

EBS

중학도 역시 **EBS**

세상에 없던 새로운 공부법

EBS 중학

뉴런



필수 탐구 실험
클립 영상 제공

과학 3



무료 강의 제공

개념책

+

실전책

+

미니북

3 일정 성분비 법칙

I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

1 일정 성분비 법칙

1. 일정 성분비 법칙(1799년, 프루스트): 화합물⁺을 구성하는 성분 원소 사이에는 일정한 질량비가 성립한다.⁺ ➡ 두 가지 이상의 물질이 반응하여 화합물을 만들 때 반응하는 물질 사이의 질량비는 일정하다.

(1) 일정 성분비 법칙은 혼합물에서는 성립하지 않고, 화합물에서만 성립한다.⁺

(2) 일정 성분비 법칙이 성립하는 까닭: 물질을 구성하는 원자가 항상 일정한 개수비로 결합하여 화합물을 생성하기 때문이다.

• 원자는 각각 일정한 질량이 있고, 원자의 종류에 따라 질량이 다르다. ➡ 화합물을 구성하는 원자의 개수비가 일정하면 질량비도 일정하다.

2. 원자의 상대적 질량⁺을 이용하여 성분 원소의 질량비 구하기: 화합물을 구성하는 성분 원소의 질량비는 원자의 개수비에 원자의 상대적 질량을 곱해서 구한다.

(원자의 상대적 질량: 탄소=12, 산소=16)

구분	일산화 탄소(CO)	이산화 탄소(CO ₂)
모형		
원자의 개수비(탄소 : 산소)	1 : 1	1 : 2
성분 원소의 질량비(탄소 : 산소)	$1 \times 12 : 1 \times 16 = 3 : 4$	$1 \times 12 : 2 \times 16 = 3 : 8$

3. 볼트(B)와 너트(N)를 이용한 일정 성분비 법칙 확인 모형: 화합물 모형을 구성하는 볼트와 너트는 일정한 개수비로 결합하므로, 여분의 모형은 결합하지 못하고 남는다.

예 화학 반응식: $B + 2N \rightarrow BN_2$

(단, B의 질량=3g, N의 질량=1g)

구분	반응물		생성물	남는 물질	반응에 참여하는 B : N
모형				없음	
개수	B 3개	N 6개	BN ₂ 3개		3 : 6 = 1 : 2
모형					
개수	B 3개	N 4개	BN ₂ 2개	B 1개	2 : 4 = 1 : 2

(1) 반응에 참여하는 볼트(B)와 너트(N)의 개수비: 1 : 2로 일정하며, 여분의 모형은 결합하지 않고 남는다.

(2) 반응에 참여하는 볼트(B)와 너트(N)의 질량비: $B : N = (1 \text{ 개} \times 3 \text{ g}) : (2 \text{ 개} \times 1 \text{ g}) = 3 : 2$ 로 일정하다.

+ 화합물

두 가지 이상의 원소가 결합하여 생성된 물질

+ 몇 가지 화합물을 이루는 성분 원소의 질량비

한 화합물을 구성하는 성분 원소의 질량비는 항상 일정하다.

물질	성분 원소	질량비
물	수소 : 산소	1 : 8
암모니아	질소 : 수소	14 : 3
황화 철	철 : 황	7 : 4
산화 구리(II)	구리 : 산소	4 : 1

+ 혼합물과 일정 성분비 법칙

혼합물은 두 종류 이상의 순수물질이 섞여 있는 물질이다. 혼합물은 성분 물질의 양에 따라 혼합 비율이 달라지므로 일정 성분비 법칙이 성립하지 않는다.

예 소금물은 소금과 물의 양에 따라 여러 가지 농도로 만들 수 있다.

+ 원자의 상대적 질량

수소	탄소	질소	산소
1	12	14	16

+ 성분 원소의 종류는 같고, 질량비가 다른 화합물

같은 원소로 이루어진 화합물이라도 화합물을 구성하는 성분 원소의 질량비가 다르면 서로 다른 물질이다.

화합물	성분 원소	질량비
하이드라진	질소 : 수소	7 : 1
암모니아		14 : 3
물	수소 : 산소	1 : 8
과산화 수소		1 : 16

1 일정 성분비 법칙

▶ 두 가지 이상의 물질이 반응하여 □□을 만들 때, 반응하는 물질 사이에는 일정한 □□□가 성립한다.

▶ 일정 성분비 법칙은 □□□에서는 성립하지 않고, □□□에서만 성립한다.

▶ 화합물을 구성하는 원자의 □□□가 일정하기 때문에 일정 성분비 법칙이 성립한다.

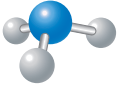
▶ 화합물을 구성하는 성분 원소의 질량비가 다르면 서로 □□ 물질이다.

▶ 볼트(B)와 너트(N)를 이용하여 BN₂를 만들 때 B가 5개, N가 12개 있으면 BN₂ □개를 만들고 □이 □개 남는다.

01 () 안에 알맞은 말을 쓰시오.

두 물질이 반응하여 화합물을 만들 때, 반응하는 두 물질 사이에 일정한 (㉠)가 성립한다. 이를 (㉡) 법칙이라고 한다.

02 표는 성분 원소의 종류는 같고 질량비가 다른 화합물의 구성 성분의 원자 수, 질량, 질량비를 나타낸 것이다. 표를 완성하시오. (단, 원자의 상대적 질량은 수소 원자는 1, 탄소 원자는 12, 질소 원자는 14, 산소 원자는 16이다.)

화합물	구성 원자	원자 수	질량	질량비
암모니아(NH ₃) 	질소 원자(N)			N : H = () : ()
	수소 원자(H)			
하이드라진(N ₂ H ₄) 	질소 원자(N)			N : H = () : ()
	수소 원자(H)			
이산화 탄소(CO ₂) 	탄소 원자(C)			C : O = () : ()
	산소 원자(O)			
일산화 탄소(CO) 	탄소 원자(C)			C : O = () : ()
	산소 원자(O)			

03 다음은 여러 가지 물질을 나타낸 것이다. 다음 물질 중 일정 성분비 법칙이 성립하는 것은 ○표, 성립하지 않는 것은 ×표를 하시오.

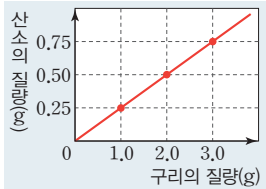
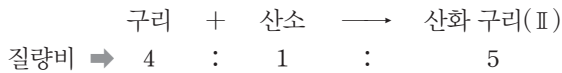
- | | | | |
|-----------|-----|-------------|-----|
| (1) 물 | () | (2) 공기 | () |
| (3) 간장 | () | (4) 우유 | () |
| (5) 염화 수소 | () | (6) 산화 마그네슘 | () |

04 오른쪽 그림은 볼트(B)와 너트(N)를 가지고 화합물 모형(BN₃)을 만든 것을 나타낸 것이다. 볼트(B) 1개의 질량이 3 g, 너트(N) 1개의 질량이 2 g일 때 화합물 모형(BN₃)을 이루는 볼트(B)와 너트(N)의 질량비(B : N)을 쓰시오.

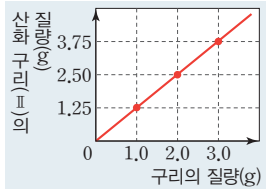


2 화합물을 이루는 성분 원소의 질량비

1. 산화 구리(Ⅱ) 생성 반응에서 질량비: 구리 가루를 가열하면 구리와 산소가 4 : 1의 질량비로 반응하여 산화 구리(Ⅱ)가 생성된다.*



▲ 구리와 산소의 질량 관계

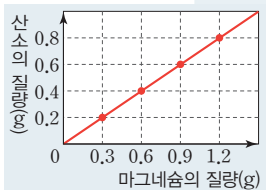
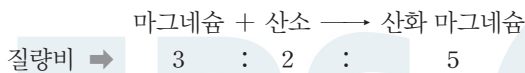


▲ 구리와 산화 구리(Ⅱ)의 질량 관계

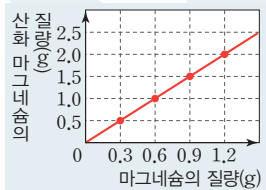
구리 : 산소
= 4 : 1

구리 :
산화 구리(Ⅱ)
= 4 : 5

2. 산화 마그네슘 생성 반응에서 질량비: 마그네슘을 가열하면 마그네슘과 산소가 3 : 2의 질량비로 반응하여 산화 마그네슘이 생성된다.



▲ 마그네슘과 산소의 질량 관계

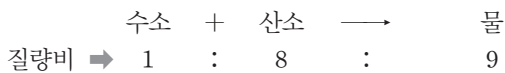


▲ 마그네슘과 산화 마그네슘의 질량 관계

마그네슘 :
산소
= 3 : 2

마그네슘 :
산화 마그네슘
= 3 : 5

3. 물의 합성 반응에서 질량비: 수소와 산소의 혼합 기체에 전기 불꽃을 가하면 수소와 산소가 1 : 8의 질량비로 반응하여 물이 생성된다.



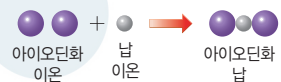
- ➡ 물 합성 실험에서 질량 관계*: 수소와 산소는 항상 1 : 8의 질량비로 반응하여 물을 생성하므로 과량의 수소 또는 산소는 반응하지 않고 남는다. 따라서 남은 기체의 질량을 이용하여 반응한 기체의 질량을 알아내어 질량비를 계산한다.

실험	반응 전 기체의 질량(g)		남은 기체의 종류와 질량(g)	반응한 기체의 질량(g)		생성된 물의 질량(g)
	수소	산소		수소	산소	
I	2	8	수소, 1	1	8	9
Ⅱ	3	24	없음	3	24	27
Ⅲ	6	60	산소, 12	6	48	54
반응하는 수소와 산소의 질량비				1 : 8		

+ 산화 구리(Ⅱ)에서의 일정 성분비 법칙

산화 구리(Ⅱ)가 생성될 때 구리 이온과 산화 이온은 1 : 1의 개수비로 결합한다. 이때 구리 이온과 산화 이온의 질량비는 4 : 1이므로 산화 구리(Ⅱ)를 구성하는 구리와 산소의 질량비는 4 : 1로 일정하다.

+ 아이오딘화 납 양금(노란색) 생성 반응에서 질량비



아이오딘화 이온과 납 이온은 일정한 개수비(2 : 1)로 결합한다. 아이오딘화 납이 생성될 때 결합하는 아이오딘화 이온과 납 이온 사이에는 일정한 질량비가 성립한다.

+ 물 합성 실험에서 질량 관계



② 화합물을 이루는 성분 원소의 질량비

▶ 구리를 연소시키면 구리와 $\square\square$ 가 일정한 $\square\square\square$ 로 반응하여 $\square\square\square$ (Ⅱ)가 생성된다.

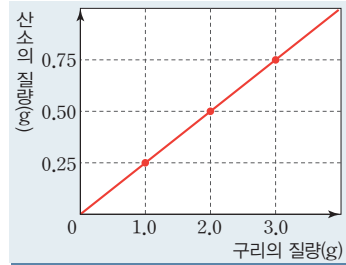
▶ 산화 구리(Ⅱ)를 구성하는 $\square\square$ 와 $\square\square$ 의 질량비는 4 : 1이다.

▶ 구리의 연소 반응에서 산화 구리(Ⅱ)의 질량은 구리의 질량에 반응한 $\square\square$ 의 질량만큼 $\square\square$ 한다.

▶ 물의 합성 반응에서 반응한 $\square\square$: 반응한 $\square\square$: 생성된 $\square$ 의 질량비는 1 : 8 : 9이다.

05

그림은 구리 가루가 산소와 반응하여 산화 구리(Ⅱ)가 될 때의 질량 관계를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표를 하시오.

- (1) 구리 4 g이 모두 반응할 때 산소 1 g이 반응한다. ()
- (2) 구리와 산화 구리(Ⅱ)의 질량비는 4 : 1이다. ()
- (3) 구리 1 g이 모두 반응하면 산화 구리(Ⅱ) 1.25 g이 생성된다. ()
- (4) 이 그래프를 통해 구리와 산소가 일정한 질량비로 반응하여 산화 구리(Ⅱ)를 생성함을 알 수 있다. ()

06

표는 마그네슘을 공기 중에서 가열할 때 반응하는 마그네슘과 산소의 질량 관계를 나타낸 것이다. ㉠~㉣에 들어갈 알맞은 수를 쓰시오.

마그네슘의 질량(g)	3	6	9	12
산소의 질량(g)	㉠	㉡	6	㉢

07

오른쪽 그림은 물의 합성 반응에서 반응하는 수소와 산소의 질량 관계를 나타낸 것이다. 수소와 산소의 질량비를 구하시오.



08

다음은 물의 합성 반응에서 질량비에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

(㉠)와 (㉡)가 반응할 때 (㉢)와 (㉣)가 일정한 (㉤)로 반응하여 물이 생성된다. 수소 0.3 g, 산소 2.4 g을 반응시켜 물이 생성되었을 때 반응 후 남은 기체가 없었다. 수소 0.2 g과 산소 0.8 g이 반응하여 물이 생성되면 반응 후 (㉥) 기체 (㉦) g이 남는다.

일정 성분비 법칙 확인하기 - 산화 구리(Ⅱ) 생성 반응에서 질량비

목표

구리의 연소 반응에서 산화 구리(Ⅱ)를 구성하는 구리와 산소 사이의 질량 관계를 설명할 수 있다.

구리를 가열하여 산소와 반응시켜 산화 구리(Ⅱ)를 만들 때에는 구리 가루를 잘 섞어 구리 가루가 완전히 연소가 되도록 해야 한다.

과정

- 1 도가니에 구리 가루 0.5 g을 넣고 핫플레이트 위에 올린 후 잘 섞어주면서 가열한다.
- 2 구리 가루의 색이 모두 검게 변하면 도가니를 식힌 후, 산화 구리(Ⅱ)의 질량을 측정한다.
- 3 1.0 g, 1.5 g, 2.0 g, 2.5 g, 3.0 g의 구리 가루로 [과정 1], [과정 2]를 반복하여 산화 구리(Ⅱ)의 질량을 측정한다.
- 4 측정한 산화 구리(Ⅱ)의 질량으로부터 구리와 반응한 산소의 질량을 구한다.
 - 구리와 반응한 산소의 질량 = 산화 구리(Ⅱ)의 질량 - 구리의 질량



결과

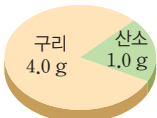
- 1 구리를 연소시키면 산소와 결합하여 산화 구리(Ⅱ)가 생성된다.

$$\text{구리} + \text{산소} \longrightarrow \text{산화 구리(Ⅱ)} \quad (2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO})$$
- 2 산화 구리(Ⅱ)가 생성될 때 반응하는 구리와 산소의 질량 관계

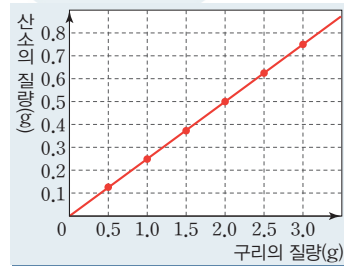
구리 가루의 질량(g)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
산화 구리(Ⅱ)의 질량(g)	0.625	1.25	1.875	2.5	3.125	3.75
구리와 반응한 산소의 질량(g)	0.125	0.25	0.375	0.5	0.625	0.75

산화 구리(Ⅱ)는 보통 구리의 검은 녹이며 산소와 구리 원자가 1 : 1의 개수비로 결합하여 생성된다.

산화 구리(Ⅱ) 5.0 g



산화 구리(Ⅱ)의 질량비
구리:산소 = 4 : 1



- 3 산화 구리(Ⅱ)를 구성하는 성분 원소인 구리와 산소는 항상 4 : 1의 일정한 질량비를 나타낸다.

정리

- 1 구리를 연소시키면 구리가 공기 중의 산소와 결합하여 산화 구리(Ⅱ)를 생성한다.
- 2 산화 구리(Ⅱ)를 구성하는 구리와 산소의 질량비는 항상 4 : 1로 일정하다. 이처럼 화합물의 성분 원소 사이에는 일정한 질량비가 성립하는데, 이를 일정 성분비 법칙이라고 한다.



수행평가 섭렵 문제

정답과 해설 | 7쪽

일정 성분비 법칙 확인하기

▶ 구리 가루를 도가니에 넣고 잘 섞어주면서 가열하면 구리 가루가 □색으로 변한다.

▶ 구리를 가열하여 □□와 반응시키면 □□ □□(Ⅱ)가 생성된다.

▶ 구리 가루 1g을 모두 연소시켰을 때 산화 구리(Ⅱ) 1.25g이 생성되었으므로 구리와 산소의 질량비는 □ : □이다.

▶ 산화 구리(Ⅱ)를 구성하는 구리와 산소의 질량비는 항상 일정하다. 이처럼 □□□의 성분 원소 사이에는 일정한 질량비가 성립하는데, 이를 □□ □□□ □□이라고 한다.

1

다음은 구리의 연소 반응에서 구리와 산화 구리(Ⅱ)의 질량을 측정하여 나타낸 것이다.

구리 가루의 질량(g)	1.0	2.0	3.0
산화 구리(Ⅱ)의 질량(g)	1.25	㉠	3.75
반응한 (㉡)의 질량(g)	0.25	㉢	0.75

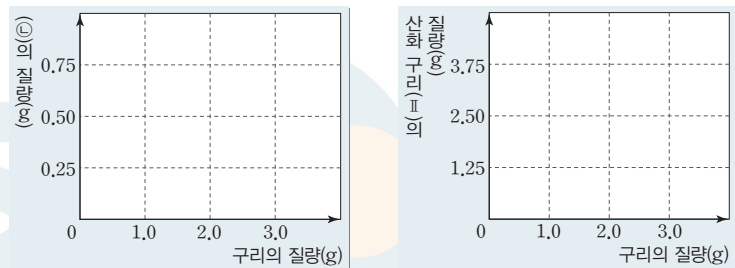
(1) 구리의 연소 반응을 화학 반응식으로 나타내시오.

(2) ㉠~㉢에 알맞은 숫자나 말을 쓰시오.

㉠: () ㉡: () ㉢: ()

(3) 산화 구리(Ⅱ)를 구성하는 성분 원소 사이의 질량비(구리 : 산소)를 쓰시오.

(4) 위의 제시된 자료를 바탕으로 산화 구리(Ⅱ)를 구성하는 성분 원소 사이의 질량 관계 그래프와 구리와 산화 구리(Ⅱ) 사이의 질량 관계 그래프를 완성하시오.



2

표는 구리 가루 3g을 도가니에 넣고 가열하면서 시간에 따라 처음 구리 가루 3g에서 증가한 질량을 측정한 결과를 나타낸 것이다.

시간(분)	5	10	15	20
증가한 질량(g)	0.25	0.5	0.75	0.75

15분과 20분에 증가한 질량이 같은 까닭을 쓰시오.

3

구리를 가열하여 산화 구리(Ⅱ)를 생성하는 실험에서 반응하는 구리의 양이 달라짐에 따라 변하는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

보기

- ㄱ. 구리와 결합하는 산소의 질량
- ㄴ. 구리와 반응하는 산소의 질량비
- ㄷ. 생성되는 산화 구리(Ⅱ)의 질량
- ㄹ. 구리가 완전히 반응하는 데 걸리는 시간

1 일정 성분비 법칙

01 중요

일정 성분비 법칙에 대한 설명으로 옳은 것은?

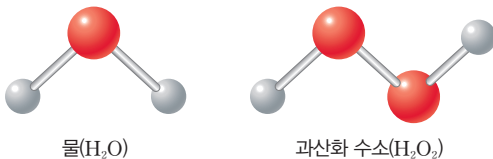
- ① 혼합물과 화합물에서 모두 성립한다.
- ② 반응물의 전체 질량과 생성물의 전체 질량이 같다.
- ③ 화합물을 구성하는 성분 원소가 같으면 같은 물질이다.
- ④ 화합물을 구성하는 성분 원소가 달라도 질량비가 같으면 같은 물질이다.
- ⑤ 두 가지 이상의 물질이 반응하여 화합물을 만들 때 반응물 사이에 일정한 질량비가 성립한다.

02 일정 성분비 법칙이 적용되지 않는 것은?

- ① 수소 + 산소 → 물
- ② 철 + 황 → 황화 철
- ③ 수소 + 질소 → 암모니아
- ④ 산소 + 마그네슘 → 산화 마그네슘
- ⑤ 과산화 수소 + 물 → 과산화 수소수

03 중요

그림은 물(H_2O)과 과산화 수소(H_2O_2)를 모형으로 나타낸 것이다.



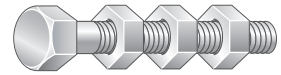
이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 수소 원자와 산소 원자의 상대적 질량은 각각 1, 16이다.)

- ① 물과 과산화 수소는 구성 원소가 같다.
- ② 물을 구성하는 수소와 산소의 질량비는 1 : 8이다.
- ③ 과산화 수소를 구성하는 수소와 산소의 질량비는 1 : 16이다.
- ④ 물과 과산화 수소는 구성 원소의 질량비가 다르므로 서로 다른 물질이다.
- ⑤ 물 분자의 개수가 많아지면 물 분자를 구성하는 원소의 개수비가 변한다.

04

볼트(B) 30개와 너트(N)

36개로 오른쪽 그림과



같은 BN_3 모형을 최대

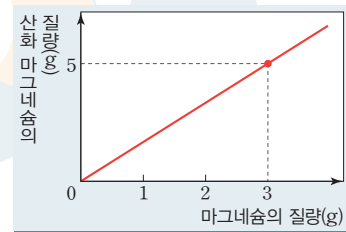
한 만들 수 있는 개수와 남은 모형의 개수를 옳게 짝 지은 것은?

	BN_3 모형	남은 모형
①	10개	B, 12개
②	10개	N, 6개
③	12개	B, 18개
④	12개	N, 6개
⑤	18개	B, 18개

2 화합물을 이루는 성분 원소의 질량비

05 중요

그림은 마그네슘의 질량을 달리하여 가열할 때 생성된 산화 마그네슘의 질량을 측정한 결과를 나타낸 것이다.



산화 마그네슘을 이루는 마그네슘과 산소의 질량비(마그네슘 : 산소)로 옳은 것은?

- ① 2 : 3 ② 2 : 5 ③ 3 : 2
- ④ 3 : 5 ⑤ 3 : 8

06 중요

표는 수소와 산소를 반응시켜 물을 합성할 때, 반응하는 두 기체 사이의 질량을 나타낸 것이다.

반응 전 기체의 질량(g)		남아 있는 기체의 질량(g)
수소	산소	
0.3	2.9	산소, 0.5
0.6	㉠	없음

㉠에 들어갈 산소 기체의 질량(g)으로 옳은 것은?

- ① 1.0 ② 2.9 ③ 3.9
- ④ 4.8 ⑤ 5.8

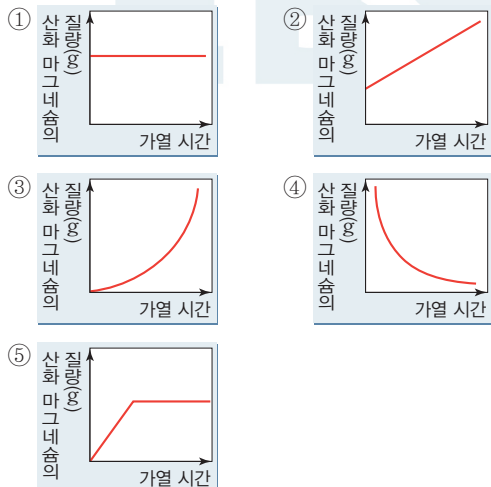
- 01** 표는 철, 마그네슘, 구리가 산소와 반응하여 생성된 산화 철(Ⅲ), 산화 마그네슘, 산화 구리(Ⅱ)에서 성분 원소의 질량비를 나타낸 것이다.

물질	성분 원소의 질량비
산화 철(Ⅲ)	철 : 산소 = 5 : 2
산화 마그네슘	마그네슘 : 산소 = 3 : 2
산화 구리(Ⅱ)	구리 : 산소 = 4 : 1

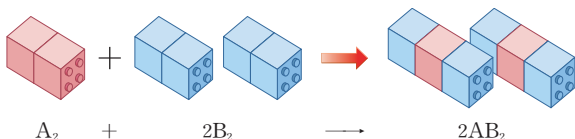
30 g의 철, 마그네슘, 구리를 충분한 양의 산소와 반응시켜 생성된 화합물 중 질량이 가장 큰 물질과 그 질량을 옮겨 짝 지은 것은?

- ① 산화 구리(Ⅱ), 37.5 g ② 산화 마그네슘, 42 g
 ③ 산화 철(Ⅲ), 42 g ④ 산화 마그네슘, 50 g
 ⑤ 산화 철(Ⅲ), 70 g

- 02** 일정량의 마그네슘 가루를 공기 중에서 가열할 때 가열 시간에 따른 생성되는 산화 마그네슘의 질량 변화 그래프로 옳은 것은?

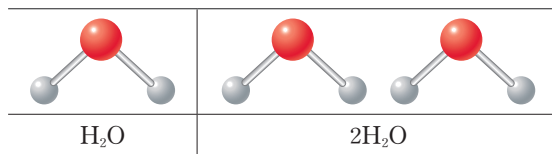


- 03** 그림은 1개의 질량이 5 g인 A와 질량이 1 g인 B로 만든 화합물(AB_2)의 모형이다.



이 화합물(AB_2)을 구성하는 두 성분 원소의 질량비(A : B)를 구하시오.

- 01** 다음은 물의 입자 모형을 개수를 다르게 하여 나타낸 것이다.



이를 이용하여 일정 성분비 법칙이 성립함을 서술하시오. (단, 수소 원자와 산소 원자의 질량비는 1 : 16이다.)

Tip 화합물을 구성하는 원자의 개수비가 일정하기 때문에 원소의 질량비가 일정하다.

Key Word 물, 수소, 산소, 개수비, 질량비

[설명] 물(H_2O) 분자 1개는 수소 원자 2개와 산소 원자 1개로 이루어진다. 수소와 산소의 질량비가 1 : 16이므로, 물을 구성하는 성분 원소의 질량비는 2 : 16 = 1 : 8이다. 물(H_2O) 분자 2개는 수소 원자 4개와 산소 원자 2개로 이루어진다. 수소와 산소의 질량비가 1 : 16이므로, 물을 구성하는 성분 원소의 질량비는 4 : 32 = 1 : 8이다. 따라서 물을 합성할 때는 수소와 산소가 1 : 8의 질량비로 결합함을 알 수 있다.

[모범 답안] 물 분자 1개는 수소 원자 2개와 산소 원자 1개로 결합하여 생성된다. 물 분자 2개는 수소 원자 4개와 산소 원자 2개로 결합하여 생성된다. 물 분자 1개와 2개는 모두 수소 원자와 산소 원자의 개수비가 2 : 1로 일정하기 때문에 물 분자를 구성하는 성분 원소의 질량비는 항상 일정하다. 따라서 두 물질이 화합하여 한 화합물을 만들 때 반응하는 두 물질 사이에는 항상 일정한 질량비가 성립한다.

- 01** 암모니아와 하이드라진은 모두 질소(N)와 수소(H)로 이루어진 화합물이며, 다음과 같은 질량비로 구성된다.

구분	암모니아	하이드라진
질소(N) : 수소(H)	14 : 3	7 : 1

암모니아의 화학식이 NH_3 일 때 하이드라진을 이루는 질소와 수소 원자의 개수비를 구하고, 이를 설명하시오.

Tip 암모니아는 질소 1개와 수소 3개로 이루어진 화합물이다. 질소와 수소의 질량비가 14 : 3이므로, 질소와 수소의 질량비가 14 : 1임을 알 수 있다.

Key Word 질소, 수소, 질량비, 개수비

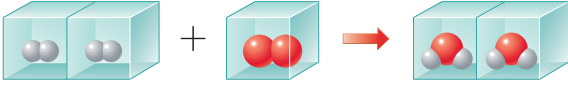
4 기체 반응 법칙

I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

1 기체 반응 법칙

1. 기체 반응 법칙(1808년, 게이뤼삭): 일정한 온도와 압력에서 기체들이 반응하여 새로운 기체가 생성될 때 각 기체의 부피 사이에는 간단한 정수비가 성립한다.*

(1) 수소와 산소가 반응하여 수증기를 생성할 때 부피비는 수소 : 산소 : 수증기 = 2 : 1 : 2로 일정하다. → 기체 사이의 부피비는 화학 반응식에서 계수비와 같다.

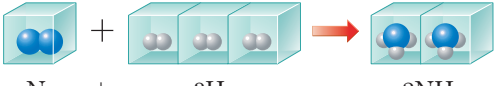
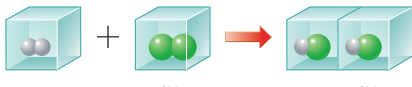
화학 반응식과 모형	 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$				
부피비	2	:	1	:	2

(2) 수증기 생성 반응에서 부피 관계*

반응 전 기체의 부피(L)		반응 후 남은 기체의 종류와 부피(L)	반응한 기체의 부피(L)		생성된 수증기(H ₂ O)의 부피(L)
수소(H ₂)	산소(O ₂)		수소(H ₂)	산소(O ₂)	
3	1	수소, 1	2	1	2
4	4	산소, 2	4	2	4
8	3	수소, 2	6	3	6

2. 아보가드로 법칙(1811년, 아보가드로): 같은 온도와 압력에서 모든 기체는 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있다. 기체는 분자 수에 비례하여 부피를 차지하므로, 기체의 부피와 그 부피 속에 포함된 기체 분자의 수는 비례한다.* → 기체 반응 법칙이 성립하는 까닭

3. 기체 반응 법칙의 적용: 온도와 압력이 일정할 때 기체 사이의 반응에서 각 기체의 부피비는 분자 수비와 같다.

암모니아 생성 반응	화학 반응식과 모형	 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$				
	부피비	1	:	3	:	2
	분자 수비	1	:	3	:	2
염화 수소 생성 반응	화학 반응식과 모형	 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$				
	부피비	1	:	1	:	2
	분자 수비	1	:	1	:	2
이산화 탄소 생성 반응	화학 반응식과 모형	 $2\text{CO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2$				
	부피비	2	:	1	:	2
	분자 수비	2	:	1	:	2

+ 기체 반응 법칙

기체 반응 법칙은 반응물과 생성물이 기체인 경우에만 성립한다.

예) 탄소 + 산소 → 이산화 탄소
고체

→ 기체 반응 법칙이 성립하지 않는다.

+ 수증기 생성 반응에서 부피비

과량으로 혼합된 기체는 반응하지 않고 남는다. 따라서 남은 기체의 부피를 통해 반응한 기체의 부피를 알아내어 부피비를 계산한다.

+ 아보가드로 법칙 적용

1기압, 0°C일 때 1부피



분자 수: 수소 = 수증기 = 암모니아

↓ 부피가 2배 증가하면
↓ 분자 수도 2배 증가

1기압, 0°C일 때 2부피



분자 수: 수소 = 수증기 = 암모니아

+ 기체 분자의 크기와 부피

기체 분자의 크기는 분자 사이의 평균 거리에 비해 매우 작기 때문에 기체 분자의 크기는 전체 기체의 부피에 영향을 주지 않는다. 따라서 같은 수의 분자가 차지하는 공간의 크기는 같은 온도와 압력 조건에서는 항상 같다.

1 기체 반응 법칙

▶ 일정한 □□와 □□에서 □□들이 반응하여 새로운 □□가 될 때 각 기체의 □□ 사이에는 간단한 정수비가 성립한다.

▶ 기체의 □□는 달라도 같은 온도와 압력에서는 같은 부피 속에 같은 수의 □□가 들어 있다.

▶ 일정한 온도와 압력에서 수소와 산소가 반응하여 수증기를 생성할 때, 수소 : 산소 : 수증기의 분자 수비는 □ : □ : □이고, 부피비는 □ : □ : □이다.

▶ 화학 반응에서 기체 물질의 □□비는 화학 반응식의 □□비와 같다.

01 () 안에 알맞은 말을 쓰시오.

기체들이 반응하여 새로운 기체가 생성될 때, 일정한 (㉠)와/과 (㉡)에서 각 기체들의 부피 사이에는 간단한 (㉢)가 성립한다.

02 일정한 온도와 압력에서 수소 10 mL와 염소 10 mL를 반응시켰더니 모두 반응하여 염화 수소 20 mL가 생성되었다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표를 하시오.

- (1) $H_2 + Cl_2 \longrightarrow H_2Cl_2$ 로 나타낼 수 있다. ()
- (2) 수소, 염소, 염화 수소 기체 사이의 부피비는 1 : 1 : 2이다. ()
- (3) 이 반응에서 기체의 부피비는 화학 반응식의 계수비와 같다. ()
- (4) 수소 20 mL와 염소 10 mL를 반응시키면 염화 수소 30 mL가 생성된다. ()

03 그림은 일산화 탄소 기체와 산소 기체가 반응하여 이산화 탄소를 생성할 때 부피비를 나타낸 것이다.



일정한 온도와 압력에서 일산화 탄소 기체 50 mL와 산소 기체 30 mL가 반응할 때 생성되는 이산화 탄소의 부피는 몇 mL인지 쓰시오.

04 그림은 수소와 산소가 반응하여 수증기가 생성되는 반응을 모형으로 나타낸 것이다. (단, 반응 전후 온도와 압력은 일정하다.)



이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표를 하시오.

- (1) 수소와 산소의 질량비는 2 : 1이다. ()
- (2) 반응한 수소의 부피와 생성된 수증기의 부피가 같다. ()
- (3) 수소, 산소, 수증기 모두 1 부피에 포함된 분자 수가 같다. ()

내신 기출 문제

1 기체 반응 법칙

01 중요

다음은 기체 반응 법칙을 설명한 것이다.

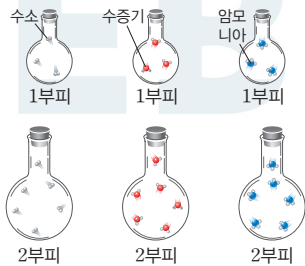
기체들이 반응하여 새로운 기체가 생성될 때 각 기체들의 부피 사이에는 항상 일정한 정수비가 성립한다.

위의 법칙이 성립하는 조건으로 가장 옳은 것은?

- ① 일정한 온도
- ② 일정한 압력
- ③ 일정한 습도, 일정한 압력
- ④ 일정한 온도, 일정한 압력
- ⑤ 일정한 온도, 일정한 반응 시간

02 중요

그림은 같은 온도와 압력일 때 1부피에 포함된 수소, 수증기, 암모니아와 2부피에 포함된 수소, 수증기, 암모니아 분자의 수를 모형으로 나타낸 것이다.



위 모형에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 기체는 분자 수에 비례하여 부피를 차지한다.
- ② 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있다.
- ③ 기체의 종류에 따라 부피 속의 분자 수가 다르다.
- ④ 기체의 부피와 그 부피 속에 포함된 기체 분자 수는 비례한다.
- ⑤ 기체 반응 법칙이 성립하는 까닭을 이 모형으로 설명할 수 있다.

03 다음에서 설명하는 법칙으로 가장 옳은 것은?

기체의 종류는 달라도 같은 온도와 압력에서 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있다.

- ① 질량 보존 법칙 ② 일정 성분비 법칙
- ③ 기체 반응 법칙 ④ 아보가드로 법칙
- ⑤ 샤를 법칙

04 중요

그림은 수소와 산소가 반응하여 수증기가 생성되는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 온도와 압력은 일정하며, 원자의 상대적 질량은 수소 원자는 1, 산소 원자는 16이다.)

- ① 수소와 산소 사이에는 2 : 1의 질량비가 성립한다.
- ② 반응한 산소의 부피는 반응한 수소 부피의 $\frac{1}{2}$ 이다.
- ③ 산소 2분자가 모두 반응하면 수증기 4분자가 생성된다.
- ④ 수증기 분자 수는 수소 분자와 산소 분자 수의 합보다 적다.
- ⑤ 기체가 반응할 때 각 기체들의 부피 사이에는 간단한 정수비가 성립한다.

05

표는 일정한 온도와 압력에서 수소와 염소가 반응하여 염화 수소를 합성할 때 반응하는 두 기체 사이의 부피 관계를 나타낸 것이다.

실험	수소(mL)	염소(mL)	남아 있는 기체(mL)
1	10	30	염소, 20
2	20	15	수소, 5
3	25	25	없음

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 실험 1에서 염소의 부피를 늘리면 기체가 남지 않는다.
- ㄴ. 실험 1에서 수소는 모두 반응한다.
- ㄷ. 실험 2에서 염화 수소 기체 30 mL가 생성된다.
- ㄹ. 온도와 압력이 변해도 실험 결과는 달라지지 않는다.

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

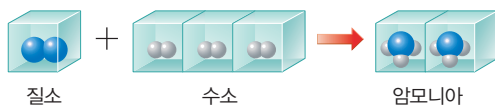
- 01 그림은 일산화 탄소(CO)와 산소(O₂)가 반응하여 이산화 탄소(CO₂)를 생성하는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



이를 참고하여 탄소(C)와 산소(O₂)가 반응하여 이산화 탄소(CO₂)를 생성하는 반응을 설명하려고 할 때, 이와 같은 모형을 이용하여 부피비를 설명할 수 없는 까닭으로 옳은 것은? (단, 두 반응 모두 온도와 압력은 일정하다.)

- ① 산소가 충분하게 반응한 정도가 다르기 때문에
- ② 탄소와 일산화 탄소는 결합비가 다르기 때문에
- ③ 생성되는 이산화 탄소의 분자 수가 다르기 때문에
- ④ 기체들이 반응하여 기체를 생성한 반응이 아니기 때문에
- ⑤ 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있지 않기 때문에

- 02 **중2** 그림은 질소(N₂)와 수소(H₂) 기체가 반응하여 암모니아(NH₃)를 생성하는 반응을 모형으로 나타낸 것이다. 이 모형으로 알 수 있는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, 온도와 압력은 일정하다.)



〈보기〉

- ㄱ. 화학 반응의 계수비
- ㄴ. 화학 반응의 질량비
- ㄷ. 화학 반응의 분자 수비
- ㄹ. 원자의 상대적 질량비
- ㅁ. 화학 반응에서 물질의 부피비

- 01 다음은 일정한 온도와 압력에서 수소(H₂)와 산소(O₂)가 반응하여 수증기(H₂O)가 생성되는 반응에서 반응 전과 후 기체에 대한 자료를 나타낸 것이다.

실험	반응 전 기체의 부피(mL)		반응 후 남은 기체의 종류와 부피(mL)
	수소	산소	
1	60	15	수소, 30 mL
2	120	㉠	없음
3	30	75	㉡

- (1) 실험 2에서 반응한 산소 기체의 양 ㉠을 구하고, 화학 반응식을 이용하여 서술하시오.
- (2) 실험 3에서 반응 후 남은 기체의 종류와 부피 ㉡을 구하고, 이 과정을 기체 반응 법칙을 사용하여 서술하시오.

Tip 수소 기체와 산소 기체가 만나 수증기가 되는 반응을 화학 반응식으로 나타내면 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 이다. 일정한 온도와 압력에서 기체들이 반응하여 새로운 기체를 생성할 때 기체들 사이에는 간단한 정수비가 성립한다.

Key Word 수소, 산소, 수증기, 화학 반응식, 기체, 정수비

[설명] 실험 1을 통해 수소 30 mL와 산소 15 mL가 반응했음을 알 수 있다. 따라서 두 기체 사이에는 2 : 1의 부피비가 성립하는데, 이는 화학 반응식의 계수비와 같다.

[모범 답안] (1) 60 mL, 수소와 산소 기체가 결합하여 수증기를 생성하는 반응의 화학 반응식은 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 이다. 일정한 온도와 압력에서 화학 반응식의 계수비는 기체 물질들의 부피비와 같다. 따라서 수소와 산소는 2 : 1로 반응하므로 60 mL의 산소 기체가 반응한다.

(2) 산소 60 mL, 일정한 온도와 압력에서 기체들이 결합하여 새로운 기체를 생성할 때 각 기체들의 부피 사이에는 항상 일정한 정수비가 성립한다. 수소와 산소의 부피비가 2 : 1이므로 수소 30 mL가 모두 반응할 때 산소 15 mL가 반응한다. 따라서 산소 60 mL가 남는다.

실전 연습

- 01 뷰테인(C₄H₁₀)을 연소시키면 이산화 탄소와 수증기가 생성된다. 뷰테인 2 L가 완전 연소했을 때 생성되는 이산화 탄소와 수증기의 부피를 구하고, 그 풀이 과정을 설명하시오. (단, 온도와 압력은 일정하다.)

Tip 뷰테인의 연소 반응을 화학 반응식으로 나타내면, $2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$ 이다. 온도와 압력이 일정할 때 각 기체의 부피비는 화학 반응식의 계수비와 같다.

Key Word 화학 반응식, 계수비, 부피비

5

I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

화학 반응에서의 에너지 출입

1 화학 반응에서의 에너지 출입

1. 화학 반응이 일어날 때 에너지 변화: 에너지를 방출하거나 흡수한다.

2. 발열 반응: 에너지를 방출하는 반응이다. 반응이 일어날 때 에너지를 방출하므로 주변의 온도가 높아진다.

예 연소 반응, 산과 염기⁺의 반응, 산화 칼슘과 물의 반응, 금속과 산의 반응, 철이 녹스는 반응, 호흡⁺ 등



연소 반응	산과 염기의 반응	산화 칼슘과 물의 반응
공기 중의 산소와 빠르게 반응하여 에너지를 방출	염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응하여 에너지를 방출	산화 칼슘과 물이 반응하여 에너지를 방출

3. 흡열 반응: 에너지를 흡수하는 반응이다. 반응이 일어날 때 에너지를 흡수하므로 주변의 온도가 낮아진다.

예 수산화 바륨과 염화 암모늄의 반응, 소금과 물의 반응, 광합성, 열분해⁺, 물의 전기 분해, 질산 암모늄과 물의 반응 등



수산화 바륨과 염화 암모늄의 반응	소금과 물의 반응	광합성
수산화 바륨과 염화 암모늄이 반응할 때 에너지를 흡수	소금이 물에 녹을 때 에너지를 흡수	식물이 엽록체에서 포도당을 합성할 때 에너지를 흡수

4. 화학 반응에서 출입하는 에너지의 이용

(1) 발열 반응의 이용

- ① 발열 깔창: 철 가루와 산소가 반응할 때 방출하는 에너지로 발을 따뜻하게 한다.
- ② 발열 컵: 산화 칼슘과 물이 반응할 때 방출하는 에너지로 컵 안의 음료를 데운다.
- ③ 염화 칼슘 제설제: 염화 칼슘이 물과 반응할 때 에너지를 방출하므로 제설제로 이용된다.

(2) 흡열 반응의 이용

- ① 냉점질 주머니: 질산 암모늄이 물에 녹을 때 온도가 낮아지는 것을 이용한다.
- ② 한제: 두 가지 이상의 물질을 혼합하여 만든 냉각제로, 주로 얼음과 소금을 혼합한 것을 이용한다.

+ 산과 염기

산은 푸른색 리트머스 종이를 붉게 만드는 물질이며, 그 종류에는 염산, 황산 등이 있다. 염기는 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 만드는 물질이며, 그 종류에는 수산화 나트륨, 수산화 칼륨, 수산화 칼슘 등이 있다.

+ 호흡

호흡에서 포도당과 산소가 반응할 때 방출하는 에너지는 체온을 유지하거나 운동 등의 생명 활동을 하는 데 이용된다.

+ 소석고를 묻힌 봉대



분말 형태의 소석고를 묻힌 봉대를 물에 적시고 다친 다리에 감은 후 5분~10분 정도 기다리면 석고가 굳으면서 열이 발생하여 따뜻해진다.

+ 탄산수소 나트륨의 열분해



빵을 만들 때 사용하는 베이킹파우더의 주성분은 탄산수소 나트륨으로, 탄산수소 나트륨을 가열하면 열에너지를 흡수하면서 분해된다. 이때 이산화탄소가 생성되므로 빵이 부풀어 오른다.

○

① 화학 반응에서의 에너지 출입

▶ 화학 반응이 일어날 때에는 에너지를 □□하거나 □□한다.

▶ 발열 반응은 □□□를 □□하는 반응이며 주변의 온도가 □□진다.

▶ 흡열 반응은 □□□를 □□하는 반응이며 주변의 온도가 □□진다.

01

화학 반응에서의 에너지 출입에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표를 하시오.

- (1) 화학 반응이 일어날 때는 에너지를 방출하거나 흡수한다. ()
- (2) 화학 반응이 일어날 때 에너지를 방출하면 주변의 온도가 낮아진다. ()
- (3) 화학 반응이 일어날 때 에너지를 흡수하면 주변의 온도가 높아진다. ()

02

다음은 다양한 화학 반응을 나타낸 것이다. 아래의 반응을 에너지를 방출하는 반응과 에너지를 흡수하는 반응으로 바르게 연결하시오.

- (1) 물질의 연소 반응 •
- (2) 철이 녹스는 반응 •
- (3) 소금과 물의 반응 •
- (4) 식물의 광합성 반응 •
- (5) 금속과 산의 반응 •
- (6) 산과 염기의 반응 •

• ㉠ 에너지를 방출하는 반응

• ㉡ 에너지를 흡수하는 반응

03

다음은 화학 반응이 일어날 때 주변의 온도 변화에 대한 설명이다. () 안에 알맞은 말을 쓰시오.

에너지를 방출하는 반응을 발열 반응이라고 하며, 발열 반응이 일어날 때 주변의 온도는 (㉠)진다. 에너지를 흡수하는 반응을 흡열 반응이라고 하며, 흡열 반응이 일어날 때 주변의 온도는 (㉡)진다.

04

다음은 화학 반응에서 출입하는 에너지의 이용을 나타낸 것이다. 발열 반응을 이용한 것은 '발열', 흡열 반응을 이용한 것은 '흡열'을 쓰시오.

- (1) 발열 칼창: ()
- (2) 냉찜질 주머니: ()
- (3) 염화 칼슘 제설제: ()

화학 반응에서 에너지의 출입 확인하기

활동 1 온열기(손난로) 만들기

목표

에너지를 방출하는 화학 반응을 이용하여 온열기(손난로)를 만들 수 있다.

부직포에는 공기가 통과할 수 있는 미세한 구멍이 있다. 따라서 철 가루가 공기 중의 산소와 만나 화학 반응($4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$) 할 수 있도록 하기 위해 손난로를 만들 때 부직포를 사용한다.



과정

- 1 비커에 철 가루, 활성탄, 소금, 질석을 한 숟가락씩 넣어 철 가루 혼합물을 만든다.
- 2 [과정 1]의 철 가루 혼합물을 부직포 봉투에 넣고 스포이트를 이용하여 물을 떨어뜨린다.
- 3 부직포 봉투를 한 번 접어 스테이플러로 봉합한다.
- 4 완성된 손난로를 흔들어 나타나는 변화를 확인한다.



결과

화학 반응이 일어남에 따라 부직포 봉투가 점점 따뜻해진다.

정리

철 가루가 산소와 화학 반응하여 산화 철을 생성할 때 에너지를 방출하므로 주변의 온도가 높아져 손난로가 따뜻해진다.

활동 2 냉각기(손 냉장고) 만들기

목표

에너지를 흡수하는 화학 반응을 이용하여 냉각기(손 냉장고)를 만들 수 있다.

질산 암모늄이 물에 녹아 이온화될 때($\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) 열에너지를 흡수하는 것을 이용한다.



과정

- 1 작은 지퍼 백에 물을 $\frac{1}{2}$ 정도 넣고 입구를 닫는다.
- 2 큰 지퍼 백에 질산 암모늄을 $\frac{1}{5}$ 정도 넣고 온도를 측정한다.
- 3 [과정 1]의 작은 지퍼 백을 [과정 2]의 큰 지퍼 백에 넣고 큰 지퍼 백의 입구를 밀봉한다.
- 4 작은 지퍼 백을 눌러 물과 큰 지퍼 백의 질산 암모늄이 잘 섞이도록 한다.
- 5 반응 후 지퍼 백에서 나타나는 온도 변화를 확인한다.



결과

화학 반응이 일어남에 따라 지퍼 백이 점점 차가워진다.

정리

질산 암모늄이 물에 녹을 때 에너지를 흡수하므로 주변의 온도가 낮아져 손 냉장고가 차가워진다.

▶ 냉각기(손 냉장고)는 □□ 반응을 이용하여 만든 것이다.

내신 기출 문제

1 화학 반응에서의 에너지 출입

01 **중요**

화학 반응이 일어날 때 에너지 변화에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 화학 반응이 일어나면 주변의 에너지는 변하지 않는다.
- ② 화학 반응이 일어나면 항상 에너지를 방출한다.
- ③ 화학 반응이 일어날 때 에너지를 방출 또는 흡수한다.
- ④ 화학 반응이 일어나면 주변의 온도는 항상 높아진다.
- ⑤ 화학 반응이 일어나더라도 주변의 온도는 변하지 않는다.

02 **중요**

다음은 발열 반응과 흡열 반응에 대한 설명이다.

화학 반응이 일어날 때 에너지를 방출하는 반응을 (㉠) 반응이라고 하며, 주변의 온도가 (㉡)진다. 화학 반응이 일어날 때 에너지를 흡수하는 반응을 (㉢) 반응이라고 하며, 주변의 온도가 (㉣)진다.

㉠~㉣에 들어갈 알맞은 말을 옳게 짝 지은 것은?

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

03 **중요**

에너지를 방출하는 반응만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

ㄱ. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응한다.
 ㄴ. 손난로 속의 철 가루가 산소와 반응하여 열이 발생한다.
 ㄷ. 베이킹파우더를 넣은 빵 반죽을 오븐에 넣어 구우면 빵이 부풀어 오른다.

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

04

화학 반응이 일어날 때 주변의 온도가 높아지는 경우는?

- ① 식물의 광합성 반응
- ② 메테인의 연소 반응
- ③ 소금과 얼음물의 반응
- ④ 탄산수소 나트륨의 열분해 반응
- ⑤ 수산화 바륨과 염화 암모늄의 반응

05 **중요**

발열 반응에 해당하는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

ㄱ. 산화 칼슘이 물과 반응한다.

ㄴ. 소금과 물이 반응한다.

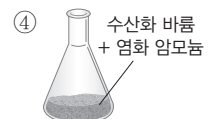
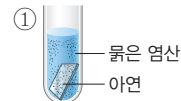
ㄷ. 나무가 공기 중에서 빠르게 산소와 반응하여 연소한다.

ㄹ. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응한다.

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

06

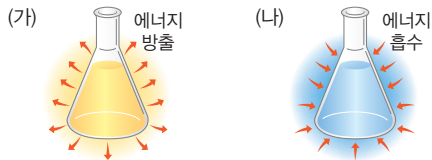
화학 반응이 일어날 때 주변의 온도가 낮아지는 반응은?



01 화학 반응이 진행되면 에너지의 출입이 생긴다. 에너지 출입의 방향이 다른 것은?

- ① 피자를 굽는 화덕의 장작이 연소한다.
- ② 어두운 방에서 양초에 불을 밝히면 밝아진다.
- ③ 탄산 칼슘이 분해되어 산화 칼슘과 이산화 탄소를 생성한다.
- ④ 소석고를 묻힌 붕대를 물에 적시고 다리에 감으면 석고가 굳는다.
- ⑤ 겨울날 손난로를 사용하면 추위를 피할 수 있다.

[02~03] 그림은 발열 반응과 흡열 반응에서 에너지 출입을 순서 없이 나타낸 것이다.



02 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① (가)는 에너지를 방출하는 반응으로 주변의 온도가 높아진다.
- ② (나)는 에너지를 흡수하는 반응으로 주변의 온도가 낮아진다.
- ③ (가)의 반응은 냉찜질 주머니에 이용된다.
- ④ 염화 칼슘이 물과 반응할 때 에너지의 출입은 (가)와 같다.
- ⑤ 소금을 얼음물과 반응시켜 한제를 만드는 것은 (나)의 원리를 이용한 것이다.

03 다음은 우리 주변에서 일어나는 다양한 현상이다.

보기

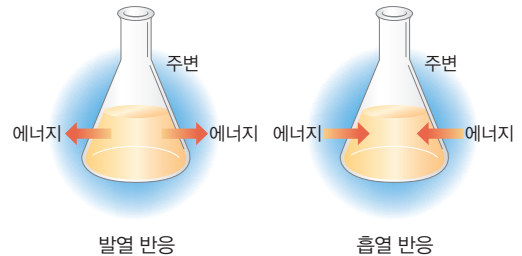
- ㄱ. 질산 암모늄을 물에 녹이는 반응으로 냉찜질 주머니를 만들 수 있다.
- ㄴ. 천연가스의 주성분인 메테인이 연소한다.
- ㄷ. 공기 중에 방치되어 있던 철로 된 자전거가 녹슬었다.
- ㄹ. 식물은 광합성을 하여 필요한 양분을 얻는다.

(가)와 (나)에 해당하는 화학 반응을 옳게 짝 지은 것은?

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| (가) | (나) | (가) | (나) |
| ① ㄱ | ㄴ | ② ㄱ | ㄷ |
| ③ ㄴ | ㄷ | ④ ㄴ | ㄹ |
| ⑤ ㄱ | ㄹ | | |

예제

01 다음은 발열 반응과 흡열 반응에서의 에너지의 이동을 나타낸 것이다.



각 반응에서 주변의 온도가 어떻게 변하는지 서술하시오.

Tip 발열 반응이 일어나면 주변으로 에너지를 방출하고, 흡열 반응이 일어나면 주변의 에너지를 흡수한다.

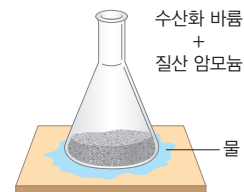
Key Word 온도, 발열 반응, 흡열 반응

[설명] 발열 반응이 일어나면 주변으로 에너지를 방출하게 된다. 따라서 주변의 온도는 높아진다. 흡열 반응이 일어나면 주변의 에너지를 흡수하게 된다. 따라서 주변의 온도는 낮아진다.

[모범 답안] 발열 반응이 일어나면 주변의 온도가 높아지고, 흡열 반응이 일어나면 주변의 온도가 낮아진다.

실전 연습

01 물을 적신 나무판 위에 그림과 같이 수산화 바륨과 질산 암모늄을 넣은 삼각 플라스크를 올려놓고 반응시키면 나무판이 삼각 플라스크에 달라붙는다.



위의 삼각 플라스크 속에서 일어나는 반응에서 에너지 출입과 주변의 온도 변화를 서술하시오.

Tip 수산화 바륨과 질산 암모늄의 반응은 흡열 반응이다.

Key Word 에너지, 흡수, 주변의 온도



대단원 마무리

I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화

1 물질 변화

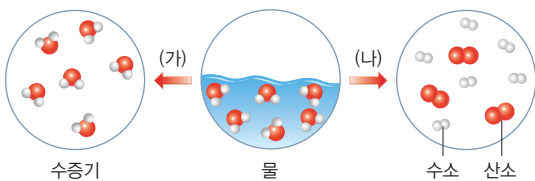
01 다음은 물질 변화가 일어날 때 여러 가지 현상을 나타낸 것이다.

- (가) 콩을 삶는다.
- (나) 액체 양초가 심지를 타고 올라가 끝에서 기화한다.
- (다) 설탕을 가열하여 녹인 후 탄산수소 나트륨을 넣으면 부풀어 오른다.

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① (가)에서 물질의 성질은 변하지 않는다.
- ② (나)에서 양초 분자의 배열이 달라진다.
- ③ (나)는 연소 반응으로 화학 변화에 해당한다.
- ④ (다)에서 부피 팽창은 물리 변화로 볼 수 있다.
- ⑤ (다)의 변화가 일어날 때 원자의 개수가 달라진다.

02 그림은 물이 (가)와 (나)의 변화를 거쳐 수증기와 수소, 산소로 되는 과정을 모형으로 나타낸 것이다.



(가)와 (나)의 변화 과정에 대한 설명으로 옳은 것은?

(정답 2개)

- ① (가)는 물이 에너지를 흡수하여 기체가 되는 반응이므로 화학 반응이다.
- ② (가)의 과정에서 원자의 종류와 개수는 변하지 않는다.
- ③ (나)는 물이 수소와 산소로 분해되는 반응으로 발열 반응에 해당한다.
- ④ (나)의 과정에서 원자의 종류와 개수는 변하지 않는다.
- ⑤ (가)와 (나) 모두 공통적으로 분자의 배열만 달라진다.

2 질량 보존 법칙

03 질량 보존 법칙에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

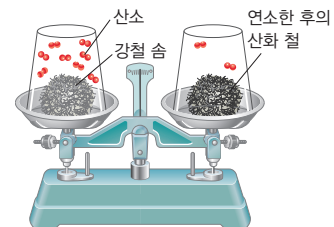
- ㄱ. 물리 변화가 일어날 때 적용된다.
- ㄴ. 화학 변화가 일어날 때는 적용되지 않는다.
- ㄷ. 양금 생성 반응에서는 생성물의 전체 질량이 증가한다.
- ㄹ. 기체 발생 반응에서는 생성물의 전체 질량이 감소한다.

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

04 화학 반응 전후에 질량이 보존되는 까닭으로 옳은 것은?

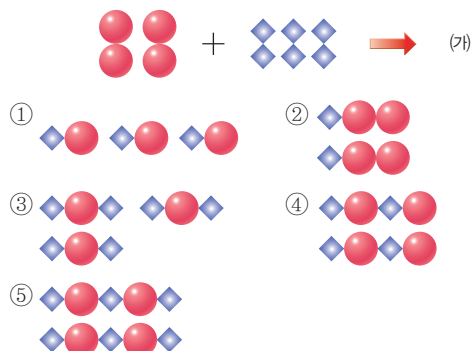
- ① 모든 물질은 같은 원자로 구성되어 있기 때문에
- ② 같은 종류의 원자라도 질량이 다를 수 있기 때문에
- ③ 결합하는 원자의 크기와 질량이 모두 다르기 때문에
- ④ 결합하는 원자들 사이에는 일정한 개수비가 성립하기 때문에
- ⑤ 화학 반응 전후에 원자가 새로 생기거나 없어지지 않기 때문에

05 그림과 같이 밀폐된 용기에서 강철 솜을 연소시켰을 때 질량이 보존되는 까닭으로 옳은 것은?

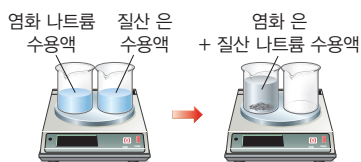


- ① 연소시킬 때 원자가 사라지기 때문에
- ② 밀폐된 용기에서는 불완전 연소가 일어나기 때문에
- ③ 반응물의 산소는 기체로 질량이 측정되지 않기 때문에
- ④ 강철 솜은 연소되면서 산소와 결합하여 질량이 증가하기 때문에
- ⑤ 밀폐된 용기에서는 반응물인 산소의 질량이 측정되기 때문에

- 06 입자 모형으로 질량 보존 법칙을 설명하고자 할 때 (가)에 들어갈 적절한 모형은?



- 07 오른쪽 그림은 열린 용기에서 염화 나트륨과 질산 은 수용액이 반응할 때 나타나는 변화를 관찰하는 실험을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ① 생성된 양금은 질산 나트륨이다.
- ② 생성된 양금의 색깔은 검은색이다.
- ③ 반응 전후에 전체 질량의 합은 같다.
- ④ 닫힌 용기에서 실험했다면 결과는 달라진다.
- ⑤ 양금이 생성되었으므로 질량이 증가한다.

3 일정 성분비 법칙

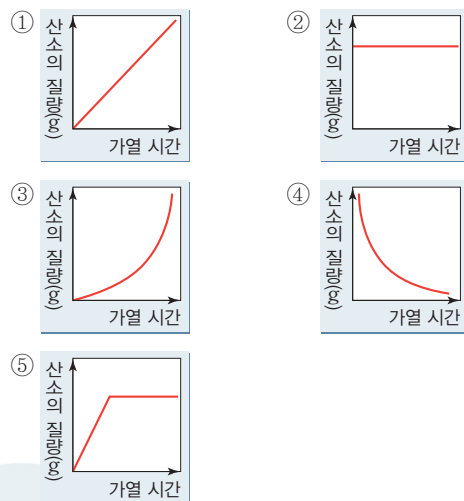
[08~09] 표는 일정량의 구리를 충분한 양의 산소와 반응시킬 때 생성된 산화 구리(Ⅱ)의 질량을 나타낸 것이다.

구리(g)	2	4	6	8	10
산화 구리(Ⅱ)(g)	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5

- 08 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 구리 2 g과 반응한 산소의 질량은 0.5 g이다.
- ② 결합하는 구리와 산소의 질량비는 4 : 1이다.
- ③ 산화 구리(Ⅱ) 20 g을 얻기 위해서는 산소 4 g이 있어야 한다.
- ④ 구리는 공기 중의 산소와 결합하여 산화 구리(Ⅱ)가 된다.
- ⑤ 가열 시간을 계속 늘리면 생성되는 산화 구리(Ⅱ)의 양이 계속 증가한다.

- 09 일정량의 구리 가루를 도가니에 넣고 연소시킬 때 가열 시간에 따른 반응한 산소의 질량을 그래프로 옳게 나타낸 것은?



- 10 다음은 이산화 탄소와 황화 철을 이루는 원소의 질량비를 나타낸 것이다.

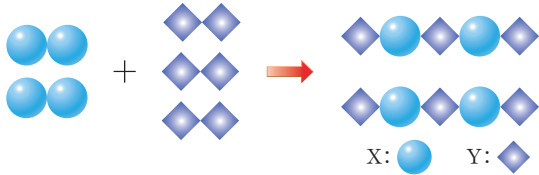
- 이산화 탄소-탄소 : 산소 = 3 : 8
- 황화 철-철 : 황 = 7 : 4

이산화 탄소와 황화 철을 각각 44 g씩 얻기 위해 반응시켜야 하는 탄소와 철의 양을 옳게 짝 지은 것은?

	탄소	철		탄소	철
①	12	28	②	12	40
③	24	14	④	24	28
⑤	36	40			



11 그림은 어떤 화학 반응을 입자 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 위 모형으로 일정 성분비 법칙을 설명할 수 있다.
- ㄴ. 화학 반응식으로 나타내면 $2X_2 + 3Y_2 \longrightarrow 2X_2Y_3$ 이다.
- ㄷ. X가 더 많이 존재했다면 생성물의 양이 증가한다.
- ㄹ. X의 상대적 질량이 2이고 Y의 상대적 질량이 3이면, 생성물을 이루는 원소 X와 Y의 질량비는 2 : 3이다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄱ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄷ, ㄹ

4 기체 반응 법칙

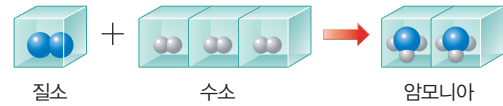
12 표는 일정한 온도와 압력에서 수소와 산소가 반응하여 수증기를 합성할 때 반응하는 두 기체 사이의 부피 관계를 나타낸 것이다.

실험	수소(mL)	산소(mL)	남아 있는 기체(mL)
1	10	30	산소, 25
2	25	10	수소, 5
3	30	15	?

위의 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 수소와 산소 원자는 일정한 개수비로 결합한다.
- ② 수소와 산소는 일정한 부피비로 반응한다.
- ③ 반응한 수소와 생성된 수증기의 부피비는 1 : 1이다.
- ④ 실험 1에서 50 mL의 수소 기체가 더 반응할 수 있다.
- ⑤ 실험 3에서 반응 후 남은 기체는 산소 5 mL이다.

13 그림은 질소(N_2)와 수소(H_2) 기체가 반응하여 암모니아(NH_3)를 생성하는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 온도와 압력은 일정하다.)

- ① 반응이 진행되면 부피는 늘어난다.
- ② 반응이 진행되면 분자 수는 줄어든다.
- ③ 질소와 암모니아의 분자 수비는 1 : 2이다.
- ④ 반응 전후 원자의 종류와 개수는 변하지 않는다.
- ⑤ 수소 15 mL가 모두 반응하면 암모니아 10 mL가 생성된다.

5 화학 반응에서의 에너지 출입

14 반응이 일어날 때 주변의 온도가 높아지는 반응만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 소금과 물의 반응
- ㄴ. 산화 칼슘과 물의 반응
- ㄷ. 수산화 바륨과 염화 암모늄의 반응
- ㄹ. 염산과 수산화 나트륨 수용액의 반응

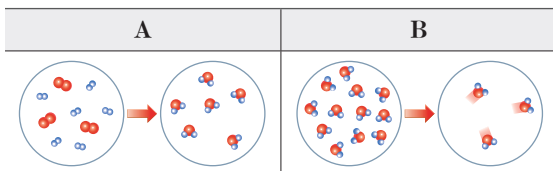
- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

15 에너지를 방출하는 화학 반응을 이용한 예가 아닌 것은?

- ① 손난로를 이용한다.
- ② 추운 겨울 날 발열 깔창을 사용한다.
- ③ 눈이 쌓인 도로에 제설제를 뿌려 눈을 녹인다.
- ④ 따뜻한 차를 마시기 위해 발열 컵을 이용한다.
- ⑤ 소금과 얼음을 반응시키면 한제를 만들 수 있다.

대단원 서논술형 문제

- 01 A는 수소와 산소가 반응하여 물을 합성하는 반응을, B는 물이 수증기로 기화하는 것을 모형으로 나타낸 것이다.

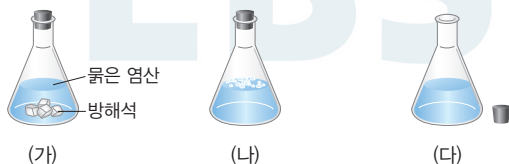


A와 B에서 물질의 성질 변화 여부를 그 까닭과 함께 서술하시오.

Tip 물리 변화는 분자의 배열만 달라지지만, 화학 변화는 원자 배열이 달라진다.

Key Word 물리 변화, 분자 배열, 화학 변화, 원자 배열

- 02 그림 (가)~(다)는 묽은 염산이 담긴 삼각 플라스크에 방해석을 넣고 반응을 완결시킨 다음, 뚜껑을 여는 과정을 나타낸 것이다.



(1) (가)와 (나)의 질량을 비교하고, 그 까닭을 서술하시오.

Tip 닫힌 용기에서는 발생한 기체가 공기 중으로 빠져 나가지 않으므로 질량이 일정하다.

Key Word 닫힌 용기, 발생한 기체, 질량

(2) (나)와 (다)의 질량을 비교하고, 그 까닭을 서술하시오.

Tip 열린 용기에서는 생성된 기체가 공기 중으로 빠져 나간다.

Key Word 열린 용기, 질량

- 03 표는 구리와 산소가 반응하여 산화 구리(II)를 생성하는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.

구분	(가)	(나)	(다)
구리 원자 모형	2개	4개	4개
산소 원자 모형	6개	4개	2개
산화 구리(II) 모형			
남는 원자	산소 원자 4개	0	구리 원자 2개

산화 구리(II)의 성분 원소인 구리와 산소의 질량비를 쓰고, 각각의 산화 구리(II) 모형에서 일정한 질량비가 성립하는 까닭을 서술하시오. (단, 노란색 스티커 1개는 4 g의 구리를, 빨간색 스티커 1개는 1 g의 산소를 의미한다.)

Tip 산화 구리(II)는 구리 원자 1개와 산소 원자 1개가 결합하여 생성된다.

Key Word 원자, 개수비

- 04 메테인(CH_4)이 연소하면 수증기와 이산화 탄소가 생성된다. 메테인 10 L를 완전 연소시켰을 때 생성되는 수증기와 이산화 탄소의 부피를 구하는 과정을 서술하고, 각각의 부피를 구하시오. (단, 온도와 압력은 일정하다.)

Tip 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피비는 화학 반응식의 계수비와 같다.

Key Word 화학 반응식, 부피비, 계수비