



화학 반응식과 용액의 농도

차례

Part 1 · 개념 정리	1
화학 반응식	1
화학 반응식	2
화학 반응식	3
화학 반응에서의 양적 관계	4
화학 반응에서의 양적 관계	5
화학 반응에서의 양적 관계	6
용액의 농도	7
몰 농도	8
몰 농도	9
몰 농도	10
몰 농도	11
몰 농도	12
Part 2 · 기본문제	13
Part 3 · 심화문제	16
Part 4 · 정답과 해설	24
개념 체크 정답	24
기본문제 해설	24
심화문제 해설	27

자료: 사용자 제공 2027학년도 EBS 수능특강 화학 I 03강. 본문 30 48쪽, 정답과 해설 7 12쪽을 바탕으로 재구성한 수업용 교재입니다.

Part 1 · 개념 정리

1 화학 반응식

(1) 화학 반응식

화학식과 기호를 사용하여 화학 반응을 나타낸 식이다.

- ① 화살표(→)의 왼쪽에 반응물, 오른쪽에 생성물을 표기한다.
- ② 화학식 뒤에 물질의 상태를 () 안에 써서 나타내기도 한다. 고체: (s), 액체: (l), 기체: (g), 수용액: (aq)

(2) 화학 반응식 만들기

반응물과 생성물에 있는 원자의 종류와 개수가 같도록 계수를 맞춘다. 이때 계수는 일반적으로 가장 간단한 자연수비로 나타내고, 1이면 생략한다.

1단계	반응물과 생성물을 화학식으로 나타낸다.	• 반응물 : 수소 H_2, 산소 O_2 • 생성물 : 수증기 H_2O
2단계	반응물은 왼쪽에, 생성물은 오른쪽에 쓰고, 그 사이를 '→'로 연결한다. 또 반응물이 나 생성물이 2가지 이상이면 각 물질을 '+'로 연결한다.	수소 + 산소 → 수증기 $H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O$
3단계	반응물과 생성물을 구성하는 원자의 종류와 개수가 같아지도록 화학 반응식의 계수를 맞춘다. 이때 계수는 가장 간단한 자연수비로 나타내고, 1이면 생략한다.	i) 산소 원자의 수를 같게 맞춘다. $H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ ii) 수소 원자의 수를 같게 맞춘다. $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$
4단계	물질의 상태는 () 안에 기호를 써서 화학식 뒤에 표시한다.	고체 : (s), 액체 : (l), 기체 : (g), 수용액 : (aq) $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$

수소와 산소가 반응하여 수증기를 생성하는 반응

핵심 정리 화학 반응식은 화학식과 기호로 화학 반응을 나타낸 식이다. 계수는 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같도록 맞춘다.

1 화학 반응식

복잡한 화학 반응식에서 계수 구하기

화학 반응식이 복잡할 때에는 반응물과 생성물의 계수를 미지수로 두고 **미정 계수법**을 사용하여 화학 반응식의 계수를 구할 수 있다.

과학 돋보기

복잡한 화학 반응식에서 계수 구하기

화학 반응식이 복잡할 때에는 반응물과 생성물의 계수를 미지수로 두고 미정 계수법을 사용하여 화학 반응식의 계수를 구할 수 있다.

예 메탄올(CH_3OH)이 연소하여 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O)이 생성되는 반응

단계	설명	예시
1단계	반응물과 생성물의 계수를 a, b, x, y 등을 이용하여 나타낸다.	$a\text{CH}_3\text{OH} + b\text{O}_2 \longrightarrow x\text{CO}_2 + y\text{H}_2\text{O}$
2단계	반응 전과 후에 원자 수가 같도록 방정식을 세운다.	• C 원자 수 : $a = x$ • H 원자 수 : $4a = 2y$ • O 원자 수 : $a + 2b = 2x + y$
3단계	반응 계수 중 하나를 1로 놓고, 다른 계수를 구한 다음, 구한 계수를 방정식에 대입하여 계수를 가장 간단한 자연수비가 되도록 조정한다.	$a = 10$ 이라면, $b = \frac{3}{2}, x = 1, y = 20$ 이다. $\text{CH}_3\text{OH} + \frac{3}{2}\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 화살표 양쪽에 2를 곱하여 계수를 가장 간단한 자연수비로 나타낸다. $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
4단계	각 물질의 상태를 표시하고, 화살표 양쪽의 원자들의 종류와 개수가 같은지 확인한다.	$2\text{CH}_3\text{OH}(l) + 3\text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$

과학 돋보기 — 메탄올의 연소 반응과 미정 계수법

개념 체크 A

빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하십시오. (정답은 교재 말미 해설)

- 화학 반응식 $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$ 에서 생성물은 ()이다.
- 일반적으로 화학 반응식의 계수는 가장 간단한 자연수비로 나타낸다. ()
- 질소(N_2) 기체와 수소(H_2) 기체가 반응하여 암모니아(NH_3) 기체가 생성되는 반응의 화학 반응식을 쓰시오.

1 화학 반응식

(3) 화학 반응식의 의미

화학 반응식을 통해 반응물과 생성물의 종류를 알 수 있고, 물질의 양(mol), 분자 수, 질량, 기체의 부피 등의 양적 관계를 파악할 수 있다.

- ① 화학 반응식의 계수비는 **반응 몰비 및 반응 분자 수 비**와 같다.
- ② 기체인 경우, 일정한 온도와 압력에서 계수비는 **기체의 반응 부피비**와 같다.
- ③ 반응물의 질량 총합과 생성물의 질량 총합은 같지만 반응 질량비는 계수비와 같지 않다.

과학 돋보기 **화학 반응식에서 알 수 있는 정보**

화학 반응식을 통해서 반응물과 생성물의 종류와 상태를 알 수 있으며, 화학 반응식의 계수비로부터 반응물과 생성물의 양적 관계를 알 수 있다.

화학 반응식	$\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$			
분자 모형				
물질의 종류와 상태	메테인 + 산소 $\longrightarrow$ 이산화 탄소 + 물 $\Rightarrow$ 기체인 메테인과 산소가 반응하여 기체인 이산화 탄소와 액체인 물이 생성된다.			
물질의 양 (mol)	1	2	1	2
	$\Rightarrow \text{CH}_4$ 1 mol과 O_2 2 mol이 반응하여 CO_2 1 mol과 H_2O 2 mol이 생성된다.			
분자 수	6.02×10^{23}	$2 \times 6.02 \times 10^{23}$	6.02×10^{23}	$2 \times 6.02 \times 10^{23}$
	$\Rightarrow \text{CH}_4$ 분자 1개와 O_2 분자 2개가 반응하여 CO_2 분자 1개와 H_2O 분자 2개가 생성된다.			
기체의 부피(L) (0°C, 1 atm)	22.4	44.8	22.4	
	$\Rightarrow \text{CH}_4$ 22.4 L와 O_2 44.8 L가 반응하여 CO_2 22.4 L가 생성된다.			
질량(g)	1×16	2×32	1×44	2×18
	$\Rightarrow$ 반응한 물질의 양(mol)과 1 mol의 질량을 곱하여 반응한 질량과 생성된 질량을 구할 수 있으며, CH_4 16 g과 O_2 64 g이 반응하여 CO_2 44 g과 H_2O 36 g이 생성된다.			

1. 반응 몰비와 반응 분자 수 비는 $\text{CH}_4 : \text{O}_2 : \text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 2 : 1 : 2$ 이며, 화학 반응식의 계수비와 같다.

2. 반응물과 생성물이 기체인 경우 온도와 압력이 일정할 때 반응 부피비는 $\text{CH}_4 : \text{O}_2 : \text{CO}_2 = 1 : 2 : 1$ 이며, 화학 반응식의 계수비와 같다.

3. 반응물의 질량 총합과 생성물의 질량 총합은 80 g으로 같으며, 반응 전 질량 총합과 반응 후 질량 총합이 같다.

4. 반응 질량비는 $\text{CH}_4 : \text{O}_2 : \text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 16 : 64 : 44 : 36$ 이며, 화학 반응식의 계수비와 같지 않다.

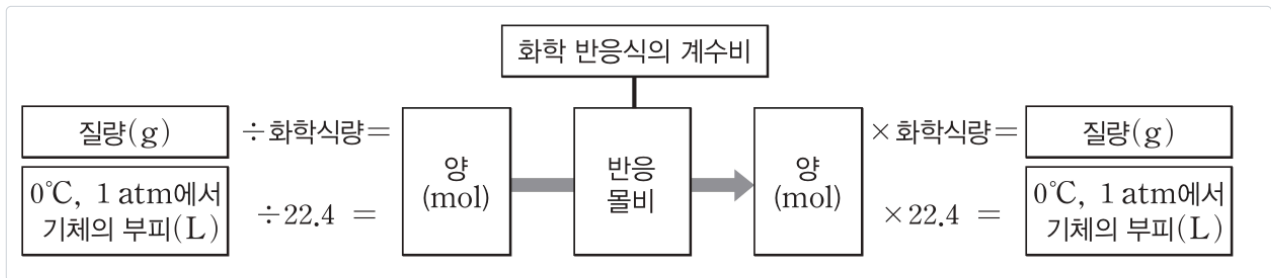
예: $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{NH}_3(g)$ 에서 계수비·반응 몰비·반응 분자 수 비·같은 온도와 압력에서의 반응 부피비는 $\text{N}_2 : \text{H}_2 : \text{NH}_3 = 1 : 3 : 2$ 이다. 반응 질량비는 14:3:17이다.

개념 체크 B 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 화학 반응식에서 반응물의 계수의 합은 생성물의 계수의 합과 항상 같다. ()
2. 화학 반응식의 계수비는 반응 몰비와 같다. ()
3. 온도와 압력이 일정할 때 화학 반응식의 계수비는 기체의 반응 부피비와 같다. ()
4. $2\text{CO}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{CO}_2(g)$ 에서 반응 질량비는 $\text{CO} : \text{O}_2 : \text{CO}_2 = 2 : 1 : 2$ 이다. ()

2 화학 반응에서의 양적 관계

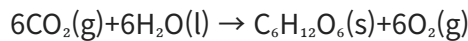
화학 반응에서 반응물과 생성물의 계수비가 반응 몰비와 같다는 것을 이용하여 반응물과 생성물의 질량이나 부피를 구할 수 있다.



(1) 화학 반응에서의 질량·질량 관계

화학 반응식에서 각 물질의 계수비는 반응 몰비와 같다. 물질의 양(mol)과 질량의 관계를 이용하면 반응물과 생성물 중 어느 한 물질의 질량만 알아도 다른 물질의 질량을 구할 수 있다.

예: 포도당(C₆H₁₂O₆) 90 g이 생성되는 데 필요한 물(H₂O)의 질량 구하기



① 포도당 90 g의 양(mol)을 구한다.

$$n = \frac{90 \text{ g}}{180 \text{ g/mol}} = 0.5 \text{ mol}$$

② 포도당과 물의 반응 몰비를 구하고, 비례식으로 반응에 필요한 물의 양(mol) x를 구한다. 물:포도당=6:1=x:0.5이므로 x=3이다.

③ 물의 양(mol)으로부터 질량을 구한다.

$$\text{H}_2\text{O의 질량} = 3 \text{ mol} \times 18 \text{ g/mol} = 54 \text{ g}$$

핵심 정리 계수비는 반응 몰비와 같다. 질량을 화학식량에 g/mol을 붙인 물질량으로 나누어 양(mol)으로 바꾼 다음 계수비를 적용한다.

2 화학 반응에서의 양적 관계

(2) 화학 반응에서 기체의 부피·부피 관계

반응물과 생성물이 기체인 경우 화학 반응식에서 각 물질의 계수비는 기체의 반응 부피비와 같다. 일정한 온도와 압력에서 어느 한 기체의 부피만 알아도 다른 기체의 부피를 구할 수 있다.

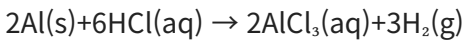
예: 암모니아 30 L가 생성되는 데 필요한 수소의 부피

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ 에서 수소:암모니아의 반응 부피비는 3:2이다. $3:2=x:30$ 이므로 필요한 수소 기체의 부피는 **45 L**이다.

(3) 화학 반응에서의 질량·부피 관계

일정한 온도와 압력에서 기체 1 mol의 부피와 화학식량(분자량)을 알면 어느 한 물질의 질량이나 부피만 알아도 다른 물질의 질량이나 부피를 구할 수 있다.

예: Al 5.4 g과 충분한 양의 염산이 반응할 때 생성되는 수소의 0 °C, 1 atm에서의 부피



- ① Al의 양은 $5.4 \text{ g} \div 27 \text{ g/mol} = 0.2 \text{ mol}$ 이다.
- ② $Al:H_2=2:3=0.2:x$ 이므로 생성되는 H_2 의 양은 0.3 mol이다.
- ③ 수소의 부피는 $0.3 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = \mathbf{6.72 \text{ L}}$ 이다.

개념 체크 C 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. $N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ 에서 반응의 양적 관계가 $N_2:O_2:NO_2=1:2:2$ 인 것을 보기에서 있는 대로 고르시오. (단, 온도와 압력은 일정하다.)
 보기: ㄱ. 반응 몰비 ㄴ. 반응 분자 수 비 ㄷ. 반응 질량비 ㄹ. 반응 부피비
 답: _____
2. 다음은 $N_2(g)$ 와 $H_2(g)$ 의 반응에 대한 화학 반응식이다. (단, a부터 c까지는 반응 계수이고, H와 N의 원자량은 각각 1, 14이며, 온도와 압력은 일정하다.)
 $aN_2(g) + bH_2(g) \rightarrow cNH_3(g)$
 (1) $a+b>c$ 이다. ()
 (2) N_2 10 g과 H_2 30 g을 완전히 반응시킬 때 생성되는 NH_3 의 질량은 20 g이다. ()
 (3) N_2 28 g이 모두 반응하는 데 필요한 H_2 의 최소 질량은 6 g이다. ()
 (4) 충분한 양의 $N_2(g)$ 로 $NH_3(g)$ 10 L를 생성하는 데 필요한 $H_2(g)$ 의 부피는 15 L이다. ()

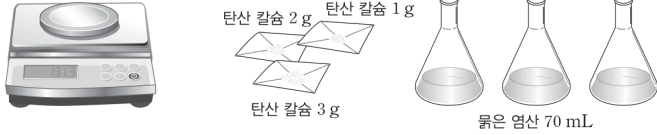
2 화학 반응에서의 양적 관계

탐구 — 탄산 칼슘과 이산화 탄소의 양적 관계

탐구자료 살펴보기
화학 반응에서의 양적 관계

탄산 칼슘(CaCO_3)과 염산($\text{HCl}(\text{aq})$)이 반응하여 염화 칼슘(CaCl_2), 물(H_2O), 이산화 탄소(CO_2)를 생성한다. 반응물인 탄산 칼슘(CaCO_3)과 생성물인 이산화 탄소(CO_2) 사이의 양적 관계를 확인해 보자.

준비물 탄산 칼슘, 시약포지, 묽은 염산, 삼각 플라스크 3개, 전자저울, 유리 막대, 약숫가락



실험 과정

- (가) 전자저울에 시약포지를 올려놓고 탄산 칼슘 1 g을 측정한다.
- (나) 묽은 염산 70 mL가 담긴 삼각 플라스크를 저울 위에 올려놓고 질량을 측정한다.
- (다) (가)의 탄산 칼슘을 (나)의 삼각 플라스크에 모두 넣어 반응시킨다.
- (라) 묽은 염산과 탄산 칼슘의 반응이 완전히 끝나면 용액이 들어 있는 삼각 플라스크의 질량을 측정한다.
- (마) 생성된 이산화 탄소의 질량은 (반응 전 묽은 염산이 들어 있는 삼각 플라스크의 질량 + 탄산 칼슘의 질량) - (반응 후 용액이 들어 있는 삼각 플라스크의 질량)이므로 이를 이용하여 생성된 이산화 탄소의 질량을 구한다.
- (바) 반응한 탄산 칼슘과 생성된 이산화 탄소의 몰비를 구하여 화학 반응식의 계수비와 일치하는지 확인한다(CaCO_3 와 CO_2 의 화학식량은 각각 100, 44이다).
- (사) 탄산 칼슘 2 g과 3 g에 대하여 과정 (가)~(바)를 반복한다.

실험 결과

1. 화학 반응식 : $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$
2. 반응한 CaCO_3 과 생성된 CO_2 의 질량(g)과 양(mol)

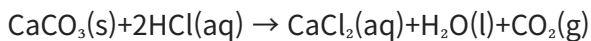
반응한 CaCO_3 의 질량(g)	1.00	2.00	3.00
생성된 CO_2 의 질량(g)	0.44	0.88	1.32
반응한 CaCO_3 의 양(mol)	0.01	0.02	0.03
생성된 CO_2 의 양(mol)	0.01	0.02	0.03

분석 point

1. 화학 반응식에서 탄산 칼슘과 이산화 탄소의 반응 몰비를 구하면 $\text{CaCO}_3 : \text{CO}_2 = 1 : 1$ 이다.
2. 실험 결과에서 반응한 탄산 칼슘(CaCO_3)과 생성된 이산화 탄소(CO_2)의 몰비는 1 : 1이며, 화학 반응식의 계수비와 같다.

핵심 정리 반응물과 생성물의 ‘반응 질량 ÷ 화학식량’의 비는 반응 몰비와 같고, 화학 반응식의 계수비와도 같다.

다음은 탄산 칼슘과 묽은 염산의 반응이다. CaCO_3 , CO_2 의 화학식량은 각각 100, 44이고, $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 24 L이다.



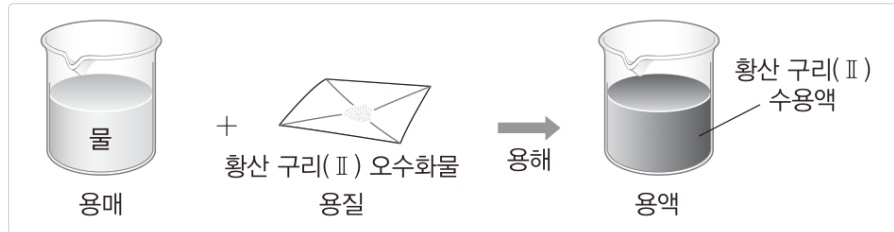
개념 체크 D 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 탄산 칼슘 1 g을 충분한 양의 묽은 염산($\text{HCl}(\text{aq})$)과 반응시켰을 때 발생하는 이산화 탄소의 질량을 구하시오. _____ g
2. $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 이산화 탄소 3.6 L를 얻기 위해 반응시켜야 할 탄산 칼슘의 질량을 구하시오. _____ g

3 용액의 농도

(1) 용해와 용액

- ① **용해**: 용질이 용매와 고르게 섞이는 현상이다.
- ② **용액**: 두 종류 이상의 순물질이 균일하게 섞여 있는 혼합물이다. 용액에서 녹이는 물질을 **용매**, 녹는 물질을 **용질**이라고 한다.



- ③ **용액의 농도**: 용액이 얼마나 진하고 묽은지를 나타내는 값이며, 퍼센트 농도(%), 몰 농도(M) 등이 있다.

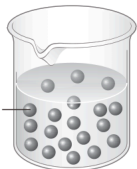
(2) 퍼센트 농도

용액 100 g에 녹아 있는 용질의 질량(g)을 나타내며, 단위는 %를 사용한다.

$$\begin{aligned} \text{퍼센트 농도}(\%) &= \text{용질의 질량}(\text{g}) \div \text{용액의 질량}(\text{g}) \times 100 \\ &= \text{용질의 질량}(\text{g}) \div (\text{용매} + \text{용질})\text{의 질량}(\text{g}) \times 100 \end{aligned}$$

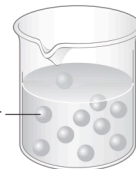
- ① 용질의 질량(g) = 용액의 질량(g) × 퍼센트 농도(%) ÷ 100이다. 예를 들어 15% 포도당 수용액 200 g에서 포도당은 $200 \times 15 / 100 = 30$ g이고, 물은 170 g이다.
- ② 용액과 용질의 질량으로 나타내므로 온도나 압력의 영향을 받지 않는다.

과학 돌보기 퍼센트 농도가 같은 수용액에서 입자 수 비교



포도당 입자

10% 포도당 수용액 100 g



설탕 입자

10% 설탕 수용액 100 g

- 10% 포도당 수용액 100 g에는 물 90 g과 포도당 10 g이 혼합되어 있다.
- 10% 설탕 수용액 100 g에는 물 90 g과 설탕 10 g이 혼합되어 있다.
- ➡ 수용액에 녹아 있는 포도당과 설탕의 질량은 10 g으로 같다.
- ➡ 포도당과 설탕은 1 mol의 질량이 각각 다르므로 10% 포도당 수용액과 10% 설탕 수용액에 녹아 있는 포도당과 설탕의 분자 수는 다르다.

개념 체크 E 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 설탕 수용액에서 설탕은 용질이고 물은 용매이다. ()
2. 퍼센트 농도는 용액 속에 녹아 있는 용질의 양(mol)을 나타낸다. ()
3. 10% 포도당 수용액 100 g에 녹아 있는 포도당의 질량은 10 g이다. ()

4 몰 농도

(1) 몰 농도

용액 1 L 속에 녹아 있는 용질의 양(mol)으로 나타낸 농도이며, 단위는 **M** 또는 **mol/L**를 사용한다.

$$\text{몰 농도(M)} = \text{용질의 양(mol)} \div \text{용액의 부피(L)}$$

- ① 용액의 부피를 기준으로 하기 때문에 사용하기에 편리하다.
- ② 온도에 따라 용질의 양(mol)은 변하지 않지만 용액의 부피가 변하므로 **몰 농도는 온도에 따라 달라진다.**
- ③ 용액의 몰 농도와 부피를 알면 녹아 있는 용질의 양(mol)을 구할 수 있다.

$$\text{용질의 양(mol)} = \text{몰 농도(mol/L)} \times \text{용액의 부피(L)}$$

핵심 정리 몰 농도는 용액 1 L에 녹아 있는 용질의 양(mol)이다. 몰 농도(M)에 용액의 부피(L)를 곱하면 용질의 양(mol)이 된다.

개념 체크 F 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 용액 1 L 속에 녹아 있는 용질의 양(mol)으로 나타낸 농도는 ()이다.
2. 몰 농도(M)와 용액의 부피(L)를 곱하면 용질의 양(mol)을 구할 수 있다. ()
3. 0.1 M 포도당 수용액 100 mL에 녹아 있는 포도당의 양은 () mol이다.
4. 표시된 눈금까지 용매를 채워 일정한 부피의 용액을 만드는 데 사용하는 실험 기구는 ()이다.

4 몰 농도

(2) 용액 만들기

특정한 몰 농도의 용액을 만들 때 부피 플라스크, 전자저울, 비커, 씻기병 등이 필요하다.

부피 플라스크	전자저울	비커
		
표시선까지 용매를 채워 일정 부피의 용액을 만들 때 사용한다.	용질의 질량을 측정한다.	용질을 소량의 용매에 용해시킨 후 용액을 부피 플라스크에 옮길 때 사용한다.

예: 0.1 M 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 1 L 만들기

- ① 화학식량이 40인 NaOH 4.0 g을 적당량의 물이 들어 있는 비커에 넣어 모두 녹인다.
- ② 1 L 부피 플라스크에 ①의 용액을 넣는다.
- ③ 물로 비커를 씻어 묻어 있는 용액까지 부피 플라스크에 넣는다.
- ④ 부피 플라스크에 물을 2/3 정도 넣고, 용액을 섞는다.
- ⑤ 표시된 눈금까지 물을 가하고, 용액을 충분히 흔들어 준다.
- ⑥ 실온으로 식힌 후 다시 표시된 눈금까지 물을 채운다.



4 물 농도

탐구 — 0.1 M 황산 구리(II) 수용액 만들기

탐구자료 살펴보기

0.1 M 황산 구리(II) 수용액 만들기

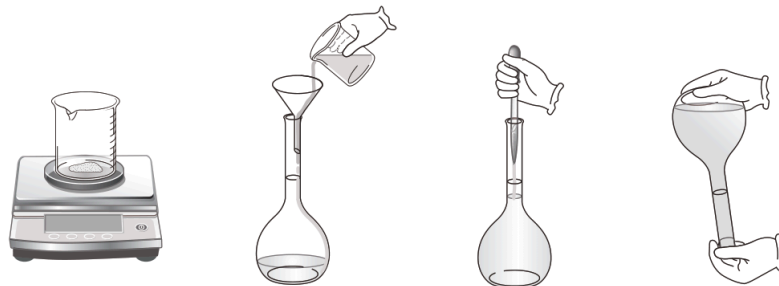
0.1 M 황산 구리(II) 수용액을 제조해 보자. 황산 구리(II) 오수화물의 화학식량은 249.7이다.

준비물

황산 구리(II) 오수화물($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), 물, 1000 mL 부피 플라스크, 비커, 깔때기, 씻기병, 스포이트, 유리 막대, 약순가락, 전자저울

실험 과정

- (가) 황산 구리(II) 오수화물 24.97 g을 비커에 담아 측정하고, 적당량의 물을 부어 유리 막대로 저어 모두 녹인다.
 (나) (가)의 황산 구리(II) 수용액을 깔때기를 이용하여 1000 mL 부피 플라스크에 넣는다. 물로 비커를 씻어 묻어 있는 부피 플라스크에 넣는다.
 (다) 부피 플라스크에 물을 채운다. 스포이트를 이용하여 표시된 눈금까지 맞춰 물을 넣는다.
 (라) 부피 플라스크의 뚜껑을 닫고, 잘 흔들어 섞어 준다.



실험 결과

- 황산 구리(II) 오수화물의 화학식량이 249.7이므로 물에 녹인 황산 구리(II) 오수화물 24.97 g의 양 (mol)은 $\frac{24.97 \text{ g}}{249.7 \text{ g/mol}} = 0.1 \text{ mol}$ 이다.
- 황산 구리(II) 오수화물 0.1 mol이 녹아 있는 용액 전체의 부피가 1 L이므로 황산 구리(II) 수용액의 몰 농도는 $\frac{0.1 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.1 \text{ M}$ 이다.

분석 point

- 용질의 양(mol) = 몰 농도(mol/L) × 용액의 부피(L)이므로 0.1 M 황산 구리(II) 수용액 1 L를 만드는 데 필요한 황산 구리(II)의 양은 $0.1 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$ 이다.
- 황산 구리(II) 오수화물을 모두 녹인 후 물을 더 넣어 용액의 부피를 1 L로 맞춰 주어야 황산 구리(II) 0.1 mol이 녹아 있는 용액 1 L를 만들 수 있다.

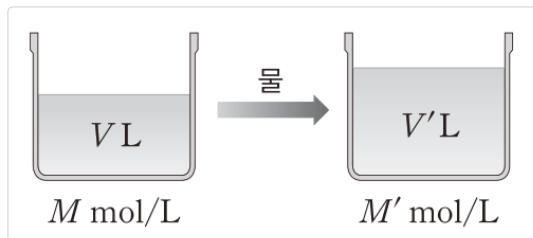
핵심 정리 필요한 용질의 양은 몰 농도 × 용액의 부피로 구한다. 용질을 모두 녹인 후 물을 더 넣어 용액 전체의 부피를 표시선에 맞춘다.

4 물 농도

(3) 용액의 희석과 혼합 — ① 용액 희석하기

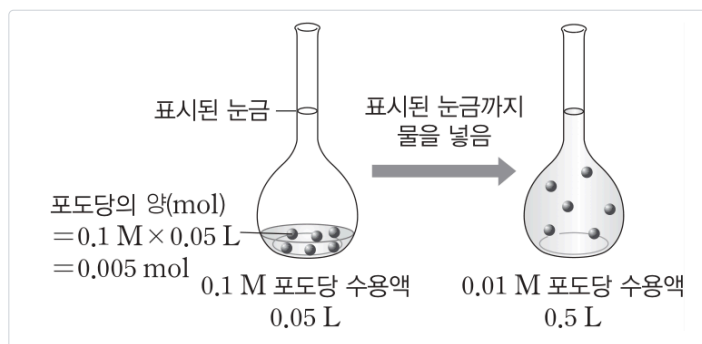
어떤 용액에 물을 가하여 용액을 희석했을 때 용액의 부피와 물 농도는 달라지지만 그 속에 녹아 있는 **용질의 양(mol)**은 **변하지 않는다**.

물 농도가 $M \text{ mol/L}$ 인 용액 $V \text{ L}$ 에 물을 가하여 물 농도가 $M' \text{ mol/L}$, 부피가 $V' \text{ L}$ 가 되었다면 두 용액에서 용질의 양(mol)은 같으므로 다음 관계가 성립한다.



$$MV = M'V' \rightarrow M' = MV/V' \text{ (mol/L)}$$

예: 0.1 M 포도당 수용액을 희석하여 0.01 M 포도당 수용액 500 mL 만들기



① 희석된 용액에 녹아 있는 포도당의 양(mol)을 계산한다.

$0.01 \text{ M} \times 0.5 \text{ L} = 0.005 \text{ mol}$ 이다.

② 진한 용액에서 같은 양의 포도당을 얻는 데 필요한 부피는 $0.005 \text{ mol} \div 0.1 \text{ mol/L} = 0.05 \text{ L}$ 이다.

③ 0.1 M 포도당 수용액 0.05 L를 500 mL 부피 플라스크에 넣고 표시된 눈금까지 물을 채워 용액의 부피를 500 mL로 맞춘다.

개념 체크 G

빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하십시오. (정답은 교재 말미 해설)

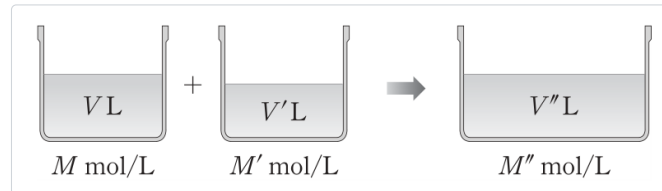
- 어떤 용액에 물을 가하여 희석할 때 용액에 녹아 있는 ()의 양(mol)은 변하지 않는다.
- 물 농도가 $M \text{ mol/L}$ 인 용액 $V \text{ L}$ 에 물을 가해서 $M' \text{ mol/L}$ 인 용액 $V' \text{ L}$ 가 되었다면 $MV=()$ 의 관계가 성립한다.

4 물 농도

(3) 용액의 희석과 혼합 — ② 혼합 용액의 물 농도

물 농도가 서로 다른 두 용액을 혼합하면 용액의 부피와 물 농도는 달라지지만 혼합 용액에 녹아 있는 용질의 양(mol)은 혼합 전 각 용액에 녹아 있는 용질의 양(mol)의 합과 같다.

물 농도가 M mol/L인 용액 V L와 M' mol/L인 용액 V' L를 혼합하여 물 농도가 M'' mol/L, 전체 부피가 V'' L가 되었다면 다음 관계가 성립한다.



$$MV + M'V' = M''V'' \rightarrow M'' = (MV + M'V')/V'' \text{ (mol/L)}$$

과학 돋보기

화학 반응의 양적 관계에서 물 농도 이용하기

질산 은(AgNO_3) 수용액과 염화 나트륨(NaCl) 수용액이 반응하면 흰색 앙금인 염화 은(AgCl)이 생성된다. 이와 같이 반응물이나 생성물이 용액인 화학 반응에서 양적 관계를 다루려면 용액의 물 농도로부터 용질의 양(mol)을 계산해야 한다.

예 0.1 M AgNO_3 수용액 100 mL가 완전히 반응하는 데 필요한 NaCl 의 질량 구하기

[화학 반응식] $\text{AgNO}_3(aq) + \text{NaCl}(aq) \rightarrow \text{AgCl}(s) + \text{NaNO}_3(aq)$

① 0.1 M AgNO_3 수용액 100 mL에 녹아 있는 AgNO_3 의 양(mol)을 구한다.

→ 용질의 양(mol) = 물 농도(mol/L) × 용액의 부피(L)이므로

AgNO_3 의 양(mol) = $0.1 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$ 이다.

② 화학 반응식의 계수비는 반응 몰비와 같고, AgNO_3 과 NaCl 의 계수비는 1 : 1이므로 AgNO_3 0.01 mol은 NaCl 0.01 mol과 반응한다.

→ NaCl 의 화학식량이 58.5이므로 NaCl 0.01 mol의 질량은 0.585 g이며, 0.1 M AgNO_3 수용액 100 mL가 완전히 반응하는 데 필요한 NaCl 의 최소 질량은 0.585 g이다.

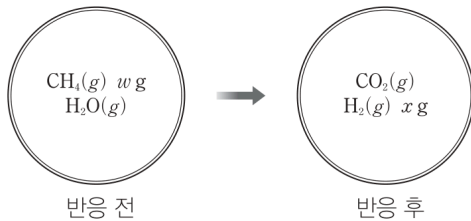
개념 체크 H 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

- 0.2 M 포도당 수용액 500 mL에 물을 넣어 1 L 수용액을 만들었다. (단, 포도당의 분자량은 180이다.)
 - 0.2 M 포도당 수용액 500 mL에 녹아 있는 포도당의 질량은 18 g이다. ()
 - 물을 넣어 희석한 용액의 물 농도는 0.1 M이다. ()
- 1 M 포도당 수용액 100 mL와 2 M 포도당 수용액 100 mL를 혼합하고 물을 넣어 혼합 용액 300 mL를 만들었다. 이 혼합 용액의 물 농도를 구하시오. _____ M

Part 2 · 기본문제

12문항 · 정답과 해설은 Part 4.

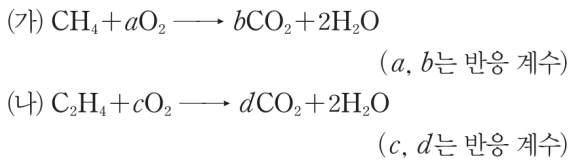
01 그림은 용기에 $\text{CH}_4(g)$ 와 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 를 넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후 용기에 존재하는 물질을 나타낸 것이다.



x 는? (단, H, C의 원자량은 각각 1, 12이다.)

- ① $\frac{w}{8}$ ② $\frac{w}{4}$ ③ $\frac{3w}{8}$ ④ $\frac{w}{2}$ ⑤ $\frac{5w}{8}$

02 다음은 2가지 연소 반응의 화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

- ◀ 보기 ▶
 ㄱ. $a + d = b + c$ 이다.
 ㄴ. $\frac{\text{반응 전 전체 물질의 양(mol)}}{\text{반응 후 전체 물질의 양(mol)}}$ 은 (나) > (가)이다.
 ㄷ. 1 g의 CH_4 와 C_2H_4 를 각각 모두 완전 연소시키기 위해 필요한 O_2 의 최소 질량(g)은 $\text{CH}_4 > \text{C}_2\text{H}_4$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

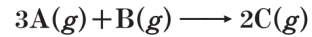
03 다음은 AB와 B_2 가 반응하여 A_2B_3 가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



이 반응에서 용기에 AB 2 mol과 B_2 2 mol을 넣고 반응을 완결시켰을 때, $\frac{\text{남은 반응물의 양(mol)}}{\text{생성된 A}_2\text{B}_3 \text{의 양(mol)}}$ 은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{3}{4}$ ④ 1 ⑤ $\frac{3}{2}$

04 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.

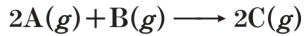


실린더에 A(g)와 B(g)를 각각 3 mol씩 넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후 같은 값을 갖는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

- ◀ 보기 ▶
 ㄱ. 단위 부피당 전체 기체의 양(mol)
 ㄴ. 전체 기체의 밀도
 ㄷ. $\frac{\text{B}(g) \text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}}$

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

05 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 강철 용기에 A(g)와 B(g)를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I 과 II에 대한 자료이다.

실험	반응 전 기체의 질량(g)		반응 후 남은 반응물의 질량(g)
	A(g)	B(g)	
I	4	4	3
II	10	2	2

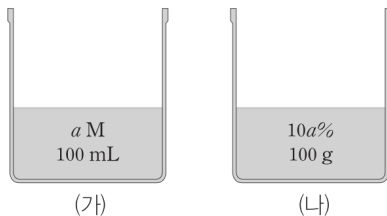
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. I에서 반응 후 남은 반응물은 B(g)이다.
- ㄴ. 분자량비는 B : C = 2 : 5이다.
- ㄷ. II에서 반응 후 $\frac{C(g) \text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} = \frac{4}{5}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 그림은 $t^{\circ}\text{C}$ 에서 NaOH(aq) (가)와 (나)를 나타낸 것이다. NaOH의 화학식량은 40이고, $t^{\circ}\text{C}$ 에서 (나)의 밀도는 1 g/mL이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 혼합 수용액의 부피는 혼합 전 각 수용액의 부피의 합과 같다.)

◀ 보기 ▶

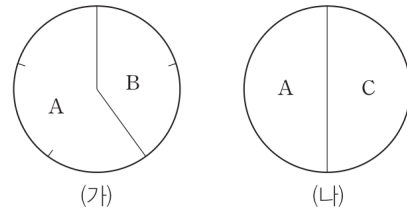
- ㄱ. (가)에 들어 있는 NaOH의 질량은 4a g이다.
- ㄴ. (나)의 몰 농도는 2.5a M이다.
- ㄷ. (가)와 (나)를 모두 혼합한 수용액의 몰 농도는 1.5a M보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07 다음은 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림 (가)는 반응 전 반응물의 질량비율, (나)는 반응 후 남은 반응물과 C의 몰비를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 화학식량비는 A : B = 3 : 8이다.
- ㄴ. (나)에서 질량비는 A : C = 3 : 7이다.
- ㄷ. $\frac{A \text{의 양(mol)}}{\text{전체 물질의 양(mol)}}$ 은 (가)에서가 (나)에서의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 다음은 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 만드는 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) NaOH(s) x g을 모두 물에 녹여 0.1 M NaOH(aq) 200 mL를 만들었다.
- (나) (가)의 NaOH(aq) 50 mL에 NaOH(s) y g을 모두 녹이고 물을 넣어 0.2 M NaOH(aq) 100 mL를 만들었다.

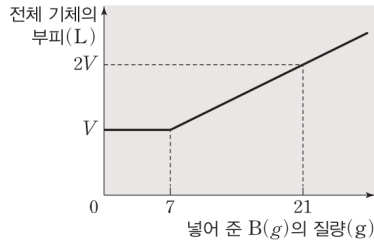
$\frac{x}{y}$ 는? (단, 수용액의 온도는 일정하고, NaOH의 화학식량은 40이다.)

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{3}{4}$ ③ 1 ④ $\frac{4}{3}$ ⑤ $\frac{3}{2}$

09 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림은 A(g) 15 g이 들어 있는 실린더에 B(g)를 넣고 반응을 완결시켰을 때, 넣어 준 B(g)의 질량에 따른 전체 기체의 부피를 나타낸 것이다.



$c \times \frac{B \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}}$ 은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

- ① $\frac{7}{22}$ ② $\frac{7}{11}$ ③ $\frac{15}{22}$ ④ $\frac{14}{11}$ ⑤ $\frac{15}{11}$

10 표는 $t^\circ\text{C}$ 에서 A(aq)와 B(aq)에 대한 자료이다. A(aq)와 B(aq)에 들어 있는 용질의 질량은 같고, 화학식량비는 A : B = 2 : 3이며, 두 수용액의 밀도는 같다.

수용액	A(aq)	B(aq)
몰 농도(M)	0.3	x
부피(mL)	100	50

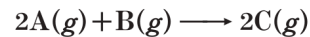
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A(aq)에 들어 있는 A의 양은 0.03 mol이다.
 ㄴ. $x=0.4$ 이다.
 ㄷ. 물의 질량은 A(aq)이 B(aq)의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 반응물의 질량을 달리하여 반응을 완결시킨 실험 I ~ III에 대한 자료이다. I 과 II에서 반응 후 남은 반응물의 종류는 다르다.

실험	반응 전 반응물의 질량(g)		반응 후 C(g)의 질량(g)
	A(g)	B(g)	
I	4	2	5.5
II	7	5	x
III	10	y	11

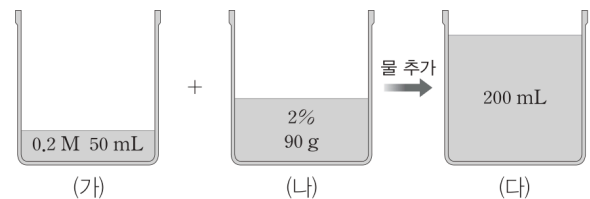
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. $x+y=15$ 이다.
 ㄴ. 분자량비는 B : C = 4 : 11이다.
 ㄷ. II와 III에서 반응 후 남은 반응물을 혼합하여 반응을 완결시키면 B(g)가 남는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

12 그림은 A(aq) (가)와 (나)를 혼합하고 물을 추가하여 200 mL 수용액 (다)를 만드는 것을 나타낸 것이다. A의 화학식량은 60이다.



(다)의 몰 농도(M)는? (단, 온도는 일정하다.)

- ① 0.1 ② 0.2 ③ 0.3
 ④ 0.4 ⑤ 0.5

Part 3 · 심화문제

16문항 · 정답과 해설은 Part 4. 각 문항의 접근 Point는 해설에 수록.

01 다음은 $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 금속 $\text{M}(\text{s})$ 과 $\text{HCl}(\text{aq})$ 의 반응에서의 양적 관계를 알아보는 실험이다. H의 원자량은 1이고, $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 24 L이다.

[화학 반응식]



[실험 과정 및 결과]

(가) $\text{HCl}(\text{aq})$ 100 mL가 들어 있는 삼각 플라스크의 질량을 측정하였더니 w_1 g이었다.

(나) $\text{M}(\text{s})$ a g을 (가)의 삼각 플라스크에 넣고 $\text{M}(\text{s})$ 이 모두 반응하였을 때 생성된 $\text{H}_2(\text{g})$ 의 부피를 측정하였더니 720 mL이었다.

(다) 반응이 완결된 후 삼각 플라스크의 질량을 측정하였더니 w_2 g이었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, M은 임의의 원소 기호이고, 온도와 압력은 각각 $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm으로 일정하며, 물의 증발과 물에 대한 H_2 의 용해는 무시한다.)

◀ 보기 ▶

ㄱ. M의 원자량은 $50a$ 이다.

ㄴ. $w_1 - w_2 = 0.06$ 이다.

ㄷ. 반응 전 $\text{HCl}(\text{aq})$ 의 몰 농도는 0.6 M 이상이다.

① ㄱ

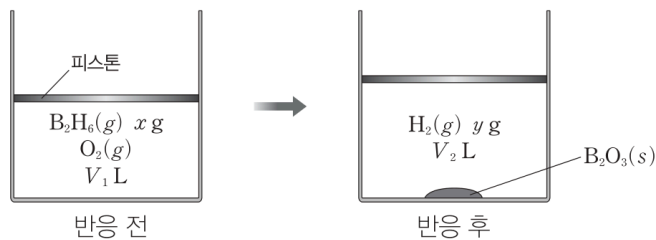
② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 실린더에 $\text{B}_2\text{H}_6(\text{g})$ 과 $\text{O}_2(\text{g})$ 를 넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후 실린더에 들어 있는 물질을 나타낸 것이다. 반응 전과 후 전체 기체의 부피는 각각 V_1 L과 V_2 L이다.



$\frac{y}{x} \times \frac{V_1}{V_2}$ 는? (단, H와 B의 원자량은 각각 1, 11이고, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하며, 고체의 부피는 무시한다.)

① $\frac{1}{7}$

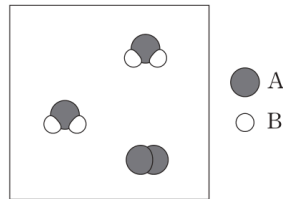
② $\frac{5}{28}$

③ $\frac{1}{4}$

④ $\frac{1}{2}$

⑤ $\frac{5}{7}$

03 그림은 $A_2(g)$ 와 $B_2(g)$ 가 들어 있는 실린더에서 반응을 완결시켰을 때, 반응 후 실린더 속 기체 10 mL에 들어 있는 기체 분자를 모형으로 나타낸 것이다. 반응 후 생성물은 1가지 기체이고, 분자 모형 1개는 n mol이다.



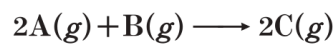
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 반응 전 실린더 속 기체 10 mL에 들어 있는 $A_2(g)$ 의 양은 $2n$ mol이다.
- ㄴ. $\frac{\text{반응 후 } AB_2(g) \text{의 양(mol)}}{\text{반응 전 } B_2(g) \text{의 양(mol)}} = 1$ 이다.
- ㄷ. 실린더 속 전체 기체의 밀도비는 반응 전 : 반응 후 = 3 : 4이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 다음은 $A(g)$ 와 $B(g)$ 가 반응하여 $C(g)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더에 $A(g)$ 와 $B(g)$ 를 넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후에 대한 자료이다.

반응 전			반응 후		
$A(g)$ 의 질량(g)	$B(g)$ 의 질량(g)	전체 기체의 부피(L)	$B(g)$ 의 질량(g)	$C(g)$ 의 질량(g)	전체 기체의 부피(L)
$8a$	$7a$	V_1	b	$2b$	V_2

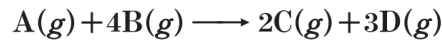
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. $5a = b$ 이다.
- ㄴ. 분자량비는 $B : C = 2 : 5$ 이다.
- ㄷ. $V_1 : V_2 = 11 : 9$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)와 D(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더에 A(g)와 B(g)를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I과 II에 대한 자료이다. I과 II에서 반응 후 남은 반응물의 종류는 서로 다르고, II에서 반응 후 생성된 D(g)의 질량은 $\frac{33}{4}w$ g이다.

실험	반응 전		반응 후	
	A(g)의 질량(g)	B(g)의 양(mol)	A(g) 또는 B(g)의 질량(g)	D(g)의 양(mol) 전체 기체의 양(mol)
I	40	$4n$	$5w$	$\frac{1}{2}$
II	10	$6n$	$16w$	x

$x \times \frac{A \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}}$ 은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

- ① $\frac{2}{9}$ ② $\frac{5}{22}$ ③ $\frac{20}{39}$ ④ $\frac{10}{19}$ ⑤ $\frac{20}{27}$

06 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.

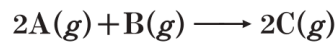
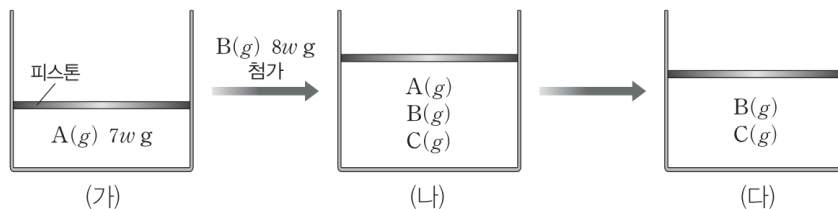


그림 (가)는 실린더에 A(g)를 넣은 것을, (나)는 (가)의 실린더에 B(g) $8w$ g을 첨가하여 일부가 반응한 것을, (다)는 (나)의 실린더에서 반응을 완결시킨 것을 나타낸 것이다. 실린더 속 전체 기체의 부피비는 (가) : (나) = 4 : 7이고, (가)와 (다)에서 실린더 속 전체 기체의 밀도(g/L)는 각각 d 와 xd 이며,

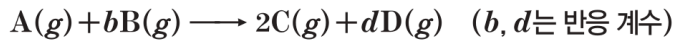
$\frac{A \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}} = \frac{7}{11}$ 이다.



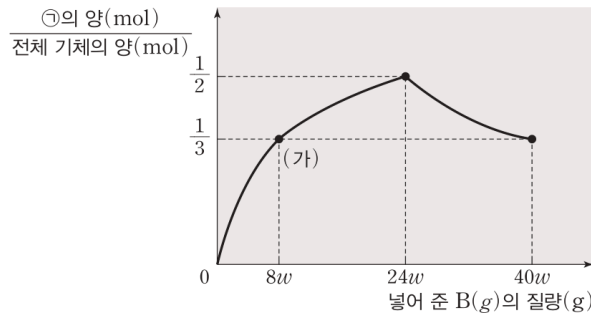
$x \times \frac{(나) \text{의 실린더 속 } A(g) \text{의 질량}(g)}{(다) \text{의 실린더 속 } B(g) \text{의 질량}(g)}$ 은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

- ① $\frac{5}{11}$ ② $\frac{7}{12}$ ③ $\frac{10}{11}$ ④ $\frac{5}{4}$ ⑤ $\frac{5}{2}$

07 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)와 D(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림은 A(g) 7w g이 들어 있는 강철 용기에 B(g)를 넣어 반응을 완결시킬 때, 넣어 준 B(g)의 질량에 따른 $\frac{\text{㉠의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}}$ 을 나타낸 것이다. ㉠은 C(g)와 D(g) 중 하나이고, (가)에서 생성된 D(g)의 질량은 3w g이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)에서 A(g)와 C(g)의 양(mol)은 같다.
- ㄴ. $b + d = 4$ 이다.
- ㄷ. 분자량비는 A : C = 7 : 11이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

08 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 A(g) 4w g이 들어 있는 용기에 B(g)의 질량을 달리하여 넣고 반응을 완결시킨 실험 I ~ III에 대한 자료이다.

실험	넣어 준 B(g)의 질량(g)	반응 후 $\frac{C(g) \text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}}$
I	w	$\frac{1}{3}$
II	3w	1
III	4w	x

$x \times \frac{C \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}}$ 은?

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{3}{4}$ ③ 1 ④ $\frac{3}{2}$ ⑤ $\frac{7}{4}$

09 다음은 $A(g)$ 와 $B(g)$ 가 반응하여 $C(g)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더에 $A(g)$ 와 $B(g)$ 를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I~Ⅲ에 대한 자료이다. Ⅲ에서 $A(g)$ 와 $B(g)$ 는 모두 반응하였다.

실험	반응 전		반응 후	
	$A(g)$ 의 양(mol)	$B(g)$ 의 질량(g)	$A(g)$ 또는 $B(g)$ 의 질량(상댓값)	실린더 속 전체 기체의 부피(L)
I	n	w	13	5V
Ⅱ	n	$2w$	3	9V
Ⅲ	$2n$	$3w$	0	12V

C 의 분자량
 A 의 분자량

은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

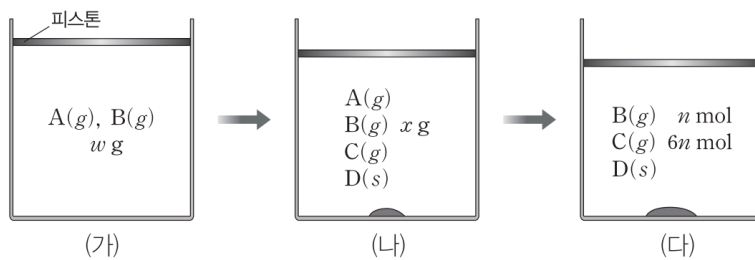
- ① $\frac{4}{13}$ ② $\frac{5}{13}$ ③ $\frac{8}{13}$ ④ $\frac{10}{13}$ ⑤ $\frac{16}{13}$

10 다음은 $A(g)$ 와 $B(g)$ 가 반응하여 $C(g)$ 와 $D(s)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림 (가)는 실린더에 전체 기체의 질량이 w g이 되도록 $A(g)$ 와 $B(g)$ 를 넣은 것을, (나)는 (가)의 실린더에서 일부가 반응한 것을, (다)는 (나)의 실린더에서 반응이 완결된 것을 나타낸 것이다. 실린더 속

전체 기체의 부피비는 (나) : (다) = 15 : 14이고, $\frac{B \text{의 화학식량}}{A \text{의 화학식량}} = \frac{8}{17}$ 이며, (다)에서 $D(s)$ 의 질량은 $\frac{7}{20}w$ g이다.



$x \times \frac{D \text{의 화학식량}}{C \text{의 화학식량}}$ 은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

- ① $\frac{14}{85}w$ ② $\frac{28}{95}w$ ③ $\frac{7}{19}w$ ④ $\frac{7}{17}w$ ⑤ $\frac{17}{19}w$

11 다음은 A(aq)을 만드는 실험이다.

[자료]

○ $t^{\circ}\text{C}$ 에서 $a\text{ M A(aq)}$ 의 밀도 : $d\text{ g/mL}$

[실험 과정]

(가) $t^{\circ}\text{C}$ 에서 A(s) 10 g을 모두 물에 녹여 A(aq) 100 mL를 만든다.

(나) (가)에서 만든 A(aq) 40 mL에 물을 넣어 $a\text{ M A(aq)}$ 200 mL를 만든다.

(다) (나)에서 만든 A(aq) $w\text{ g}$ 에 A(s) 12 g을 모두 녹이고 물을 넣어 $1.5a\text{ M A(aq)}$ 500 mL를 만든다.

w 는? (단, 온도는 $t^{\circ}\text{C}$ 로 일정하다.)

- ① $50d$ ② $75d$ ③ $100d$ ④ $125d$ ⑤ $150d$

12 표는 A(aq) $x\text{ mL}$ 와 B(aq) 200 mL에 각각 물을 넣어 희석시킬 때, 넣어 준 물의 부피에 따른 A(aq)과 B(aq)의 몰 농도(M)에 대한 자료이다. 화학식량비는 A : B = 3 : 20이다.

넣어 준 물의 부피(mL)		0	V	100
몰 농도(M)	A(aq)	0.3	m	0.1
	B(aq)	0.2	m	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 혼합 수용액의 부피는 혼합 전 수용액과 넣어 준 물의 부피의 합과 같다.)

◀ 보기 ▶

ㄱ. $x=50$ 이다.

ㄴ. 용질의 질량비는 A(aq) : B(aq) = 9 : 8이다.

ㄷ. $m \times V = \frac{20}{3}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

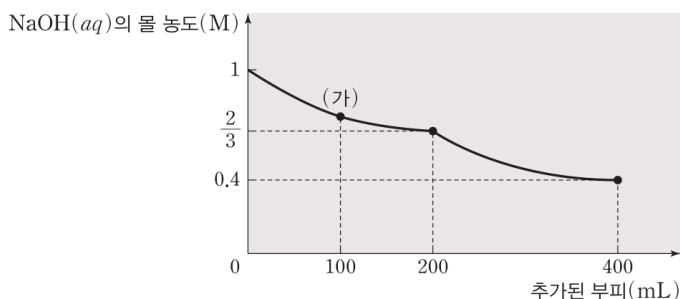
13 표는 $t^{\circ}\text{C}$ 에서 $\text{A}(\text{aq})$ (가)와 (나)에 대한 자료이다.

$\text{A}(\text{aq})$	물 농도(M)	$\frac{\text{용질의 양}(\text{mol})}{\text{용매의 양}(\text{mol})}$	밀도(g/mL)
(가)	$5a$	$2k$	1.1
(나)	$3a$	k	1.05

a 는? (단, A의 화학식량은 40이다.)

- ① $\frac{7}{4}$ ② $\frac{9}{5}$ ③ $\frac{9}{4}$ ④ $\frac{7}{3}$ ⑤ $\frac{8}{3}$

14 그림은 1 M $\text{NaOH}(\text{aq})$ x mL에 ㉠ 200 mL와 ㉡ 200 mL를 순서대로 추가할 때 ㉠ 또는 ㉡의 추가된 부피에 따른 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 의 물 농도(M)를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 물과 0.5 M $\text{NaOH}(\text{aq})$ 을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, NaOH 의 화학식량은 40이고, 수용액의 온도는 일정하며, 혼합 수용액의 부피는 혼합 전 물 또는 수용액의 부피의 합과 같다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 물이다.
 ㄴ. $x=400$ 이다.
 ㄷ. (가)에서 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 의 물 농도는 0.75 M이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

15 다음은 용액의 몰 농도에 대한 학생 A와 B의 실험이다.

[학생 A의 실험 과정]

(가) $a \text{ M X}(aq)$ 100 mL에 물을 넣어 200 mL 수용액을 만든다.

(나) (가)에서 만든 수용액 100 mL와 $0.3 \text{ M X}(aq)$ 100 mL를 혼합하여 수용액 I을 만든다.

[학생 B의 실험 과정]

(가) $a \text{ M X}(aq)$ 200 mL에 $0.3 \text{ M X}(aq)$ 50 mL를 혼합하여 수용액을 만든다.

(나) (가)에서 만든 수용액 250 mL에 물을 넣어 500 mL 수용액 II를 만든다.

[실험 결과]

○ A가 만든 I의 몰 농도 : $20k \text{ M}$

○ B가 만든 II의 몰 농도 : $11k \text{ M}$

$\frac{k}{a}$ 는? (단, 온도는 일정하고, 혼합 수용액의 부피는 혼합 전 각 수용액의 부피의 합과 같다.)

- ① $\frac{1}{20}$ ② $\frac{1}{15}$ ③ $\frac{1}{10}$ ④ $\frac{2}{15}$ ⑤ $\frac{1}{5}$

16 표는 $t^\circ\text{C}$ 에서 $\text{A}(aq)$ (가)~(다)에 대한 자료이다.

수용액	(가)	(나)	(다)
부피(L)	V_1	V_2	$2V_2$
몰 농도(M)	0.2	0.4	0.3
용질의 질량(g)	$3w$	$2w$	

(가)와 (다)를 모두 혼합한 수용액의 몰 농도(M)는? (단, 혼합한 수용액의 부피는 혼합 전 각 수용액의 부피의 합과 같다.)

- ① $\frac{7}{30}$ ② $\frac{6}{25}$ ③ $\frac{13}{50}$ ④ $\frac{7}{25}$ ⑤ $\frac{2}{7}$

Part 4 · 정답과 해설

1 개념 체크 정답

A	1. C, D	2. ○	3. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$	
B	1. ×	2. ○	3. ○	4. ×
C	1. ㄱ, ㄴ, ㄹ	2. (1)○(2)×(3)○(4)○		
D	1. 0.44 g	2. 15 g		
E	1. ○	2. ×	3. ○	
F	1. 몰 농도	2. ○	3. 0.01	4. 부피 플라스크
G	1. 용질	2. M'V'		
H	1. (1)○(2)○	2. 1 M		

2 기본문제 해설

정답

01	④	02	③	03	⑤	04	⑤	05	⑤	06	③	07	③	08	④
09	④	10	③	11	①	12	②								

01 화학 반응의 양적 관계

$\text{CH}_4(\text{g})$ 과 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 가 반응하여 $\text{CO}_2(\text{g})$ 와 $\text{H}_2(\text{g})$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.

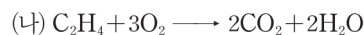
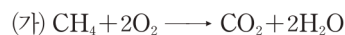


이 반응에서 $\text{CH}_4(\text{g})$ 과 $\text{H}_2(\text{g})$ 의 반응 계수는 각각 1과 4이고, 분자량은 각각 16과 2이므로 반응 질량비는 $\text{CH}_4(\text{g}) : \text{H}_2(\text{g}) = 16 : 4 \times 2 = 2 : 1$ 이다. 따라서 $\text{CH}_4(\text{g})$ w g

이 모두 반응하여 생성되는 $\text{H}_2(\text{g})$ 의 질량(g) $x = \frac{w}{2}$ 이다.

02 연소 반응에서의 양적 관계

CH_4 과 C_2H_4 의 연소 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



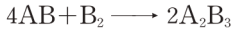
㉠ $a=d=2$, $b=1$, $c=3$ 이므로 $a+d=b+c=4$ 이다.

✕. 화학 반응식에서 반응 계수비는 반응 몰비와 같다. (가)는 반응물과 생성물의 계수 합이 각각 3으로 같고, (나)는 반응물과 생성물의 계수 합이 각각 4로 같으므로 $\frac{\text{반응 전 전체 물질의 양(mol)}}{\text{반응 후 전체 물질의 양(mol)}}$ 은 (가)와 (나)가 모두 1로 같다.

㉡ CH_4 과 C_2H_4 의 분자량은 각각 16과 28이다. CH_4 과 C_2H_4 1 mol이 완전 연소할 때 각각 2 mol과 3 mol의 O_2 가 반응하므로 CH_4 과 C_2H_4 1 g을 모두 연소시키기 위해 필요한 O_2 의 최소 질량(g)은 각각 $\frac{1}{16} \times 2 \times 32 = 4$, $\frac{1}{28} \times 3 \times 32 = \frac{24}{7}$ 로 $\text{CH}_4 > \text{C}_2\text{H}_4$ 이다.

03 화학 반응식 완성하기

AB와 B₂가 반응하여 A₂B₃가 생성되는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서 $a=4$, $b=1$, $c=2$ 이다. 반응 계수비는 반응 몰비와 같으므로 AB 2 mol과 B₂ 2 mol을 넣고 반응을 완결시키면 AB 2 mol과 B₂ 0.5 mol이 반응하여 A₂B₃ 1 mol이 생성되고, B₂ 1.5 mol이 남는다.

따라서 $\frac{\text{남은 반응물의 양(mol)}}{\text{생성된 A}_2\text{B}_3\text{의 양(mol)}} = \frac{1.5}{1} = \frac{3}{2}$ 이다.

04 기체 반응의 양적 관계

온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례한다.

㉠. 반응 전과 후 온도와 압력이 일정하므로 단위 부피당 전체 기체의 양(mol)은 같다.

✕. 반응 전과 후 전체 기체의 양이 각각 6 mol과 4 mol이므로 부피는 반응 전이 반응 후보다 크다. 화학 반응 전과 후 전체 질량은 일정하게 유지될 때 기체의 밀도는 부피에 반비례하므로 전체 기체의 밀도는 반응 후가 반응 전보다 크다.

㉡. A(g) 3 mol과 B(g) 1 mol이 반응하여 C(g) 2 mol이 생성되는 반응이므로 A(g) 3 mol과 B(g) 3 mol을 실린더에 넣고 반응을 완결시키면 C(g) 2 mol이 생성되고, B(g) 2 mol이 남는다. 따라서 반응 전 $\frac{B(g)\text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$ 이고,

반응 후 $\frac{B(g)\text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ 이다.

05 기체 반응의 양적 관계

화학 반응에서 반응 전과 후 전체 질량은 같으므로 I과 II에서 생성된 C(g)의 질량은 각각 5 g과 10 g이다. 따라서 I에서는 A(g) 4 g과 B(g) 1 g이, II에서는 A(g) 8 g과 B(g) 2 g이 반응한다.

㉠. I에서 B(g) 1 g이 반응하고 B(g) 3 g이 남는다.

㉡. 반응 계수비는 반응 몰비와 같으므로 반응 계수에 분자량을 곱하면 반응 질량비와 같다. 따라서 분자량비는 반응 질량비를 각각의 반응 계수로 나눈 값과 같다. B(g) 1 g이 반응하여 C(g) 5 g이 생성되었으므로 분자량비는 $B : C = \frac{1}{1} : \frac{5}{2} = 2 : 5$ 이다.

㉢. 분자량비가 $A : B = 2 : 1$ 이므로 II에서 A(g)와 B(g)의 양을 각각 5n mol, 2n mol이라고 하면 반응 후 A(g) n mol이 남고, C(g) 4n mol이 생성되므로 $\frac{C(g)\text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} = \frac{4n}{n+4n} = \frac{4}{5}$ 이다.

06 용액의 농도

몰 농도(M)는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이고, 퍼센트 농도(%)는

$\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 100$ 이다.

㉠. 용액에 들어 있는 용질의 양(mol)은 몰 농도(M)에 용액의 부피(L)를 곱한 값과 같다. (가)는 a M NaOH(aq) 100 mL이므로 수용액에 들어 있는 NaOH의 양(mol)은 $\frac{a}{10}$ 이다. NaOH의 화학식량이 40이므로 (가)에 들어 있는 NaOH의 질량은 4a g이다.

㉡. (나)는 10a% NaOH(aq) 100 g이므로 (나)에 들어 있는 NaOH의 질량은 10a g이고, 양(mol)은 $\frac{10a}{40} = \frac{a}{4}$ 이다. (나)의 밀도가 1 g/mL이므로 (나) 100 g의 부피는 100 mL이다. 따라서 (나)의 몰 농도(M)는 $\frac{\frac{a}{4}}{0.1} = 2.5a$ 이다.

✕. (가)와 (나)를 혼합한 수용액의 전체 부피는 200 mL이고, NaOH의 전체 양(mol)은 $\frac{a}{10} + \frac{a}{4} = \frac{7a}{20}$ 이다. 따라서 (가)와 (나)를 혼합한 수용액의 몰 농도(M)는 $\frac{\frac{7a}{20}}{0.2} = \frac{7a}{4} > 1.5a$ 이다.

07 화학 반응의 양적 관계

A 2 mol과 B 1 mol이 반응하여 C 2 mol이 생성되는 반응이고, 반응 후 A와 C의 양(mol)이 같으므로 생성된 C의 양이 2n mol이라면 반응 전 A와 B의 양은 각각 4n mol, n mol이다.

㉠. 반응 전 질량비는 $A : B = 3 : 2$ 이고, 몰비는 $A : B = 4 : 1$ 이다. 따라서 화학식량의 비는 $A : B = \frac{3}{4} : \frac{2}{1} = 3 : 8$ 이다.

㉡. 반응 전 A와 B의 질량을 각각 3k g, 2k g이라고 하면 반응 후 A는 반응 전의 $\frac{1}{2}$ 배인 1.5k g이 남으므로 생성된 C의 질량은 3.5k g이다. 따라서 (나)에서 질량비는 $A : C = 1.5k : 3.5k = 3 : 7$ 이다.

✕. (가)에서는 A 4n mol과 B n mol이 있고, (나)에서는 A 2n mol과 C 2n mol이 있으므로 (가)와 (나)에서 $\frac{A\text{의 양(mol)}}{\text{전체 물질의 양(mol)}}$ 은 각각 $\frac{4}{5}$ 와 $\frac{1}{2}$ 이다.

08 용액의 몰 농도

몰 농도(M)는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이고, 용액에 들어 있는 용질의 양(mol)은 몰 농도(M)와 용액의 부피(L)의 곱과 같다. (가)에서 만든 NaOH(aq) 은 0.1 M 200 mL이므로 이 수용액에 들어 있는 NaOH 의 양(mol)은 $0.1 \times 0.2 = 0.02$ 이다. 따라서 (가)에서 만든 NaOH(aq) 에 들어 있는 NaOH 의 질량(g) $x = 0.02 \times 40 = 0.8$ 이다. (나)에서 만든 NaOH(aq) 은 0.2 M 100 mL이므로 이 수용액에 들어 있는 NaOH 의 양(mol)은 $0.2 \times 0.1 = 0.02$ 이다. 따라서 (나)에 들어 있는 NaOH 의 질량도 0.8 g이다. 이때 (나)는 (가)의 수용액 50 mL에 NaOH y g을 추가한 것으로 (가)의 수용액 50 mL에 들어 있는 NaOH 의 질량(g)은 $0.8 \times \frac{50}{200} = 0.2$ 이다. 따라서 $0.2 + y = 0.8$ 이므로 $y = 0.6$ 이고, $\frac{x}{y} = \frac{0.8}{0.6} = \frac{4}{3}$ 이다.

09 기체 반응의 양적 관계

온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례한다. 일정량의 A(g) 가 들어 있는 실린더에 B(g) 를 넣어 반응을 완결시킬 때, 넣어 준 B(g) 의 질량에 따른 전체 기체의 부피 변화 그래프에서 기울기가 변하는 지점에서 반응물이 모두 반응하고 생성물만 존재한다. 이때 기체 반응에서 반응이 완결될 때까지 전체 기체의 부피가 일정하다는 것은 A와 C의 반응 계수가 같다는 것을 의미한다. 따라서 $c = 2$ 이다. 또한 분자량비는 반응 질량비를 반응 계수로 나눈 값과 같은데 A(g) 15 g과 B(g) 7 g이 반응하여 C(g) 22 g이 생성되고, B와 C의 반응 계수가 각각 1과 2이므로 분자량비는 $\text{B} : \text{C} = \frac{7}{1} : \frac{22}{2} = 7 : 11$ 이다. 따라서 $c \times \frac{\text{B의 분자량}}{\text{C의 분자량}} = 2 \times \frac{7}{11} = \frac{14}{11}$ 이다.

10 화학식량과 몰 농도

몰 농도(M)는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이고, 용액에 들어 있는 용질의 양(mol)은 몰 농도(M)와 용액의 부피(L)의 곱과 같다.

㉠ 0.3 M A(aq) 100 mL에 들어 있는 A의 양(mol)은 $0.3 \times 0.1 = 0.03$ 이다.

㉡ B(aq)의 몰 농도는 x M이고, 부피가 50 mL이므로 수용액에 들어 있는 B의 양은 $0.05x$ mol이다. 0.3 M A(aq) 100 mL에 들어 있는 A의 양(mol)은 $0.3 \times 0.1 = 0.03$ 이고, 두 수용액에 들어 있는 용질의 질량이 같다. 화학식량비는 $\text{A} : \text{B} = 2 : 3$ 이므로 $0.03 \times 2 = 0.05x \times 3$ 이고, $x = 0.4$ 이다.

✕ A(aq)과 B(aq)의 밀도가 같으므로 밀도를 d g/mL라고 하면 두 수용액의 질량은 각각 $100d$ g, $50d$ g이다. 이때 두 수용액에 들어 있는 용질의 질량이 같으므로 용질의 질량을 w g이라고 하면 A(aq)과 B(aq)의 물의 질량은 각각 $(100d - w)$ g과 $(50d - w)$ g으로 A(aq)이 B(aq)의 2배보다 크다.

11 화학 반응의 양적 관계

화학 반응에서 반응 전과 후 전체 질량은 같다. I과 II에서 반응 후 남은 반응물의 종류가 다르므로 I에서는 A(g) 0.5 g이 남고, II에서는 B(g) 1 g이 남으며 반응 질량비는 $\text{A} : \text{B} : \text{C} = 7 : 4 : 11$ 이다.

㉠ 반응 질량비가 $\text{A} : \text{B} : \text{C} = 7 : 4 : 11$ 이므로 II에서 A(g) 7 g과 B(g) 4 g이 반응하여 C(g) 11 g이 생성되므로 $x = 11$ 이다. 또한 III에서 생성된 C(g) 의 질량이 11 g이고, A(g) 가 10 g이므로 B(g) 의 질량(g) $y = 4$ 이다. 따라서 $x + y = 15$ 이다.

✕ 반응 질량비를 반응 계수로 나눈 값은 분자량비와 같다. 따라서 분자량비 $\text{B} : \text{C} = \frac{4}{1} : \frac{11}{2} = 8 : 11$ 이다.

✕ II에서 반응 후 B(g) 1 g이 남고, III에서 반응 후 A(g) 3 g이 남는다. 반응 질량비는 $\text{A} : \text{B} = 7 : 4$ 이므로 II와 III에서 반응 후 남은 반응물을 혼합하여 반응을 완결시키면 A(g) 가 남는다.

12 용액의 몰 농도

몰 농도(M)는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이고, 용액에 들어 있는 용질의

양(mol)은 몰 농도(M)와 용액의 부피(L)의 곱과 같다. (가)는 0.2 M A(aq) 50 mL이므로 수용액에 들어 있는 A의 양(mol)은 $0.2 \times 0.05 = 0.01$ 이다. (나)는 2% A(aq) 90 g이므로 수용액에 들어 있는 A의 질량은 1.8 g이다. A의 화학식량이 60이므로 (나)에 들어 있는 A의 양(mol)은 $\frac{1.8}{60} = 0.03$ 이다. 따라서

(다)의 몰 농도(M)는 $\frac{0.04}{0.2} = 0.2$ 이다.

3 심화문제 해설

정답

01	③	02	②	03	⑤	04	⑤	05	③	06	④	07	④	08	④
09	③	10	③	11	⑤	12	④	13	③	14	③	15	①	16	②

심화 01번

접근 Point 생성된 $H_2(g)$ 의 질량은 반응 전 전체 질량과 반응 후 전체 질량의 차와 같으며, 반응 전 전체 질량은 (w_1+a) g이다.

01 화학 반응의 양적 관계와 화학식량 구하기

화학 반응식에서 반응 계수비는 반응 몰비와 같다. $t^\circ C$, 1 atm에서 기체 1 mol의 부피가 24 L이므로 실험 결과 생성된 $H_2(g)$ 의 양(mol)은 $\frac{0.72}{24}=0.03$ 이다.

㉠. M(s)과 $H_2(g)$ 의 반응 계수가 각각 2와 3이고, 생성된 $H_2(g)$ 의 양이 0.03 mol이므로 반응한 M(s)의 양은 0.02 mol이다. 따라서 M의 원자량은 $\frac{a}{0.02}=50a$ 이다.

㉡. 생성된 $H_2(g)$ 는 물에 용해되지 않고 날아가므로 반응 전 전체 질량과 반응 후 전체 질량의 차는 생성된 $H_2(g)$ 의 질량과 같다. 생성된 $H_2(g)$ 0.03 mol의 질량은 0.06 g이고, 반응 전 전체 질량은 (w_1+a) g이며, 반응 후 전체 질량이 w_2 g이므로 $w_1-w_2+a=0.06$ 이다.

㉢. 금속 M(s) 0.02 mol이 모두 반응하기 위해 필요한 HCl의 최소량은 0.06 mol이다. 이 실험에서 사용한 HCl(aq)의 부피가 100 mL이므로 HCl(aq)의 몰 농도(M)는 $\frac{0.06}{0.1}=0.6$ 이상이다.

심화 02번

접근 Point 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례한다.

02 기체 반응의 양적 관계

$B_2H_6(g)$ 과 $O_2(g)$ 가 반응하여 $B_2O_3(s)$ 과 $H_2O(g)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



반응 전과 후 실린더 속 물질의 종류를 볼 때 반응물이 모두 반응하였음을 알 수 있다. 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하고, 기체의 반응 계수를 비교하면 반응 전과 후 부피비는 $V_1 : V_2 = 5 : 6$ 이다. B_2H_6 과 H_2 의 분자량은 각각 28, 2이고 반응 계수가 각각 2, 6이므로 반응 질량비는 $B_2H_6 : H_2 = x : y = 28 \times 2 : 2 \times 6 = 14 : 3$ 이다.

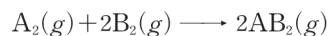
따라서 $\frac{y}{x} \times \frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{14} \times \frac{5}{6} = \frac{5}{28}$ 이다.

심화 03번

접근 Point 반응 전과 후 전체 질량은 변하지 않으며 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하므로 기체의 밀도는 기체의 양(mol)에 반비례한다.

03 분자 모형과 화학 반응식 완성하기

$A_2(g)$ 와 $B_2(g)$ 가 반응하여 $AB_2(g)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



㉡. $A_2(g)$ 와 $B_2(g)$ 의 반응 계수가 각각 1, 2이고, 반응 후 $A_2(g)$ 와 $AB_2(g)$ 의 몰비가 1 : 2이므로 반응 전 $A_2(g)$ 와 $B_2(g)$ 의 몰비는 1 : 1이다. 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하므로 반응 전 실린더 속 10 mL에 들어 있는 전체 기체의 양은 $3n$ mol이고, $A_2(g)$ 와 $B_2(g)$ 의 양이 같으므로 $A_2(g)$ 의 양은 $1.5n$ mol이다.

㉢. 반응 전 $A_2(g)$ 와 $B_2(g)$ 의 양(mol)이 같으므로 실린더에 들어 있는 $A_2(g)$ 와 $B_2(g)$ 의 양을 각각 $2m$ mol이라고 하면 반응 후 $A_2(g)$ 와 $AB_2(g)$ 의 양은 각각 m mol, $2m$ mol이므로 $\frac{\text{반응 후 } AB_2(g) \text{의 양(mol)}}{\text{반응 전 } B_2(g) \text{의 양(mol)}} = \frac{2m}{2m} = 1$ 이다.

㉣. 반응 전과 후 전체 기체의 양은 각각 $4m$ mol, $3m$ mol이므로 부피비는 반응 전 : 반응 후 = 4 : 3이다. 반응 전과 후 실린더 속 전체 기체의 질량은 일정하므로 전체 기체의 밀도는 부피에 반비례하여 밀도비는 반응 전 : 반응 후 = 3 : 4이다.

심화 04번

접근 Point 반응 계수비는 반응 몰비와 같으므로 반응 질량비를 반응 계수로 나눈 값은 물질의 화학식량비와 같다.

04 기체 반응의 양적 관계

기체 반응에서 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하고, 화학 반응에서 반응 전과 후의 전체 질량은 변하지 않고 일정하다.

㉠. 반응 전 전체 질량이 15a g이고, 반응 후 전체 질량이 3b g이므로 질량 보존 법칙에 따라 $15a = 3b$ 이고, $5a = b$ 이다.

㉢. 화학 반응식에서 분자량비는 반응 질량비를 반응 계수로 나눈 것과 같다. A(g) 8a g과 B(g) 7a g이 반응하여 C(g) 10a(=2b) g이 생성되고, B(g) 5a(=b) g이 남았으므로 반응 질량비는 A : B : C = 8a : 2a : 10a = 4 : 1 : 5이다. 따라서 분자량비는 A : B : C = $\frac{4}{2} : \frac{1}{1} : \frac{5}{2} = 4 : 2 : 5$ 이다.

㉣. 분자량비가 A : B : C = 4 : 2 : 5이므로 A(g) 4a g과 B(g) 2a g을 각각 n mol이라고 하면 이 반응의 반응 전과 후의 양적 관계는 다음과 같다.

	$2A(g) + B(g) \longrightarrow 2C(g)$		
반응 전(mol)	$2n$	$3.5n$	0
반응(mol)	$-2n$	$-n$	$+2n$
반응 후(mol)	0	$2.5n$	$2n$

온도와 압력이 일정하므로 실린더 속 전체 기체의 부피는 전체 기체의 양(mol)에 비례한다. 따라서 $V_1 : V_2 = 5.5n : 4.5n = 11 : 9$ 이다.

심화 05번

접근 Point I 과 II에서 반응 후 남은 반응물의 종류가 다르므로 I 과 II에서 반응 후 남은 반응물은 각각 A와 B이다.

05 기체 반응의 양적 관계

I 과 II에서 반응 후 남은 반응물의 종류가 다르므로 I에서는 $A(g)$ 가 남고, II에서는 $B(g)$ 가 남는다. $A(g)$ 10 g을 m mol이라고 하면 I에서 반응 전과 후의 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) + 4B(g) \longrightarrow 2C(g) + 3D(g)$			
반응 전(mol)	$4m$	$4n$	0	0
반응(mol)	$-n$	$-4n$	$+2n$	$+3n$
반응 후(mol)	$4m-n$	0	$2n$	$3n$

이때 반응 후 $\frac{D(g) \text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} = \frac{3n}{4m+4n} = \frac{1}{2}$ 이므로 $2m = n$ 이다. 따라서 $A(g)$ 는 $2n$ mol의 $\frac{1}{2}$ 배인 n mol이 반응하고 n mol이 남았으므로 $5w = 20$ 이고, $w = 4$ 이다.

II에서 반응 전과 후의 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) + 4B(g) \longrightarrow 2C(g) + 3D(g)$			
반응 전(mol)	$0.5n$	$6n$	0	0
반응(mol)	$-0.5n$	$-2n$	$+n$	$+1.5n$
반응 후(mol)	0	$4n$	n	$1.5n$

따라서 반응 후 $\frac{D(g) \text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} = x = \frac{1.5n}{6.5n} = \frac{3}{13}$ 이다.

이때 반응 후 남은 $B(g)$ 4n mol의 질량(g)은 $16w = 64$ 이다. 따라서 II에서 $A(g)$ 10 g과 $B(g)$ 32 g이 모두 반응하여 $D(g)$

$\frac{33}{4}w$ g = 33 g이 생성되었으므로 생성된 $C(g)$ 의 질량은 9 g이다. 화학 반응식에서 분자량비는 반응 질량비를 반응 계수로 나

눈 것과 같다. 따라서 분자량비는 $A : C = \frac{10}{1} : \frac{9}{2} = 20 : 9$ 이고,

$x \times \frac{A \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}} = \frac{3}{13} \times \frac{20}{9} = \frac{20}{39}$ 이다.

심화 06번

접근 Point 반응 전과 후 질량이 같으므로 A와 C의 분자량을 각각 7M, 11M이라고 하면 B의 분자량은 8M이고, (다)에서 물 비는 $B : C = 1 : 2$ 이다.

06 기체 반응과 질량 관계

화학 반응에서 반응 전과 후의 전체 질량은 같고, 화학 반응식에서 분자량비에 반응 계수를 곱하면 반응 질량비와 같다. $\frac{A \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}} = \frac{7}{11}$ 이고, A와 C의 반응 계수가 2로 같으므로 반응 질량비는 $A : B : C = 7 : 4 : 11$ 이다. 따라서 분자량비는 $A : B : C = 7 : 8 : 11$ 이다. $A(g)$ 7w g과 $B(g)$ 8w g을 각각 n mol이라고 하면 반응이 완결될 때 이 반응에서의 양적 관계는 다음과 같다.

	$2A(g) + B(g) \longrightarrow 2C(g)$		
반응 전(mol)	n	n	0
반응(mol)	$-n$	$-0.5n$	$+n$
반응 후(mol)	0	$0.5n$	n

온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례한다. 실린더 속 전체 기체의 부피비가 (가) : (나) = 4 : 7이고, (가)와 (다)에 들어 있는 전체 기체의 양이 각각 n mol, 1.5n mol이므로 (가)의 부피를 4V라고 하면 (나)의 부피는 7V이고, (다)의 부피는 6V이다. 따라서 (나)에 들어 있는 전체 기체의 양은 $\frac{7}{4}n$ mol이다. (가)와 (다)의 밀도는 각각 $d = \frac{7w}{4V}$, xd

$= \frac{15w}{6V}$ 이므로 $x = \frac{10}{7}$ 이다. (나)에서 전체 기체의 양이 $\frac{7}{4}n$ mol

이 되기 위해서는 $B(g)$ 가 $\frac{1}{4}n$ mol 반응하고, $\frac{3}{4}n$ mol이 남고,

$A(g)$ 는 $\frac{1}{2}n$ mol 반응하고, $\frac{1}{2}n$ mol이 남아야 한다. 따라서

(나)의 실린더 속 $A(g)$ 의 질량은 $\frac{7}{2}w$ g이고, (다)의 실린더 속

$B(g)$ 의 질량은 $4w$ g이다. 따라서

$x \times \frac{(나) \text{의 실린더 속 } A(g) \text{의 질량(g)}}{(다) \text{의 실린더 속 } B(g) \text{의 질량(g)}} = \frac{10}{7} \times \frac{\frac{7}{2}w}{4w} = \frac{5}{4}$ 이다.

심화 07번

접근 Point 넣어 준 B의 질량이 24w g일 때 A와 B가 모두 반응하고, 강철 용기에는 C와 D만 존재한다.

07 기체 반응의 양적 관계

일정량의 A(g)가 들어 있는 강철 용기에 B(g)를 넣어 반응을 완결시킬 때 넣어 준 B(g)의 질량이 24w g일 때와 같이 그래프가 꺾이는 지점에서 반응물이 모두 반응하고 생성물만 존재한다.

이때 $\frac{\text{㉠의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} = \frac{1}{2}$ 이므로 $d=2$ 이고, ㉠은 C(g)와 D(g) 중 어떤 것이어도 상관없다.

㉡. A(g) 7w g의 양을 n mol이라고 할 때, (가)에서 B(g) 8w g이 모두 반응하였으므로 A(g)는 $\frac{1}{3}n$ mol만 반응하고, $\frac{2}{3}n$ mol이 남고, C(g)와 D(g)는 각각 $\frac{2}{3}n$ mol씩 생성된다.

따라서 (가)에서 A와 C의 양(mol)은 같다.

㉢. B(g)가 40w g일 때 24w g은 모두 반응하여 C(g)와 D(g)가 각각 2n mol씩 생성되고, B(g) 16w g이 남는다. 이때 B(g)

16w g의 양이 x mol이라고 할 때 $\frac{\text{㉠의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} =$

$\frac{2n}{x+4n} = \frac{1}{3}$ 이므로 $x=2n$ 이다. 따라서 B(g) 24w g의 양은 3n mol이므로 $b=3$ 이고, $b+d=5$ 이다.

㉣. (가)에서 반응한 A(g)와 B(g)의 질량은 각각 $\frac{7}{3}w$ g, 8w g이고, 생성된 D(g)의 질량이 3w g이므로 질량 보존 법칙에 따라 생성된 C(g)의 질량은 $\frac{22}{3}w$ g이고, $\frac{2}{3}n$ mol이다. 따라서 분자

량비는 $A : C = \frac{7w}{n} : \frac{\frac{22}{3}w}{\frac{2}{3}n} = 7 : 11$ 이다.

심화 08번

접근 Point II에서 A와 B가 모두 반응하고 C만 존재하고, I에서 반응 후 존재하는 C의 양(mol)은 II의 1/3배이다.

08 화학 반응의 양적 관계

실험 II에서 반응 후 $\frac{C(g) \text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} = 1$ 이므로 A(g)와 B(g)가 모두 반응하고, C(g)만 존재한다. 따라서 A(g) 4w g을 an mol, B(g) 3w g을 n mol이라고 하면 I에서 반응 전과 후의 양적 관계는 다음과 같다.

$$aA(g) + B(g) \longrightarrow 2C(g)$$

반응 전(mol)	an	$\frac{n}{3}$	0
반응(mol)	$-\frac{an}{3}$	$-\frac{n}{3}$	$+\frac{2n}{3}$
반응 후(mol)	$\frac{2an}{3}$	0	$\frac{2n}{3}$

이때 $\frac{C(g) \text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}} = \frac{\frac{2n}{3}}{\frac{2an+2n}{3}} = \frac{1}{a+1} = \frac{1}{3}$ 이므로

로 $a=2$ 이다. 따라서 III에서 반응 전과 후의 양적 관계는 다음과 같다.

$$2A(g) + B(g) \longrightarrow 2C(g)$$

반응 전(mol)	2n	$\frac{4n}{3}$	0
반응(mol)	-2n	-n	+2n
반응 후(mol)	0	$\frac{n}{3}$	2n

또한 $x = \frac{2n}{\frac{n}{3} + 2n} = \frac{6}{7}$ 이다. 반응 질량비는 $A : C = 4 : 7$ 이고,

A와 C의 반응 계수가 같으므로 분자량비도 $A : C = 4 : 7$ 이다.

따라서 $x \times \frac{C \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}} = \frac{6}{7} \times \frac{7}{4} = \frac{3}{2}$ 이다.

심화 09번

접근 Point A 2n mol과 B 3w g이 모두 반응하므로 I에서는 A가 남고, II에서는 B가 남는다.

09 기체 반응의 양적 관계

III에서 A(g) 2n mol과 B(g) 3w g이 모두 반응하므로 생성된 C(g)의 양은 4n mol이다. 따라서 I에서는 A(g)가 $\frac{n}{3}$ mol 남고, II에서는 B(g)가 $\frac{w}{2}$ g 남는다. 이때 C(g) 4n mol의 부피가 12V L이고, II에서 C(g) 2n mol과 B(g) $\frac{w}{2}$ g의 부피가 9V L이므로 B(g) $\frac{w}{2}$ g의 부피는 3V L이다. 따라서 B(g)

$\frac{w}{2}$ g의 양은 n mol이고, II에서 A(g) n mol과 B(g) $\frac{3}{2}w$ g이 반응하므로 $b=3$ 이다. 또한 I에서 반응 후 남은 A(g) $\frac{n}{3}$

mol의 질량을 x g이라고 하면 I 과 II 에서 $x : \frac{w}{2} = 13 : 3$ 이므로 $x = \frac{13}{6}w$ 이다. 따라서 $A(g)$ $2n$ mol과 $B(g)$ $3w$ g 이 모두 반응하여 $C(g)$ $4n$ mol이 생성되므로 반응 질량비는 $A : B : C = 13 : 3 : 16$ 이고, 분자량비는 $A : B : C = \frac{13}{1} : \frac{3}{3} : \frac{16}{2} = 13 : 1 : 8$ 이며, $\frac{C \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}} = \frac{8}{13}$ 이다.

심화 10번

접근 Point A, B, C의 반응 계수가 각각 4, 3, 6이고, (다)에서 C의 양이 $6n$ mol이므로 (가)에서 A와 B의 양은 각각 $4n$ mol, $4n$ mol이다.

10 화학 반응의 양적 관계

온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례한다. $A(g)$, $B(g)$, $C(g)$ 의 반응 계수가 각각 4, 3, 6이고, 반응이 완료된 (다)에서 $B(g)$ 와 $C(g)$ 의 양이 각각 n mol, $6n$ mol이므로 반응 전 (가)에서 $A(g)$ 와 $B(g)$ 의 양은 각각 $4n$ mol, $4n$ mol이다. $\frac{B \text{의 화학식량}}{A \text{의 화학식량}} = \frac{8}{17}$ 이므로 (가)에서 $A(g)$ 와 $B(g)$ 의 질량은 각각 $\frac{17}{25}w$ g, $\frac{8}{25}w$ g이다. 실린더 속 전체 기체의 부피비가 (나) : (다) = 15 : 14이고 (나)에 들어 있는 전체 기체의 양은 $7.5n$ mol이므로 $A(g)$, $B(g)$, $C(g)$ 의 양은 각각 $2n$ mol, $2.5n$ mol, $3n$ mol이다. 따라서 (나)에서 $B(g)$ $2.5n$ mol의 질량(g) $x = \frac{8}{25}w \times \frac{2.5n}{4n} = \frac{w}{5}$ 이다. 또한 (다)에서 $B(g)$ n mol의 질량은 $\frac{2}{25}w$ g이고, $D(s)$ $2n$ mol의 질량은 $\frac{7}{20}w$ g이므로 $C(g)$ $6n$ mol의 질량(g)은 $w - \frac{2}{25}w - \frac{7}{20}w = \frac{57}{100}w$ 이다. 따라서 화학식량비는 $C : D = \frac{\frac{57}{100}w}{6n} : \frac{\frac{7}{20}w}{2n} = 19 : 35$ 이므로 $x \times \frac{D \text{의 화학식량}}{C \text{의 화학식량}} = \frac{w}{5} \times \frac{35}{19} = \frac{7}{19}w$ 이다.

심화 11번

접근 Point 물 농도(M)는 용질의 양(mol)을 용액의 부피(L)로 나눈 값이다.

11 용액의 물 농도

물 농도(M)는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이고, 용액에 들어 있는 용질의 양(mol)은 물 농도(M)와 용액의 부피(L)의 곱과 같다. (가)에서 만든 $A(aq)$ 의 40 mL에 들어 있는 A의 질량은 4 g이고, A의 화학식량을 M_A 라고 하면 (나)에서 만든 a M $A(aq)$ 200 mL에 들어 있는 A의 양은 $0.2a$ mol이고, $0.2aM_A$ g이다. 따라서 $0.2aM_A = 4$ 이므로 $aM_A = 20$ 이다. (다)에서 만든 $1.5a$ M $A(aq)$ 500 mL에 들어 있는 A의 양(mol)은 $1.5a \times 0.5 = 0.75a$ 이고, 질량(g)은 $0.75aM_A = 15$ 이다. 따라서 (나)에서 만든 $A(aq)$ w g에 들어 있는 A의 질량(g)은 $15 - 12 = 3$ 이다. 이때 a M $A(aq)$ 의 밀도가 d g/mL이므로 a M $A(aq)$ 200 mL의 질량은 $200d$ g이므로 $w : 200d = 3 : 4$ 이고, $w = 150d$ 이다.

심화 12번

접근 Point 수용액에 물을 넣어 희석시킬 때 용질의 양(mol)은 일정하므로 수용액의 물 농도는 부피에 반비례한다.

12 수용액의 희석과 물 농도

수용액에 물을 넣어 희석할 때 용질의 양(mol)은 변하지 않으므로 수용액의 물 농도(M)는 수용액의 부피에 반비례한다.

㉠ $A(aq)$ x mL의 초기 물 농도는 0.3 M이고, 물 100 mL를 추가하였을 때의 물 농도가 0.1 M로 물 농도(M)가 $\frac{1}{3}$ 배로 감소하였으므로 수용액의 전체 부피는 3배로 증가하여 $x + 100 = 3x$ 이다. 따라서 $x = 50$ 이다.

㉡ 0.3 M $A(aq)$ 50 mL에 들어 있는 A의 양(mol)은 $0.3 \times 0.05 = 0.015$ 이고, 0.2 M $B(aq)$ 200 mL에 들어 있는 B의 양(mol)은 $0.2 \times 0.2 = 0.04$ 이다. 이때 화학식량비가 $A : B = 3 : 2$ 이므로 용질의 질량비는 $A : B = 0.015 \times 3 : 0.04 \times 2 = 9 : 16$ 이다.

㉢ 물 V mL를 추가할 때 $A(aq)$ 과 $B(aq)$ 의 물 농도가 m M로 같으므로 $0.3 \times \frac{50}{50+V} = 0.2 \times \frac{200}{200+V}$ 이고, $\frac{3}{50+V} = \frac{8}{200+V}$ 이다. 따라서 $V = 40$ 이고, $m = 0.3 \times \frac{50}{50+40} = \frac{1}{6}$ 이므로 $m \times V = \frac{1}{6} \times 40 = \frac{20}{3}$ 이다.

심화 13번

접근 Point 두 수용액에서 용질의 양(mol)/용매의 양(mol)의 비는 용질의 질량(g)/용매의 질량(g)의 비와 같다.

13 물 농도

물 농도(M)는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이고, 용액에 들어 있는 용질의

양(mol)은 물 농도(M)와 용액의 부피(L)의 곱과 같다.

(가)와 (나)에서 $A(aq)$ 의 물 농도가 각각 5a M, 3a M이므로 용액의 부피가 1000 mL라고 하면 용액의 질량은 각각 1100 g, 1050 g이고, 용질의 질량은 각각 200a g, 120a g이다. 따라서 (가)와 (나)의 용매의 질량은 각각 $(1100 - 200a)$ g, $(1050 - 120a)$ g이다. 이때 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용매의 양(mol)}}$ 의 비가 (가) : (나) = 2 : 1

이므로 $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용매의 질량(g)}}$ 의 비도 (가) : (나) = 2 : 1이다. 따라서

$$\frac{200a}{1100 - 200a} : \frac{120a}{1050 - 120a} = 2 : 1 \text{ 이고,}$$

$$\frac{6}{105 - 12a} = \frac{5}{110 - 20a} \text{ 이므로 } 660 - 120a = 525 - 60a \text{ 이며,}$$

$$a = \frac{135}{60} = \frac{9}{4} \text{ 이다.}$$

심화 14번

접근 Point 수용액에 물을 넣어 희석시킬 때 용질의 양(mol)은 일정하므로 수용액의 몰 농도는 부피에 반비례한다.

14 혼합 용액의 몰 농도

몰 농도(M)는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이고, 용액에 들어 있는 용질의 양(mol)은 몰 농도(M)와 용액의 부피(L)의 곱과 같다. 용액을 희석할 때 용질의 양(mol)은 변하지 않으므로 용액의 몰 농도(M)는 용액의 부피에 반비례한다. 또한 두 용액을 혼합할 경우 혼합 전 각 용액에 들어 있는 용질의 양(mol)의 합은 혼합 용액에 들어 있는 용질의 양(mol)과 같다.

✕. ㉠이 물이고, ㉡이 0.5 M NaOH(aq)이라면 물을 추가하기 전과 후 NaOH의 양(mol)은 변하지 않으므로 $1 \times x = \frac{2}{3} \times (x+200)$ 으로 $x=400$ 이다. 이때 0.5 M NaOH(aq) 200 mL까지 모두 추가할 경우 전체 수용액의 부피는 800 mL이고, NaOH(aq)의 몰 농도는 0.5 M보다 커야 하므로 조건을 만족하지 않는다. 따라서 ㉠은 0.5 M NaOH(aq)이다.

✕. ㉠이 0.5 M NaOH(aq)이므로 수용액을 모두 추가했을 때 혼합 수용액의 부피는 $(x+200)$ mL이고, 몰 농도가 $\frac{2}{3}$ M이므로 $1 \times x + 0.5 \times 200 = \frac{2}{3} \times (x+200)$ 이다. 따라서 $x=100$ 이다.

○. $x=100$ 이므로 1 M NaOH(aq) 100 mL와 0.5 M NaOH(aq) 100 mL를 혼합한 (가)에서 NaOH(aq)의 몰 농도를 y M라고 하면 $1 \times 100 + 0.5 \times 100 = y \times 200$ 이므로 $y = \frac{150}{200} = 0.75$ 이다.

심화 15번

접근 Point 몰 농도(M)는 용질의 양(mol)/용액의 부피(L)이므로 용액에 들어 있는 용질의 양(mol)은 몰 농도(M)와 용액의 부피(L)의 곱과 같다.

15 용액의 몰 농도

몰 농도(M)는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이고, 용액에 들어 있는 용질의 양(mol)은 몰 농도(M)와 용액의 부피(L)의 곱과 같다.

학생 A가 만든 X(aq) I은 0.5a M X(aq) 100 mL와 0.3 M X(aq) 100 mL를 혼합하여 만든 것으로, 이 수용액의 몰 농도(M)를 x 라고 하면 용질의 양(mol)은 $0.5a \times 100 + 0.3 \times 100 = x \times 200$ 이다. 따라서 $x = 0.25a + 0.15$ 이다.

학생 B가 만든 X(aq) II는 a M X(aq) 200 mL, 0.3 M X(aq) 50 mL, 물을 추가하여 만든 수용액 500 mL이므로 이 수용액의 몰 농도(M)를 y 라고 하면 용질의 양(mol)은 $a \times 200 + 0.3 \times 50 = y \times 500$ 이다. 따라서 $y = 0.4a + 0.03$ 이다. 이때 수용액의 몰 농도(M)비가 I : II = $x : y = 0.25a + 0.15$

: $0.4a + 0.03 = 20 : 11$ 이므로 $8a + \frac{3}{5} = \frac{11}{4}a + \frac{33}{20}$ 이고, $\frac{21}{4}a = \frac{21}{20}$ 이므로 $a = \frac{1}{5}$ 이다. 또한 $0.25a + 0.15 = 20k$ 이므로 $0.05 +$

$0.15 = 20k$ 이고, $k = \frac{1}{100}$ 이다. 따라서 $\frac{k}{a} = \frac{\frac{1}{100}}{\frac{1}{5}} = \frac{1}{20}$ 이다.

심화 16번

접근 Point 몰 농도(M)는 용질의 양(mol)을 용액의 부피(L)로 나눈 값이다.

16 혼합 용액의 몰 농도

몰 농도(M)는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이고, 용액에 들어 있는 용질의 양(mol)은 몰 농도(M)와 용액의 부피(L)의 곱과 같다.

(가)와 (나)에서 용질의 질량비가 (가) : (나) = 3 : 2이므로 $0.2 \times V_1 : 0.4 \times V_2 = 3 : 2$ 이고, $V_1 = 3V_2$ 이다. 따라서 (가)와 (나)를 혼합한 수용액의 전체 부피는 $5V_2$ L이고, 몰 농도(M)를 x 라고 하면 $0.2 \times 3V_2 + 0.4 \times 2V_2 = x \times 5V_2$ 이다. 따라서 $x = \frac{0.6+0.8}{5} = \frac{1.4}{5}$ 이다.