량에서 구리의 질량을 뺀 값이다.
 - ㄴ. 산화 구리(II)를 구성하는 구리와 산소의 질량비는 구리 : 산소 = 4 : 1이다.
 - ㄷ. 산화 구리(II)를 구성하는 구리와 산소의 개수비는 구리 : 산소 = 1 : 1이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

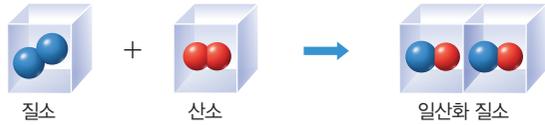
11 구리 50 g과 산소 10 g을 밀폐된 용기에서 가열할 때 (가) 생성되는 산화 구리(II)의 질량과 (나) 반응하지 않고 남는 물질의 종류와 그 질량을 구하시오.

12 그림은 볼트(B)와 너트(N)를 이용하여 화합물 BN₃를 만드는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



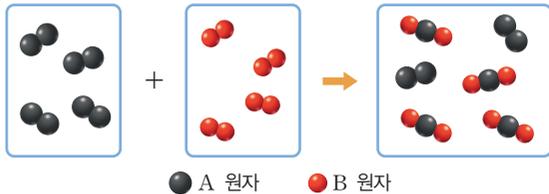
볼트 4개와 너트 10개를 이용하여 최대를 만들 수 있는 화합물 BN₃의 전체 질량은 몇 g인지 구하시오.(단, B 4개의 질량은 20 g, N 10개의 질량은 20 g이다.)

13 그림은 온도와 압력이 일정할 때 질소 기체와 산소 기체가 반응하여 일산화 질소 기체가 생성되는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



질소 기체 50 mL와 산소 기체 50 mL가 완전히 반응할 때 생성되는 일산화 질소 기체의 부피는 몇 mL인지 구하시오.

14 그림은 온도와 압력이 일정할 때 반응물과 생성물이 모두 기체인 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



이 반응을 화학 반응식으로 옳게 나타낸 것은?(단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

- ① $8A + 8B \longrightarrow 6AB$
- ② $A_2 + 2B_2 \longrightarrow 2AB_2$
- ③ $2A_2 + 4B_2 \longrightarrow 4AB_2$
- ④ $4A_2 + 2B_2 \longrightarrow 4AB_2$
- ⑤ $4A_2 + 2B_2 \longrightarrow 4AB_2 + 2A_2$

15 그림은 온도와 압력이 일정할 때 수소 기체와 산소 기체가 반응하여 수증기가 생성되는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 반응 후 분자의 개수가 감소한다.
- ② 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같다.
- ③ 수소와 산소는 2 : 1의 부피비로 반응한다.
- ④ 같은 부피 속에 들어 있는 원자의 개수는 같다.
- ⑤ 수증기를 이루는 수소와 산소 원자의 개수비는 일정하다.

16 표는 일정한 온도와 압력에서 기체 A₂와 기체 B₂가 반응하여 기체 C를 생성할 때의 부피 관계를 나타낸 것이다.

실험	반응 전 기체의 부피(L)		C의 부피(L)	반응 후 남은 기체의 종류와 부피(L)
	A ₂	B ₂		
1	20	30	20	B ₂ , 20
2	40	20	㉠	0
3	60	40	60	㉡

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

보기

- ㄱ. ㉠은 40이다.
- ㄴ. ㉡은 B₂, 10이다.
- ㄷ. C의 화학식은 A₂B이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

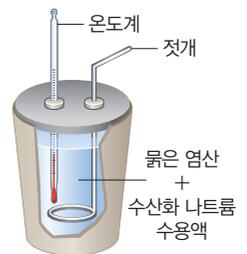
03 화학 반응과 에너지 변화

17 주변의 온도가 높아지는 변화를 모두 고르면?(정답 2개)

- ① 소금이 얼음물에 녹는다.
- ② 산화 칼슘과 물이 반응한다.
- ③ 질산 암모늄과 물이 반응한다.
- ④ 묽은 염산과 아연 조각이 반응한다.
- ⑤ 수산화 바륨과 염화 암모늄이 반응한다.

서술형

18 오른쪽 그림과 같이 스티로폼 컵에 온도가 25 °C로 같은 5% 묽은 염산과 5% 수산화 나트륨 수용액을 넣고 온도 변화를 측정하였다. 용액의 온도가 어떻게 변할지 예측하고, 그 까닭을 설명하시오.





I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

01 개념 물질의 변화

기본 문제로 개념 다지기

11쪽, 13쪽

- 01 ㉠ 물리, ㉡ 화학 02 (1) 물리 (2) 화학 (3) 화학 (4) 물리 (5) 물리 (6) 화학 03 (가) 물리 변화, (나) 화학 변화, (다) 물리 변화
- 04 화학 변화 05 (가) 물리 변화, (나) 화학 변화 06 (1) × (2) ○ (3) × (4) × 07 원자의 배열, 물질의 성질, 분자의 종류
- 08 화학 반응 09 ㉠ 왼쪽, ㉡ 오른쪽, ㉢ 원자, ㉣ 1 10 (1) CH₄ (2) NH₃ (3) HCl (4) H₂O₂ (5) CO₂ (6) MgO 11 ㉠ 2, ㉡ 2, ㉢ 2, ㉣ O₂
- 12 (1) MgO (2) O₂ (3) 2 (4) NaCl 13 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○
- 14 반응하는 입자 수의 비, 반응물과 생성물의 종류 15 (가) 2개, (나) 4개

- 02 (1)은 용해(상태 변화), (4)는 용해, (5)는 확산으로 물리 변화이다. (2), (3), (6)은 변화가 일어날 때 물질의 성질이 달라져 새로운 물질로 변하는 화학 변화이다. 화학 변화가 일어날 때 색과 굳기가 변하거나 기체가 발생하는 현상을 볼 수 있다.
- 03 (가)에서는 양초의 상태가 고체에서 액체로 변하는 용해(상태 변화)가, (다)에서는 양초의 상태가 액체에서 고체로 변하는 응고(상태 변화)가 일어난다. (나)에서는 기화된 양초가 빛과 열을 내며 타는 연소가 일어난다. 따라서 (가)와 (다)는 물리 변화이고, (나)는 화학 변화이다.
- 04 화학 변화가 일어날 때는 양금이 생성되기도 하고, 빛이나 열이 발생하기도 하며, 물질의 색이나 맛이 달라지는 등 다양한 변화가 일어난다.
- 05 (가)에서는 분자의 배열만 달라질 뿐 분자의 종류는 변하지 않으므로 물리 변화이다. (나)에서는 분자의 종류가 달라져 처음 물질과는 다른 물질이 생성되므로 화학 변화이다.
- 06 (1), (4) 물리 변화가 일어날 때 분자의 배열만 달라져 물질의 종류가 변하지 않으므로 물질의 성질도 변하지 않는다. (3) 물리 변화와 화학 변화 모두에서 원자의 종류와 개수는 변하지 않는다.
- 07 화학 변화가 일어날 때는 원자의 배열이 변하여 새로운 분자가 생성되므로 물질의 성질이 달라진다. 그러나 원자의 개수, 종류, 크기는 변하지 않는다.
- 09 화학 반응식에서 반응물은 화살표의 왼쪽, 생성물은 화살표의 오른쪽에 나타난다. 계수가 1인 경우에는 생략한다.
- 11 물 분해 반응의 화학 반응식은 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ 이다.
- 12 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같도록 계수를 맞춘다.

- 13 (2) 반응 전후 원자의 배열이 달라진다.
(3) 수소 원자 수는 반응 전후 모두 6이다.
- 15 분자 수의 비가 메테인 : 이산화 탄소 : 수증기 = 1 : 1 : 2 이므로 메테인 분자 2개가 완전 연소하면 이산화 탄소 분자 2개와 물 분자 4개가 생성된다.

탄금구 올리트 돋보기

14쪽

- 01 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○ 02 (나)

- 01 (1) 마그네슘을 작게 잘라도 마그네슘은 다른 물질로 변하지 않으므로 물질의 성질이 변하지 않는다.
(2) 마그네슘을 태운 재는 마그네슘이 산소와 결합한 산화 마그네슘으로 마그네슘과는 다른 물질이다.
- 02 (가)는 모양이 달라지는 물리 변화이고, (나)는 물질의 성질이 달라지는 화학 변화이다.

개념 올리트 돋보기

15쪽

- 01 2 02 4

- 01 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같아지도록 반응물인 CO와 생성물인 CO₂의 앞에 계수 2를 쓴다.
 $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$
- 02 반응 전후 수소 원자(H)와 염소 원자(Cl)의 개수가 같아지도록 생성물인 HCl의 앞에 계수 2를 쓰므로 화학 반응식은 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ 이다. 따라서 계수의 총합은 1+1+2=4이다.

대표 문제로 실력 확실히 하기

16~19쪽

- 01 ③ 02 ⑤ 03 ④ 04 (가) ㉠, ㉡, ㉢, (나) ㉠, ㉡, ㉢ 05 ⑤
06 ④ 07 가, 나 08 ②, ③ 09 ④ 10 MgO 11 ③
12 ③ 13 ② 14 ④ 15 ⑤ 16 5 17 ③ 18 AB₃
19 ①

고난도·서울명 문제

- 20 ③ 21 물리 변화가 일어날 때는 분자의 배열만 달라지고 분자의 종류는 바뀌지 않으므로 물질의 성질이 달라지지 않는다. 화학 변화가 일어날 때는 원자의 배열이 달라져 분자의 종류가 바뀌므로 물질의 성질이 달라진다. 22 (1) 변한다, 원자의 배열이 달라져 반응 전과 다른 새로운 물질이 생성되기 때문이다. (2) $\text{A}_2 + \text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}$
23 ③ 24 (1) (가) 빛과 열이 발생한다, (나) 기체가 발생한다. (2) (가) $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$, (나) $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$

01 ③ 철의 붉은 녹은 철이 공기 중의 산소, 수분과 반응하여 다른 물질로 변화한 것으로 화학 변화이다.

오답 피하기 ① 유리가 깨지는 것은 모양이 변하는 것으로 물리 변화이다.

② 잉크가 물에 퍼지는 현상은 확산으로 물리 변화이다.

④ 물이 끓어 수증기가 되는 것은 물이 액체 상태에서 기체 상태로 변하는 현상으로 물리 변화이다.

⑤ 탄산음료를 따를 때 거품이 올라오는 것은 기체의 용해도가 감소하여 탄산음료에 녹아 있던 이산화 탄소가 빠져 나오는 현상으로 물리 변화이다.

02 ⑤ 물질이 연소할 때는 빛과 열이 발생하며, 이것은 물질이 성질이 전혀 다른 새로운 물질로 변하는 화학 변화이다.

오답 피하기 ①, ② 물리 변화에서는 분자의 배열만 변하므로 물질의 종류는 달라지지 않는다. 따라서 물질의 성질도 변하지 않는다.

③, ④ 확산이 일어나거나 물질의 상태나 모양이 변할 때 물질의 종류가 변하지 않으므로 물리 변화이다.

03 화학 변화가 일어날 때는 원자의 배열이 바뀌면서 새로운 분자가 생성되므로 물질의 성질이 달라진다. 물리 변화와 화학 변화 모두에서 원자의 개수는 변하지 않는다.

개념 더하기

물질의 변화에서 변하는 것과 변하지 않는 것

구분	물리 변화	화학 변화
변하는 것	분자의 배열	<ul style="list-style-type: none"> 원자의 배열 분자의 종류 물질의 성질
변하지 않는 것	<ul style="list-style-type: none"> 원자의 종류와 개수 분자의 종류 물질의 성질 	원자의 종류와 개수

04 물이 끓어 수증기가 되는 기화(상태 변화) 현상(㉠)이나, 채소를 잘게 자르는 것(㉡), 코코아가 우유에 퍼지는 것(㉢)은 물질의 성질이 변하지 않는 물리 변화이다. 도시가스가 산소와 반응하여 불꽃을 내며 타는 것(㉣)이나 프라이팬 위에서 달걀이 익는 것(㉤), 깎아 놓은 과일의 색이 변하는 것(㉥)은 화학 변화이다.

개념 더하기

달걀의 가열과 과일의 갈변

- 달걀을 가열하면 익어서 굳는 것은 단백질의 구조가 변하는 현상으로 화학 변화이다. 액체가 응고(액체 → 고체)하는 것은 냉각할 때 일어나는 상태 변화로 물리 변화이다. 액체가 응고한 고체 물질은 열을 가하면 다시 액체로 되지만, 익힌 달걀은 다시 되돌릴 수 없다.
- 갈변은 과일 속에 포함되어 있는 물질이 공기 중의 산소와 반응하여 갈색으로 변하는 현상으로 화학 변화이다.

05 도시가스가 연소할 때 빛과 열이 발생하고, 달걀이 익을 때 색, 냄새, 맛, 굳기가 변한다. 물질의 상태만 변하는 것은 물리 변화이다.

06 ㄱ. A에서는 고체 양초가 녹아 촛농(액체 양초)으로 되는 용해(상태 변화)가 일어난다.

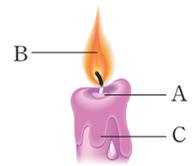
ㄴ, ㄷ. B에서 기체 상태의 양초가 공기 중의 산소와 반응하여 이산화 탄소와 수증기가 생성된다. 이것은 원자의 배열이 변하여 처음과는 다른 새로운 물질이 생성되는 화학 변화이다.

오답 피하기 ㄴ. C에서는 촛농이 흘러내리다 고체 양초로 되는 응고(상태 변화)가 일어나므로 물리 변화이다. 물리 변화와 화학 변화 모두에서 원자의 개수는 변하지 않는다.

자료 분석

양초의 연소에서 물질의 변화

- A: 고체 양초가 녹아 촛농이 된다(용해).
- B: 심지를 타고 올라간 액체 양초가 기화되어 열과 빛을 내며 탄다.
- C: 촛농이 흘러내리다 굳는다(응고).



07 종이를 태우는 것은 화학 변화, 방 안에 향수 냄새가 퍼지는 것은 물리 변화이다. 석회수에 입감을 붙여 넣을 때 뿌연게 흐려지는 것은 탄산 칼슘의 흰색 앙금이 생성되는 화학 변화이다. 물리 변화와 화학 변화 모두에서 원자의 종류(ㄱ)와 개수(ㄴ)는 변하지 않는다.

오답 피하기 ㄷ. 물리 변화에서 분자의 배열이 변한다.

ㄴ, ㄴ. 화학 변화에서 분자의 종류, 물질의 성질이 변한다.

08 ② (가)는 물이 수증기로 변하는 기화이므로 분자 사이의 거리가 멀어진다.

③ (나)는 물이 수소와 산소로 분해되므로 원자의 배열이 달라진다.

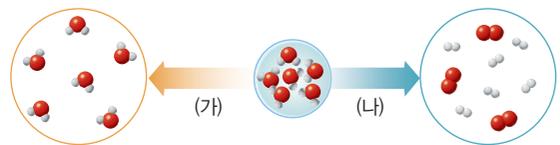
오답 피하기 ① (가)에서 분자의 종류는 달라지지 않는다.

④ (나)에서 분자의 종류가 달라진다.

⑤ 물리 변화와 화학 변화 모두에서 원자의 종류와 개수는 달라지지 않는다.

자료 분석

물리 변화와 화학 변화



- (가)는 분자의 배열이 변하여 분자 사이의 거리가 달라진다. → 물리 변화
- (나)는 원자의 배열이 변하여 한 종류의 분자가 두 종류의 분자로 분해된다. → 화학 변화



개념학습편

09 (가)는 물리 변화, (나)는 화학 변화이다. 뜨거운 프라이팬 위에 올려놓은 버터가 녹는 것은 고체에서 액체로의 용해(상태 변화)로 물리 변화이다.

10 연소는 물질이 산소와 빠르게 반응하는 것이다. 마그네슘이 연소하면 산화 마그네슘(MgO)이 생성된다.

11 ③ (다)에서 마그네슘 리본과 연소 후 남은 재에 묶은 염산을 떨어뜨리면 마그네슘 리본에서는 기체가 발생하지만, 연소 후 남은 재에서는 화학 변화가 일어나 성질이 달라졌으므로 기체가 발생하지 않는다.

오답 피하기 ①, ④ 마그네슘이 연소하면 산소와 반응하여 산화 마그네슘이 되는 것, 마그네슘에 묶은 염산을 떨어뜨리면 수소 기체가 발생하는 것은 모두 화학 변화이다. 화학 변화가 일어날 때는 원자의 배열이 달라진다.

② 마그네슘은 은백색이고, 광택이 있다. 연소 후 남은 재는 흰색이고, 광택이 없다.

⑤ 마그네슘은 광택이 있으나 연소 후 남은 재는 광택이 없고 색도 다르다. 또한 마그네슘과 연소 후 남은 재에 묶은 염산을 각각 떨어뜨리면 연소 후 남은 재에서는 기체가 발생하지 않는다. 이로부터 화학 변화가 일어나면 물질의 성질이 달라짐을 알 수 있다.

12 화학 반응식을 통해 물질의 질량은 알 수 없다.

13 화학 반응 전후의 입자 수가 반응에 따라 다를 수 있으므로 화살표 양쪽 계수의 총합이 항상 같지는 않다.

14 반응 전 수소 원자의 개수는 $2\text{H}_2\text{O}_2$ 에서 4개이고, 반응 후 산소 원자의 개수는 $2\text{H}_2\text{O}$ 와 O_2 에서 4개이다.

15 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같아야 한다. 탄소와 금속은 원소 기호로 화학식을 나타낸다.

오답 피하기 ① $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$ 또는 $2\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}$
 ② $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
 ③ $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$
 ④ $2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO}$

16 반응 전후 나트륨(Na) 원자의 개수가 같도록 반응물 앞에 계수 2를 써서 $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 이다. 따라서 계수의 총합은 $2+1+1+1=5$ 이다.

17 ③ 물 분자 1개는 3개의 원자로 이루어지고, 물 분자가 2개 생성되므로 생성물의 원자 수는 총 6이다.

오답 피하기 ① 물은 화살표 오른쪽에 있으므로 생성물이다.
 ② 계수비는 분자 수의 비를 나타내므로 반응 전의 분자 수는 3, 반응 후의 분자 수는 2이다.
 ④ 2H_2 에서 앞의 2는 수소 분자 수를, 뒤의 작은 숫자 2는 수소 분자를 이루는 수소 원자 수를 나타낸다. 즉, 2개의 수소 원자로 이루어진 수소 분자가 2개이므로 반응물의 수소 원자 수는 총 4이다.

⑤ 화학 반응식의 계수비는 분자 수의 비를 나타낸다. 산소와 물 분자 수의 비가 1 : 2이므로 산소 분자 1개가 반응하면 물 분자 2개가 생성된다.

18 A_2 분자 1개와 B_2 분자 3개가 모두 반응하여 생성물 분자 2개를 생성하므로 A 원자 2개와 B 원자 6개가 생성물 분자 2개를 만든다. 따라서 생성물 분자 1개는 A 원자 1개와 B 원자 3개로 이루어진다.

19 메테인이 연소하면 이산화 탄소와 물이 생성된다. 화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.



① 화학 반응식의 계수비는 분자 수의 비이므로 반응 전의 분자 수와 반응 후의 분자 수는 3으로 같다.

오답 피하기 ② 이산화 탄소를 석회수에 통과시키면 뿌옇게 흐려진다.

③ CO_2 와 H_2O 은 구성하는 원자 수가 3으로 같다.

④ 화학 반응식의 계수비는 반응하거나 생성되는 물질의 입자 수의 비를 나타낸다. 메테인과 산소의 계수비가 1 : 2이므로 메테인 분자 1개가 완전히 반응하기 위해서는 산소 분자 2개가 필요하다.

⑤ 메테인과 물의 계수비가 1 : 2이므로 메테인 분자 2개가 완전 연소하면 물 분자 4개가 생성된다.

20 ③ (나)에서 액체인 물이 기체인 수증기로 기화되면 분자 사이의 거리가 멀어진다.

오답 피하기 ① 설탕물에서 설탕은 성질을 잃지 않고 섞여 있으므로 맛은 변하지 않는다. 그러나 태운 설탕은 설탕의 성질을 가지지 않으므로 단맛이 없고 쓴맛이 난다.

② (가)에서 설탕 분자가 물 분자 사이에 끼어들어 있으므로 설탕이 보이지 않는다. 이때 분자의 크기는 달라지지 않는다.

④ 설탕은 탄소, 수소, 산소로 이루어진 물질이다. 설탕을 계속 가열하면 설탕의 성분 중 수소와 산소는 수증기가 되어 빠져나가고 탄소만 남게 되어 검게 변한다. 화학 변화가 일어나도 원자의 종류는 달라지지 않는다.

⑤ (다)는 화학 변화이므로 물질의 성질이 달라진다.

21 **예시 답안** 물리 변화가 일어날 때는 분자의 배열만 달라지고 분자의 종류는 바뀌지 않으므로 물질의 성질이 달라지지 않는다. 화학 변화가 일어날 때는 원자의 배열이 달라져 분자의 종류가 바뀌므로 물질의 성질이 달라진다.

채점 기준	배점(%)
물리 변화, 화학 변화가 일어날 때 물질의 성질 변화 여부를 분자나 원자의 배열을 이용하여 모두 옳게 설명한 경우	100
물리 변화와 화학 변화 중 1가지만 옳게 설명한 경우	50

22 (1) **예시 답안** 변한다. 원자의 배열이 달라져 반응 전과 다른 새로운 물질이 생성되기 때문이다.

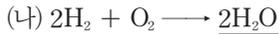
(2) 화학 반응식의 계수비는 분자 수의 비와 같으며, 계수비가 가장 간단한 정수비를 이루어야 한다.

예시 답안 $A_2 + B_2 \longrightarrow 2AB$

	채점 기준	배점(%)
(1)	성질의 변화를 옳게 쓰고, 그 까닭을 원자의 배열을 이용하여 옳게 설명한 경우	60
	성질의 변화만 옳게 쓴 경우	30
(2)	화학 반응식을 옳게 쓴 경우	40

23 가. 물질이 산소와 빠르게 반응하여 열과 빛을 내는 현상을 연소라고 한다. (가)는 메테인의 연소 반응, (나)는 수소의 연소 반응이므로 모두 화학 변화이다. 따라서 원자의 배열이 달라진다.

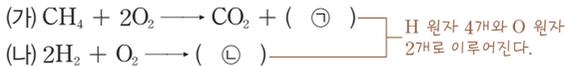
나. 화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.



오답 피하기 다. (가)에서 CH_4 분자 1개는 산소 분자 2개와 반응하고, (나)에서 H_2 분자 2개는 산소 분자 1개와 반응한다. 따라서 산소 분자 1개와 반응하는 분자 수는 CH_4 은 0.5이고, H_2 는 2이므로 산소 분자 1개와 반응하는 CH_4 과 H_2 분자 수의 비는 $0.5 : 2 = 1 : 4$ 이다.

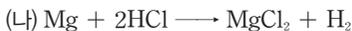
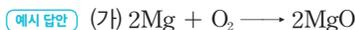
통합형 문제 분석

화학 반응식



- (가)는 메테인이 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물을 생성하는 반응이다. \Rightarrow ㉠에 들어갈 물질의 화학식은 H_2O 이고, 반응 전 H와 O 원자의 개수를 보아 계수는 2이다. 즉, ㉠은 $2H_2O$ 이다.
- (나)는 수소와 산소가 반응하여 물을 생성하는 반응이다. \Rightarrow ㉡에 들어갈 물질의 화학식은 H_2O 이고, 반응 전 H와 O 원자의 개수를 보아 계수는 2이다. 즉, ㉡은 $2H_2O$ 이다.
- (가)와 (나)는 모두 물질이 성질이 전혀 다른 물질로 변하는 화학 변화이다.

24 (1) **예시 답안** (가) 빛과 열이 발생한다. (나) 기체가 발생한다.
 (2) (가)는 Mg이 O_2 와 반응하여 MgO를 생성하는 반응이고, (나)는 Mg이 HCl과 반응하여 H_2 와 $MgCl_2$ 를 생성하는 반응이다.



	채점 기준	배점(%)
(1)	2가지 현상을 모두 옳게 쓴 경우	50
	1가지 현상만 옳게 쓴 경우	25
(2)	2가지 화학 반응식을 모두 옳게 쓴 경우	50
	1가지 화학 반응식만 옳게 쓴 경우	25

02 화학 반응의 규칙

기본 문제로 **가늠하다**

21쪽, 23쪽

- 01** (1) \times (2) \times (3) \circ **02** (1) 양금 (2) = **03** (1) 감소
 (2) 증가 (3) 일정 **04** ㉠ 화합물, ㉡ 질량비, ㉢ 일정 성분비
05 (가) 6개, (나) 3개 **06** (1) 4 : 1 (2) 3 g (3) 16 g **07** 18 g
08 (1) 부피 (2) 분자 (3) 분자 **09** (1) 1 : 1 : 2 (2) 기체 반응 법칙
 (3) $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$ **10** (1) 1 : 3 : 2 (2) 20, 수소, 10
11 (1) \circ (2) \circ (3) \times **12** (가) 수소, 4, (나) 12 **13** 같다.

- 01** (1) 질량 보존 법칙은 물리 변화와 화학 변화 모두에서 성립한다.
 (2) 기체 발생 반응이나 연소 반응에서도 반응하거나 생성된 기체의 질량을 고려하면 질량 보존 법칙이 성립한다.
- 02** (1) 탄산 이온과 칼슘 이온이 반응하여 탄산 칼슘의 흰색 앙금을 생성한다.
 (2) 앙금이 생성되어도 질량은 증가하지 않고 일정하다.
- 03** (1) 나무를 태우면 생성된 이산화 탄소와 수증기가 공기 중으로 날아가므로 질량이 감소한다.
 (2) 강철 솥을 가열하면 공기 중의 산소가 결합하므로 질량이 증가한다.
 (3) 앙금 생성 반응은 밀폐되지 않은 용기나 밀폐된 용기에서 모두 질량이 일정하다.
- 05** (가) 흰색 공 2개와 빨간색 공 1개가 결합한 A_2B 는 최대 6개를 만들 수 있으며, 이때 남은 공은 없다.
 (나) 흰색 공 2개와 빨간색 공 2개가 결합한 A_2B_2 는 최대 3개를 만들 수 있으며, 이때 흰색 공 6개가 남는다.
- 06** (1) 구리 4g과 반응하는 산소의 질량은 1g이므로 구리와 산소의 질량비는 구리 : 산소 = 4 : 1이다.
 (2) 질량비는 구리 : 산소 = 4 : 1이므로 구리 12g을 완전히 연소시키기 위해 필요한 산소의 질량 x 는 $4 : 1 = 12 : x$, $x = 3(g)$ 이다.
 (3) 질량비는 구리 : 산화 구리(II) = 4 : 5이므로 산화 구리(II) 20g을 얻기 위해 필요한 구리의 질량은 16g이다.
- 07** 질량비는 마그네슘 : 산화 마그네슘 = 3 : 5이므로 산화 마그네슘 30g 속 마그네슘의 질량 x 는 $3 : 5 = x : 30$, $x = 18(g)$ 이다.
- 10** 질소와 수소가 반응하여 암모니아가 생성되는 반응에서 기체의 부피비는 질소 : 수소 : 암모니아 = 1 : 3 : 2이다.
- 11** (3) 수증기 생성 반응에서 반응에 참여하는 기체의 부피비는 수소 : 산소 : 수증기 = 2 : 1 : 2이므로 수소 4 mL와 산소 2 mL가 반응하여 수증기 4 mL가 생성된다.



개념학습편

- 12 실험 1, 2에서 수증기 생성 반응의 부피비는 수소 : 산소 : 수증기 = 2 : 1 : 2이다. 따라서 실험 3에서 수소 16 mL와 산소 6 mL가 반응하면 수증기 12 mL가 생성되고, 수소 4 mL가 남는다. 즉, (가)는 수소, 4이고, (나)는 12이다.
- 13 온도와 압력이 일정할 때 모든 기체는 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있다.

탐구 올림돌 돋보기

24쪽

01 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 02 해설 참조

- 01 (2) 실험 ①에서는 기체가 발생하지 않으므로 뚜껑을 열어 두어도 빠져나가는 물질이 없다. 따라서 뚜껑을 열기 전후 질량은 변하지 않는다. 실험 ②에서는 뚜껑을 열면 발생한 이산화 탄소 기체가 빠져나가므로 질량이 감소할 것이다. (3) 탄산수소 나트륨과 식초를 반응시키면 이산화 탄소 기체가 발생한다.
- 02 반응 전후 입자의 종류와 개수는 변하지 않으므로 혼합 용액의 수용액 속에 나트륨 이온(●) 2개와 염화 이온(★) 2개를 그려 넣어야 한다.

예시 답안



탐구 올림돌 돋보기

25쪽

01 (1) ○ (2) ○ (3) × 02 (1) 1 : 8, 1 : 16 (2) 64 g

- 01 (3) 빨간색 공 4개와 흰색 공 6개로 물 분자 모형을 만들면 물 분자 모형 3개를 만들고, 빨간색 공 1개가 남는다.
- 02 (1) 물은 수소 원자 2개와 산소 원자 1개로 이루어져 있으므로 질량비는 $(1 \times 2) : (16 \times 1) = 1 : 8$ 이다. 과산화 수소는 수소 원자 2개와 산소 원자 2개로 이루어져 있으므로 질량비는 $(1 \times 2) : (16 \times 2) = 1 : 16$ 이다.
(2) 과산화 수소를 구성하는 수소와 산소의 질량비가 수소 : 산소 = 1 : 16이므로 과산화 수소 68 g 속 산소의 질량은 $68 \times \frac{16}{17} = 64$ (g)이다. 즉, 과산화 수소 68 g 속에 수소 4 g과 산소 64 g이 들어 있다.

대표 문제로 실력 확인하기

26~29쪽

- 01 ② 02 ⑤ 03 ③ 04 (가)=(나)>(다) 05 16 g
06 ④ 07 (가) 16 g, (나) 3 : 2 08 2개 09 1 : 1 10 ②
11 ① 12 ③ 13 (가) 산소, 0.2 g, (나) 5.4 g 14 ③
15 ③ 16 ⑤ 17 20 mL 18 2 : 1 : 2 19 ⑤

고난도·서울명 문제

- 20 ② 21 (1) 질량 보존 법칙이 성립한다. 철과 결합한 공기 중의 산소의 질량을 고려하면 반응 전후 질량이 같기 때문이다. (2) 7 : 3. 산화 철을 이루는 산소의 질량은 생성된 산화 철의 질량에서 반응한 강철 속의 질량을 뺀 값이므로 24 g이다. 따라서 철과 산소의 질량비는 철 : 산소 = 56 : 24 = 7 : 3이다. 22 ① 23 일산화 탄소는 12 : 16 = 3 : 4이고, 이산화 탄소는 12 : (16 × 2) = 3 : 8이다. 결합하는 탄소와 산소 원자의 개수비(탄소 : 산소)가 일산화 탄소는 1 : 1, 이산화 탄소는 1 : 2로 다르기 때문이다. 24 (1) 3 L, 2N개 (2) 화학 반응 전후 원자의 종류와 개수가 변하지 않으므로 질량 보존 법칙이 성립한다. 질소와 수소가 결합할 때 일정한 개수비로 결합하므로 일정 성분비 법칙이 성립한다. 반응하는 기체의 부피비가 일정하므로 기체 반응 법칙이 성립한다 중 2가지

- 01 ② 양금이 생성되는 반응에서도 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같으므로 질량 보존 법칙이 성립한다.
오답 피하기 ① 물리 변화와 화학 변화 모두에서 원자의 종류와 개수가 변하지 않는다. 따라서 물리 변화와 화학 변화 모두에서 질량 보존 법칙이 성립한다.
③ 기체가 발생하는 반응에서 발생한 기체의 질량을 고려하면 질량 보존 법칙이 성립한다.
④ 반응 전과 후 물질의 전체 질량은 변하지 않으므로 반응물의 총 질량과 생성물의 총 질량은 같다.
⑤ 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같으므로 질량 보존 법칙이 성립한다.
- 02 ⑤ 염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액이 반응하면 염화 은의 흰색 양금이 생성되므로 용액이 뿌옇게 흐려진다. 이때 반응 전후 원자의 종류와 개수는 변하지 않으므로 질량은 변하지 않는다.
오답 피하기 ① 물리 변화와 화학 변화 모두에서 원자의 종류와 개수는 변하지 않는다. 따라서 양금 생성 반응에서도 반응 후 원자의 종류는 변하지 않는다.
② 반응 전후 원자의 배열만 달라지고 원자의 종류와 개수는 변하지 않으므로 양금이 생성되어도 질량은 변하지 않는다.
③ 염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액을 섞으면 염화 은의 흰색 양금이 생성되는 반응이 일어난다. 이때 기체는 발생하지 않는다.
④ 화학 반응이 일어나면 원자의 배열이 변하여 분자의 종류가 달라지므로 새로운 물질이 생성된다.

03 ③ 강철 솜이 연소하면 결합한 산소의 질량만큼 질량이 증가한다.

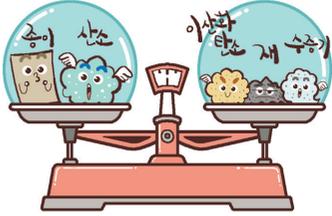
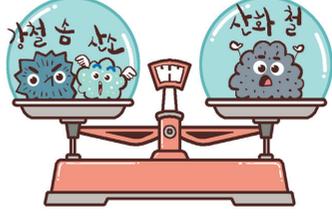
오답 피하기 ① 종이를 태우면 생성된 이산화 탄소와 수증기가 공기 중으로 날아가므로 질량이 감소한다.

②, ⑤ 밀폐되지 않은 용기에서 물에 설탕을 녹이거나 양금이 생성되는 반응이 일어나도 반응 전후 질량은 변하지 않는다.

④ 탄산 칼슘에 식초를 떨어뜨리면 이산화 탄소 기체가 발생하여 공기 중으로 날아가므로 질량이 감소한다.

개념 더하기

종이와 강철 솜의 연소 반응에서 질량 변화

종이	<p>반응 후 질량이 감소하는 것처럼 보이지만 반응한 산소와 생성된 이산화 탄소, 수증기의 질량을 고려하면 질량은 일정하다.</p> 
강철 솜	<p>강철 솜이 산소와 결합하여 질량이 증가하는 것처럼 보이지만 강철 솜과 결합한 산소의 질량을 고려하면 질량은 일정하다.</p> 

04 탄산 칼슘과 묽은 염산이 반응하면 이산화 탄소 기체가 발생한다. (나)에서는 기체가 빠져나가지 않으므로 질량이 변하지 않고, (다)에서는 기체가 빠져나가므로 질량이 감소한다.

05 과산화 수소의 질량=(물+산소)의 질량이므로, 발생한 산소의 질량은 $34 - 18 = 16(g)$ 이다.

06 ④ 밀폐되지 않은 용기에서 철을 연소시키면 질량이 증가하므로 저울이 (나) 쪽으로 기울어진다.

오답 피하기 ① 철이 산소와 반응하여 철과는 다른 물질이 되므로 (가)에서 (나)로의 변화는 화학 변화이다.

② 연소 전과 후 질량이 일정하므로 질량 보존 법칙이 성립한다.

③ 산화 철은 철과 산소가 일정한 개수비로 결합한 물질로 철과 산소의 질량비는 일정하다.

⑤ 철과 산소가 일정한 질량비로 반응하므로 (나)에서 철이 모두 반응한 후 산소 기체가 남아 있다. 이로부터 일정 성분비 법칙을 확인할 수 있다.

07 (가) 질량 보존 법칙에 의해 산소의 질량=산화 마그네슘의 질량-마그네슘의 질량= $40 - 24 = 16(g)$ 이다.

(나) 산화 마그네슘을 구성하는 마그네슘과 산소의 질량비는 마그네슘 : 산소= $24 : 16 = 3 : 2$ 이다.

08 BN_2 는 B 1개와 N 2개로 이루어지므로 BN_2 2개를 만들고, N 2개가 남는다.

09 BN_2 를 이루는 B와 N의 개수비는 B : N= $1 : 2$ 이므로 질량비는 B : N= $6 : (3 \times 2) = 1 : 1$ 이다.

10 ② 일정 성분비 법칙은 화합물에서는 성립하나 혼합물에서는 성립하지 않는다. 소금물은 혼합물로 소금과 물의 혼합 비율에 따라 농도가 달라진다.

오답 피하기 ①, ③, ④, ⑤ 물, 암모니아, 산화 구리(II), 염화 나트륨은 화합물이므로 일정 성분비 법칙이 성립한다.

11 구리와 산소는 4 : 1의 질량비로 반응하므로 구리 4g을 가열하여 모두 반응시키면 산화 구리(II) 5g이 생성된다. 따라서 도가니의 처음 질량은 24g이고, 전체 질량이 증가하다가 반응이 완결된 후 25g으로 일정해진다.

12 ㄱ. 질소 기체 14g과 수소 기체 3g이 모두 반응하므로 질량 보존 법칙에 따라 생성된 암모니아의 질량은 17g이다.
ㄴ. 암모니아를 구성하는 질소와 수소의 질량비가 14 : 3이고, 원자의 상대적 질량비가 14 : 1이므로 질소와 수소 원자의 개수비는 질소 : 수소= $1 : 3$ 이다.

오답 피하기 ㄷ. 암모니아를 구성하는 질소와 수소는 일정한 질량비로 반응하므로 수소 기체의 질량을 6g으로 늘려도 생성된 암모니아의 질량은 더 이상 증가하지 않는다.

13 수소와 산소는 1 : 8의 질량비로 반응하므로 수소 0.6g과 산소 4.8g이 반응하고, 산소 0.2g이 남는다. 이때 생성되는 물의 질량은 $0.6 + 4.8 = 5.4(g)$ 이다.

자료 분석

일정 성분비 법칙

실험	반응 전 기체의 질량(g)		반응 후 남은 기체의 종류와 질량(g)
	수소	산소	
1	0.3	3.0	산소, 0.6
2	0.9	6.4	수소, 0.1

- 실험 1에서 수소 0.3g과 산소 2.4($=3.0 - 0.6$)g이 반응한다.
- 실험 2에서 수소 0.8($=0.9 - 0.1$)g과 산소 6.4g이 반응한다.
- ➔ 물의 합성 반응에서 수소와 산소는 1 : 8의 질량비로 반응한다.

14 ㄱ. 수소와 염소는 1 : 1의 부피비로 반응하므로 수소 10 mL와 완전히 반응하는 염소의 부피는 10 mL이다.

ㄷ. 수소와 염화 수소의 계수비가 수소 : 염화 수소= $1 : 2$ 이므로 수소 분자 2개가 반응하면 염화 수소 분자 4개가 생성된다.



개념학습편

오답 피하기 L. 반응 전후 분자의 개수는 같으나 질량 보존 법칙이 성립하는 것은 원자의 종류와 개수가 같기 때문이다.

15 기체 1부피에는 분자가 1개씩 들어가므로 질소 원자 2개와 수소 원자 6개가 암모니아 분자 2개를 생성한다. 따라서 암모니아 분자는 질소 원자 1개와 수소 원자 3개로 이루어진다.

16 ⑤ 기체의 반응에서 화학 반응식의 계수비=분자 수의 비=부피비이다. 따라서 기체의 부피비는 질소 : 암모니아 = 1 : 2이므로 질소 10 mL가 모두 반응하면 암모니아 20 mL가 생성된다.

오답 피하기 ① 반응 전은 4부피, 반응 후는 2부피로 기체의 부피는 감소한다.

② 수소와 질소는 3 : 1의 부피비로 반응한다. 주어진 모형만으로 질량비는 알 수 없다.

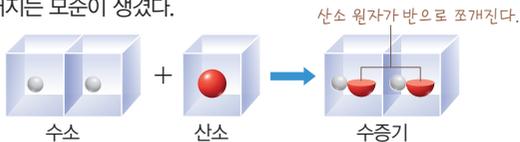
③ 각 기체 1부피에 들어 있는 분자 수는 같다.

④ 질소 분자 1개는 수소 분자 3개와 반응한다.

개념 더하기

아보가드로 법칙

게이뤼삭은 기체 반응 법칙을 원자설과 관련지어 원자 모형으로 설명하고자 하였지만 기체 반응 법칙을 원자 모형으로 설명하면 원자가 쪼개지는 모순이 생겼다.



이러한 모순을 해결하기 위해 아보가드로는 기체 물질은 분자라는 단위 입자로 이루어져 있을 것이라고 생각하고, 온도와 압력이 같을 때 같은 부피 속에는 같은 수의 분자가 들어 있다는 분자설을 제안하였다. 이후 아보가드로의 분자설은 실험으로 확인되었으며, "일정한 온도와 압력에서 모든 기체는 같은 부피 속에 같은 수의 분자를 갖는다."라는 아보가드로 법칙으로 인정받았다.



17 일산화 탄소와 산소, 이산화 탄소 기체는 2 : 1 : 2의 부피비로 반응한다. 따라서 x 는 일산화 탄소, 20 mL이고, y 는 산소, 10 mL이므로 x 와 y 를 반응시키면 이산화 탄소 20 mL가 생성된다.

18 기체의 반응에서 화학 반응식의 계수비는 기체의 부피비와 같다. 따라서 기체의 부피비와 계수비는 일산화 탄소 : 산소 : 이산화 탄소 = 2 : 1 : 2이다.

19 ⑤ 기체의 부피비는 수소 : 산소 : 수증기 = 2 : 1 : 2이므로 수소 기체 20 mL와 산소 기체 10 mL가 반응하면 수증기 20 mL가 생성된다.

오답 피하기 ① 수소 2부피와 산소 1부피가 반응하므로 수소와 산소의 부피비는 수소 : 산소 = 2 : 1이다.

② 산소와 수증기의 부피비가 산소 : 수증기 = 1 : 2이므로 분자 수의 비도 산소 : 수증기 = 1 : 2이다.

③ 질량 보존 법칙과 일정 성분비 법칙에 의해 수소 2 g과 산소 16 g이 반응하면 수증기 18 g이 생성된다.

④ 수증기는 수소 원자 2개와 산소 원자 1개로 구성되며, 원자의 상대적 질량비는 1 : 16이므로 수증기를 구성하는 원소의 질량비는 수소 : 산소 = $(2 \times 1) : 16 = 1 : 8$ 이다.

20 ② A 이후 양극의 높이가 더 이상 높아지지 않고 일정한 것은 반응할 질산 납 수용액이 없기 때문이다.

오답 피하기 ① 10% 질산 납 수용액 6 mL가 모두 반응할 때까지 가한 10% 아이오딘화 칼륨 수용액의 부피가 6 mL이므로 농도가 같은 질산 납 수용액과 아이오딘화 칼륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다.

③ B에는 아이오딘화 칼륨 수용액이 남아 있으므로 질산 납 수용액을 넣으면 양극의 양이 증가한다.

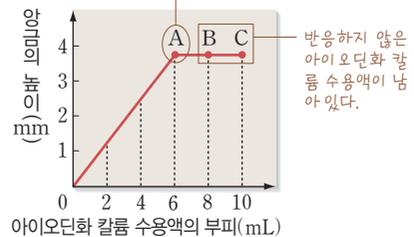
④ 아이오딘화 납을 이루는 납과 아이오딘이 정해진 개수비로 결합하므로 일정한 비율을 넘는 반응물이 반응하지 않고 남는다. 따라서 납과 아이오딘의 질량비는 일정하다.

⑤ 일정량의 질산 납 수용액에 아이오딘화 칼륨 수용액의 양을 2 mL씩 증가시키며 넣었으므로 A, B, C에서 전체 질량은 $A < B < C$ 이다.

통합형 문제 분석

아이오딘화 납 양극 생성 반응

질산 납 수용액과 아이오딘화 칼륨 수용액이 모두 반응한다.



- 질산 납 수용액과 아이오딘화 칼륨 수용액이 반응하면 아이오딘화 납의 노란색 양극이 생성된다.
- A 이후 양극의 높이가 더 이상 증가하지 않는 까닭: 아이오딘화 칼륨과 반응할 수 있는 질산 납이 없기 때문이다.
- 질산 납 수용액 6 mL에 아이오딘화 칼륨 수용액 6 mL를 넣은 A에서 완전히 반응하였다. \rightarrow 같은 농도의 질산 납 수용액과 아이오딘화 칼륨 수용액은 1 : 1의 부피비로 반응한다.
- 일정량의 질산 납 수용액과 반응하는 아이오딘화 칼륨 수용액의 양은 일정하다. \rightarrow 아이오딘화 납을 구성하는 납과 아이오딘의 질량비는 일정하다.

21 (1) **예시답안** 질량 보존 법칙이 성립한다. 철과 결합한 공기 중의 산소의 질량을 고려하면 반응 전후 질량이 같기 때문이다.

(2) **예시 답안** 7 : 3, 산화 철을 이루는 산소의 질량은 생성된 산화 철의 질량에서 반응한 강철 속의 질량을 뺀 값이므로 24 g이다. 따라서 철과 산소의 질량비는 철 : 산소 = 56 : 24 = 7 : 3이다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	질량 보존 법칙이 성립함을 그 까닭을 포함하여 옳게 설명한 경우	50
	질량 보존 법칙이 성립한다고만 쓴 경우	25
(2)	질량비를 구하는 과정을 포함하여 옳게 설명한 경우	50
	질량비만 옳게 쓴 경우	25

- 22** ① (가)의 화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.
 $C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$
오답 피하기 ② 기체 반응 법칙은 반응물과 생성물이 모두 기체인 경우에 성립한다. (가)에서 에탄올은 실온에서 액체, (나)에서 구리와 산화 구리(II)는 실온에서 고체이므로 기체 반응 법칙이 성립하지 않는다.
 ③ 화학 반응식의 계수비는 물질의 입자 수의 비이므로 반응 후 입자 수는 (가)에서 증가하고, (나)에서 감소한다.
 ④ 산화 구리(II)를 구성하는 구리와 산소 원자의 개수비는 1 : 1이지만, 구리와 산소 원자의 상대적 질량은 다르므로 질량비는 1 : 1이 아니다.
 ⑤ (가)에서는 기체가 발생하므로 반응 후 질량이 감소하고, (나)에서는 구리가 산소와 결합하므로 질량이 증가한다.

23 **예시 답안** 일산화 탄소는 12 : 16 = 3 : 4이고, 이산화 탄소는 12 : (16 × 2) = 3 : 8이다. 결합하는 탄소와 산소 원자의 개수 비(탄소 : 산소)가 일산화 탄소는 1 : 1, 이산화 탄소는 1 : 2로 다르기 때문이다.

	채점 기준	배점(%)
	질량비를 모두 옳게 구하고, 질량비가 다른 까닭을 옳게 설명한 경우	100
	질량비만 옳게 구한 경우	50

24 (1) 기체의 부피비는 질소 : 수소 : 암모니아 = 1 : 3 : 2이므로 질소 1 L와 수소 3 L가 반응하여 암모니아 2 L를 생성한다. 이때 같은 온도와 압력에서 같은 부피 속에 들어 있는 분자 수는 같으므로 암모니아 2 L에는 암모니아 분자 2N개가 들어 있다.

(2) 질량 보존 법칙, 일정 성분비 법칙, 기체 반응 법칙이 모두 성립한다.

예시 답안 화학 반응 전후 원자의 종류와 개수가 변하지 않으므로 질량 보존 법칙이 성립한다. 질소와 수소가 결합할 때 일정한 개수비로 결합하므로 일정 성분비 법칙이 성립한다. 반응하는 기체의 부피비가 일정하므로 기체 반응 법칙이 성립한다 중 2가지

	채점 기준	배점(%)
	2가지 법칙을 모두 옳게 설명한 경우	100
	1가지 법칙만 옳게 설명한 경우	50

03 화학 반응과 에너지 변화

기본 문제로 **가늠** **다지기**

31쪽

- 01** 에너지 **02** (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) ○ **03** (1) 흡열 (2) 발열 (3) 발열 (4) 흡열 (5) 발열 (6) 흡열 **04** (1) ○ (2) × (3) ○
05 ㉠ 방출, ㉡ 높아, ㉢ 흡수, ㉣ 낮아 **06** (1) 흡열 (2) 발열 (3) 발열 (4) 흡열

- 02** (2) 발열 반응은 주변으로 에너지를 방출하는 반응이므로 발열 반응이 일어나면 주변의 온도가 높아진다.
 (3) 산과 염기의 중화 반응은 주변으로 에너지를 방출하는 발열 반응이다.
- 03** (1) 식물은 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물로부터 포도당을 합성하고, 산소 기체를 내놓는다.
 (2) 금속이 공기 중의 산소와 반응하여 녹슬 때 에너지를 방출한다.
 (3) 메테인이 공기 중의 산소와 반응하면 빛과 열을 내며 연소한다.
 (4) 고체인 얼음이 액체인 물로 용해(상태 변화)할 때 에너지를 흡수한다.
 (5) 산과 금속이 반응할 때 에너지를 방출한다.
 (6) 물에 전류를 흘려주면 물이 전기 에너지를 흡수하여 수소와 산소로 분해된다.
- 04** (2) 흡열 반응이 일어나면 주변의 온도가 낮아진다.
- 06** 발열 도시락, 연소 반응은 반응이 일어날 때 방출하는 에너지를 이용하는 것이다. 냉찜질 팩은 질산 암모늄이 물과 반응할 때 에너지를 흡수하는 반응을, 냉장고의 냉장실은 증발기에서 냉매가 기화할 때 에너지를 흡수하는 반응을 이용한 것이다.

탐구 **올리드 돋보기**

32쪽

- 01** (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × **02** ㉤

- 01** (3) 나무판 위의 물은 에너지를 방출하여 얼음으로 응고된다.
 (4) 에너지를 흡수하는 반응이 일어나면 주변의 온도가 낮아진다.
- 02** 염화 암모늄과 수산화 바륨의 반응은 흡열 반응이다. 탄산 수소 나트륨을 가열하면 에너지를 흡수하여 탄산 나트륨과 이산화 탄소, 물로 분해된다.
 $2NaHCO_3 \xrightarrow{\text{가열}} Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$



탄수화물 올리트 돋보이기

33쪽

01 (1) × (2) × (3) × (4) ○ 02 발열 반응

- 01 (1) 철이 공기 중의 산소와 반응할 때 에너지를 방출하므로 손난로에 이용할 수 있다.
(2) 실험 ①에서는 에너지를 방출하는 반응이 일어나고, 실험 ②에서는 에너지를 흡수하는 반응이 일어난다.
(3) 철이 산소와 모두 반응하면 더 이상 반응이 일어나지 않으므로 손난로는 재사용할 수 없다.
- 02 휴대용 가열 용기는 산화 칼슘과 물이 반응할 때 방출하는 에너지로 음식을 가열한다.

대표 문제로 실력 확장이 하기

34~37쪽

- 01 ⑤ 02 ③ 03 ⑤ 04 ① 05 ③ 06 ④ 07 ④
- 08 ⑤ 09 ② 10 ③ 11 (가) 나, (나) 가, (다) 다
- 12 (가), (나) 13 A, B 14 ③

고난도·심층형 문제

15 (1) 나무편이 삼각 플라스크에 달라붙어 같이 들려 올라온다. (2) 삼각 플라스크 안에서 수산화 바륨과 염화 암모늄이 반응할 때 주변의 에너지를 흡수하므로 나무편 위의 물이 얼어 삼각 플라스크가 나무편에 달라붙기 때문이다. 16 (가), (나), (다)의 반응은 에너지를 방출하는 발열 반응이고, (라)의 반응은 에너지를 흡수하는 흡열 반응이다. 17 산화 칼슘과 물이 반응하면서 방출하는 에너지를 이용하여 음식물을 데우거나, 구제역을 일으키는 바이러스를 사멸시킬 수 있다. 18 ②, ⑤ 19 가, 다

- 01 ⑤ 화석 연료가 연소할 때 빛과 열에너지를 방출하고, 물을 전기 분해 할 때 전기 에너지를 흡수한다. 이처럼 발열 반응이나 흡열 반응이 일어날 때 항상 열에너지만 출입하는 것은 아니다.
오답 피하기 ①, ③ 에너지를 방출하는 반응을 발열 반응이라고 한다. 발열 반응이 일어나면 주변으로 에너지를 방출하므로 주변의 온도가 높아진다.
②, ④ 에너지를 흡수하는 반응을 흡열 반응이라고 한다. 흡열 반응이 일어나면 주변에서 반응이 일어나는 쪽으로 에너지가 이동하므로 주변의 온도가 낮아진다.
- 02 가, 다. (가)는 금속과 산의 반응, (나)는 산과 염기의 중화 반응으로 모두 발열 반응이다. 따라서 주변으로 에너지를 방출하므로 용액의 온도가 높아진다.

오답 피하기 나. (가)에서는 수소 기체가 발생하고, (나)에서는 기체가 발생하지 않는다.

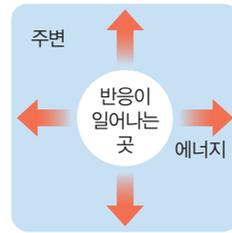
- 03 주어진 그림은 반응이 일어나는 곳에서 주변으로 에너지를 방출하는 발열 반응이다.
가, 나. 반응이 일어날 때 주변으로 에너지를 방출하므로 발열 반응이다. 발열 반응이 일어나면 주변의 온도가 높아지므로 삼각 플라스크를 손으로 만지면 따뜻하다.
다. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응에서는 에너지를 방출하므로 그림과 에너지 출입이 같다.

개념 더하기

발열 반응에서 에너지 이동

발열 반응이 일어나면 반응이 일어나는 곳에서 주변으로 에너지가 이동하므로 주변의 온도가 높아진다.

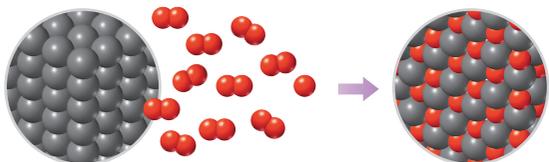
예 산과 금속의 반응, 산과 염기의 반응, 화석 연료의 연소 등



- 04 가. 철가루와 산소의 반응, 뷰테인의 연소 반응은 에너지를 방출하는 발열 반응이다.
오답 피하기 나. 화학 변화는 (가)와 (나)의 2가지이며, (다)는 기화(상태 변화)로 물리 변화이다.
다. (가)와 (나)는 에너지를 방출하고, (다)는 에너지를 흡수하므로 에너지가 출입하는 변화는 3가지이다.
- 05 발열 반응이 일어날 때는 주변으로 에너지를 방출하므로 주변의 온도가 높아진다.
가. 철가루와 산소가 반응할 때는 에너지를 방출하므로 주변의 온도가 높아진다.
나. 산화 칼슘과 물이 반응할 때는 에너지를 방출하므로 주변의 온도가 높아진다.
오답 피하기 다. 염화 암모늄과 수산화 바륨이 반응할 때는 주변에서 에너지를 흡수하므로 주변의 온도가 낮아진다.
- 06 ④ 철과 산소가 반응할 때는 에너지를 방출하므로 주변의 온도가 높아진다.
오답 피하기 ① 산화 철은 철과 산소가 결합한 화합물로 성분 원소인 철과는 다른 물질이다. 따라서 산화 철과 철은 성질이 다르다.
② 철과 산소의 반응은 에너지를 방출하는 반응이다.
③ 질량 보존 법칙이 성립하므로 산화 철의 질량은 (철 + 산소)의 질량과 같다.
⑤ 산화 철은 철과 산소가 일정한 개수비로 결합하므로 철과 산소의 질량비는 일정하다.

개념 더하기

산화 철의 생성 반응



철(Fe) 산소(O₂) 산화 철(Fe₂O₃)

- 철은 수많은 원자가 규칙적으로 배열되어 있으므로 원소 기호로 나타낸다.
- 산화 철은 철 이온(Fe³⁺)과 산화 이온(O²⁻)이 2 : 3의 개수비로 결합하여 만들어진다.
 - ➔ 산화 철을 이루는 철과 산소의 질량비는 일정하다.
 - ➔ 일정 성분비 법칙이 성립한다.
- (철 + 산소)의 질량은 산화 철의 질량과 같다.
 - ➔ 질량 보존 법칙이 성립한다.

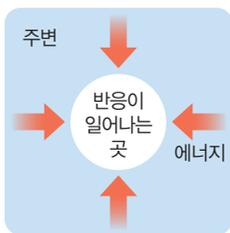
- 07** 주어진 그림은 반응이 일어날 때 주변의 에너지를 흡수하는 흡열 반응이다. 질산 암모늄과 물이 반응하면 주변의 온도가 낮아지므로 이 반응은 흡열 반응이다.
- ㄴ. 물의 전기 분해는 전기 에너지를 흡수하여 일어나는 흡열 반응이므로 질산 암모늄과 물의 반응과 에너지 출입이 같다.
- ㄷ. 흡열 반응이 일어나면 주변의 온도가 낮아진다.
- 오답 피하기** ㄱ. 반응이 일어날 때 에너지를 흡수하므로 흡열 반응이다.

개념 더하기

흡열 반응에서 에너지 이동

흡열 반응이 일어나면 반응이 일어나는 곳의 주변에서 반응이 일어나는 곳으로 에너지가 이동하므로 주변의 온도가 낮아진다.

예 물의 전기 분해, 광합성 등



- 08** 삼각 플라스크 안에서 반응이 일어나면 나무판 위의 물이 얼면서 나무판과 삼각 플라스크가 달라붙는다.
- ㄱ, ㄷ. 수산화 바륨과 염화 암모늄의 반응은 에너지를 흡수하는 흡열 반응으로 질산 암모늄과 물의 반응과 에너지의 출입이 같다.
- ㄴ. 삼각 플라스크 안에서 반응이 일어날 때 주변에서 에너지를 흡수하므로 나무판 위의 물이 에너지를 빼앗긴다. 따라서 물은 열에너지를 방출하여 응고된다.

- 09** 철이 녹스는 반응, 세포 호흡은 발열 반응이다. 광합성, 탄산수소 나트륨의 분해 반응은 흡열 반응이다.

개념 더하기

세포 호흡과 광합성에서 에너지 출입

- 세포 호흡: 산소가 포도당과 반응하여 이산화 탄소와 물로 되면서 에너지를 방출하는 반응으로 발열 반응이다.
- 광합성: 식물이 태양의 빛에너지를 흡수하여 뿌리에서 빨아올린 물과 잎에서 흡수한 이산화 탄소로 포도당과 산소를 합성하는 반응으로 흡열 반응이다.

- 10** 냉각 장치에 이용할 수 있는 반응은 에너지를 흡수하는 흡열 반응이다. 질산 암모늄과 물의 반응은 흡열 반응이다.
- 오답 피하기** ①, ②, ④, ⑤는 모두 발열 반응이다.
- 11** 발열 도시락은 산화 칼슘과 물의 반응을, 손난로는 철과 산소의 반응을, 냉찜질 팩은 질산 암모늄과 물의 반응을 이용한 것이다.
- 12** (가)와 (나)는 에너지를 방출하는 반응을 활용한 장치이고, (다)는 에너지를 흡수하는 반응을 활용한 장치이다.
- 13** • 학생 A: 물과 수산화 나트륨이 반응하면 에너지를 방출하므로 용액의 온도가 높아진다.
 • 학생 B: 물과 염화 칼륨이 반응하면 에너지를 흡수하므로 용액의 온도가 낮아진다. 냉찜질 팩은 질산 암모늄과 물이 반응할 때 에너지를 흡수하는 흡열 반응을 이용한 것이므로 염화 칼륨과 물의 반응은 냉찜질 팩에서 일어나는 반응과 에너지 출입이 같다.
- 오답 피하기** • 학생 C: 고체 물질과 물이 반응할 때 물질의 종류에 따라 에너지를 방출하기도 하고, 에너지를 흡수하기도 한다.
- 14** 질산 암모늄과 물의 반응은 에너지를 흡수하는 흡열 반응이므로 주변의 온도가 낮아진다.
- ㄱ, ㄴ. 물과 질산 암모늄이 반응할 때 주변의 에너지를 흡수하므로 비닐 팩이 차가워진다.
- 오답 피하기** ㄷ. 이 반응이 일어나면 주변의 온도가 낮아지므로 냉찜질 팩을 만드는 데 이용할 수 있다.

- 15** (1) **예시 답안** 나무판이 삼각 플라스크에 달라붙어 같이 들려 올라온다.
- (2) **예시 답안** 삼각 플라스크 안에서 수산화 바륨과 염화 암모늄이 반응할 때 주변의 에너지를 흡수하므로 나무판 위의 물이 얼어 삼각 플라스크가 나무판에 달라붙기 때문이다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	나무판과 삼각 플라스크가 달라붙어 같이 들린다고 설명한 경우	40
(2)	에너지 출입을 이용하여 삼각 플라스크와 나무판이 달라붙는 까닭을 옳게 설명한 경우	60
	삼각 플라스크 안에서 흡열 반응이 일어난다고만 설명한 경우	30



개념학습편

16 **예시 답안** (가), (나), (다)의 반응은 에너지를 방출하는 발열 반응이고, (라)의 반응은 에너지를 흡수하는 흡열 반응이다.

채점 기준	배점(%)
분류 기준을 옳게 설명한 경우	100

17 **예시 답안** 산화 칼슘과 물이 반응하면서 방출하는 에너지를 이용하여 음식물을 데우거나, 구제역을 일으키는 바이러스를 사멸시킬 수 있다.

채점 기준	배점(%)
예시 답안과 같이 옳게 설명한 경우	100
에너지를 방출하기 때문이라고만 쓴 경우	50

18 ②, ⑤ 탄산수소 나트륨을 가열하면 에너지를 흡수하여 탄산 나트륨, 물, 이산화 탄소가 분해된다. 이때 발생한 이산화 탄소가 공기 중으로 빠져나가면서 빵의 단면에 구멍이 생긴다.

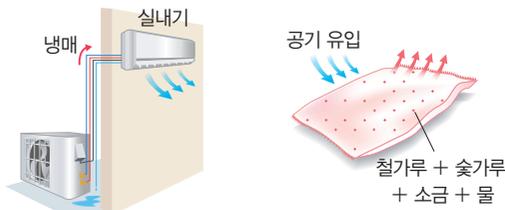
- 오답 피하기** ① 탄산수소 나트륨이 열분해될 때 산소와 반응하지 않는다.
 ③ 탄산수소 나트륨은 에너지를 흡수하여 분해된다.
 ④ 탄산수소 나트륨이 분해될 때 이산화 탄소 기체가 생성된다.

19 ㄱ, ㄷ. 에어컨의 실내기에서는 액체 상태의 냉매가 기체 상태로 변하면서 에너지를 흡수하므로 실내가 시원해진다. 손난로에서는 철가루가 산소와 반응하여 산화 철로 되면서 에너지를 방출하므로 손난로가 따뜻해진다.

오답 피하기 ㄴ, ㄹ. 에어컨의 실내기는 액체 상태의 냉매가 기화하는 물리 변화에서 출입하는 에너지를, 손난로는 철가루의 화학 변화에서 출입하는 에너지를 이용한다.

통합형 문제 분석

에너지 출입을 활용한 장치



(가) 에어컨의 실내기

(나) 손난로

• (가) 에어컨의 실내기: 에어컨의 실내기에서는 액체 냉매가 기화하면서 열에너지를 흡수하여 실내 공기를 시원하게 한다. 한편 에어컨의 실외기에서는 기체 냉매가 다시 액화하면서 열에너지를 방출하므로 더운 바람이 나온다.

→ 에어컨에서 일어나는 변화는 물리 변화이다.

• (나) 손난로: 철가루가 산소와 반응하면서 열에너지를 방출하므로 따뜻해진다.

→ 손난로에서 일어나는 변화는 화학 변화이다.

실전 문제 I 단원 마무리하기

39~41쪽

01 ④ **02** 물리 변화는 물질의 상태나 모양만 달라지고 물질의 성질은 변하지 않지만, 화학 변화는 물질의 성질이 변하여 새로운 물질이 생성되기 때문이다. **03** ② **04** ①, ② **05** ④ **06** 11 **07** ④ **08** ③ **09** (가)<(나), 강철 솜과 반응한 산소의 질량까지 고려하면 질량 보존 법칙이 성립한다. **10** ⑤ **11** (가) 50 g, (나) 구리, 10 g **12** 33 g **13** 100 mL **14** ② **15** ④ **16** ⑤ **17** ②, ④ **18** 온도가 25 °C보다 높아진다. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응할 때 에너지를 방출하기 때문이다.

01 화학 변화가 일어날 때 물질은 처음과 전혀 다른 새로운 물질로 변하며, 색, 냄새, 맛의 변화가 일어나기도 한다. 김치가 시어지는 것은 미생물의 작용으로 발효가 일어난 것으로 화학 변화이고, 철이 공기 중의 산소, 수분과 반응하여 녹스는 것은 화학 변화이다. 뜨거운 빵 위의 버터가 녹는 것은 용해로 물리 변화이며, 종이를 자르는 것은 모양만 변하는 물리 변화이다.

02 **예시 답안** 물리 변화는 물질의 상태나 모양만 달라지고 물질의 성질은 변하지 않지만, 화학 변화는 물질의 성질이 변하여 새로운 물질이 생성되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
물리 변화는 물질의 성질이 변하지 않고, 화학 변화는 물질의 성질이 변하기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
물리 변화와 화학 변화 중에서 1가지만 옳게 설명한 경우	50

03 ② 주어진 그림은 원자의 배열이 달라져 새로운 분자가 생성되는 화학 변화를 나타낸 것이다.

오답 피하기 ① 반응 전의 분자 수는 4, 반응 후의 분자 수는 4로 분자 수는 일정하다.

③, ④ 화학 변화가 일어나도 원자의 종류와 개수는 달라지지 않는다.

⑤ 분자의 종류가 달라지므로 물질의 성질은 달라진다.

04 원자의 배열은 바뀌지 않고 분자의 배열만 바뀌는 변화는 물리 변화이다. 물이 수증기로 될 때는 분자 사이의 거리가 멀어지며, 물에 설탕을 녹이면 물 분자 사이로 설탕 분자가 들어가 섞인다.

05 ④ 화학 반응식의 계수비=분자 수의 비=기체의 반응에서 부피비≠질량비이다. 즉, 메테인과 산소는 1 : 2의 질량비로 반응하지 않는다. 질량비를 알기 위해서는 원자의 상대적 질량을 알아야 한다.

오답 피하기 ① 화학 반응식에서 화살표 왼쪽의 물질은 반응물, 오른쪽의 물질은 생성물이다. 따라서 반응물은 메테인과 산소이다.

② 반응 전후 원자의 종류와 개수는 변하지 않는다.

③ 반응 전후 분자의 개수는 3으로 같다.

⑤ 메테인 : 이산화 탄소의 계수비가 1 : 1이므로 메테인 분자 1개가 완전히 연소하면 이산화 탄소 분자 1개가 생성된다.

06 화학 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같아지도록 계수를 맞추어 화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.



$x=5, y=4, z=2$ 이므로 $x+y+z=11$ 이다.

07 반응 전후 물질을 이루는 원자의 종류와 개수가 변하지 않으므로 질량 보존 법칙이 성립한다.

08 ㄱ, ㄷ. 양초가 연소하면 양초의 주성분인 탄소와 수소가 공기 중의 산소와 반응하여 이산화 탄소와 수증기를 생성한다. 유리컵을 씌우면 양초와 반응하는 산소의 양이 제한되므로 양초가 남아 있더라도 산소가 모두 반응하여 없어지면 일정 성분비 법칙에 따라 더 이상 연소 반응이 일어나지 않기 때문에 불이 꺼진다.

오답 피하기 ㄴ. 반응 전후 질량을 측정하지 않았으므로 질량 보존 법칙이 성립하는지 확인할 수 없다.

09 강철 솥이 연소하면 공기 중의 산소와 반응하여 산화 철이 되므로 질량이 증가한다.

예시 답안 (가) < (나), 강철 솥과 반응한 산소의 질량까지 고려하면 질량 보존 법칙이 성립한다.

채점 기준	배점(%)
질량을 옳게 비교하고, 질량 보존 법칙이 성립하는 것을 옳게 설명한 경우	100
질량만 옳게 비교한 경우	50

10 ㄱ. 질량 보존 법칙에 의해 (구리+산소)의 질량=산화 구리(II)의 질량이므로 산소의 질량은 산화 구리(II)의 질량에서 구리의 질량을 뺀 값이다.

ㄴ. 구리 0.4 g이 반응하면 산화 구리(II) 0.5 g이 생성되므로 반응한 산소의 질량은 0.1 g이다. 따라서 구리와 산소의 질량비는 구리 : 산소=4 : 1로 일정하다.

ㄷ. 구리와 산소 원자의 상대적 질량비가 4 : 1이므로 산화 구리(II)를 구성하는 구리와 산소 원자의 개수비는 구리 : 산소=1 : 1이다.

개념 더하기

원자의 상대적 질량과 일정 성분비 법칙

화합물을 이루는 원자의 개수비가 일정하고, 각각의 원자는 원자의 종류에 따라 질량이 다르므로 화합물을 이루는 성분 원소의 질량비는 일정하다. 예를 들어 산화 구리(II)는 구리와 산소 원자가 1 : 1의 개수비로 결합한 물질이며, 구리 원자의 상대적 질량은 64, 산소 원자의 상대적 질량은 16이므로 산화 구리(II)를 구성하는 구리와 산소의 질량비는 구리 : 산소=64 : 16=4 : 1이다.

11 산화 구리(II)가 생성될 때 반응하는 구리와 산소의 질량비는 4 : 1이다. 따라서 산소 10 g과 반응하는 구리는 40 g이므로 구리 10 g이 남고, 산화 구리(II) 50 g이 생성된다.

12 B 1개의 질량은 5 g, N 1개의 질량은 2 g이다. 또한 B 4개와 N 10개로 만들 수 있는 BN₃의 최대 개수는 3개이다. BN₃ 1개의 질량은 5+(3×2)=11(g)이므로 BN₃ 3개의 질량은 3×11=33(g)이다.

13 기체의 부피비가 질소 : 산소 : 일산화 질소=1 : 1 : 2이므로 질소 기체 50 mL는 산소 기체 50 mL와 반응하여 일산화 질소 기체 100 mL를 생성한다.

14 화학 반응식을 나타낼 때는 계수비를 가장 간단한 정수비로 나타낸다. A₂ 4개와 B₂ 4개가 반응하여 AB₂ 4개를 생성하고, A₂ 2개가 남으므로 계수비는 A₂ : B₂ : AB₂=(4-2) : 4 : 4=1 : 2 : 2이다.

15 온도와 압력이 일정할 때 같은 부피 속에 들어 있는 분자의 개수는 같다. 1부피에 들어 있는 분자의 개수는 1로 같지만, 원자의 개수는 수소와 산소는 2, 수증기는 3이다.

16 ㄱ, ㄴ. 실험 1에서 A₂ 20 L와 B₂ 10 L가 반응하여 C 20 L가 생성된다. 즉, 부피비는 A₂ : B₂ : C =2 : 1 : 2이므로 실험 2에서 생성되는 C의 부피는 40 L(㉠)이다. 실험 3에서는 A₂ 60 L와 B₂ 30 L가 반응하여 C 60 L가 생성되고, B₂ 10 L(㉡)가 남는다.

ㄷ. 기체의 반응에서 기체의 부피비는 분자 수의 비이므로 A₂ 분자 2개와 B₂ 분자 1개가 반응하여 C 분자 2개가 생성된다. 즉, A 원자 4개와 B 원자 2개가 반응하여 C 분자 2개가 생성되므로 C 분자는 A 원자 2개와 B 원자 1개로 이루어지며, C의 화학식은 A₂B이다.

17 ②, ④ 산화 칼슘과 물의 반응, 산과 금속의 반응이 일어날 때 에너지를 방출한다. 따라서 주변의 온도가 높아진다.

오답 피하기 ① 얼음물에 소금을 녹이면 온도가 낮아지므로 냉각제로 이용할 수 있다.

③ 질산 암모늄과 물이 반응할 때는 주변의 에너지를 흡수하여 온도가 낮아지므로 냉찜질 팩에 이용할 수 있다.

⑤ 수산화 바륨과 염화 암모늄이 반응할 때 에너지를 흡수하므로 주변의 온도가 낮아진다.

18 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응하면 중화 반응이 일어난다. 중화 반응은 발열 반응이므로 에너지를 방출하여 주변의 온도가 높아진다.

예시 답안 온도가 25 °C보다 높아진다. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응할 때 에너지를 방출하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
온도 변화를 옳게 예측하고, 그 까닭을 옳게 설명한 경우	100
온도가 높아진다고만 쓴 경우	50