



화학의 첫걸음

01

화학의 우리 생활

개념 확인

본책 9쪽, 11쪽

- (1) 질소, 암모니아 (2) 3, 2 (3) 합성 섬유 (4) 나일론 (5) 합성염료
(6) 철, 시멘트, 철근 콘크리트 (7) 3, 2, 3 (8) 철근 콘크리트
(9) 4, 4 (10) 탄소 화합물 (11) 탄화수소 (12) CO_2 , H_2O
(13) 4, 3, 2 (14) ①-㉠ ②-㉡ ③-㉢ ④-㉣

수능 자료

본책 12쪽

- 자료 ① 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○ 5 ○ 6 ○
자료 ② 1 ○ 2 × 3 × 4 ○ 5 ○ 6 ○

자료 ① 암모니아의 합성

- 2 Fe_3O_4 은 암모니아 합성 과정에서 촉매로 작용한다.
6 암모니아는 질소와 수소가 결합하여 생성된 화합물이다.

자료 ② 탄소 화합물의 종류와 특성

- 1~3 (가)는 메테인, (나)는 아세트산, (다)는 에탄올이다.
4 (나)를 물에 녹이면 H^+ 을 내놓으므로 산성 수용액이 된다.
5 에탄올은 살균 효과가 있어 손 소독제를 만드는 데 사용된다.
6 (가)~(다)의 $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}}$ 는 (가) : (나) : (다) = $\frac{4}{1} : \frac{4}{2} : \frac{6}{2}$ = 4 : 2 : 3이다.

수능 1점

본책 12쪽

- 1 (가) 암모니아 (나) 나일론 2 ⑤ 3 ③ 4 (1) (나)
(2) (가) (3) (다) (4) (가), (나), (다)

- 1 (가) 하버는 암모니아를 대량으로 합성하는 제조 공정을 개발하였다.
(나) 캐러더스는 최초의 합성 섬유인 나일론을 개발하였다.

- 2 ① 화학 비료는 암모니아를 원료로 한 물질이 주성분이므로 암모니아의 합성 과정이 개발되면서 대량 생산이 가능해졌다.
② 나일론, 폴리에스터 등의 합성 섬유는 실크, 면 등의 천연 섬유보다 질기고, 대량 생산이 가능하여 인류의 의류 문제 해결에 기여하였다.
③ 천연 재료만을 이용한 건축은 시간이 오래 걸리고 대규모 건축이 어려웠지만, 건축 자재의 발달로 대규모 건설이 가능해졌다.
④ 화학의 발전으로 아스피린 등의 합성 의약품이 개발되어 인류의 수명 연장에 기여하였다.

바로알기 ⑤ 암모니아(NH_3)는 공기 중의 질소(N_2)와 수소(H_2)를 고온, 고압에서 반응시켜 얻는다.

- 3 ③ 아세트산은 물에 녹아서 H^+ , CH_3COO^- 을 내놓는데 이때 H^+ 으로 인해 수용액은 산성을 띤다.

바로알기 ① 에탄올은 C, H, O로 이루어진 물질이므로 탄소 화합물이다. 탄화수소는 C, H로만 이루어진 물질이다.

- ② 메테인은 천연가스의 주성분이다.

- ④ 폼알데하이드의 분자식은 HCHO 이고, CH_3COCH_3 은 아세트산의 분자식이다.

- ⑤ 탄화수소는 탄소 수가 많을수록 분자 사이의 인력이 커지므로 끓는점이 높다.

- 4 (가)의 화학식은 CH_4 이므로 메테인, (나)의 화학식은 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)이므로 에탄올, (다)의 화학식은 CH_3COOH 이므로 아세트산이다.

- (1) 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)은 술의 성분이고, 소독용 알코올 등에 이용된다.

- (2) 천연가스의 주성분은 메테인(CH_4)이다. 메테인은 무색, 무취의 탄소 화합물이다.

- (3) 아세트산(CH_3COOH)은 물에 녹아 H^+ 을 내놓으므로 산성을 띠고, 식초에는 아세트산이 포함되어 있어 신맛이 난다.

- (4) 물질을 구성하는 원소가 C, H이면 완전 연소하여 이산화 탄소(CO_2), 물(H_2O)이 생성된다.

수능 2점

본책 13쪽~14쪽

- 1 ③ 2 ③ 3 ⑤ 4 ③ 5 ④ 6 ④
7 ② 8 ②

1 암모니아의 합성

선택지 분석

- ㉠ (가)는 NH_3 이다.
㉡ (가)의 수용액은 염기성이다.
㉢ (가)의 합성 과정은 공기 중에서 쉽게 일어난다.
고온, 고압에서 일어난다

- ㄱ. 하버는 공기 중의 질소와 수소를 반응시켜 암모니아를 합성하였다. 암모니아의 화학식은 NH_3 이다.

- ㄴ. 암모니아는 물에 녹아 OH^- 을 생성하므로 암모니아 수용액은 염기성이다.

바로알기 ㄷ. 암모니아의 합성 과정은 공기 중에서 쉽게 일어나지 않고 고온, 고압의 환경에서 일어난다.

2 인류 문제의 해결과 화학

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 합성 섬유이다.
㉡ ㉠은 산소 기체이다. **수소 기체**
㉢ ㉢은 인류의 식량 부족 문제를 개선하는 데 기여하였다.

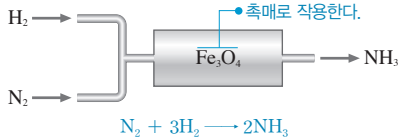
- ㄱ. 나일론은 최초의 합성 섬유이며, 석유로부터 얻는 원료를 바탕으로 대량 생산이 가능하다.

ㄷ. 이 반응으로부터 비료의 원료인 암모니아의 대량 생산이 가능해졌고, 이로 인해 비료의 대량 생산이 가능해져 인류의 식량 부족 문제를 개선하게 되었다.

바로알기 ㄴ. 암모니아의 합성 반응식은 $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ 이다. 따라서 질소와 수소 기체를 반응시켜야 하므로 ㉠은 수소 기체이다.

3 암모니아의 합성 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ Fe_3O_4 은 촉매로 사용된다.
- ㉡ 암모니아의 구성 원소는 질소와 수소이다.
- ㉢ 이 반응으로부터 화학 비료의 대량 생산이 가능해졌다.

- ㄱ. Fe_3O_4 은 암모니아 합성 반응에서 촉매로 사용된다.
 ㄴ. 암모니아의 화학식은 NH_3 이므로, 구성 원소는 질소와 수소이다.
 ㄷ. 이 반응으로부터 암모니아의 대량 합성이 가능해졌고, 이로 인해 비료의 대량 생산이 가능해졌다.

4 인류 문제 해결과 화학

자료 분석

- (가) 공기 중의 질소와 수소를 반응시켜 얻는 물질로, 비료의 원료이다. → 암모니아 → 식량 문제 해결
 (나) 모래와 자갈에 시멘트를 섞고 물로 반죽하여 사용하는 물질이다. → 콘크리트 → 주거 문제 해결
 (다) 인류가 최초로 합성한 섬유로, 질기고 값이 싸며 대량 생산이 쉬워 널리 쓰인다. → 나일론 → 의류 문제 해결

선택지 분석

- ㉠ (가)는 인류의 식량 문제 해결에 기여하였다.
- ㉡ (나)는 철근 콘크리트이다. 콘크리트
- ㉢ (다)는 신축성이 좋다.

ㄱ. (가)는 암모니아로, 비료의 원료로 사용되어 인류의 식량 문제 해결에 기여하였다.

ㄷ. (다)는 합성 섬유인 나일론으로, 신축성이 좋다.

바로알기 ㄴ. (나)는 모래, 자갈, 시멘트를 혼합한 건축 재료인 콘크리트이다. 철근 콘크리트는 콘크리트 속에 철근을 넣어 콘크리트의 강도를 높인 건축 재료이다.

5 탄소 화합물

선택지 분석

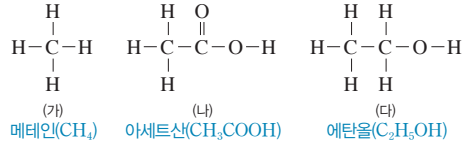
- ㉠ 산화 칼슘(CaO)
- ㉡ 염화 칼륨(KCl)
- ㉢ 암모니아(NH_3)
- ㉣ 에탄올(C_2H_5OH)
- ㉤ 물(H_2O)

㉣ 탄소 화합물은 탄소(C)를 기본으로 다른 원자들이 결합하여 만들어진 화합물이다. 따라서 에탄올(C_2H_5OH)은 탄소 화합물이다.

바로알기 ①, ②, ③, ⑤ 산화 칼슘(CaO), 염화 칼륨(KCl), 암모니아(NH_3), 물(H_2O)의 구성 원소에는 탄소(C)가 없으므로 탄소 화합물이 아니다.

6 탄소 화합물의 종류

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)는 천연가스의 주성분이다.
- ㉡ (나)를 물에 녹이면 염기성 수용액이 된다. 산성
- ㉢ (다)는 손 소독제를 만드는 데 사용된다.

ㄱ. 메테인은 탄화수소이고, 천연가스의 주성분이다.

ㄷ. (다)는 살균 소독 작용을 하므로 손 소독제를 만드는 데 사용된다. 일반적으로 손 소독제에는 60~70%의 에탄올이 함유되어 있다.

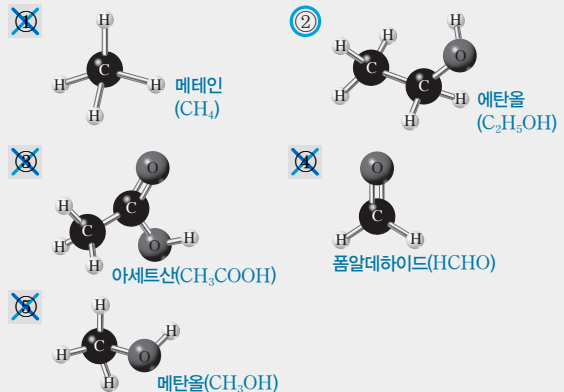
바로알기 ㄴ. (나)를 물에 녹이면 H^+ , CH_3COO^- 으로 이온화하여 산성 수용액이 된다. (나)는 식초 속에 포함되어 있다.

7 탄소 화합물의 종류

자료 분석

- 에테인(C_2H_6)의 탄소(C) 원자에 수소(H) 대신 하이드록시기($-OH$)가 결합되어 있는 구조이다.
 → C 원자에 $-OH$ 가 결합된 물질은 알코올이다.
- 곡물이나 과일을 발효시켜 얻을 수 있다.
 → 곡물이나 과일을 발효시키면 에탄올을 얻을 수 있다.
- 특유의 냄새가 나고 살균·소독 작용을 한다.
 → 에탄올은 특유의 냄새가 있고 살균·소독 작용을 하므로 소독용 알코올로 사용된다.

선택지 분석



② 화합물 X는 에탄올(C_2H_5OH)이다.

바로알기 ① 메테인(CH_4)의 분자 모형이다.

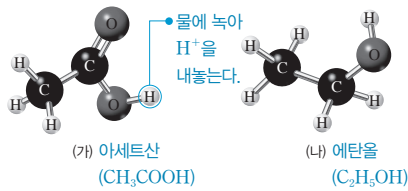
③ 아세트산(CH_3COOH)의 분자 모형이다.

④ 폼알데하이드($HCHO$)의 분자 모형이다.

⑤ 메탄올(CH_3OH)도 C 원자에 하이드록시기($-OH$)가 붙어 있는 알코올이지만 C 원자가 1개이고 곡물이나 과일의 발효로 얻을 수 없다.

8 탄소 화합물의 종류

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 주로 연료로 사용된다. → (나)만 해당
- ☒ 탄소 원자가 2개이다.
- ☒ 물에 녹아 H^+ 을 내놓는다. → (가)만 해당

ㄴ. 아세트산(CH_3COOH)과 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)은 모두 탄소 원자가 2개이다.

바로알기 ㄱ. 에탄올은 연료로 사용할 수 있지만, 아세트산은 식초의 성분, 의약품, 합성수지의 원료로 사용된다.

ㄷ. 물에 녹아 H^+ 을 내놓는 것은 아세트산이다. 에탄올은 물에 녹아 H^+ 을 내놓지 않는다.

수능 3점

본책 15쪽~17쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1 ③ | 2 ① | 3 ③ | 4 ⑤ | 5 ⑤ | 6 ① |
| 7 ⑤ | 8 ③ | 9 ⑤ | 10 ③ | 11 ③ | 12 ③ |

1 암모니아의 합성

선택지 분석

- ☒ 화학 비료의 원료이다.
- ☒ ㉠의 수용액에는 OH^- 이 존재한다.
- ☒ ㉠과 메테인은 분자당 수소 원자 수가 같다. 다르다

ㄱ. ㉠은 암모니아(NH_3)이며, 암모니아는 화학 비료의 원료로 사용되면서 인류의 식량 부족 문제 해결에 기여하였다.

ㄴ. ㉠이 수용액에서 이온화하면 H_2O 로부터 H^+ 을 받으므로 수용액에는 NH_4^+ 과 OH^- 이 존재하게 된다.

바로알기 ㄷ. 암모니아의 분자식은 NH_3 , 메테인의 분자식은 CH_4 이므로 분자당 수소 원자 수는 암모니아가 3, 메테인이 4이다.

2 의류 문제의 해결과 화학

자료 분석

- (가) 화석 연료를 원료로 하여 최초로 합성한 섬유로, 질기고 값이 싸다. → 나일론
- (나) 영국의 퍼킨이 말라리아 치료제를 연구하던 중 발견한 것으로, 최초의 합성염료이다. → 모브

선택지 분석

- ☒ 인류의 식량 문제 해결에 기여하였다. 의류
- ☒ 대량 생산이 가능하다.
- ☒ 공기의 성분 기체를 원료로 하여 만들 수 있다. 없다

ㄴ. 나일론은 합성 섬유이고, 모브는 합성염료이다. 두 물질은 모두 대량 생산이 가능하여 인류의 의류 문제 해결에 기여하였다.

바로알기 ㄱ. 나일론과 모브는 인류의 의류 문제를 해결하는 데 기여하였다.

ㄷ. 합성 섬유와 합성염료는 모두 화석 연료를 통해 얻으며, 공기의 성분 기체를 원료로 하여 만들 수 없다.

3 철의 제련

선택지 분석

- ☒ 배기가스에는 CO_2 가 포함되어 있다.
- ☒ (가)는 건축물의 골조나 배관에 사용된다.
- ☒ (가)와 시멘트를 혼합한 것은 콘크리트이다. 모래, 자갈 등

철의 제련 과정은 다음과 같다.

• 1단계: $2\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}$

• 2단계: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \longrightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

ㄱ. 철의 제련 과정에서 발생하는 배기가스에는 이산화 탄소(CO_2)가 포함되어 있다.

ㄴ. (가)는 철(Fe)로, 단단하고 내구성이 뛰어나 건축물의 골조나 배관에 사용된다.

바로알기 ㄷ. 시멘트에 모래, 자갈 등을 넣고 혼합한 것이 콘크리트이다.

4 탄소 화합물의 종류

선택지 분석

- ☒ 구성 원자 수는 5이다.
- ☒ 완전 연소시키면 CO_2 와 H_2O 이 생성된다.
- ☒ 인류의 주거 문제 해결에 기여하였다.

ㄱ. X는 메테인(CH_4)이다. 메테인은 탄소 원자 1개와 수소 원자 4개로 이루어진 오원자 분자이다.

ㄴ. 메테인이 완전 연소되었을 때 화학 반응식은 다음과 같다.

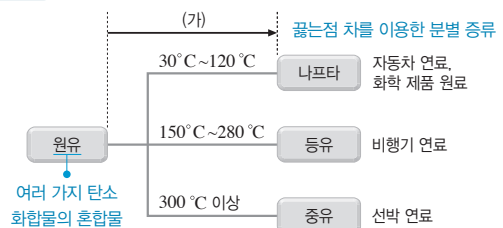


따라서 CO_2 와 H_2O 이 생성됨을 알 수 있다.

ㄷ. 메테인은 주로 연료로 사용되므로 인류의 식량 문제나 주거 문제 해결에 기여하였다.

5 원유의 분리

자료 분석



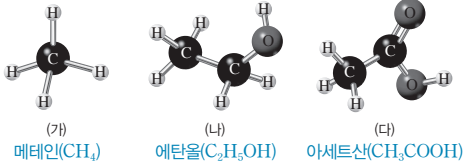
선택지 분석

- ☒ (가)의 과정은 끓는점 차를 이용한 것이다.
- ☒ 원유의 분별 증류로 얻는 물질들은 탄소 화합물이다.
- ☒ 우리 주변의 많은 물질이 원유로부터 얻어진다.

ㄱ. (가)의 과정은 끓는점 차를 이용하여 혼합물을 분리하는 분별 증류 과정이다.
 ㄴ, ㄷ. 원유의 분별 증류로 얻는 물질들은 탄소를 포함하는 탄소 화합물로, 다양한 석유 화학 제품의 원료로 사용된다.

6 탄소 화합물의 종류

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (나)는 소독용 의약품의 원료로 사용된다.
 ✕ 물에 대한 용해도는 (가) > (나)이다. (가) < (나)
 ✕ $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}}$ 는 (다)가 (가)의 2배이다. (가)가 (다)의 2배

ㄱ. (나)인 에탄올은 살균 소독 효과가 있어서 손 소독제와 같은 소독용 의약품의 원료로 사용된다.

바로알기 ㄴ. (가)인 메테인은 물에 대한 용해도가 작고, (나)인 에탄올은 분자 내에 하이드록시기($-\text{OH}$)가 존재하므로 물에 잘 녹는다. (다)인 아세트산도 물에 잘 녹는다.

ㄷ. (가)는 $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}} = \frac{4}{1}$ 이고, (다)는 $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}} = \frac{4}{2}$ 이므로 $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}}$ 는 (가)가 (다)의 2배이다.

7 탄화수소의 종류

자료 분석

	액화 천연가스	액화 석유 가스	
연료	LNG	LPG	
주성분	(가) CH_4	C_3H_8	C_4H_{10}
끓는점($^{\circ}\text{C}$)	$a = -162$	-42	-0.5

탄소 수가 커지므로 끓는점이 높아진다.

선택지 분석

- ✕ (가)의 분자당 H 원자 수는 2이다. 4
 ㉠ $a < -42$ 이다.
 ㉡ 겨울철에는 LPG 속 C_3H_8 의 비율을 C_4H_{10} 보다 높여 주어야 한다.

ㄴ. 탄화수소는 일반적으로 탄소 수가 많을수록 분자 사이의 인력이 커서 끓는점이 높다. CH_4 은 탄소 수가 C_3H_8 보다 작으므로 끓는점이 C_3H_8 보다 낮으며, CH_4 의 끓는점은 -162°C 이다.

ㄷ. C_3H_8 의 끓는점이 C_4H_{10} 보다 낮으므로 겨울철에 C_4H_{10} 이 많이 존재하게 되면 액체 상태의 연료가 되어 연소가 잘 이루어지지 않을 수 있다. 따라서 겨울철에는 끓는점이 낮은 C_3H_8 의 양을 C_4H_{10} 보다 늘려 주어야 한다.

바로알기 ㄱ. (가)는 CH_4 이므로 분자당 H 원자 수는 4이다.

8 탄화수소의 종류

자료 분석

구분			
	(가)	(나)	(다)
분자식	CH_4	C_2H_6	C_3H_8
끓는점	-162	-89	-42

선택지 분석

- ㉠ (가)는 LNG의 주성분이다.
 ✕ (가)~(다) 중 액체로 만들기 가장 어려운 것은 (다)이다. (가)
 ㉡ $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}}$ 는 (가) > (나) > (다)이다.

ㄱ. (가)의 메테인은 LNG(액화 천연가스)의 주성분이다.

ㄷ. $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}}$ 는 (가)~(다)가 각각 4, 3, $\frac{8}{3}$ 이므로 (가) > (나) > (다)이다.

바로알기 ㄴ. 끓는점이 낮을수록 액체로 만들기 어렵다. 탄화수소는 탄소 수가 적을수록 끓는점이 낮으므로 (가)가 액체로 만들기 가장 어렵다.

9 탄화수소의 종류

자료 분석

탄화수소	(가)	(나)	(다)
분자식	C_3H_8	C_4H_{10}	C_4H_{10}
H 원자 3개와 결합한 C 원자 수	$a=2$	$b=2$	3

선택지 분석

- ㉠ $a=b$ 이다.
 ㉡ H 원자 2개와 결합한 C 원자 수는 (나)가 (가)보다 많다.
 ㉢ (다)에는 C 원자 3개와 결합한 C 원자가 있다.

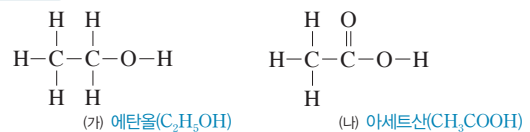
ㄱ. H 원자 3개와 결합한 C 원자 수는 (가)와 (나)가 모두 2이다.

ㄴ. H 원자 2개와 결합한 C 원자 수는 (가)가 1, (나)가 2이다.

ㄷ. (다)에는 C 원자 3개와 결합한 C 원자가 1개 있다.

10 탄소 화합물의 종류

자료 분석



선택지 분석

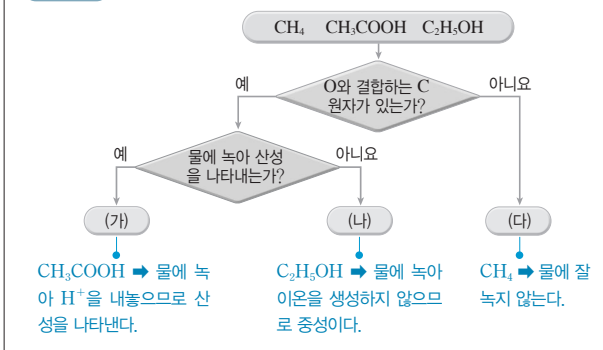
- ㉠ 물에 잘 녹는다.
 ㉡ 완전 연소하면 CO_2 와 H_2O 이 생성된다.
 ✕ 2중 결합이 포함되어 있다. → (나)만 해당

- ㄱ. 에탄올과 아세트산은 모두 물에 잘 녹는다.
 ㄴ. 에탄올과 아세트산은 구성 원소의 종류가 모두 C, H, O이므로 완전 연소하면 CO_2 와 H_2O 이 생성된다.

바로알기 ㄷ. 2중 결합이 포함되어 있는 화합물은 (나)뿐이다.

11 탄소 화합물의 종류

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (가)는 식초의 성분이다.
☒ (가)와 (나)는 분자당 원자 수가 같다. **다르다**
☒ (나)와 (다)는 연료로 이용된다.

- ㄱ. O와 결합하는 C 원자가 있는 것은 아세트산(CH_3COOH)과 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)이고, 물에 녹아 산성을 띠는 것은 아세트산(CH_3COOH)이므로 (가)는 CH_3COOH , (나)는 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, (다)는 CH_4 이다. CH_3COOH 은 식초의 성분이다.
 ㄷ. (나)인 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 과 (다)인 CH_4 은 연료로 이용된다.

바로알기 ㄴ. 분자당 원자 수는 (가) 8, (나) 9이다.

12 탄소 화합물의 종류

자료 분석

- 한 분자당 $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}}$ 는 (가) > (나)이다.
 - 한 분자당 $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}}$ 는 메테인이 4, 에탄올이 3, 아세트산이 2이다.
- 한 분자를 구성하는 원자 수는 (나) : (다) = 9 : 8이다.
 - 한 분자를 구성하는 원자 수는 메테인이 5, 에탄올이 9, 아세트산이 8이다. 따라서 (나)는 에탄올, (다)는 아세트산이다.
 - (가)는 한 분자당 $\frac{\text{H 원자 수}}{\text{C 원자 수}}$ 가 에탄올보다 크므로 메테인이다.

선택지 분석

- ☒ (가)는 액화 천연가스의 주성분이다.
☒ (나)는 온실 기체 중 하나이다. **(가)**
☒ (다)는 의약품의 원료로 이용된다.

(가)는 메테인(CH_4), (나)는 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), (다)는 아세트산(CH_3COOH)이다.

- ㄱ. (가)인 메테인은 액화 천연가스(LNG)의 주성분이다.
 ㄷ. (다)인 아세트산은 의약품의 원료, 식초의 성분 등으로 이용된다.

바로알기 ㄴ. 온실 기체 중 하나는 (가)인 메테인이다. (나)와 (다)는 실온에서 액체 상태로 존재하는 물질이다.

02 화학식량과 몰

개념 확인

본책 19쪽

- (1) 원자량 (2) 분자량, 화학식량 (3) 6.02×10^{23} , 화학식량
 (4) 22.4 (5) ㉠ 2 ㉡ 44.8 ㉢ 2 ㉣ 34 ㉤ 44 ㉥ 11.2

수능 자료

본책 20쪽

자료 1 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ×

자료 2 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 ○ 6 ×

자료 1 기체의 질량, 분자량, 부피, 입자 수

- $t^\circ\text{C}$, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 24 L이고 (가)의 부피는 8 L이므로 (가)의 양(mol)은 $\frac{1}{3}$ 몰이다.
- (가)의 양(mol)은 $\frac{1}{3}$ 몰이므로 분자량은 $18 \times 3 = 54$ 이다.
- (가)와 (나)의 분자당 원자 수는 3으로 같은데 전체 원자 수가 (가) : (나) = 1 : 1.5이므로 (나)의 양(mol)은 $\frac{1}{2}$ 몰이다. 따라서 분자량은 46이다.
- (나)의 양(mol)은 0.5몰이므로 부피 $a = 12$ 이다. (다)의 양(mol)은 $\frac{26\text{g}}{104\text{g/mol}} = \frac{1}{4}$ 몰이고, 분자당 원자 수가 6이므로 $\frac{1}{4}$ 몰 $\times 6 = \frac{3}{2}$ 몰이다. 따라서 (다)의 전체 원자 수(상댓값)는 1.5이므로 $b = 1.5$ 이다. 따라서 $a \times b = 12 \times 1.5 = 18$ 이다.
- 1 g에 들어 있는 전체 원자 수는 $\frac{1}{\text{분자량}} \times \text{분자당 원자 수}$ 로 구할 수 있으므로 (나)는 $\frac{1}{46} \times 3$, (다)는 $\frac{1}{104} \times 6$ 이다. 따라서 1 g에 들어 있는 전체 원자 수는 (나) > (다)이다.

자료 2 기체의 질량, 입자 수, 부피

- (나)에서 기체의 양(mol)은 0.5몰이다. CH_4 1분자에는 4개의 H 원자가 있으므로 H 원자는 $\frac{1}{2} \times 4 = 2$ 몰이다.
- (가)에서 H 원자의 수가 (나)와 같이 2몰이므로 H_2 는 1몰이다. 따라서 $x = 2$ 이다.
- (다)에서 H 원자의 수가 2몰이므로 NH_3 는 $\frac{2}{3}$ 몰이다.
- (다)에서 NH_3 $\frac{2}{3}$ 몰이 차지하는 부피가 V L이므로 (가)에서 H_2 1몰이 차지하는 부피를 y 라고 하면, 1몰 : $\frac{2}{3}$ 몰 = y : V 이다. 따라서 (가)의 부피 $y = \frac{3V}{2}$ L이다.
- (나)에서 CH_4 0.5몰이 차지하는 부피를 z 라고 하면, $\frac{1}{2}$ 몰 : $\frac{2}{3}$ 몰 = z : V 이다. 따라서 (나)의 부피 $z = \frac{3V}{4}$ L이다.

6 (가)에 있는 총 원자 수는 $1\text{몰} \times 2 \times N_A = 2N_A$, (나)에 있는 총 원자 수는 $\frac{1}{2}\text{몰} \times 5 \times N_A = \frac{5}{2}N_A$, (다)에 있는 총 원자 수는 $\frac{2}{3}\text{몰} \times 4 \times N_A = \frac{8}{3}N_A$ 이다. 따라서 총 원자 수비는 (가) : (나) : (다) = 12 : 15 : 16이다.

수능



본책 20쪽

- 1 ① 2 ④ 3 ㉠ 물 질량 ㉡ 아보가드로수 ㉢ 2
4 0.5몰, 3.01×10^{23} 5 2 : 1

1 ② 원자량은 원자의 상대적인 질량으로, 그 기준은 질량수가 12인 ^{12}C 이다.

③ 분자량은 분자의 상대적인 질량으로, 분자를 구성하는 원자들의 원자량을 더하여 분자량을 나타낸다.

④ 염화 나트륨은 이온 결합 물질이다. 따라서 화학식을 이루는 원자들의 원자량을 더하여 화학식량을 나타낸다.

⑤ 원자 1개의 질량은 매우 작으므로 원자의 상대적인 질량인 원자량을 사용하면 편리하다.

바로알기 ① 원자량은 상대적인 질량이므로 단위가 없다.

2 ① 물질 1몰의 입자 수는 아보가드로수인 6.02×10^{23} 개이다.

② 물질의 종류에 관계없이 물질 1몰에는 6.02×10^{23} 개의 입자가 들어 있다.

③ ^{12}C 원자의 원자량은 12이므로 1몰의 질량은 원자량에 g을 붙인 값인 12 g이다.

⑤ 원자 1몰의 질량은 원자량 뒤에 g을 붙인 값과 같고, 분자 1몰의 질량은 분자량 뒤에 g을 붙인 값과 같다.

바로알기 ④ ^{12}C 원자 1개의 질량은 원자량을 아보가드로수로 나눈 값이므로 $\frac{12}{6.02 \times 10^{23}}$ g이다.

3 ㉠ 수소 기체(H_2) 1 g에 들어 있는 수소 원자(H) 수를 구하려면 먼저 H_2 1 g의 양(mol)을 구해야 한다. 이 과정에서 H_2 의 분자량으로부터 얻을 수 있는 H_2 1몰의 질량이 필요하다.

㉡ H_2 1 g의 양(mol)을 구했으면 입자 수를 구하기 위해 아보가드로수를 곱해야 한다.

㉢ H_2 1 g에 들어 있는 분자 수를 구했으므로 분자당 원자 수인 2를 곱해 H_2 1 g에 들어 있는 H 원자 수를 구한다.

4 0 °C, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 22.4 L이다. 따라서 CH_4 기체 11.2 L는 0.5몰이고, 분자 수는 $0.5 \times 6.02 \times 10^{23} = 3.01 \times 10^{23}$ 개이다.

5 분자량은 $\text{AB}_3 > \text{AB}_2$ 이고, 같은 질량의 분자 수는 분자량에 반비례하므로 (가)는 AB_3 , (나)는 AB_2 이다. (가)와 (나)의 분자량 비는 5 : 4이고, (가)의 분자량을 $5M$, (나)의 분자량을 $4M$ 이라고 할 때 (가)와 (나)의 분자량 차인 M 은 B의 원자량이므로 A의 원자량은 $2M$ 이다. 따라서 원자량비는 A : B = 2 : 1이다.

수능



본책 21쪽~22쪽

- 1 ③ 2 ① 3 ③ 4 ③ 5 ⑤ 6 ④
7 ③ 8 ③

1 화학식량과 입자 수의 관계

자료 분석

원자 1몰의 질량 = 원자량 = 원자 1개의 질량 $\times 6 \times 10^{23}$

원자	W	X	Y	Z
1개의 질량(g)	$\frac{1}{6} \times 10^{-23}$	2×10^{-23}	$\frac{7}{3} \times 10^{-23}$	$\frac{8}{3} \times 10^{-23}$
원자량	1	12	14	16

선택지 분석

㉠ W 1 g에 포함된 원자는 1몰이다.

㉡ XZ_2 와 Y_2Z 의 분자량은 같다.

㉢ YW_3 34 g에 포함된 원자 수는 $2 \times 6 \times 10^{23}$ 이다. $8 \times 6 \times 10^{23}$

㉠. W의 원자량은 1이므로 W 1 g에 포함된 원자는 1몰이다.

㉡. XZ_2 와 Y_2Z 의 분자량은 모두 44로 같다.

바로알기 ㉢. YW_3 의 분자량은 17이므로 YW_3 34 g에는 분자가 2몰 포함되어 있고, 원자는 총 8몰 포함되어 있다. 따라서 YW_3 34 g에 포함된 원자 수는 $8 \times 6 \times 10^{23}$ 이다.

2 화학식량과 몰, 입자 수의 관계

자료 분석

화합물	분자식	부피(L)	질량이 같은 기체의 $\frac{1}{\text{부피}}$ 의 비는 밀도비이고 이는 분자량비와 같다. 따라서 분자량비는 (가) : (나) : (다) = $\frac{1}{22} : \frac{1}{11} : \frac{1}{8}$ 이다.
(가)	XY_4	22	
(나)	Z_2	11	
(다)	XZ_2	8	

선택지 분석

㉠ 분자량은 $\text{XZ}_2 > \text{XY}_4$ 이다.

㉢ 1 g에 들어 있는 원자 수는 (가)가 (나)의 2.5배이다. 5배

㉣ 원자량은 $\text{X} > \text{Z}$ 이다. $\text{Z} > \text{X}$

㉠. 분자량비는 같은 온도와 압력에서 밀도비와 같은데, (가)~(다)의 질량이 모두 같으므로 $\frac{1}{\text{부피}}$ 의 비는 밀도비와 같다. 밀도비가 $\text{XZ}_2 : \text{XY}_4 = \frac{1}{8} : \frac{1}{22}$ 이므로 분자량은 $\text{XZ}_2 > \text{XY}_4$ 이다.

바로알기 ㄴ. 기체의 분자 수비는 부피비와 같으므로 원자 수비는 (가) : (나) = $22 \times 5 : 11 \times 2$ 이다. 따라서 원자 수는 (가)가 (나)의 5배이다.

ㄷ. 분자량비는 $Z_2 : XZ_2 = \frac{1}{11} : \frac{1}{8} = 8 : 11$ 이므로 원자량비는 $X : Z = 3 : 4$ 이다. 따라서 원자량은 $Z > X$ 이다.

3 화학식량과 입자 수의 관계

자료 분석

기체	(가)	(나)	(다)
분자식	B_2	A_2B_2	A_4B_8
기체의 양	x g	V L	$2N_A$ 개
전체 원자 수(mol)	a	a	$3a$

- (다)에서 A_4B_8 의 양은 $2N_A$ 개이므로 2몰이다. (다)를 이루는 기체는 1분자에 12개의 원자가 존재하므로 총 24몰의 원자가 존재한다. 따라서 $3a = 24$ 이므로 $a = 8$ 이다.
- (나)에서 전체 원자 수는 8몰이므로 1분자에 4개의 원자를 갖는 (나)는 2몰의 분자 수를 갖는다.
- (가)에서 전체 원자 수가 8몰이므로 분자 수는 4몰이다.

선택지 분석

- ☐ ㉠ $a = 8$ 이다.
- ☒ ㉡ $x = 4$ 이다. $x = 8$
- ☐ ㉢ (다)의 부피는 V L이다.

ㄱ. (다)는 1분자에 12개의 원자가 들어 있고, 기체의 양은 2몰이므로 전체 원자 수는 24몰이다. 따라서 $a = 8$ 이다.

ㄷ. (나)는 기체의 분자 수가 2몰이고, 부피가 V L이다. (다)도 기체의 분자 수가 2몰이므로 부피는 (나)와 같은 V L이다.

바로알기 ㄴ. (가)는 전체 원자 수가 8몰이므로 기체의 분자 수는 4몰이다. B_2 의 분자량은 2이므로 $x = 8$ 이다.

4 화학식량과 몰, 입자 수, 밀도의 관계

선택지 분석

- ☐ ㉠ Cu의 양(mol)은 0.15몰이다
- ☒ ㉡ 물질의 양(mol)은 H_2O 이 CH_4 의 5배이다. 25배
- ☐ ㉢ 전체 원자 수는 H_2O 이 CH_4 의 15배이다.

ㄱ. Cu의 원자량은 64이므로 Cu(s)의 양(mol)은 $\frac{9.6 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} = 0.15$ 몰이다.

ㄷ. $H_2O(l)$ 의 밀도는 1 g/mL이므로 0.09 L의 질량은 90 g이다. 따라서 H_2O 의 양(mol)은 $\frac{90 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 5$ 몰이고, 전체 원자 수는 5몰 $\times$ 3 = 15몰이다. $CH_4(g)$ 의 부피는 5 L이므로 양(mol)은 $\frac{5 \text{ L}}{25 \text{ L/mol}} = 0.2$ 몰이고, 전체 원자 수는 0.2몰 $\times$ 5 = 1몰이다. 따라서 전체 원자 수는 H_2O 이 CH_4 의 15배이다.

바로알기 ㄴ. H_2O 은 5몰, CH_4 은 0.2몰이므로 물질의 양(mol)은 H_2O 이 CH_4 의 25배이다.

5 화학식량과 몰, 입자 수, 질량, 부피의 관계

자료 분석

구분	분자량	밀도	질량	부피	양(mol)
기체 A	32	1.28 g/L	$1.28 \text{ g/L} \times 12.5 \text{ L} = 16 \text{ g}$	12.5 L	0.5몰
액체 B	18	1.0 g/mL	$1.0 \text{ g/mL} \times 9.0 \text{ mL} = 9 \text{ g}$	9.0 mL	0.5몰
메탄올	32		16 g		0.5몰

선택지 분석

- ☐ ㉠ A의 분자량은 32이다.
- ☐ ㉡ B 9.0 mL와 메탄올 16 g의 양(mol)은 같다.
- ☐ ㉢ 메탄올 16 g에 포함된 수소 원자의 양(mol)은 2몰이다.

ㄱ. 기체 A의 부피는 12.5 L이므로 A의 양(mol)은 0.5몰이다. 질량은 $1.28 \text{ g/L} \times 12.5 \text{ L} = 16 \text{ g}$ 이므로 A의 분자량은 32이다.

ㄴ. 액체 B의 질량은 $1.0 \text{ g/mL} \times 9.0 \text{ mL} = 9 \text{ g}$ 이므로 B의 양(mol)은 0.5몰이다. 메탄올의 질량은 16 g이고 분자량은 32이므로 메탄올의 양(mol)도 0.5몰이다.

ㄷ. 메탄올의 분자식은 CH_3OH 이고, 메탄올 16 g은 0.5몰이므로 메탄올 16 g에 포함된 수소 원자의 양(mol)은 2몰이다.

6 화학식량과 몰, 입자 수, 질량, 부피의 관계

자료 분석

분자식	A_2B_4	A_4B_8
부피(L) = 몰비	3 $3n$	2 $2n$
총 원자 수 (상댓값)	3 $6 \times 3n = 18n$	$x = 4$ $12 \times 2n = 24n$
단위 부피당 질량 (상댓값)	$y = 1$	2

선택지 분석

- ☒ ㉠ 2
- ☒ ㉡ 3
- ☒ ㉢ 4
- ☐ ㉣ 5
- ☐ ㉤ 6

25 °C, 1기압에서 $A_2B_4(g)$ 와 $A_4B_8(g)$ 의 부피가 각각 3 L, 2 L이므로 각 기체의 분자 수는 $3n$, $2n$ 이라고 가정할 수 있다. 1 분자당 원자 수가 A_2B_4 는 6, A_4B_8 은 12이므로 총 원자 수는 A_2B_4 가 $18n$, A_4B_8 이 $24n$ 이다. 따라서 총 원자 수비가 $A_2B_4 : A_4B_8 = 18n : 24n = 3 : x$ 이므로 $x = 4$ 이다.

단위 부피당 질량은 기체의 밀도와 같고, 기체의 온도와 압력이 같을 때 기체의 밀도는 기체의 분자량에 비례한다. 분자량은 A_4B_8 이 A_2B_4 의 2배이므로 단위 부피당 질량도 A_4B_8 이 A_2B_4 의 2배이다. 따라서 $y = 1$ 이고, $x + y = 5$ 이다.

7 화학식량과 몰, 질량, 밀도의 관계

자료 분석

기체	질량(g)	밀도(상대값)
(가) A_2	$a = 4$	1
(나) BA_2	$b = 8$	2
(다) BA_3	10	$c = 2.5$

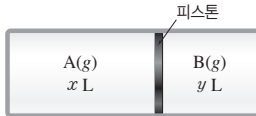
선택지 분석

- ☒ ㉠ 10
- ☒ ㉡ 14
- ☐ ㉢ 14.5
- ☒ ㉣ 15.5
- ☒ ㉤ 18

원자량은 $B > A$ 이므로 (가)가 BA_2 , (나)가 BA_3 라면 밀도 차는 1이므로 A의 원자량과 BA_2 의 분자량이 같아 모순이다. (가)가 A_2 , (나)가 BA_2 라면 B의 원자량은 A_2 의 분자량과 같으므로 분자량비는 $A : B = 1 : 2$ 가 되고 주어진 조건에 부합한다. 따라서 (다)는 BA_3 이다. 원자량비는 $A : B = 1 : 2$ 이므로 분자량비는 (가) : (나) : (다) = $2 : 4 : 5$ 이다. 같은 온도와 압력에서 기체의 부피가 같을 때 분자량비와 밀도비, 질량비는 같으므로 $a = 4$, $b = 8$, $c = 2.5$ 이고, $a + b + c = 14.5$ 이다.

8 화학식량과 몰, 입자 수, 질량, 부피의 관계

자료 분석



분자량은 X_2 가 X_3 보다 작고 같은 질량의 부피는 $A > B$ 이므로 A는 X_2 , B는 X_3 이다.

선택지 분석

- ☐ A는 X_2 이다.
☐ $x : y = 3 : 2$ 이다.
☒ 실린더 내부 기체의 밀도비는 A와 B가 같다. $A : B = 2 : 3$

ㄱ. 기체의 양(mol)과 부피는 비례하므로 기체의 양(mol)은 $A > B$ 이다. A와 B는 X_2, X_3 중 하나이므로 같은 질량을 넣었을 때 양(mol)이 큰 A는 분자량이 작은 X_2 이다.

ㄴ. 분자량비가 $A : B = 2 : 3$ 이므로 같은 질량인 A와 B의 몰비는 $A : B = 3 : 2$ 이다. 기체의 양(mol)과 부피는 비례하므로 부피비는 $x : y = 3 : 2$ 이다.

ㄷ. 밀도비는 $A : B = \frac{1}{x} : \frac{1}{y} = 2 : 3$ 이다.

수능

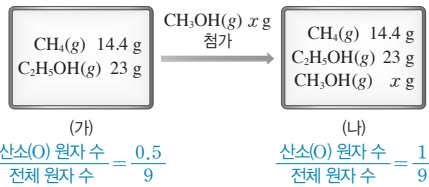


본책 23쪽~25쪽

- 1 ④ 2 ⑤ 3 ② 4 ⑤ 5 ① 6 ⑤
 7 ③ 8 ④ 9 ② 10 ⑤ 11 ④ 12 ④

1 화학식량과 몰, 입자 수의 관계

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 16 ☒ 24 ☒ 32
☐ 48 ☐ 62

CH_4, C_2H_5OH, CH_3OH 의 분자량은 각각 16, 46, 32이다.

(가)에 들어 있는 CH_4 의 양(mol)은 $\frac{14.4 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 0.9$ 몰이고,

C_2H_5OH 의 양(mol)은 $\frac{23 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} = 0.5$ 몰이다.

(가)에 첨가한 CH_3OH 의 양(mol)은 $\frac{x}{32}$ 몰이다. 원자 수는 원자의 양(mol)에 비례하므로 (가)에서 산소(O) 원자 수는 0.5몰이고 전체 원자 수는 $5 \times 0.9 \text{ mol} + 9 \times 0.5 \text{ mol} = 9$ 몰이므로 $\frac{\text{산소(O) 원자 수}}{\text{전체 원자 수}} = \frac{0.5}{9}$ 이다.

(나)에서 산소(O) 원자 수는 $(0.5 + \frac{x}{32})$ 몰이고, 전체 원자 수는 $(9 + \frac{6x}{32})$ 몰이다. 용기 속 기체의 $\frac{\text{산소(O) 원자 수}}{\text{전체 원자 수}}$ 는 (나)가 (가)의

2배이므로 $\frac{\text{산소(O) 원자 수}}{\text{전체 원자 수}} = \frac{0.5 + \frac{x}{32}}{9 + \frac{6x}{32}} = \frac{1}{9}$, $x = 48$ 이다.

2 화학식량과 몰, 입자 수, 질량, 부피의 관계

자료 분석

질량	부피	1 g에 들어 있는 전체 원자 수
1 g	2 L	N

→ AB_2 의 분자량은 M 이므로, AB_2 의 양(mol)은 $\frac{1}{M}$ 몰이다.

선택지 분석

- ☐ 1 g에 들어 있는 B 원자 수는 $\frac{2N}{3}$ 이다.
☐ 1몰의 부피는 $2ML$ 이다.
☐ 1몰에 해당하는 분자 수는 $\frac{MN}{3}$ 이다.

ㄱ. AB_2 에서 분자당 원자 수는 3이고, 1 g에 들어 있는 전체 원자 수는 N 이므로 AB_2 1 g에 들어 있는 B 원자 수는 $\frac{2N}{3}$ 이다.

ㄴ. AB_2 $\frac{1}{M}$ 몰의 부피는 2 L이므로 AB_2 1몰의 부피를 x 라 하면 $\frac{1}{M}$ 몰 : 1몰 = 2 L : x 에서 $x = 2M$ L이다.

ㄷ. AB_2 $\frac{1}{M}$ 몰에 들어 있는 전체 원자 수는 N 이므로 분자 수는 $\frac{N}{3}$ 이다. 따라서 AB_2 1몰에 해당하는 분자 수는 $\frac{MN}{3}$ 이다.

3 화학식량과 몰, 입자 수, 질량, 부피의 관계

자료 분석

기체	분자식	질량(g)	부피(L)	전체 원자 수(상댓값)
(가)	AB_2	16	6	1
(나)	AB_3	30	$x=9$	2
(다)	CB_2	23	12	$y=2$

온도와 압력이 같을 때 기체의 양(mol)과 부피는 비례하므로 전체 원자 수비는 '부피 × 분자당 원자 수'로 구할 수 있다. 따라서 전체 원자 수비는 (가) : (나) : (다) = $6 \times 3 : x \times 4 : 12 \times 3 = 1 : 2 : y$ 이고, $x = 9, y = 2$ 이다.

선택지 분석

- ☒ $x + y = 10$ 이다. 11
☐ 원자량은 $B > C$ 이다.
☒ 1 g에 들어 있는 B 원자 수는 (나) > (다)이다. (나) < (다)

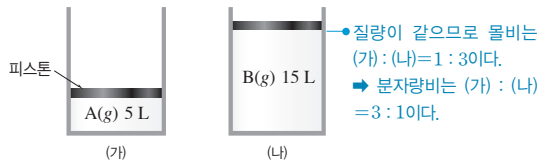
ㄴ. 각 기체의 부피를 36 L로 같게 하였을 때 기체의 온도, 압력, 부피가 같으므로 질량비는 분자량비와 같다. 따라서 질량비 (가) : (나) : (다) = 96 : 120 : 69 = 32 : 40 : 23이다. A ~ C의 원자량을 각각 a , b , c 라고 하면 분자량비 (가) : (나) : (다) = $a + 2b$: $a + 3b$: $c + 2b = 32$: 40 : 23이므로 원자량비 a : b : $c = 16$: 8 : 7이다. 따라서 원자량은 B가 C보다 크다.

바로알기 ㄱ. 전체 원자 수비는 (가) : (나) = 6×3 : $x \times 4 = 1$: 2 이므로 $x = 9$ 이고 (가) : (다) = 6×3 : $12 \times 3 = 1$: y 이므로 $y = 2$ 이다. 따라서 $x + y = 11$ 이다.

ㄷ. 분자량비는 (나) : (다) = 40 : 23이므로 1 g에 들어 있는 B 원자 수비 (나) : (다) = $\frac{1}{40} \times 3$: $\frac{1}{23} \times 2 = 69$: 80이다. 따라서 1 g에 들어 있는 B 원자 수는 (다)가 (나)보다 크다.

4 화학식량과 몰, 입자 수의 관계

자료 분석



선택지 분석

- ☒ ㉠ (가)에서 A는 $\frac{1}{6}$ 몰이다.
- ☒ ㉡ 분자량은 A가 B의 3배이다.
- ☒ ㉢ $m + n = 8$ 이다.

ㄱ. A의 양(mol)은 $\frac{\text{A의 부피(L)}}{90^\circ\text{C, 1기압에서 기체 1몰의 부피(L)}}$ 이다.

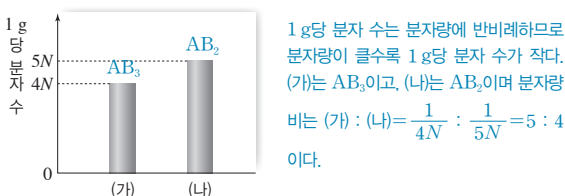
따라서 $\frac{5\text{ L}}{30\text{ L/mol}} = \frac{1}{6}$ 몰이다.

ㄴ. 기체의 질량이 같을 때 기체의 양(mol)은 기체의 분자량에 반 비례한다. A와 B의 질량은 각각 13 g으로 같고 기체의 양(mol)은 B가 A의 3배이므로, 기체의 분자량은 A가 B의 3배이다.

ㄷ. A의 양(mol) = $\frac{5\text{ L}}{30\text{ L/mol}} = \frac{13\text{ g}}{\text{A의 몰 질량(g/mol)}}$ 이므로 A의 몰 질량은 78 g/mol이다. 따라서 A의 분자량은 78이며, C와 H의 원자량은 각각 12와 1이므로 A의 분자식은 C_6H_6 이다. 따라서 B의 분자식은 C_2H_2 이고, $m + n = 8$ 이다.

5 화학식량과 몰, 입자 수의 관계

자료 분석



선택지 분석

- ☒ ㉠ 원자량은 A > B이다.
- ☒ ㉡ 1g당 원자 수는 (나) > (가)이다. (가) > (나)
- ☒ ㉢ 같은 온도와 압력에서 기체의 밀도는 (나) > (가)이다. (가) > (나)

ㄱ. 1g당 분자 수는 분자량에 반비례하므로 분자량이 클수록 1g당 분자 수가 작다. (가)는 AB_3 이고, (나)는 AB_2 이며 (가)와 (나)의 분자량비는 (가) : (나) = $\frac{1}{4N} : \frac{1}{5N} = 5 : 4$ 이다. (가)의 분자량을 $5M$, (나)의 분자량을 $4M$ 이라고 할 때, (가)와 (나)의 분자량 차인 M 은 B의 원자량이므로 A의 원자량은 $2M$ 이다. 따라서 원자량은 A가 B보다 크다.

바로알기 ㄴ. 1g당 원자 수는 (가)가 $4N \times 4 = 16N$, (나)가 $5N \times 3 = 15N$ 이다. 따라서 1g당 원자 수는 (가)가 (나)보다 크다.

ㄷ. 같은 온도와 압력에서 기체의 밀도는 분자량에 비례한다. 따라서 분자량이 큰 (가)가 (나)보다 기체의 밀도가 크다.

6 화학식량과 몰, 입자 수, 질량, 부피의 관계

자료 분석

기체	분자식	질량(g)	분자량	부피(L)	전체 원자 수 (상댓값)
(가)	XY_2	18	54	8	1
(나)	ZX_2	23	46	$a = 12$	1.5
(다)	Z_2Y_4	26	104	6	$b = 1.5$

선택지 분석

- ☒ ㉠ $a \times b = 18$ 이다.
- ☒ ㉡ 1g에 들어 있는 전체 원자 수는 (나) > (다)이다.
- ☒ ㉢ $t^\circ\text{C}$, 1기압에서 $\text{X}_2(\text{g})$ 6L의 질량은 8g이다.

ㄱ. $t^\circ\text{C}$, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 24 L이므로 (가)는 $\frac{1}{3}$ 몰이다. (가)가 $\frac{1}{3}$ 몰의 분자 수이고 분자당 원자 수가 3이므로 전체 원자 수는 $\frac{1}{3} \times 3 = 1$ (몰)이고 상댓값이 1이다. 따라서 (나)의 전체 원자 수는 1.5몰이고, 분자 수는 0.5몰이므로 $a = 12$ 이다. (다)는 분자 수가 0.25몰이고 분자당 원자 수가 6이므로 전체 원자 수는 1.5몰이다. 따라서 $b = 1.5$ 이고, $a \times b = 18$ 이다.

ㄴ. (나)에서 0.5몰의 기체가 23 g이므로 1몰의 질량은 46 g이다. 따라서 1g에 들어 있는 전체 원자 수는 (나) $\frac{1}{46} \times 3$, (다) $\frac{1}{104} \times 6$ 이므로 (나) > (다)이다.

ㄷ. 분자량은 (가) 54, (나) 46, (다) 104이므로 X, Y, Z의 원자량을 각각 x , y , z 라 하면 $x + 2y = 54$, $z + 2x = 46$, $2z + 4y = 104$ 이고, 이를 계산하면 $x = 16$, $y = 19$, $z = 14$ 이다. 따라서 X_2 의 분자량은 32이고, 6 L는 0.25몰이므로 X_2 6 L의 질량은 8 g이다.

7 화학식량과 몰, 입자 수, 질량의 관계

자료 분석

용기	화합물의 질량(g)		용기 내 전체 원자 수
	X_2Y	X_2Y_2	
(가)	a 양(mol)	$2b$ 양(mol)	19N
(나)	$2a$ 양(mol)	b 양(mol)	14N

선택지 분석

- ☒ ㉠ 1
- ☒ ㉡ $\frac{5}{4}$
- ☒ ㉢ $\frac{3}{2}$
- ☒ ㉣ $\frac{5}{3}$
- ☒ ㉤ 2

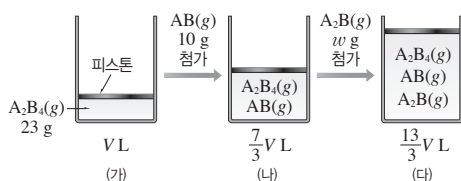
X_2Y 의 질량은 용기 (나)에서 (가)에서의 2배이므로 X_2Y 의 양(mol)도 (나)에서 (가)에서의 2배이다. 또한 X_2Y_2 의 질량은 (가)에서 (나)에서의 2배이므로 X_2Y_2 의 양(mol)도 (가)에서 (나)에서의 2배이다.

(가)에서 X_2Y 의 양(mol)을 x 몰, (나)에서 X_2Y_2 의 양(mol)을 y 몰이라고 하면, 혼합 기체의 양(mol)은 (가)에서 $x+2y$ 몰, (나)에서 $2x+y$ 몰이다. 전체 원자 수는 각 기체의 양(mol)에 분자당 원자 수를 곱하여 구할 수 있으므로 용기 내 전체 원자 수는 (가)에서 $3x+8y=19N$, (나)에서 $6x+4y=14N$ 이고, 이를 계산하면 $x=N$, $y=2N$ 이다.

따라서 (가)에서 Y 원자 수는 $N+8N=9N$ 이고, (나)에서 Y 원자 수는 $2N+4N=6N$ 이므로 $\frac{\text{(가)에서 Y 원자 수}}{\text{(나)에서 Y 원자 수}} = \frac{9N}{6N} = \frac{3}{2}$ 이다.

8 화학식량과 몰, 입자 수, 질량, 부피의 관계

자료 분석



같은 온도와 압력에서 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하므로 (가)에서 $A_2B_4(g)$ 의 양(mol)을 n 몰이라고 하면, (나)에서 $AB(g)$ 의 양(mol)은 $\frac{4}{3}n$ 몰, (다)에서 $A_2B(g)$ 의 양(mol)은 $2n$ 몰이다.

선택지 분석

☒ 원자량은 $A > B$ 이다. $B > A$

☐ $w=22$ 이다.

☐ (다)에서 실린더 속 기체의 $\frac{A \text{ 원자 수}}{\text{전체 원자 수}} = \frac{1}{2}$ 이다.

ㄴ. A_2B_4 n 몰의 질량은 23 g, AB $\frac{4}{3}n$ 몰의 질량은 10 g이므로 분자량비 $A_2B_4 : AB = 46 : 15$ 이다. A_2B_4 1몰의 질량을 $46x$ g 이라고 하면 AB 1몰의 질량은 $15x$ g이고, (A_2B_4 1몰의 질량 - AB 2몰의 질량)은 B 원자 2몰의 질량인 $16x$ g이다. 따라서 B 원자 1몰의 질량은 $8x$ g이므로 A 원자 1몰의 질량은 $7x$ g이다.

(가)에서 A_2B_4 n 몰의 질량은 23 g이고, A_2B_4 1몰의 질량은 46x g이다. (다)에서 첨가된 A_2B 2n몰의 질량은 w g이고 A_2B 1몰의 질량은 $22x$ g이므로 $w=22$ 이다.

ㄷ. (다)에는 A_2B_4 n 몰, AB $\frac{4}{3}n$ 몰, A_2B 2n몰이 들어 있다. 따라서 A 원자의 양(mol)은 $2n + \frac{4}{3}n + 4n = \frac{22}{3}n$ 이고, B 원자의 양(mol)은 $4n + \frac{4}{3}n + 2n = \frac{22}{3}n$ 이므로 $\frac{A \text{ 원자 수}}{\text{전체 원자 수}} = \frac{1}{2}$ 이다.

❏ **바로알기** ㄱ. A 원자 1몰의 질량은 $7x$ g, B 원자 1몰의 질량은 $8x$ g이므로 원자량은 $B > A$ 이다.

9 화학식량과 몰, 입자 수, 부피의 관계

자료 분석

기체	(가)	(나)	(다)
분자식	H_2	CH_4	NH_3
기체의 양	$\frac{x}{2}$ g	$\frac{1}{2}N_A$	V L
기체의 양(mol)	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$
H 원자의 양(mol)	2	2	2
기체의 부피(L)	$\frac{3V}{2}$	$\frac{3V}{4}$	V
총 원자 수	$2N_A$	$\frac{5}{2}N_A$	$\frac{8}{3}N_A$

선택지 분석

☒ $x=4$ 이다. $x=2$

☐ (나)의 부피는 $\frac{3V}{4}$ L이다.

☒ (다)에 있는 총 원자 수는 $\frac{4}{3}N_A$ 이다. $\frac{8}{3}N_A$

ㄴ. (나)에서 기체의 양(mol)이 0.5몰이므로 H 원자는 2몰이다.

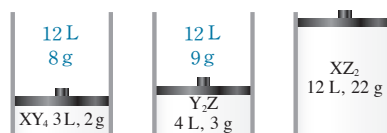
(다)에서도 H 원자가 2몰이므로 NH_3 는 $\frac{2}{3}$ 몰이다. (다)에서 NH_3 $\frac{2}{3}$ 몰이 차지하는 부피가 V L이므로 (나)에서 CH_4 0.5몰이 차지하는 부피를 y 라고 하면, $\frac{1}{2}$ 몰 : $\frac{2}{3}$ 몰 = y : V 이다. 따라서 (나)의 부피 $y = \frac{3V}{4}$ L이다.

❏ **바로알기** ㄱ. (나)에서 H 원자가 2몰이므로 (가)도 H 원자가 2몰이다. 따라서 H_2 는 1몰이므로 $x=2$ 이다.

ㄷ. (다)에서 기체의 총 원자 수는 $\frac{2}{3}N_A \times 4 = \frac{8}{3}N_A$ 이다.

10 화학식량과 몰, 입자 수, 질량, 부피의 관계

자료 분석



분자량비 $XY_4 : Y_2Z : XZ_2 = 8 : 9 : 22$
원자량비 $X : Y : Z = 12 : 1 : 16$

선택지 분석

☐ X의 원자량은 12이다.

☐ 분자량비는 $XY_4 : Y_2Z = 8 : 9$ 이다.

☒ $t^\circ C$, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 24 L이다.

ㄱ, ㄴ. 기체 12 L의 질량은 각각 XY_4 8 g, Y_2Z 9 g, XZ_2 22 g이므로 XY_4 의 분자량을 8이라고 가정하면 Y_2Z 의 분자량은 9, XZ_2 의 분자량은 22이다. 한편, X, Y, Z의 원자량을 각각 x , y , z 라고 하면 다음과 같은 식이 성립한다.

$$x + 4y = 8, 2y + z = 9, x + 2z = 22$$

세 식을 계산하면 $x=6$, $y=0.5$, $z=8$ 이고, Y의 원자량은 1이므로 X의 원자량은 12이다.

ㄷ. XZ_2 의 분자량이 44이므로 (다)에서 XZ_2 의 양(mol)은 0.5몰임을 알 수 있다. 따라서 $t^\circ C$, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 24 L이다.

11 화학식량과 몰, 입자 수, 질량, 부피의 관계

자료 분석

기체	분자식	질량(g)	부피(L)	분자 수	전체 원자 수 (상댓값)
(가)	AB	$y=45$		$1.5N_A$	4
(나)	A_2B	11	7		$z=1$
(다)	AB_x	23		$0.5N_A$	2

선택지 분석

- ☒ 9 ☒ 11 ☒ 12
☒ 15 ☒ 18

(가) AB의 $1.5N_A$ 와 (다) AB_x 의 $0.5N_A$ 에서 전체 원자 수비는
 (가) : (다) = $1.5 \times 2 : 0.5 \times (1+x) = 2 : 1$ 이므로 $x=2$ 이다.
 $t^\circ\text{C}$, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 28 L이므로 (나) A_2B 7 L
 는 0.25몰이고, 질량은 11 g이므로 분자량은 44이다. (다) AB_2
 $0.5N_A$ 는 0.5몰이므로 분자량은 46이다.
 (나) A_2B 와 (다) AB_2 의 분자량의 합은 $3 \times (A \text{의 원자량} + B \text{의 원자량}) = 90$ 이므로 AB의 분자량은 30이고, (가) AB $1.5N_A$
 는 1.5몰이므로 $\frac{y}{30} = 1.5$, $y=45$ 이다.
 (가)와 (나)의 전체 원자 수비는 (가) : (나) = $1.5 \times 2 : 0.25 \times 3$
 = $4 : z$, $z=1$ 이다. 따라서 $\frac{y}{x+z} = \frac{45}{2+1} = 15$ 이다.

12 화학식량과 몰, 입자 수의 관계

선택지 분석

- ☒ $\frac{7}{3}$ ☒ $\frac{10}{3}$ ☒ $\frac{21}{5}$
☒ $\frac{14}{3}$ ☒ $\frac{24}{5}$

단위 부피당 전체 원자 수비는 (가) : (나) = $x : y$ 이므로 전체 원
 자 수비는 (가) : (나) = $x : 1.4y$ 이다. 전체 원자 수는 분자 수에
 분자당 원자 수를 곱한 값이므로 (가)에서 A_4B_8 의 분자 수는 $\frac{x}{12}$
 라고 할 수 있다. 이때 일정한 온도와 압력에서 기체의 분자 수비
 는 기체의 부피비와 같으므로 (나)의 전체 기체 분자 수를 z 라고
 하면 기체의 분자 수비는 (가) : (나) = $1 : 1.4 = \frac{x}{12} : z$ 이고,
 $z = \frac{7x}{60}$ 이다. 따라서 첨가된 A_nB_{2n} 의 분자 수는 $\frac{x}{30}$ 이다.
 $A_4B_8 : A_nB_{2n}$ 의 분자 수비 = $\frac{x}{12} : \frac{x}{30} = 5 : 2$ 이고, 질량비
 = $2 : 1$ 이므로 분자량비 = $\frac{2}{5} : \frac{1}{2} = 4 : 5$ 이다. A_4B_8 과 A_nB_{2n}
 은 분자식이 같은 형태이므로 분자량비는 분자당 A 원자 수에 비
 례한다. 따라서 $n=5$ 이다.
 (나)에서 전체 원자 수는 A_4B_8 이 x , $A_nB_{2n}(A_5B_{10})$ 이 $\frac{x}{30} \times$
 $15 = \frac{x}{2}$ 이므로 $x + \frac{x}{2} = 1.4y$ 이다. 따라서 $\frac{x}{y} = \frac{14}{15}$ 이므로
 $n \times \frac{x}{y} = 5 \times \frac{14}{15} = \frac{14}{3}$ 이다.

03

화학 반응식과 용액의 농도

개념 확인

본책 27쪽

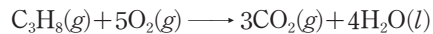
- (1) ① 2 ② 2 ③ 44.8 (2) ① 0.05 ② 9 ③ 부피 플라스크
 ④ 0.05

본책 28쪽

여기서 잠깐!

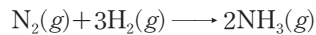
- Q1 66 g Q2 5 L Q3 11.2 L

Q1 C_3H_8 연소 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



C_3H_8 의 분자량은 44이므로 C_3H_8 22 g의 양(mol)은 $\frac{22 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}}$
 = 0.5몰이다. 화학 반응식의 계수비는 몰비와 같으므로 몰비는
 $C_3H_8 : CO_2 = 1 : 3$ 이다. 따라서 C_3H_8 22 g이 완전 연소될 때
 생성되는 CO_2 의 양(mol)은 1.5몰이고, CO_2 의 분자량이 44이
 므로 질량은 $1.5 \text{ mol} \times 44 \text{ g/mol} = 66 \text{ g}$ 이다.

Q2 암모니아 생성 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



화학 반응식의 계수비가 $N_2 : NH_3 = 1 : 2$ 이므로 NH_3 10 L를
 얻기 위해 필요한 N_2 의 부피는 5 L이다.

Q3 마그네슘과 염산의 반응에서 화학 반응식은 다음과 같다.



Mg 12.15 g은 $\frac{12.15 \text{ g}}{24.3 \text{ g/mol}} = 0.5$ 몰이다. 화학 반응식의 계수
 비가 $Mg : H_2 = 1 : 1$ 이므로 Mg 12.15 g이 반응할 때 생성되
 는 H_2 의 양(mol)은 0.5몰이다. 0°C , 1기압에서 H_2 0.5몰의 부
 피는 $0.5 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 11.2 \text{ L}$ 이다.

본책 29쪽

여기서 잠깐!

- Q1 18.4 M Q2 약 4.9 %
 Q3 0.01 M Q4 0.5 M

Q1 용액 1 L의 질량은 $1000 \text{ mL} \times 1.84 \text{ g/mL} = 1840 \text{ g}$ 이고,
 용액 1 L에 들어 있는 황산의 질량은 $\left(1840 \times \frac{98}{100}\right) \text{ g}$ 이므로
 용액 1 L에 들어 있는 황산의 양(mol)은 $\left(1840 \times \frac{98}{100}\right) \text{ g} \times$
 $\frac{1}{98 \text{ g/mol}} = 18.4$ 몰이다. 따라서 98 % 황산의 몰 농도(M)는
 $\frac{18.4 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 18.4 \text{ M}$ 이다.

Q2 용액 1 L의 질량은 $1000 \text{ mL} \times 1.02 \text{ g/mL} = 1020 \text{ g}$, 용액
 1 L에 들어 있는 A의 질량은 $0.5 \text{ M} \times 1 \text{ L} \times 100 \text{ g/mol} = 50 \text{ g}$
 이다. 따라서 퍼센트 농도는 $\frac{50 \text{ g}}{1020 \text{ g}} \times 100 \approx 4.9 \%$ 이다.

Q3 0.1 M 포도당 수용액 50 mL에 들어 있는 용질의 양(mol)은 $0.1 \text{ M} \times 0.05 \text{ L} = 0.005 \text{ mol}$ 이고, 이를 희석하여 만든 수용액 0.5 L의 몰 농도는 $\frac{0.005 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.01 \text{ M}$ 이다.

[다른 해설] 50 mL의 수용액을 500 mL로 희석한 것이므로 용액의 몰 농도는 처음 용액의 $\frac{1}{10}$ 이다. 따라서 $0.1 \text{ M} \times \frac{1}{10} = 0.01 \text{ M}$ 이다.

Q4 40 % A 수용액 100 g에서 A의 질량은 40 g이므로 양(mol)은 0.4몰이다. 0.2 M A 수용액 500 mL에서 A의 양(mol)은 $0.2 \text{ M} \times 0.5 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$ 이다. 따라서 혼합 용액 속 A의 양(mol)은 $0.4 \text{ mol} + 0.1 \text{ mol} = 0.5 \text{ mol}$ 이다. 혼합 용액 전체의 부피가 1 L이므로 몰 농도는 $\frac{0.5 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.5 \text{ M}$ 이다.

수능 자료

본책 30쪽~31쪽

- 자료 ①** 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ○ 5 × 6 ○
자료 ② 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ×
자료 ③ 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 ○ 6 ○ 7 ○
 8 × 9 ○
자료 ④ 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ○ 5 ○ 6 ○ 7 ×
 8 × 9 ○ 10 ○ 11 ×

자료 ① 화학 반응식의 양적 관계(질량과 몰)

1 질량 보존 법칙에 따라 반응 전과 후에 원자의 종류와 수는 같다. 따라서 제시된 화학 반응식의 계수를 맞추면 다음과 같다.
 $4\text{NH}_3(g) + 5\text{O}_2(g) \longrightarrow 4\text{NO}(g) + 6\text{H}_2\text{O}(g)$
 $a=4, b=5, c=4, d=6$ 이므로 $a+b+c+d=19$ 이다.

2 실험 I에서 반응물의 양(mol)은 NH_3 2몰, O_2 $\frac{25}{8}$ 몰이고 계수비가 $\text{NH}_3 : \text{O}_2 = 4 : 5$ 이므로 NH_3 2몰과 O_2 2.5몰이 반응하여 NO 2몰과 H_2O 3몰이 생성되므로 ㉠은 2이다.

3 생성된 H_2O 의 양(mol)은 3몰, 분자량은 18이므로 생성된 H_2O 의 질량은 54 g이다. 따라서 ㉡은 54이다.

4 실험 I에서 O_2 는 2.5몰만 반응하므로 $2.5 \text{ mol} \times 32 \text{ g/mol} = 80 \text{ g}$ 이 반응한 것이다. 따라서 남은 반응물은 O_2 20 g이다.

5 실험 II에서 생성된 NO의 양(mol)은 2몰이고, 기체 1몰의 부피는 $t^\circ\text{C}$, 1기압에서 24 L이므로 생성된 NO의 부피는 48 L이다. 따라서 ㉢은 48이다.

6 실험 II에서 NH_3 4몰 중 2몰이 반응하고 2몰이 남는다.

자료 ② 화학 반응식의 양적 관계(부피와 몰)

1 실험 I과 II에서 반응 전 A의 부피가 같고, 넣어 준 B의 부피는 II가 I보다 크다. 실험 I에서 A가 모두 반응한다면 실험 II에서도 A가 모두 반응하므로 $\frac{\text{전체 기체의 양(mol)}}{\text{C의 양(mol)}}$ 은 실험 II > 실험 I이어야 한다. → 실험 I에서 모두 반응하는 것은 B이다.

2 실험 II에서 B가 모두 반응한다면 실험 I과 II에서 $\frac{\text{전체 기체의 양(mol)}}{\text{C의 양(mol)}}$ 이 달라야 한다. → 실험 II에서 모두 반응하는 것은 A이다.

3 일정한 온도와 압력에서 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하므로 실험 I의 반응에서 양적 관계는 다음과 같다.

$$2\text{A}(g) + b\text{B}(g) \longrightarrow \text{C}(g) + 2\text{D}(g)$$

반응 전(L)	x	4		
반응(L)	$-\frac{8}{b}$	-4	$+\frac{4}{b}$	$+\frac{8}{b}$
반응 후(L)	$x - \frac{8}{b}$	0	$\frac{4}{b}$	$\frac{8}{b}$

$$\frac{\text{전체 기체의 양(mol)}}{\text{C의 양(mol)}} = \frac{x + \frac{4}{b}}{\frac{4}{b}} = 4 \text{ 이므로 } b = \frac{12}{x} \text{ 이다.}$$

4-5 실험 II의 반응에서 양적 관계는 다음과 같다.

$$2\text{A}(g) + b\text{B}(g) \longrightarrow \text{C}(g) + 2\text{D}(g)$$

반응 전(L)	x	9		
반응(L)	$-x$	$-\frac{b}{2}x$	$+0.5x$	$+x$
반응 후(L)	0	$9 - \frac{b}{2}x$	$0.5x$	x

$$\frac{\text{전체 기체의 양(mol)}}{\text{C의 양(mol)}} = \frac{9 - \frac{b}{2}x + 1.5x}{0.5x} = 4 \text{ 이다. 이 식에 } b = \frac{12}{x} \text{ 를 대입하면 } x=6, b=2 \text{ 이다.}$$

자료 ③ 화학 반응식의 양적 관계(기체의 밀도)

1 반응 전과 후에 질량은 보존되므로 화학 반응식으로부터 A의 분자량 + ($b \times \text{B의 분자량}$) = C의 분자량이 성립한다.

2 실험 I에서 $b=1$ 이라고 하면 반응 몰비는 A : B : C = 1 : 1 : 1이므로 반응 후 실린더 속 기체의 양(mol)은 B 5몰, C 2몰이다. B와 C의 분자량비가 1 : 16이므로 B의 분자량을 M 이라고 하면 C의 분자량은 $16M$ 이다. 따라서 반응 전 B의 질량은 $7M$, 반응 후 B의 질량은 $5M$, C의 질량은 $2 \times 16M = 32M$ 이므로 반응 전후 밀도비는 $\frac{7M}{7} : \frac{(5M+32M)}{7} = 7 : 37$ 이 되어 제시된 자료에 부합하지 않는다. 만약 실험 I에서 $b=2$ 라고 하면 반응 몰비는 A : B : C = 1 : 2 : 1이므로 반응 후 실린더 속 기체의 양(mol)은 B 3몰, C 2몰이다. 반응 전 B의 질량은 $7M$, 반응 후 B의 질량은 $3M$, C의 질량은 $2 \times 16M = 32M$ 이므로 반응 전후 밀도비는 $\frac{7M}{7} : \frac{(3M+32M)}{5} = 1 : 7$ 이므로 제시된 자료에 부합한다. 따라서 $b=2$ 이다.

3 $b=2$ 이므로 실험 I에서 A는 모두 반응하고, B는 4몰이 반응하여 3몰이 남고, C는 2몰이 생성된다.

4 실험 II에서 A는 모두 반응하고, B는 6몰이 반응하여 2몰이 남고, C는 3몰이 생성된다.

5 실험 II에서 반응 후 실린더 속 기체의 양은 B가 2몰, C가 3몰이고, 반응 전 B의 질량은 $8M$, 반응 후 B의 질량은 $2M$, C의 질량은 $3 \times 16M = 48M$ 이다. 실험 II에서 반응 전후 밀도비는 $\frac{8M}{8} : \frac{(2M+48M)}{5} = 1 : 10$ 이므로 $x=10$ 이다.

6 반응 전 A는 고체 상태의 물질이므로 기체의 밀도에 영향을 주는 것은 B이다.

7~9 A는 고체 상태이므로 ㉠은 B(g) 7몰, ㉡은 B(g) 3몰, C(g) 2몰, ㉢은 B(g) 8몰, ㉣은 B(g) 2몰, C(g) 3몰이다.

자료 4 화학 반응식의 양적 관계(기체의 밀도)

1 화학 반응식에서 A와 C의 반응 계수가 같으므로 반응한 A의 양(mol)만큼 C가 생성된다. 따라서 A V L가 들어 있는 실린더에 B를 넣어 반응시킬 때 반응이 완결되는 지점까지 전체 기체의 부피는 V L로 일정하다.

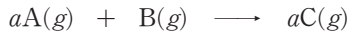
2 A가 모두 반응할 때까지 전체 기체의 부피는 일정하지만 전체 기체의 질량은 증가하므로 전체 기체의 밀도는 증가하며, A가 모두 반응한 후 전체 기체의 밀도는 감소한다. 따라서 전체 기체의 밀도(상대값)가 x 일 때 A는 모두 반응하였음을 알 수 있다.

3 반응 전 기체의 밀도는 1, P점에서 전체 기체의 밀도는 0.8이므로 $\frac{\text{반응 전 A(g)의 질량}}{V L} : \frac{\text{반응 전 A(g)의 질량} + w}{2.5V L} = 1 : 0.8$ 이다. 따라서 반응 전 A의 질량은 w 이다.

4 반응 전 기체의 부피는 V L, P점에서 기체의 부피는 2.5V L이므로 $\frac{\text{P점에서 전체 기체의 양(mol)}}{\text{반응 전 기체의 양(mol)}} = \frac{2.5V L}{V L} = \frac{5}{2}$ 이다.

5 분자량은 A : B = 2 : 1이므로 A의 분자량을 $2M$ 이라고 하면, B의 분자량은 M 이다. P점에서 반응 전 기체의 양(mol)은 A $\frac{w}{2M}$ 몰, B $\frac{w}{M}$ 몰이므로 A : B = 1 : 2이다.

6 P점에서 반응 전 A와 B의 양(mol)을 각각 n , $2n$ 이라고 하면 양적 관계는 다음과 같다.



반응 전(몰)	n	$2n$	
반응(몰)	$-n$	$-\frac{n}{a}$	$+n$
반응 후(몰)	0	$2n - \frac{n}{a}$	n

반응 전 기체 A의 부피는 V L, P점에서 반응 후 기체의 부피는 2.5V L이다. 따라서 $n : 3n - \frac{n}{a} = 1 : 2.5$ 이므로 $a = 2$ 이다.

7 전체 기체의 밀도가 x 일 때 A가 모두 반응하였으므로 반응한 A의 양(mol)은 $\frac{w}{2M}$ 몰이고, B의 양(mol)은 A의 $\frac{1}{2}$ 이므로 $\frac{w}{4M}$ 몰이다. 따라서 반응한 B의 질량은 $\frac{w}{4}$ g이다.

8 기체의 밀도가 x 인 지점에서 A는 w g, B는 $\frac{w}{4}$ g 반응하였으므로 생성된 C의 질량은 $\frac{5w}{4}$ g이다. 기체의 부피는 V L로 일정하게 유지되므로 기체의 밀도비는 질량비와 같다. 따라서 $w : \frac{5w}{4} = 1 : x$ 이므로 $x = \frac{5}{4}$ 이다.

9 반응 전 A의 질량은 w g이고, 부피는 V L이므로 밀도는 $\frac{w}{V}$ g/L이다. 반응 후 기체의 밀도가 이와 같을 때는 A가 모두 반응한 이후이므로 C의 부피는 V L, 질량은 $\frac{5w}{4}$ g이다.

분자량은 A가 B의 2배이므로 밀도가 $\frac{w}{V}$ 이기 위해서는 남은 B의 질량은 $\frac{w}{4}$ g, 부피는 $\frac{V}{2}$ L이어야 한다. 따라서 넣어 준 B의 질량은 $\frac{w}{4}$ g + $\frac{w}{4}$ g = $\frac{w}{2}$ g이다.

10 P점에서 A는 모두 반응하였고, B는 $\frac{3}{4}w$ g이 남으며, C는 $\frac{5w}{4}$ g이 생성된다. 따라서 반응 후 질량비는 B : C = 3 : 5이다.

11 P점에서 반응 후 기체의 질량비는 B : C = 3 : 5이고, 분자량비는 B : C = 2 : 5이므로 몰비는 B : C = 3 : 2이다.



본책 31 쪽

1 (1) 15 (2) 4 (3) 8 2 ④ 3 (1) 부피 플라스크
(2) 1 4 (가) 0.1몰 (나) 0.05몰

1 (1) 완성된 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서 $a = 5$, $b = 4$, $c = 6$ 이다.

(2) 반응 계수비는 $\text{NH}_3 : \text{NO} = 4 : 4 = 1 : 1$ 이므로 NH_3 4몰이 모두 반응하였을 때 생성되는 NO의 양(mol)은 4몰이다.

(3) 반응 계수비는 $\text{NH}_3 : \text{O}_2 = 4 : 5$ 이므로 10몰의 O_2 가 모두 반응하는 데 필요한 NH_3 의 양(mol)은 8몰이다.

2 ④ 반응 후 생성된 물질이 $\text{A}_3\text{B}(\text{BA}_3)$ 이므로 이 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서 반응 전 A_2 는 모두 반응하고, B_2 1분자가 남게 된다.

바로알기 ① 생성물은 A 3개와 B 1개로 이루어져 있으므로 $\text{A}_3\text{B}(\text{BA}_3)$ 이다.

② 반응 몰비는 $\text{A}_2 : \text{B}_2 = 3 : 1$ 이다.

③ 반응 전 A_2 분자 3개, B_2 분자 2개이고, 반응 후 $\text{A}_3\text{B}(\text{BA}_3)$ 분자 2개, B_2 분자 1개가 남게 된다. 따라서 반응 전후 기체의 전체 양(mol)은 5 : 3이다.

⑤ 반응 후 $\text{A}_3\text{B}(\text{BA}_3)$ 분자 2개, B_2 분자 1개가 남게 되므로 가장 많이 존재하는 기체는 $\text{A}_3\text{B}(\text{BA}_3)$ 이다.

3 (1) 부피 플라스크를 이용하여 0.1 M NaOH(aq)을 만들 수 있다.

(2) 0.1 M NaOH(aq) 250 mL에는 $0.1 \text{ M} \times 0.25 \text{ L} = 0.025$ 몰의 NaOH이 들어 있으므로 넣어 준 NaOH의 질량은 $0.025 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 1 \text{ g}$ 이다. 따라서 $x = 1$ 이다.

4 (가) NaOH의 양(mol)은 $1 \text{ M} \times 0.1 \text{ L} = 0.1$ 몰이다.

(나) NaOH의 질량은 $100 \text{ g} \times \frac{2}{100} = 2 \text{ g}$ 이고, 화학식량은 40이므로 NaOH의 양(mol) = $\frac{2 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0.05$ 몰이다.

- 1 ① 2 ③ 3 ② 4 ① 5 ④ 6 ①
7 ① 8 ⑤ 9 ① 10 ① 11 ③ 12 ⑤

1 화학 반응식

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 NH_3 이다.
~~㉡~~ $a=2$ 이다. $a=3$
~~㉢~~ 반응한 분자 수는 생성된 분자 수보다 작다. 크다

ㄱ. 생성물이 암모니아이므로 ㉠은 NH_3 이다.

ㄴ. 반응 계수는 $a=3$, $b=2$ 이다.

ㄷ. 반응 전 반응물의 계수 합은 4이고, 반응 후 생성물의 계수 합은 2이므로 반응한 분자 수는 생성된 분자 수보다 크다.

2 화학 반응식

자료 분석

- $\text{Zn(s)} + 2\text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{㉠(aq)} + \text{H}_2(\text{g})$
 • $2\text{Al(s)} + a\text{HCl(aq)} \longrightarrow 2\text{AlCl}_3(\text{aq}) + b\text{H}_2(\text{g})$
 ↳ 생성물의 Cl 원자 수는 6이다. ↳ a 는 6이다. ↳ 반응물의 H 원자 수는 6이다. ↳ b 는 3이다.

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 ZnCl_2 이다.
~~㉡~~ $a+b=9$ 이다.
~~㉢~~ 같은 양(mol)의 Zn(s) 과 Al(s) 을 각각 충분한 양의 HCl(aq) 에 넣어 반응을 완결시켰을 때 생성되는 H_2 의 몰비는 1:2이다. 2:3

ㄱ. 반응 전후 원자의 종류와 수는 같아야 하므로 ㉠은 ZnCl_2 이다.

ㄴ. 두 번째 반응식에서 반응 후 Cl 원자 수는 6이므로 $a=6$ 이고, 반응 전 H 원자 수는 6이므로 $b=3$ 이다. 따라서 $a+b=9$ 이다.

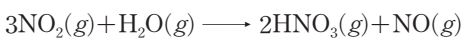
ㄷ. Zn(s) 1몰을 반응시킬 때 생성되는 H_2 의 양(mol)은 1몰이고, Al(s) 1몰을 반응시킬 때 생성되는 H_2 의 양(mol)은 1.5몰이다. 따라서 같은 양(mol)의 Zn(s) 과 Al(s) 을 충분한 양의 HCl(aq) 에 넣어 반응을 완결시켰을 때 생성되는 H_2 의 몰비는 2:3이다.

3 화학 반응식

선택지 분석

- ~~㉠~~ 13 ㉡ 14 ~~㉢~~ 15 ~~㉣~~ 16 ~~㉤~~ 17

(가)에서 반응물의 H 원자 수가 2가 되도록 $b=1$ 이라고 하면 반응 후 $c=2$ 이고, 생성물에서 N 원자 수는 3이므로 $a=3$ 이다. 따라서 완성된 화학 반응식은 다음과 같다.



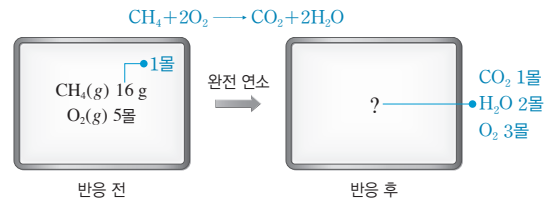
(나)에서 반응물의 Fe 원자 수가 2이므로 $e=2$ 이고, d 와 f 는 같아야 하는데 반응물에서 O 원자 수가 3개 더 있으므로 $d=f=3$ 이다. 따라서 완성된 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서 $a+b+c+d+e+f=14$ 이다.

4 화학 반응식에서의 양적 관계

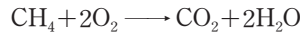
자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 물질의 종류는 3가지이다.
~~㉡~~ 반응 전보다 물질의 양(mol)이 증가한다. 일정하다
~~㉢~~ $\frac{\text{H}_2\text{O의 양(mol)}}{\text{남은 반응물의 양(mol)}} = 1$ 이다. $\frac{2}{3}$

CH_4 이 완전 연소하는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



ㄱ. CH_4 과 O_2 는 1:2의 몰비로 반응하여 CO_2 와 H_2O 를 생성하므로 CH_4 16 g(=1몰)과 O_2 2몰이 반응하여 CO_2 1몰과 H_2O 2몰이 생성되고, O_2 3몰이 남는다. 따라서 반응 후 용기에는 CO_2 , H_2O , O_2 가 있다.

ㄴ. 반응 전에는 CH_4 1몰과 O_2 5몰이 있었고, 반응 후에는 CO_2 1몰, H_2O 2몰, O_2 3몰이 있으므로 반응 전과 후에 물질의 양(mol)은 일정하다.

ㄷ. $\frac{\text{H}_2\text{O의 양(mol)}}{\text{남은 반응물의 양(mol)}} = \frac{\text{H}_2\text{O의 양(mol)}}{\text{O}_2\text{의 양(mol)}} = \frac{2}{3}$ 이다.

5 화학 반응식에서의 양적 관계

자료 분석

- 화학 반응식:
 $\text{M}_2\text{CO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl(aq)} \longrightarrow 2\text{MCl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} + \text{CO}_2(\text{g})$
 [실험 과정]
 (가) 25°C, 1기압에서 Y자관 한쪽에는 $\text{M}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 1 g을, 다른 한쪽에는 충분한 양의 HCl(aq) 을 넣는다.
 ↳ $\text{M}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 1 g이 모두 반응할 수 있도록



- (나) Y자관을 기울여 $\text{M}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 과 HCl(aq) 을 반응시킨다.
 (다) $\text{M}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 이 모두 반응한 후, 주사기의 눈금 변화를 측정한다.

생성된 CO_2 의 부피 → CO_2 의 양(mol)으로 변환 → 양적 관계로부터 M_2CO_3 의 양(mol) 계산 → M_2CO_3 1 g으로부터 화학식량 계산 → C, O의 원자량으로부터 M의 원자량 계산

선택지 분석

- ~~㉠~~ HCl 1몰의 질량
~~㉡~~ C와 O의 원자량
~~㉢~~ 25°C, 1기압에서 기체 1몰의 부피

CO_2 의 부피로부터 CO_2 의 양(mol)을 구한 후, 화학 반응식의 계수비로부터 M_2CO_3 1 g의 양(mol)을 구하여 M_2CO_3 의 화학식량을 알아낸다.

ㄴ. M_2CO_3 의 화학식량으로부터 M의 원자량을 구하기 위해 C와 O의 원자량이 필요하다.

ㄷ. CO_2 의 양(mol)을 구하기 위해 25°C, 1기압에서 기체 1몰의 부피를 알아야 한다.

바로알기 ㄱ. 생성된 CO_2 의 부피를 이용하여 M_2CO_3 1 g의 양(mol)을 구하였으므로 HCl 1몰의 질량은 필요하지 않다.

6 화학 반응식에서의 양적 관계

선택지 분석

- ① $\frac{5}{4}$ ~~ⓧ~~ 1 ~~ⓧ~~ $\frac{4}{5}$ ~~ⓧ~~ $\frac{3}{4}$ ~~ⓧ~~ $\frac{3}{5}$

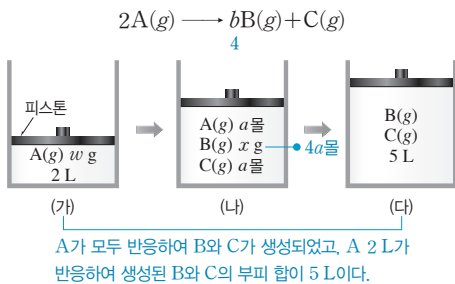
반응 전과 후에 산소의 원자 수는 같아야 하므로 $2+2x=8+4$ 에서 $x=5$ 이다. 따라서 아세트알데하이드의 연소 반응을 완성하면 다음과 같다.



이 반응에서 몰비는 $\text{CO}_2 : \text{O}_2 = 4 : 5$ 이므로 1몰의 CO_2 가 생성되었을 때 반응한 O_2 의 양(mol)은 $\frac{5}{4}$ 몰이다.

7 화학 반응식에서의 양적 관계

자료 분석



- (가)~(다)의 질량은 모두 w g으로 일정하고, 기체의 부피비는 (가) : (다) = 2 : 5이다. $\Rightarrow b=4$
- (나)에서 C가 a 몰 생성되므로 B의 양(mol)은 $4a$ 몰이다.
- A의 분자량을 $27M$, C의 분자량을 $8M$ 이라고 하면 (나)의 질량은 $27aM + x + 8aM$ 이고, (가)와 (나)의 질량이 같으므로 $27aM + x + 8aM = w$ 이다.

선택지 분석

- ① $\frac{46}{81}w$ ~~ⓧ~~ $\frac{16}{27}w$ ~~ⓧ~~ $\frac{2}{3}w$ ~~ⓧ~~ $\frac{23}{27}w$ ~~ⓧ~~ $\frac{73}{81}w$

(가)에 존재하는 A가 모두 반응하여 (다)에서 B와 C만 존재하므로 A 2 L가 반응하여 생성된 B와 C의 부피 합이 5 L이다. 화학 반응식에서 계수비는 부피비와 같으므로 반응 부피비는 A : B : C = 2 : b : 1이다. A가 2 L 반응했으므로 B b L, C 1 L가 생성되고, $b+1=5$ 에서 $b=4$ 이다.

분자량비가 A : C = 27 : 8이므로 A와 C의 분자량을 각각 $27M$, $8M$ 이라고 하면 (가)에 존재하는 A의 양(mol)은 $\frac{w}{27M}$ 몰이다. (나)에서 생성된 C가 a 몰이면 B의 양(mol)은 $4a$ 몰이고, 반응한 A의 양(mol)은 $2a$ 몰이다. (나)에서 반응 후 남은 A의 양(mol)은 $\frac{w}{27M} - 2a = a$ 몰이므로 $aM = \frac{w}{81}$ 이다.

질량(g) = 몰 질량(g/mol) $\times$ 몰질의 양(mol)이므로 (나)에 존재하는 물질의 질량(g)은 A $27aM$ g, B x g, C $8aM$ g이고, 반응 전후에 질량은 변하지 않으므로 (가)의 질량과 (나)의 질량이 같다. 따라서 $27aM + x + 8aM = w$ 이고, $aM = \frac{w}{81}$ 이므로 (나)에서 B의 질량(g)인 $x = w - 35aM = w - \frac{35}{81}w = \frac{46}{81}w$ 이다.

8 퍼센트 농도와 몰 농도

선택지 분석

- ㄱ. (가)의 몰 농도는 1 M이다.
 ㄴ. (나)에서 포도당의 질량은 9 g이다.
 ㄷ. (가)와 (나)를 혼합한 수용액의 몰 농도는 0.7 M이다.

ㄱ. (가)의 밀도는 1.0 g/mL이므로 수용액 1 L의 질량은 1000 g이다. $\frac{\text{포도당의 질량(g)}}{1000 \text{ g}} \times 100 = 18$ 이므로 포도당의 질량은 180 g이고, 포도당의 양(mol)은 1몰이다. 수용액의 부피는 1 L이므로 몰 농도는 $\frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 1 \text{ M}$ 이다.

ㄴ. (나)에서 포도당의 양(mol)은 $0.1 \text{ M} \times 0.5 \text{ L} = 0.05 \text{ mol}$ 이므로, 질량은 $0.05 \text{ mol} \times 180 \text{ g/mol} = 9 \text{ g}$ 이다.

ㄷ. (가)와 (나)의 수용액을 혼합하면 부피는 1.5 L이고, 포도당의 양(mol)은 1몰 + 0.05몰 = 1.05몰이다. 따라서 혼합 수용액의 몰 농도는 $\frac{1.05 \text{ mol}}{1.5 \text{ L}} = 0.7 \text{ M}$ 이다.

9 퍼센트 농도와 몰 농도

자료 분석

X의 질량: 10 g

수용액	용질	수용액의 양	퍼센트 농도(%)	몰 농도(M)	용질의 분자량
(가)	X	100 g	10		
(나)	Y	1 L	㉠=1	0.2	㉡=50

(나) 수용액의 질량: 1000 g

선택지 분석

- ㉠ ㉡ ㉢ ㉣
- ① 1 50 ~~ⓧ~~ 1 100
- ~~ⓧ~~ 2 50 ~~ⓧ~~ 2 100
- ~~ⓧ~~ 3 50

수용액 (가)와 (나)는 같은 질량의 용질을 녹였으므로 수용액 (가)에서 수용액 양이 100 g이고 퍼센트 농도가 10 %이므로 X의 질량은 10 g이다. 따라서 수용액 (나)에서 Y의 질량도 10 g이다. 수용액 (나)의 양이 1 L이고 몰 농도가 0.2 M이므로 Y의 양(mol)은 0.2몰이다. 따라서 $\frac{10 \text{ g}}{\text{㉡}} = 0.2 \text{ 몰이므로 ㉡은 } 50$ 이다. (나)의 밀도는 1.0 g/mL이므로 1 L는 1000 g과 같다. 퍼센트 농도인 ㉠ = $\frac{10 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 100$ 이므로 ㉠은 1이다.

10 화학 반응식에서의 양적 관계와 몰 농도

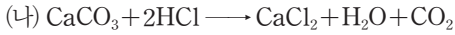
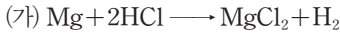
자료 분석

- (가) 마그네슘(Mg) 12 g을 0.1 M HCl(aq)에 넣어 모두 반응시킨다.
 $\text{Mg} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
 (나) 탄산 칼슘(CaCO_3) 10 g을 0.1 M HCl(aq)에 넣어 모두 반응시킨다. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

선택지 분석

- ㉠ (가)에서 필요한 0.1 M HCl(aq)의 부피는 10 L이다.
~~ⓧ~~ (나)에서 필요한 0.1 M HCl(aq)의 부피는 1 L이다. 2 L
~~ⓧ~~ 발생한 기체의 양(mol)은 (가)가 (나)의 2.5배이다. 5배

(가)와 (나)에서 일어나는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



ㄱ. Mg 12 g은 0.5몰이고, 화학 반응식의 계수비는 Mg : HCl=1 : 2이므로 Mg 12 g이 모두 반응하기 위한 HCl의 양(mol)은 1몰이다. 따라서 HCl 1몰이 들어 있으려면 0.1 M HCl(aq) 10 L가 필요하다.

바로알기 ㄴ. CaCO₃ 10 g은 0.1몰이고, 화학 반응식의 계수비는 CaCO₃ : HCl=1 : 2이므로 CaCO₃ 10 g과 모두 반응하기 위한 HCl의 양(mol)은 0.2몰이다. 따라서 HCl 0.2몰이 들어 있으려면 0.1 M HCl(aq) 2 L가 필요하다.

ㄷ. 발생한 기체는 (가)에서 H₂, (나)에서 CO₂이다. (가)에서는 Mg이 0.5몰 반응하므로 H₂가 0.5몰 발생하고, (나)에서는 CaCO₃이 0.1몰 반응하므로 CO₂가 0.1몰 발생한다. 따라서 발생한 기체의 양(mol)은 (가)가 (나)의 5배이다.

11 용액의 혼합, 희석과 몰 농도

선택지 분석

- ㄱ 혼합 용액 속 요소의 질량은 4.8 g이다.
- ㄴ 혼합 용액의 몰 농도는 0.1 M이다.
- ✕ 혼합 용액 20 mL를 취한 뒤 물을 첨가해 수용액 200 mL를 만들었을 때 몰 농도는 0.001 M이다. 0.01 M

ㄱ. (가)~(다)에서 요소의 양(mol)은 $0.1 \text{ M} \times 0.5 \text{ L} + 0.1 \text{ M} \times 0.2 \text{ L} + 0.1 \text{ M} \times 0.1 \text{ L} = 0.08 \text{ mol}$ 이다. 혼합 용액 속 요소의 양은 0.08몰이므로 질량은 $0.08 \text{ mol} \times 60 \text{ g/mol} = 4.8 \text{ g}$ 이다.

ㄴ. 혼합 용액의 부피는 800 mL이고, 요소의 양은 0.08몰이므로 몰 농도는 $\frac{0.08 \text{ mol}}{0.8 \text{ L}} = 0.1 \text{ M}$ 이다.

바로알기 ㄷ. 혼합 용액 20 mL를 취하면 $0.1 \text{ M} \times 0.02 \text{ L} = 0.002 \text{ mol}$ 의 요소가 들어 있으며 물을 첨가해 수용액 200 mL를 만들면 용액의 몰 농도는 $\frac{0.002 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 0.01 \text{ M}$ 이다.

12 퍼센트 농도와 몰 농도

자료 분석

[실험 과정]

(가) KHCO₃ 1 g을 100 mL 부피 플라스크에 넣고 물에 녹인 후 눈금선까지 물을 채운다.

• 용질의 양(mol): $\frac{1 \text{ g}}{100 \text{ g/mol}} = 0.01 \text{ mol}$, 몰 농도: $\frac{0.01 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.1 \text{ M}$

(나) 피펫을 이용하여 (가)의 수용액 $x \text{ mL}$ 를 500 mL 부피 플라스크에 넣고 눈금선까지 물을 채워 $1 \times 10^{-3} \text{ M}$ 수용액을 만든다.

용질의 양: $1 \times 10^{-3} \text{ M} \times 0.5 \text{ L} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol}$

x 의 부피: $0.1 \text{ M} \times V \text{ L} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol}$

$V = 0.005 \Rightarrow x = 5(\text{mL})$

(다) (나)에서 만든 수용액의 밀도를 측정한다.

[실험 결과]

• (다)에서 측정한 수용액의 밀도: $d \text{ g/mL}$

선택지 분석

- ㄱ (가)의 수용액의 몰 농도는 0.1 M이다.
- ✕ $x = 10$ 이다. $x = 5$
- ㄷ (나)에서 만든 수용액의 퍼센트 농도는 $\frac{1}{100d} \%$ 이다.

ㄱ. KHCO₃의 화학식량은 100이므로 1 g은 0.01몰이고, 이를 100 mL의 부피 플라스크에 넣으므로 몰 농도(M)는 $\frac{0.01 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.1 \text{ M}$ 이다.

ㄷ. (나) 수용액의 몰 농도는 $1 \times 10^{-3} \text{ M}$ 이므로 1 L의 용액에 0.001몰의 용질이 녹아 있는 것이다. 수용액의 밀도가 $d \text{ g/mL}$ 이므로 용액 1 L는 $1000d \text{ g}$ 이고, 용질의 질량은 0.1 g이므로

수용액의 퍼센트 농도는 $\frac{0.1 \text{ g}}{1000d \text{ g}} \times 100 = \frac{1}{100d} \%$ 이다.

바로알기 ㄴ. 500 mL 부피 플라스크에 $1 \times 10^{-3} \text{ M}$ 수용액을 만들기 위해서는 $5 \times 10^{-4} \text{ mol}$ 의 용질이 필요하다.

$0.1 \text{ M} \times V \text{ L} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol}$ 이므로 $V = 0.005 \text{ L}$ 이다. 따라서 $x = 5(\text{mL})$ 이다.

수능 3점

본책 35쪽~37쪽

1 ③	2 ⑤	3 ③	4 ①	5 ②	6 ②
7 ②	8 ②	9 ②	10 ④	11 ①	12 ④

1 화학 반응식에서의 양적 관계

자료 분석

(가) CaCO₃의 질량을 측정하였더니 $w_1 \text{ g}$ 이었다.

↳ CaCO₃의 질량

(나) 충분한 양의 HCl(aq)이 들어 있는 삼각 플라스크의 질량을 측정하였더니 $w_2 \text{ g}$ 이었다.

↳ HCl(aq)의 질량+삼각 플라스크의 질량

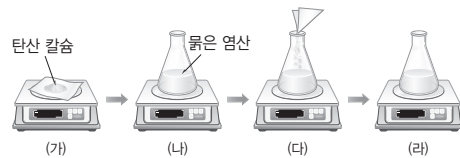
(다) HCl(aq)에 CaCO₃을 넣었더니 CO₂가 발생하였다.



(라) 반응이 완전히 끝난 후 삼각 플라스크의 질량을 측정하였더니 $w_3 \text{ g}$ 이었다.

↳ CaCl₂(aq)의 질량+남은 HCl(aq)의 질량+삼각 플라스크의 질량

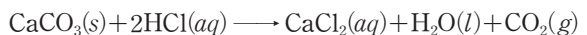
➔ 발생한 CO₂가 모두 빠져 나갔다고 가정하면, CO₂의 질량은 $(w_1 + w_2 - w_3) \text{ g}$ 이다.



선택지 분석

- ㄱ (가)에서 CaCO₃의 양(mol)은 $\frac{w_1}{100}$ 몰이다.
- ㄴ 반응한 CaCO₃과 생성된 CO₂의 몰비는 같다.
- ✕ $w_3 > w_1 + w_2$ 이다. $w_3 < w_1 + w_2$

이 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



ㄱ. CaCO₃의 화학식량은 100이므로 CaCO₃의 양(mol)은 $\frac{w_1}{100}$ 몰이다.

ㄴ. 화학 반응식에서 계수비가 CaCO₃ : CO₂ = 1 : 1이므로 반응한 CaCO₃과 생성된 CO₂의 몰비가 같다.

바로알기 ㄷ. 반응 후 CO₂가 빠져 나가므로 질량이 감소하게 된다. 따라서 반응 후 질량인 w_3 은 $w_1 + w_2$ 보다 작다.

2 화학 반응식에서의 양적 관계

선택지 분석

~~㉠~~ $\frac{w_1}{100(w_3-w_2)}$ ~~㉡~~ $\frac{w_1}{100(w_2-w_3)}$ ~~㉢~~ $\frac{100(w_3-w_2)}{w_1}$
~~㉣~~ $\frac{100(w_2-w_3)}{w_1}$ ㉤ $\frac{100(w_1+w_2-w_3)}{w_1}$

화학 반응식에서 계수비가 $\text{CaCO}_3 : \text{CO}_2 = 1 : 1$ 이므로 발생한 CO_2 의 양(mol)은 반응한 CaCO_3 의 양(mol)과 같다.

$\frac{w_1+w_2-w_3}{\text{CO}_2 \text{의 분자량}} = \frac{w_1}{100}$ 이므로 CO_2 의 분자량은
 $\frac{100(w_1+w_2-w_3)}{w_1}$ 이다.

3 화학 반응식에서의 양적 관계

자료 분석

반응 전

화학 반응식: $2\text{XY} + \text{Y}_2 \rightarrow 2\text{XY}_2$

구분	반응 전	반응 후
기체의 종류	XY, Y ₂	㉠, ㉡
전체 기체의 부피(L)	4V	3V

부피비는 분자 수비와 같으므로
반응 후 분자 수를 n 이라고 하면
 $8 : n = 4 : 3$ 이므로 n 은 6이다.

선택지 분석

㉠ XY ㉡ XY₂ ㉢ XY ㉣ X₂Y
 ㉤ Y₂ XY₂ ㉦ Y₂ X₂Y
 ㉧ Y₂ X₃

반응 전과 후 기체의 온도와 압력이 일정하므로, 반응 전과 후 기체의 부피비는 분자 수비와 같다.

반응 전 실린더 속에 존재하는 분자 수는 XY 4개, Y₂ 4개로 총 8개의 분자가 존재한다. 반응 전과 후의 부피비는 분자 수비와 같으므로 반응 후 존재하는 분자 수를 n 이라고 하면 $8 : n = 4 : 3$ 에서 $n = 6$ 으로, 반응 후 총 6개의 분자가 존재한다.

반응 후 실린더에 존재하는 생성물(㉠)은 X를 포함하는 3원자 분자이므로 X₂Y와 XY₂ 중 하나이다.

반응 전후에 원자의 종류와 수가 같으므로, 생성물이 X₂Y일 때 만족하는 화학 반응식이 존재하지 않는다. 생성물이 XY₂일 때 반응 후 분자 수는 XY₂ 4개와 Y₂ 2개이므로 반응 후 존재하는 분자 수가 6개인 생성물(㉡)은 XY₂이다. 따라서 반응하고 남은 물질(㉢)은 Y₂이다.

4 화학 반응식에서의 양적 관계

선택지 분석

㉠ $\frac{5}{54}$ ㉡ $\frac{4}{27}$ ㉢ $\frac{7}{27}$ ㉣ $\frac{10}{27}$ ㉤ $\frac{25}{54}$

(가)에서 (다)까지 반응한 A의 질량은 $9w$ g, B의 질량은 $3w$ g이고, (다)에 들어 있는 C와 D의 질량의 합은 $12w$ g이다. (다)에서 C와 D의 질량비는 4 : 5이므로 C의 질량은 $12w \times \frac{4}{9} = \frac{16w}{3}$ g,

D의 질량은 $12w \times \frac{5}{9} = \frac{20w}{3}$ g이다.

(가)~(다)에서 반응한 B의 총 양(mol)을 xn 몰이라고 할 때 반응한 A와 생성된 C의 총 양(mol)은 각각 n 몰이고 생성된 D의 양(mol)은 yn 몰이다. 따라서 (가)에 들어 있는 A와 B의 양(mol)은 각각 n 몰, $\frac{1}{3}xn$ 몰, (나)에 들어 있는 A, C, D의 양(mol)은 각각 $\frac{2}{3}n$ 몰, $\frac{1}{3}n$ 몰, $\frac{1}{3}yn$ 몰, (다)에 들어 있는 C, D의 양(mol)은 n 몰, yn 몰이다.

(가)와 (나)의 실린더 속 기체의 질량은 같고, 밀도비가 $\frac{d_2}{d_1} = \frac{5}{7}$ 이므로 밀도는 기체의 부피에 반비례한다. 따라서 (가)의 부피를 $5V_1$ 이라고 가정하면 (나)의 부피는 $7V_1$ 이다. (나)와 (다)에서 실린더 속 기체의 밀도비는 $\frac{d_3}{d_2} = \frac{14}{25}$ 이므로 (나) : (다) = $\frac{10w}{7V_1} : \frac{12w}{V_2} = 25 : 14$ 이고, (다)의 부피는 $V_2 = 15V_1$ 이다. 따라서 기체의 부피비는 (가) : (나) : (다) = 5 : 7 : 15이다.

기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하므로 다음 식이 성립한다.

$n + \frac{1}{3}xn : \frac{2}{3}n + \frac{1}{3}n + \frac{1}{3}yn : n + yn = 5 : 7 : 15$
 따라서 $x = 2, y = 4$ 이다.

A : D의 반응 몰비는 1 : 4, 질량비는 $9w : \frac{20w}{3} = 27 : 20$ 이므로

분자량비는 $\frac{27}{A \text{의 분자량}} : \frac{20}{D \text{의 분자량}} = 1 : 4$, $\frac{D \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}} = \frac{5}{27}$ 이다. 따라서 $\frac{D \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}} \times \frac{x}{y} = \frac{5}{27} \times \frac{2}{4} = \frac{5}{54}$ 이다.

5 화학 반응식에서의 양적 관계

선택지 분석

~~㉠~~ ㉠은 H₂이다. O₂
 ㉡ 1몰의 H₂O₂가 분해되면 1몰의 H₂O이 생성된다.
~~㉢~~ 0.5몰의 H₂O₂가 분해되면 전체 생성물의 질량은 $\frac{17}{2} \text{ g}$ 이다.

㉡. 화학 반응식의 계수비는 몰비와 같다. H₂O₂와 H₂O의 계수비가 같으므로 1몰의 H₂O₂가 분해되면 1몰의 H₂O이 생성된다.

바로알기 ㉢. 질량 보존 법칙에 따라 반응 전과 후에 원자의 종류와 수는 같아야 하므로 ㉠은 O₂이다.

㉣. 0.5몰의 H₂O₂가 분해되면 0.5몰의 H₂O와 0.25몰의 O₂가 생성되는데 반응 전과 후에 질량은 보존되므로 전체 생성물의 질량은 반응 전 H₂O₂의 질량과 같다. H₂O₂의 분자량은 34이므로 반응 후 전체 생성물의 질량은 $0.5 \text{ mol} \times 34 \text{ g/mol} = 17 \text{ g}$ 이다.

6 화학식량과 몰, 질량, 부피의 관계

선택지 분석

~~㉠~~ $\frac{8}{5}$ ㉡ $\frac{9}{7}$ ㉢ $\frac{8}{9}$ ㉣ $\frac{5}{9}$ ㉤ $\frac{3}{8}$

실험 II에서 B는 모두 반응하였고, B와 반응한 A의 질량을 x g이라고 하면 반응 후 A의 질량은 $(9w - x)$ g, C의 질량은 $(x + 2w)$ g이다. 제시된 조건에서 $\frac{A \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}} = \frac{4}{5}$ 이므로 A의 분자량을 $4N$ 이라고 하면 C의 분자량은 $5N$ 이고 B의 분자량은 주어지지 않았으므로 yN 이라고 가정할 수 있다.

$$\frac{\text{C의 양(mol)}}{\text{반응 후 전체 기체의 양(mol)}} = \frac{\frac{(x+2w)}{5N}}{\frac{(9w-x)}{4N} + \frac{(x+2w)}{5N}} = \frac{8}{9}$$

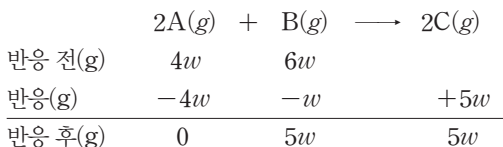
이므로 $x=8w$ 이다.

A : B : C의 반응 질량비=8 : 2 : 10, 분자량비=4 : y : 5, 반

응 몰비=2 : 1 : c 이므로 $\frac{8}{4} : \frac{2}{y} : \frac{10}{5} = 2 : 1 : c$ 에서 $y=2$,

$c=2$ 이다.

실험 I에서 기체의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.



온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례

$$\text{하므로 반응 후 } \frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{w}{4N} + \frac{10w}{5N}}{\frac{5w}{2N} + \frac{5w}{5N}} = \frac{9}{14} \text{이다.}$$

$$c=2\text{이고, } \frac{V_2}{V_1} = \frac{9}{14} \text{이므로 } c \times \frac{V_2}{V_1} = \frac{9}{7} \text{이다.}$$

7 화학 반응식에서의 양적 관계

자료 분석

실험	넣어 준 물질의 몰수(몰)		실린더 속 기체의 밀도 (상댓값)	
	A(s) 고체	B(g)	반응 전	반응 후
I	2	7	1	7
II	3	8	1	$x=10$

기체인 B(g)만 고려한다.

선택지 분석

- ☒ 15 ☒ 20 ☒ 21
☒ 24 ☒ 32

온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례한다. 따라서 기체의 밀도는 $\frac{\text{기체의 질량}}{\text{기체의 양(mol)}}$ 에 비례한다. 또한

질량 보존 법칙에 따라 'A의 분자량 + (b × B의 분자량) = C의 분자량'이 성립한다. 이때 B와 C의 분자량비가 1 : 16이므로 B의 분자량을 M 이라고 하면 C의 분자량은 $16M$ 이다.

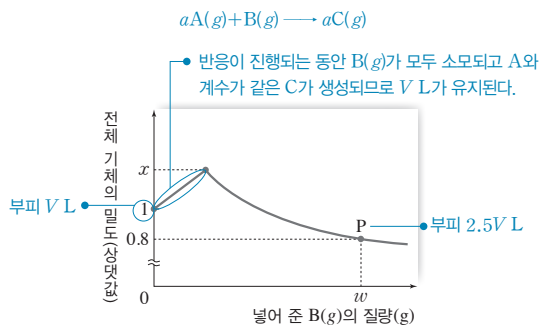
실험 I에서 A(s)가 모두 반응한다고 가정하면 B는 $2b$ 몰 반응하고 $(7-2b)$ 몰이 남으며 C는 2몰 생성된다. 따라서 반응 전과 후 기체의 양(mol)은 각각 7몰, $(9-2b)$ 몰이고, 반응 전과 후 기체의 질량은 각각 $7M$ g, $(7-2b) \times M$ g + $2 \times 16M$ g = $(39-2b)M$ g이므로 반응 전과 후에 기체의 밀도비는 $\frac{7M}{7} : \frac{(39-2b)M}{(9-2b)}$ = 1 : 7이다. 따라서 $b=2$ 이다.

실험 II에서 반응 후 실린더 속 기체의 양(mol)은 B(g) 2몰, C(g) 3몰이고, 반응 전 B(g)의 질량은 $8M$ g, 반응 후 B의 질량은 $2M$ g, C의 질량은 $3 \times 16M$ g = $48M$ g이다.

실험 II에서 반응 전과 후에 밀도비는 $\frac{8M}{8} : \frac{(2M+48M)}{5} = 1 : x$ 이므로 $x=10$ 이다. 따라서 $b \times x = 2 \times 10 = 20$ 이다.

8 화학 반응식에서의 양적 관계

자료 분석



화학 반응식에서 A(g)와 C(g)의 계수가 같으므로 A(g)가 모두 소모될 때까지는 기체의 부피가 V L로 일정하게 유지된다. 따라서 반응이 진행되면서 B(g)를 넣어 준 만큼 질량이 증가하므로 밀도가 증가하여 전체 기체의 밀도가 x 인 지점에서 반응이 완결된다.

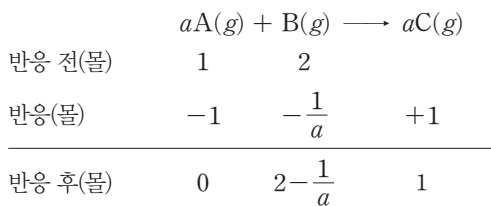
선택지 분석

- ☒ $\frac{3}{2}$ ☒ $\frac{5}{2}$ ☒ $\frac{7}{2}$
☒ $\frac{15}{4}$ ☒ $\frac{25}{4}$

반응 전 A의 질량을 w_a g, 반응 전 기체의 부피는 V L이고, B(g) w g을 넣었을 때 기체의 부피는 2.5V L이므로 이때 기체 전체의 질량은 (w_a+w) g이 된다. 밀도비는 1 : 0.8이므로

$$\frac{w_a}{V} : \frac{w_a+w}{2.5V} = 1 : 0.8 \text{에서 } w_a=w \text{이다.}$$

A : B의 분자량=2 : 1이고, 반응 전 A의 질량이 P 지점에서 B의 질량과 같은 w g이므로 P 지점에서 반응 전 A, B의 양(mol)을 각각 1몰, 2몰이라 하면 반응 전과 후의 양적 관계는 다음과 같다.



이때 반응 전 1몰의 부피가 V L이고, P 지점에서 반응 후 전체 기체의 부피가 2.5V L이므로 $1 : 3 - \frac{1}{a} = 1 : 2.5$ 이다.

따라서 $a=2$ 이다.

A : B의 반응 몰비=2 : 1, 분자량비=2 : 1이므로 A : B의 반응 질량비=4 : 1이다. 따라서 A(g) w g과 모두 반응하는 B(g)의 질량은 $\frac{w}{4}$ g이고, 이때 기체의 총 부피는 V L로 같다. 전체

기체의 질량은 $\frac{5w}{4}$ g이고, 전체 기체의 밀도비는 질량비와 같으

$$\text{므로 } w : \frac{5w}{4} = 1 : x \text{에서 } x = \frac{5}{4} \text{이다.}$$

$$\text{따라서 } a \times x = 2 \times \frac{5}{4} = \frac{5}{2} \text{이다.}$$

9 화학 반응식에서의 양적 관계

자료 분석

[자료]

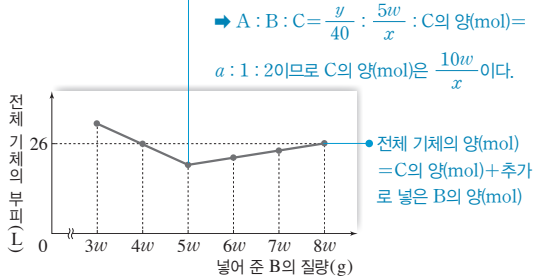
• 화학 반응식: $aA(g) + B(g) \longrightarrow 2C(g)$ (a 는 반응 계수)

• $t^\circ\text{C}$, 1기압에서 기체 1몰의 부피: 40 L

• B의 분자량: $x=20w$

[실험 과정 및 결과]

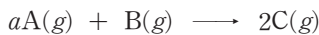
• A(g) y L가 들어 있는 실린더에 B(g)의 질량을 달리하여 넣고 반응을 완결시켰을 때, 넣어 준 B의 질량에 따른 전체 기체의 부피는 그림과 같았다.



선택지 분석

- ☒ $\frac{3}{w}$ ☒ $\frac{5}{2w}$ ☒ $\frac{2}{w}$
☒ $\frac{3}{2w}$ ☒ $\frac{1}{w}$

A y L에 B $5w$ g을 넣었을 때 전체 기체의 부피가 최소이므로 이때 반응이 완결되었음을 알 수 있다. 화학 반응식에서 계수비는 반응 몰비와 같으므로 $A : B : C = \frac{y}{40} : \frac{5w}{x} : C$ 의 양(mol) = $a : 1 : 2$ 이므로 B $5w$ g을 넣었을 때 생성된 C의 양(mol)은 $\frac{10w}{x}$ 몰이다. 또한, 반응 완결 후 증가한 전체 기체의 부피는 추가로 넣어 준 B $3w$ g의 부피와 같으므로 B $8w$ g을 넣었을 때 전체 기체의 양(mol)은 C의 양(mol) $\left(= \frac{10w}{x}\right)$ 과 추가로 넣은 B의 양(mol) $\left(= \frac{3w}{x}\right)$ 을 더한 값인 $\frac{13w}{x}$ 몰이고, 전체 기체의 부피가 26 L이므로 $\frac{13w}{x} \text{ 몰} = \frac{26}{40} \text{ 몰}$ 이다. 따라서 $x=20w$ 이다. B $4w$ g을 넣었을 때 양적 관계는 다음과 같다.



반응 전(몰)	$\frac{y}{40}$	$\frac{4w}{x}$	
반응(몰)	$-\frac{4aw}{x}$	$-\frac{4w}{x}$	$+\frac{8w}{x}$
반응 후(몰)	$\frac{y}{40} - \frac{4aw}{x}$	0	$\frac{8w}{x}$

B $4w$ g을 넣었을 때와 B $8w$ g을 넣었을 때 전체 기체의 부피가 같으므로 $\frac{y}{40} - \frac{4aw}{x} + \frac{8w}{x} = \frac{13w}{x}$ 이고, $x=20w$ 이므로 $y=8a+10$ 이다. 또한, 반응이 완결되었을 때 반응 몰비는 $A : C = \frac{y}{40} : \frac{10w}{x} = a : 2$ 이고 $x=20w$ 이므로 $y=10a$ 이다. 따라서 $a=5$, $y=50$ 이고, $\frac{y}{x} = \frac{50}{20w} = \frac{5}{2w}$ 이다.

10 퍼센트 농도와 몰 농도

선택지 분석

- ☒ 0.18 ☒ 0.15 ☒ 0.10
☒ 0.09 ☒ 0.05

H_2SO_4 5 mL의 질량은 $5 \text{ mL} \times 1.8 \text{ g/mL} = 9 \text{ g}$ 이다. 이 중 98%가 H_2SO_4 만의 질량이므로 H_2SO_4 만의 질량은 $\left(9 \times \frac{98}{100}\right) \text{ g}$ 이다. H_2SO_4 의 화학식량은 98이므로 H_2SO_4 의 양(mol)은 $\left(9 \times \frac{98}{100}\right) \text{ g} \times \frac{1}{98 \text{ g/mol}} = 0.09 \text{ 몰}$ 이다. 이로부터 만든 수용액의 총 부피가 1 L이므로 몰 농도는 0.09 M이다.

11 몰 농도

선택지 분석

- ☒ '부피 플라스크'는 ㉠으로 적절하다.
☒ $x=9$ 이다. $x=4.5$
☒ (마) 과정 후의 수용액 100 mL에 들어 있는 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 의 양(mol)은 0.02몰이다. 0.01몰

ㄱ. 몰 농도 용액을 만들 때에는 부피 플라스크를 사용한다.

바로알기 ㄴ. 0.1 M $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 수용액 250 mL에 들어 있는 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 수용액의 양(mol)은 $0.1 \text{ M} \times 0.25 \text{ L} = 0.025 \text{ 몰}$ 이므로, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 의 질량은 $0.025 \text{ mol} \times 180 \text{ g/mol} = 4.5 \text{ g}$ 이다.

ㄷ. (마) 과정 후 수용액 100 mL에는 250 mL 수용액의 $\frac{2}{5}$ 에 해당하는 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 이 들어 있으므로 $0.025 \text{ 몰} \times \frac{2}{5} = 0.01 \text{ 몰}$ 이 들어 있다.

12 몰 농도

선택지 분석

- ☒ $\frac{12}{25}$ ☒ $\frac{9}{25}$ ☒ $\frac{6}{25}$
☒ $\frac{3}{25}$ ☒ $\frac{1}{25}$

(가)에서 2 M NaOH(aq) 300 mL를 1.5 M로 묽혀도 용질의 양(mol)은 같으므로 $2 \text{ M} \times 300 \text{ mL} = 1.5 \text{ M} \times x \text{ mL}$, $x=400$ 이다.

(나)에서 2 M NaOH(aq) 200 mL에 들어 있는 NaOH 의 양(mol)과 NaOH(s) y g의 양(mol)의 합은 2.5 M NaOH(aq) 400 mL에 들어 있는 NaOH 의 양(mol)과 같으므로 $2 \text{ M} \times 0.2 \text{ L} + \frac{y}{40} = 2.5 \text{ M} \times 0.4 \text{ L}$, $y=24$ 이다.

(가)와 (나)에서 만든 수용액을 모두 혼합하면 NaOH 의 양(mol)은 $2 \text{ M} \times 0.3 \text{ L} + 2.5 \text{ M} \times 0.4 \text{ L} = 1.6 \text{ 몰}$, 용액의 부피는 800 mL이므로 혼합 용액의 몰 농도는 $\frac{1.6 \text{ mol}}{0.8 \text{ L}} = 2 \text{ M}$ 이고, $z=2$ 이다. 따라서 $\frac{y \times z}{x} = \frac{24 \times 2}{400} = \frac{3}{25}$ 이다.



04 원자 구조

개념 확인

본책 41 쪽, 43 쪽

- (1) ① 직진 ② (-) ③ 음극선 (2) ① -L ② -E ③ -G
 (3) 양성자, 중성자 (4) 원자핵 (5) ① 양성자 ② 2, 3
 (6) 양성자, 동위 (7) ① -L ② -G ③ -E

수능 자료

본책 44 쪽

- 자료 ① 1 ○ 2 × 3 × 4 ○ 5 ×
 자료 ② 1 × 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ○

자료 ① 원자의 구성 입자

- 1 질량수는 양성자수 + 중성자수와 같고, 원자에서 양성자수는 전자 수와 같다. X는 $\frac{\text{질량수}}{\text{전자 수}}$ 가 2이므로 X는 양성자수와 중성자수가 같다. 즉, X는 양성자수와 중성자수가 각각 6이다.
 2 Y는 양성자수와 중성자수가 각각 7이다.
 3 Z에서 양성자수를 a 라고 하면 $\frac{8+a}{a} = \frac{7}{3}$ 의 관계가 성립한다. 이 식을 풀면 $a=6$ 이므로 Z는 $^{14}_6\text{C}$ 이다.
 4 X와 Z는 양성자수가 같은 동위 원소이므로 화학적 성질이 같다.
 5 Y는 양성자수가 7, 중성자수가 7이므로 질량수가 14이고, Z는 양성자수가 6, 중성자수가 8이므로 질량수가 14이다. 따라서 Y와 Z는 질량수가 같다.

자료 ② 동위 원소

- 1 ^{12}C 와 ^{13}C 는 원자 번호가 같고 질량수가 다른 동위 원소이므로 두 원자의 양성자수는 같다. 따라서 $a=b$ 이다.
 2 ^{12}C 의 중성자수는 6, ^{13}C 의 중성자수는 7이므로 $d > c$ 이다.
 3 $a+b+c+d=6+6+6+7=25$ 이다.
 4 두 원자의 전자 수는 6으로 같다.
 5 C의 동위 원소에는 ^{12}C 와 ^{13}C 만 존재하는데, 두 원소들의 존재 비율을 고려한 평균 원자량이 12.01인 것으로 보아 자연계의 존재 비율은 $^{12}\text{C} > ^{13}\text{C}$ 이다.

수능

본책 44 쪽

- 1 ① 2 (1) 빈 공간 (2) (+) 3 원자핵 4 ④

- 1 ① 음극선의 진로에 전기장을 걸어 줄 때 (+)극 쪽으로 휘어지는 것으로 보아 음극선은 (-)전하를 띤 입자의 흐름이다.

- 바로알기 ② 음극선이 질량을 가진 입자라는 것은 음극선 진로에 바람개비를 두어 바람개비가 돌아가는 것으로 확인할 수 있다.
 ③ 음극선이 직진하는 성질은 음극선 진로에 물체를 두어 그림자가 생기는 것으로 확인할 수 있다.
 ④ 음극선 실험으로 전자가 원자 부피의 대부분을 차지하는 것을 확인할 수 없다.
 ⑤ 음극선 실험으로 전자가 원자핵 주위에서 원운동하는 것을 확인할 수 없다.

- 2 (1) (+)전하를 띤 알파(α) 입자들이 대부분 금박을 통과하는 것은 원자의 대부분은 빈 공간이어서 알파(α) 입자의 진로를 방해하지 않기 때문이다.
 (2) (+)전하를 띤 알파(α) 입자가 휘어지거나 튕겨 나오는 것으로 보아 원자 중심에는 (+)전하를 띤 부피가 작고 질량이 매우 큰 입자가 존재한다.

- 3 알파(α) 입자 산란 실험을 통해 발견한 입자는 (+)전하를 띤 원자핵이다.

- 4 바로알기 ④ 전자는 원자핵을 구성하는 양성자나 중성자에 비해 질량이 매우 작다.

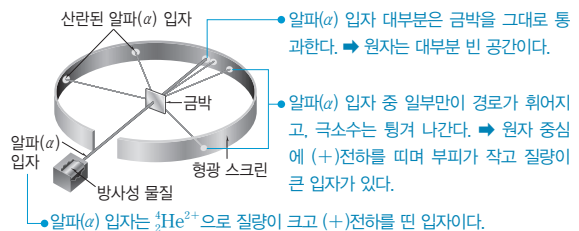
수능 2점

본책 45 쪽~46 쪽

- 1 ③ 2 ② 3 ④ 4 ③ 5 ⑤ 6 ⑤
 7 ④ 8 ⑤

1 러더퍼드의 알파(α) 입자 산란 실험과 원자핵

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (+)전하를 띤다.
 ㉡ 원자 부피의 대부분을 차지한다. 매우 작은 부분
 ㉢ 원자 질량의 대부분을 차지한다.

러더퍼드는 알파(α) 입자 산란 실험을 통해 원자핵의 존재를 밝혀냈다.

ㄱ. (+)전하를 띤 알파(α) 입자를 산란시키는 것으로 보아 원자핵은 (+)전하를 띤다.

ㄴ. 원자핵은 전자에 비해 질량이 매우 커서 원자 질량의 대부분을 차지한다.

바로알기 ㄴ. 알파(α) 입자 중 일부만이 경로가 휘어지거나 극소수의 알파(α) 입자가 튕겨 나오는 것으로 보아 원자핵은 부피가 매우 작다.

2 러더퍼드의 알파(α) 입자 산란 실험

선택지 분석

- ☒ 알파(α) 입자가 산란되지 않는다. **산란된다**
- ☒ 직진하는 알파(α) 입자의 수가 증가한다.
- ☒ 경로가 휘거나 튕겨 나온 알파(α) 입자의 수가 **증가한다**. **감소한다**

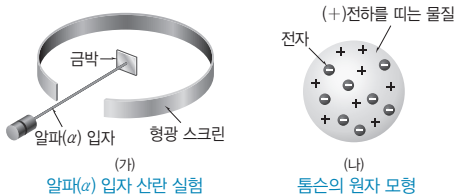
ㄴ. 알루미늄은 금보다 원자핵을 구성하는 양성자수와 중성자수가 작아 원자핵의 부피와 질량이 작다. 따라서 직진하는 알파(α) 입자의 수가 증가한다.

바로알기 ㄱ. 금박 대신 알루미늄박을 사용해도 알루미늄 원자 중심에 원자핵이 존재하므로 알파(α) 입자가 산란된다.

ㄷ. 금박 대신 알루미늄박을 사용하면 원자핵의 전하량과 질량이 감소하므로 경로가 휘어지거나 튕겨 나오는 알파(α) 입자의 수가 감소한다.

3 러더퍼드의 알파(α) 입자 산란 실험

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (가)에서 대부분의 알파(α) 입자는 금박을 통과한다.
- ☒ (가)의 결과로 원자의 중심에는 부피가 작고 질량이 매우 큰 입자가 존재한다는 것이 제안되었다.
- ☒ (나)는 (가)의 결과를 설명하기 위해 제안된 모형이다.

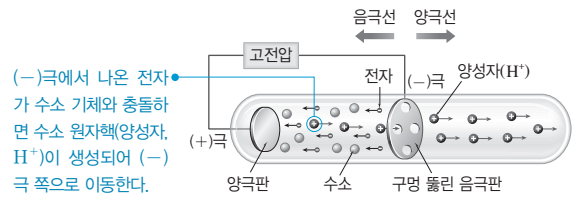
ㄱ. (가)의 실험에서 대부분의 알파(α) 입자는 금박을 통과한다.

ㄴ. (가)의 실험에서 극히 일부 알파(α) 입자가 휘어지고, 극소수의 알파(α) 입자가 튕겨 나온다. 이로부터 원자의 중심에는 부피가 작고 질량이 매우 큰 입자가 존재한다는 것이 제안되었다.

바로알기 ㄷ. (나)는 톰슨이 음극선 실험 결과를 설명하기 위해 제안된 모형이다. (가)의 결과를 설명하기 위해 제안된 모형에는 중심에 (+)전하를 띤 원자핵이 존재해야 한다.

4 골트슈타인의 양극선 실험

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 수소 기체와 전자가 충돌하여 H^+ 이 생성된다.
- ☒ H^+ 의 흐름이 양극선이다.
- ☒ 이 실험으로 중성자를 발견하였다. **발견하지 않았다**

ㄱ, ㄴ. (-)극에서 나온 전자가 수소 기체와 충돌하면 수소 원자핵(H^+)이 생성되어 (-)극 쪽으로 이동한다. 이 H^+ 의 흐름이 양극선이다.

바로알기 ㄷ. 양극선은 (+)전하를 띤 입자인 H^+ 의 흐름이며, 이 입자는 양성자이다.

5 원자의 구성 입자

자료 분석

구분	A 양성자	B 중성자	C 전자
전하량(상댓값)	$x = +1$	0	-1
질량(상댓값)	1	1	$y < 1$

선택지 분석

- ☒ $\frac{x}{y} > 1$ 이다.
- ☒ 원자에서 A와 C의 수는 같다.
- ☒ ${}^7_3\text{Li}$ 에서 B의 수는 C의 수보다 1만큼 크다.

전하량이 0인 입자 B는 중성자, 전하량이 -1인 입자 C는 전자이다. 따라서 A는 양성자이고 전하량은 +1이다.

ㄱ. $x = +1$ 이고, $y < 1$ 이므로 $\frac{x}{y} > 1$ 이다.

ㄴ. 원자는 전기적으로 중성이므로 양성자수와 전자 수가 같다. 따라서 원자에서 A와 C의 수는 같다.

ㄷ. ${}^7_3\text{Li}$ 에서 양성자수와 전자 수는 3이고, 중성자수는 4이므로 B의 수는 C의 수보다 1만큼 크다.

6 원자의 구성 입자와 동위 원소

자료 분석

• X는 Z의 동위 원소이다. → X와 Z의 양성자수는 같다. → ①을 양성자수라고 하면 X와 Y는 양성자수가 같은 동위 원소가 되어 제시된 조건에 부합하지 않는다. → ①은 중성자수이다.

원자	① 중성자수	질량수
X	5	10
Y	5	9
Z	$a = 6$	11

• Z는 X와 양성자수가 5로 같으므로 중성자수는 6이다.

선택지 분석

- ☒ ①은 중성자수이다.
- ☒ Y에 원자 번호와 질량수를 나타내면 ${}^9_4\text{Y}$ 이다.
- ☒ 1g에 들어 있는 전자 수는 $X > Z$ 이다.

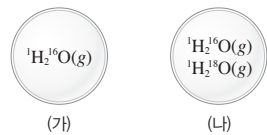
ㄱ. X와 Z는 동위 원소이므로 양성자수가 같고, X와 Y는 서로 다른 원소이므로 ①은 중성자수이다.

ㄴ. Y의 중성자수가 5이고 양성자수는 $9 - 5 = 4$ 이다. 즉, Y의 원자 번호는 4, 질량수가 9이므로 Y에 원자 번호와 질량수를 나타내면 ${}^9_4\text{Y}$ 이다.

ㄷ. X와 Z는 동위 원소로 원자 1개에 들어 있는 전자 수는 같다. 이때 원자량은 질량수가 작은 X가 Z보다 작으므로 1g에 들어 있는 원자 수는 X가 Z보다 크다. 따라서 1g에 들어 있는 전자 수는 $X > Z$ 이다.

7 동위 원소

자료 분석



${}^1\text{H}_2{}^{16}\text{O}$ 의 분자량은 $1 \times 2 + 16 = 18$
 ${}^1\text{H}_2{}^{18}\text{O}$ 의 분자량은 $1 \times 2 + 18 = 20$

선택지 분석

- ☒ ① $\frac{8}{15}$ ☒ ② $\frac{17}{29}$ ☒ ③ $\frac{19}{27}$ ☒ ④ $\frac{21}{25}$ ☒ ⑤ $\frac{8}{9}$

${}^1\text{H}_2{}^{16}\text{O}$ 의 분자량은 18이고, ${}^1\text{H}_2{}^{18}\text{O}$ 의 분자량은 20이며, (가)와 (나)의 용기 속 기체의 온도와 압력이 같으므로 각 용기 속에 들어 있는 기체의 양(mol)이 같다. 따라서 (가) 용기 속 ${}^1\text{H}_2{}^{16}\text{O}$ 의 양(mol)을 x , (나) 용기 속 ${}^1\text{H}_2{}^{16}\text{O}$ 의 양(mol)을 y , ${}^1\text{H}_2{}^{18}\text{O}$ 의 양(mol)을 $x-y$ 라고 하면, 두 용기 속 기체의 질량비는 다음과 같다.

$$(가) : (나) = 18 \times x : 18 \times y + 20 \times (x - y) = 45 : 46,$$

$$\therefore x : y = 5 : 4$$

${}^1\text{H}$ 의 중성자수는 0, ${}^{16}\text{O}$ 의 중성자수는 8, ${}^{18}\text{O}$ 의 중성자수는 10 이므로 (나)에 들어 있는 기체의 전체 중성자수 : 전체 양성자수 = $42 : 50 = 21 : 25$ 이며, $\frac{\text{전체 중성자수}}{\text{전체 양성자수}} = \frac{21}{25}$ 이다.

8 원자의 구성 입자와 동위 원소

자료 분석

원자	중성자수	질량수	전자 수
X	6	① = 12	6
Y	7	13	6
Z	9	17	8

선택지 분석

- ☒ ㉠ ㉠은 12이다.
☒ ㉡ Y는 X의 동위 원소이다.
☒ ㉢ Z^{2-} 의 전자 수는 10이다.

㉠. 원자에서 전자 수는 양성자수와 같으므로 X의 양성자수는 6 이고, 중성자수는 6이므로 질량수 ㉠은 12이다.

㉡. Y의 양성자수는 질량수 13에서 중성자수 7을 뺀 값인 6이다. 이로부터 X와 Y는 양성자수가 같고, 질량수가 다른 동위 원소이다.

㉢. Z의 양성자수는 질량수에서 중성자수를 뺀 값인 8이다. 이로부터 Z의 전자 수는 양성자수와 같은 8이다. Z^{2-} 은 Z 원자가 전자 2개를 얻어 형성된 음이온이므로 전자 수는 10이다.

수능

3점

본책 47쪽~49쪽

- 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4 ② 5 ② 6 ⑤
 7 ② 8 ⑤ 9 ③ 10 ⑤ 11 ① 12 ③

1 원자를 구성하는 입자의 발견 실험

자료 분석

[실험 I] 양극선 실험: 양성자(H^+)의 흐름

소량의 수소 기체를 진공 방전관에 넣고 높은 전압을 걸어 주면 (+)극에서 (-)극 쪽으로 빛이 흐른다.

[실험 II] 알파(α) 입자 산란 실험: 원자핵 발견

알파(α) 입자를 얇은 금박에 충돌시키면 대부분의 알파(α) 입자는 금박을 통과하지만, 일부의 알파(α) 입자는 옆으로 휘고 극소수의 알파(α) 입자는 정반대편으로 튕겨 나온다.

[원자 모형]



선택지 분석

- ☒ ㉠ 실험 I에서 빛을 이루는 입자는 실험 II에서 발견한 입자를 구성 한다.
☒ ㉡ 실험 I의 결과로 제안된 모형은 (가)이다.
☒ ㉢ 실험 II의 결과로 제안된 모형은 (나)이다.

㉠. 실험 I에서 발생한 양극선은 양성자의 흐름이고, 실험 II에서 발견한 입자는 원자핵이다. 양성자는 원자핵의 구성 입자이다.
 ㉢. 원자 모형 (나)는 러더퍼드의 원자 모형으로 실험 II의 결과로 제안된 모형이다.

바로알기 ㉡. 원자 모형 (가)는 톰슨의 원자 모형으로 음극선 실험 결과로 제안된 모형이다. 실험 I은 양극선 실험이다.

2 원자의 구성 입자

선택지 분석

- ☒ ㉠ $\frac{5}{6}$ ☒ ㉡ $\frac{4}{5}$ ☒ ㉢ $\frac{3}{4}$ ☒ ㉣ $\frac{2}{3}$ ☒ ㉤ $\frac{2}{5}$

용기 속 CH_4 은 0.4몰이고 ${}^{12}\text{C}$ 와 ${}^{13}\text{C}$ 의 원자 수비가 1 : 1이므로 용기 속 ${}^4\text{He}$, ${}^1\text{H}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{13}\text{C}$ 의 양은 각각 0.1몰, 1.6몰, 0.2몰, 0.2몰이다. 또 ${}^4\text{He}$, ${}^1\text{H}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{13}\text{C}$ 원자 1개에 들어 있는 양성자 수와 중성자수는 다음과 같다.

원자	${}^4\text{He}$	${}^1\text{H}$	${}^{12}\text{C}$	${}^{13}\text{C}$
양성자수	2	1	6	6
중성자수	2	0	6	7

이로부터 전체 양성자수가 $2 \times 0.1 + 1 \times 1.6 + 6 \times 0.2 + 6 \times 0.2 = 4.2$ 라고 하면 전체 중성자수는 $2 \times 0.1 + 6 \times 0.2 + 7 \times 0.2 = 2.8$ 이다. 따라서 $\frac{\text{전체 중성자수}}{\text{전체 양성자수}} = \frac{2.8}{4.2} = \frac{2}{3}$ 이다.

3 동위 원소의 존재 비율

자료 분석

• X의 동위 원소

동위 원소	원자량	존재 비율(%)
${}^a\text{X}$	A	19.9
${}^b\text{X}$	B	80.1

- $b > a$ 이다. → 질량수가 $b > a$ 이므로 중성자수는 ${}^b\text{X} > {}^a\text{X}$ 이다.
 • 평균 원자량은 w 이다.

선택지 분석

- ㉠ $w = (0.199 \times A) + (0.801 \times B)$ 이다.
 ✕ 중성자수는 ${}^a\text{X} > {}^b\text{X}$ 이다. ${}^a\text{X} > {}^b\text{X}$
 ㉡ $\frac{1\text{g의 } {}^a\text{X에 들어 있는 전체 양성자수}}{1\text{g의 } {}^b\text{X에 들어 있는 전체 양성자수}} > 1$ 이다.

㉠. X의 평균 원자량은 X의 각 동위 원소의 원자량에 존재 비율을 곱해서 더한 값이다. 즉, X의 평균 원자량 $w = (0.199 \times A) + (0.801 \times B)$ 이다.

㉡. 동위 원소인 원자 1개에 들어 있는 양성자수는 같다. 이때 원자량은 ${}^b\text{X} > {}^a\text{X}$ 이므로 1g에 들어 있는 원자 수는 ${}^a\text{X} > {}^b\text{X}$ 이다. 따라서 1g에 들어 있는 전체 양성자수는 ${}^a\text{X} > {}^b\text{X}$ 이므로

$\frac{1\text{g의 } {}^a\text{X에 들어 있는 전체 양성자수}}{1\text{g의 } {}^b\text{X에 들어 있는 전체 양성자수}} > 1$ 이다.

바로알기 ㉢. ${}^a\text{X}$ 와 ${}^b\text{X}$ 의 양성자수가 같으므로 중성자수는 질량수가 큰 ${}^b\text{X} > {}^a\text{X}$ 이다.

4 원자의 구성 입자

자료 분석

원자	X	Y	Z
중성자수	6	7	8
질량수 전자 수	2	2	$\frac{7}{3}$
양성자수	6	7	6
질량수	12	14	14

선택지 분석

- ✕ Y는 ${}^{13}_6\text{C}$ 이다. ${}^{14}_7\text{N}$
 ㉠ X와 Z는 동위 원소이다.
 ✕ 질량수는 $Z > Y$ 이다. Y(질량수: 14) = Z(질량수: 14)

원자에서 양성자수는 전자 수와 같으므로 $\frac{\text{질량수}}{\text{전자 수}} = 2$ 인 원자에서는 양성자수와 중성자수가 같다. 따라서 X의 양성자수는 6, Y의 양성자수는 7이다. 또 Z에서 양성자수를 z 라고 하면 $\frac{z+8}{z} = \frac{7}{3}$ 이므로 $z=6$ 이다.

㉢. X와 Z는 양성자수가 6으로 같고 중성자수가 다르므로 동위 원소이다.

바로알기 ㉠. Y의 양성자수는 7이고, 질량수는 14이므로 Y는 ${}^{14}_7\text{N}$ 이다.

㉡. Y의 질량수는 $7+7=14$, Z의 질량수는 $6+8=14$ 로 서로 같다.

5 동위 원소와 평균 원자량

자료 분석

- X_2 는 분자량이 서로 다른 (가), (나), (다)로 존재한다.
 - 분자량의 종류가 3가지이므로 X의 동위 원소는 2가지이다.
- X_2 의 분자량: (가) > (나) > (다)
 - (가)는 질량수가 큰 X로만 이루어진 분자이고, (다)는 질량수가 작은 X로만 이루어진 분자이다.
- 자연계에서 $\frac{\text{(다)의 존재 비율}(\%)}{\text{(나)의 존재 비율}(\%)} = 1.5$ 이다.
 - X의 동위 원소를 각각 ${}^a\text{X}$, ${}^b\text{X}$, $a > b$ 라고 하면 ${}^a\text{X}$ 와 ${}^b\text{X}$ 의 존재 비율이 2:3이므로 ${}^a\text{X}$, ${}^b\text{X}$ 의 존재 비율은 1:3이다.

선택지 분석

- ✕ X의 동위 원소는 3가지이다. 2가지
 ㉠ X의 평균 원자량은 $\frac{\text{(나)의 분자량}}{2}$ 보다 작다.
 ✕ 자연계에서 $\frac{\text{(나)의 존재 비율}(\%)}{\text{(가)의 존재 비율}(\%)} = 2$ 이다. 6

㉢. X의 동위 원소를 각각 ${}^a\text{X}$, ${}^b\text{X}$, $a > b$ 라고 하면 (가)는 ${}^a\text{X}_2$, (나)는 ${}^a\text{X}{}^b\text{X}$ (또는 ${}^b\text{X}{}^a\text{X}$), (다)는 ${}^b\text{X}_2$ 이다. 이때 ${}^a\text{X}{}^b\text{X}$ 와 ${}^b\text{X}_2$ 의 존재 비율이 2:3이므로 ${}^b\text{X}$ 의 존재 비율을 1.5라고 하면 ${}^a\text{X}$ 의 존재 비율은 0.5이므로 존재 비율은 ${}^a\text{X} : {}^b\text{X} = 1 : 3$ 이다. 따라서 X의 평균 원자량은 (나)의 분자량의 절반보다 작다.

바로알기 ㉠. X_2 분자량이 서로 다른 3가지가 존재하는 것으로 보아 X의 동위 원소는 2가지이다.

㉡. (가)는 존재 비율이 $\frac{1}{4}$ 인 ${}^a\text{X}$ 로만 이루어진 분자이므로 존재 비율은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ 이다. (나)는 존재 비율이 $\frac{1}{4}$ 인 ${}^a\text{X}$ 와 $\frac{3}{4}$ 인 ${}^b\text{X}$ 로 이루어진 분자이므로 존재 비율은 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} + \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{6}{16}$ 이다. 따라서 $\frac{\text{(나)의 존재 비율}(\%)}{\text{(가)의 존재 비율}(\%)} = 6$ 이다.

6 동위 원소와 평균 원자량

자료 분석

(나)는 동위 원소가 존재하지 않는다.

원자	(가)	(나)	(다)
질량수	63	64	65
중성자수	a	a	b
존재 비율(%)	70	100	30

• (가), (다)는 양성자수가 같고 질량수가 다른 동위 원소 관계이다.

선택지 분석

- ㉠ X의 평균 원자량은 63.6이다.
 ㉡ $b > a$ 이다.
 ㉢ 원자 번호는 (나) > (가)이다.

㉠. (나)는 동위 원소가 존재하지 않으므로 (가)와 (다)는 동위 원소 관계이다. 즉, (가)와 (다)는 각각 ${}^m\text{X}$ 와 ${}^n\text{X}$ 중 하나이다. 이로부터 X의 평균 원자량은 $63 \times 0.7 + 65 \times 0.3 = 63.6$ 이다.

㉡. (가)와 (다)는 동위 원소로 양성자수가 같으므로 중성자수는 질량수가 큰 (다)가 (가)보다 크다. 따라서 $b > a$ 이다.

㉢. (가)와 (다)는 서로 다른 원소이고, 중성자수가 같으므로 양성자수는 질량수가 큰 (다)가 (가)보다 크다. 따라서 원자 번호는 (나) > (가)이다.

7 동위 원소의 존재 비율

선택지 분석

- ✕ X의 평균 원자량은 36이다. 35.5
 ✕ X의 동위 원소는 모두 3가지이다. 2가지
 ㉠ X의 동위 원소 중 질량수가 가장 큰 원소는 ${}^{37}\text{X}$ 이다.

X_2 분자량의 종류가 70, 72, 74의 3가지이므로 X의 동위 원소는 원자량이 35, 37의 2가지이다.

ㄷ. 질량수와 원자량은 같다고 가정했으므로 X의 동위 원소는 질량수가 35인 ^{35}X 와 37인 ^{37}X 가 있으며, 질량수가 더 큰 것은 ^{37}X 이다.

바로알기 ㄱ. X의 동위 원소에는 질량수가 35인 것과 질량수가 37인 것 2가지가 존재하고, 분자량이 70인 X_2 의 분자 수가 분자량이 74인 X_2 의 9배이므로 X 동위 원소의 존재 비율은 $^{35}\text{X} : ^{37}\text{X} = 3 : 1$ 이다. 따라서 X의 평균 원자량은 $35 \times \frac{3}{4} + 37 \times \frac{1}{4} = 35.5$ 이다.

ㄴ. X의 동위 원소는 ^{35}X 와 ^{37}X 로 2가지이다.

8 원자의 구성 입자와 동위 원소

선택지 분석

- ㉠ 질량수는 Z가 가장 작다.
- ㉡ X의 양성자수는 2이다.
- ㉢ Y에 원자 번호와 질량수를 표시하면 ^3_1Y 이다.

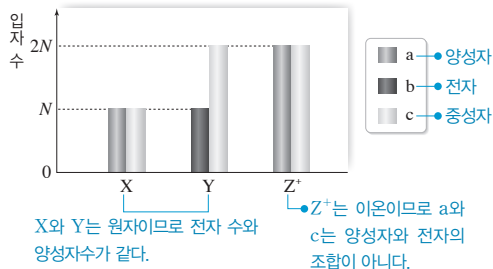
ㄱ, ㄴ. 질량수가 3 이하이므로 X~Z의 양성자수는 1 또는 2이다. 이때 질량수가 같은 X와 Y의 질량수는 1이나 2가 될 수 없으므로 3이다. 따라서 X와 Y에서 양성자수와 중성자수의 조합은 각각 (1, 2), (2, 1) 중 하나이다. 또, Z의 질량수는 1이나 2인데, 이 경우 양성자수와 중성자수의 조합은 (1, 0), (1, 1) 중 하나이므로 Z의 양성자수는 1이다. Y와 Z는 전자 수, 즉 양성자수가 같으므로 Y는 양성자수가 1, 중성자수가 2임을 알 수 있고, 이로부터 X는 양성자수가 2, 중성자수가 1임을 알 수 있다. 또, Z는 X와 중성자수가 같으므로 양성자수가 1, 중성자수가 1이다.

원자	X	Y	Z
양성자수	2	1	1
중성자수	1	2	1
질량수	3	3	2

ㄷ. Y는 양성자수가 1이고, 질량수가 3이므로 Y에 원자 번호와 질량수를 표시하면 ^3_1Y 이다.

9 원자의 구성 입자와 동위 원소

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ c는 중성자이다.
- ㉡ X와 Y는 동위 원소이다.
- ㉢ 질량수는 Z가 Y의 $\frac{4}{3}$ 배

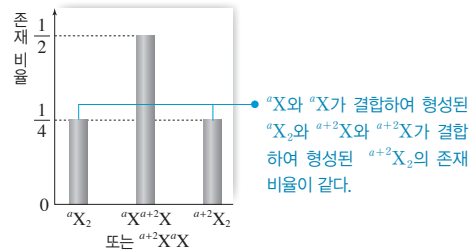
ㄱ. 원자 X와 Y에서는 양성자수와 전자 수가 같고, Z^+ 에서는 전자 수가 양성자수보다 1만큼 작다. Z^+ 에서 같은 수로 존재하는 a, c는 양성자와 전자가 될 수 없으므로 양성자와 중성자이거나, 전자와 중성자이어야 한다. 만약 a, c가 각각 전자와 중성자 중 하나라면 양성자수가 중성자수보다 커서 안정한 원자핵이 될 수 없으므로 a, c는 각각 양성자와 중성자 중 하나이고, b는 전자이다. Y에서 전자 수는 양성자수와 같으므로 전자 b의 수보다 큰 c는 중성자이고, a는 양성자임을 알 수 있다.

ㄴ. X와 Y는 양성자수가 같고 질량수가 다르므로 동위 원소이다.

바로알기 ㄷ. Y에서 양성자수가 N, 중성자수가 2N이므로 질량수는 3N이며, Z^+ 에서 양성자수와 중성자수가 각각 2N이므로 질량수는 4N이다. 따라서 질량수는 Z가 Y의 $\frac{4}{3}$ 배이다.

10 동위 원소의 존재 비율

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ $^a\text{X}_2$ 와 $^{a+2}\text{X}_2$ 의 화학 결합의 종류는 같다.
- ㉡ ^aX 와 ^{a+2}X 의 존재 비율은 같다.
- ㉢ X의 평균 원자량은 $a+1$ 이다.

ㄱ. ^aX 는 ^{a+2}X 의 동위 원소이므로 서로 화학적 성질이 같다. 따라서 $^a\text{X}_2$ 와 $^{a+2}\text{X}_2$ 의 화학 결합의 종류는 같다.

ㄴ. ^aX 와 ^{a+2}X 가 결합하여 형성된 $^a\text{X}_2$ 와 ^{a+2}X 와 ^{a+2}X 가 결합하여 형성된 $^{a+2}\text{X}_2$ 의 존재 비율이 같은 것으로 보아 ^aX 와 ^{a+2}X 의 존재 비율이 같다.

ㄷ. ^aX 와 ^{a+2}X 의 존재 비율이 같으므로 X의 평균 원자량은 $a \times 0.5 + (a+2) \times 0.5 = a+1$ 이다.

11 이온의 구성 입자

자료 분석

이온	중성자수	질량수	양성자수
A^-	10	19	9
B^{m+}	12	23	11
C^{n+}	12	24	12

선택지 분석

- ㉠ x는 10이다.
- ㉡ $\frac{m}{n} > 1$ 이다. $\frac{m}{n} < 1$
- ㉢ 중성자수 양성자수는 C가 B보다 크다. 작다

ㄱ. A^- 의 중성자수가 10이고 질량수가 19이므로 원자 A의 양성자수와 전자 수는 9이다. 따라서 A^- 의 전자 수 x는 10이다.

바로알기 ㄴ. B^{m+} 의 양성자수는 11이고, 전자 수는 10이므로 $m=1$ 이다. C^{n+} 의 양성자수는 12이고, 전자 수는 10이므로 $n=2$ 이다. 따라서 $\frac{m}{n} = \frac{1}{2} < 1$ 이다.

ㄷ. B에서 양성자수는 11, 중성자수는 12이고, C에서 양성자수와 중성자수는 모두 12이므로 $\frac{\text{중성자수}}{\text{양성자수}}$ 는 C가 B보다 작다.

12 원자와 동위 원소의 구성 입자

자료 분석

A~D는 3주기 원소라고 했으므로 (가)는 중성자수이고, (나)는 양성자수이다.

• A는 B의 동위 원소이다. → A와 B는 양성자수가 같다.

• C와 D의 $\frac{\text{중성자수}}{\text{전자 수}} = 1$ 이다. → 원자에서 양성자수는 전자 수와 같으므로 C와 D는 양성자수와 중성자수가 같다.

• 질량수는 $B > C > A > D$ 이다.

• ㉠은 양성자수와 중성자수가 다르므로 C나 D가 아니고, A나 B 중 하나이다.

→ A와 B는 동위 원소이므로 ㉠의 동위 원소는 ㉡이고, ㉡의 (나)는 17이다.

→ 질량수는 ㉡이 ㉠보다 크므로 ㉠은 A, ㉡은 B이다.

• ㉢과 ㉣은 각각 C와 D 중 하나이므로 양성자수와 중성자수가 각각 같다. → 질량수는 ㉢이 ㉣보다 크므로 ㉢은 C, ㉣은 D이다.

• A~D의 양성자수와 중성자수

원자	㉠ A	㉡ C	㉢ B	㉣ D
(가) 중성자수	18	18	20	16
(나) 양성자수	17	18	17	16
질량수	35	36	37	32

선택지 분석

㉠ (가)는 중성자수이다.

㉡ B의 질량수는 37이다.

㉢ D의 원자 번호는 18이다. 16

ㄱ. 표의 (가)가 양성자수라면 ㉣의 양성자수가 20이 되어 ㉣은 4주기 원소가 되므로 A~D가 3주기 원소라는 조건에 타당하지 않다. 따라서 (가)는 중성자수이고, (나)는 양성자수이다.

ㄴ. B는 ㉢이고, ㉣에서 (나)는 17이므로 B의 질량수는 37이다.

바로알기 ㄷ. D는 ㉣이므로 D의 원자 번호는 16이다.

05 원자 모형

개념 확인

본책 51 쪽, 53 쪽

- (1) ① 전자 껍질 ② 낮 ③ 에너지 ④ 바닥 ⑤ 흡수 (2) ① 흡수
② 방출 ③ 흡수 ④ 방출 (3) ① 1 ② a ③ a, c ④ b (4) ①
s, p ② 2 ③ 공 모양(구형) (5) 2 (6) ㉠ 0 ㉡ 1 ㉢ 2
㉣ 2p ㉤ 3d

수능 자료

본책 54 쪽

자료 1 1 공 2 =, >

자료 2 1 1s 2 2s, 2p_x 3 1s, 2s 4 2p_x 5 2s 6 2p_x

자료 3 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○

자료 4 1 × 2 × 3 ○ 4 ○

자료 1 오비탈의 모양

2 수소 원자에서 오비탈의 에너지 준위는 주 양자수(n)에 의해 서만 결정되므로 에너지 준위는 2s 오비탈인 (가)와 2p 오비탈인 (나)가 같다.

자료 2 양자수

들어 있는 전자의 주 양자수(n)가 1인 오비탈은 1s, 들어 있는 전자의 주 양자수(n)가 1이 아니며 방위(부) 양자수(l)가 1인 오비탈은 2p_x, 들어 있는 전자의 주 양자수(n)와 방위(부) 양자수(l)가 모두 1이 아닌 오비탈은 2s이다.

자료 3 오비탈의 모양

(가)는 2s, (나)는 1s, (다)는 2p 오비탈이다.

2 (나)는 1s 오비탈로, 공 모양(구형)이므로 원자핵으로부터 거리와 방향에 따라 전자가 발견될 확률이 같다.

자료 4 오비탈의 모양과 양자수

1 에너지 준위는 (가) > (나)이고, (나)는 2p 오비탈이므로 (가)는 3s 오비탈이다.

2 (나)는 2p 오비탈이므로 주 양자수(n)는 2이다.

3 방위(부) 양자수(l)는 (가) 0, (나) 1이다.

4 (가)는 3s 오비탈이므로 $_{11}\text{Na}$ 의 원자가 전자가 들어 있다.

수능



본책 55 쪽

- 1 A 2 (1) d (2) a (3) c 3 ① 4 ㄴ 5 (1) s (2)
p (3) p (4) s, p 6 (다) - (라) - (나) - (가) 7 ③

1 전이하는 두 전자 껍질의 에너지 차이가 클수록 방출하는 에너지가 크다.

2 (1) 파장이 길수록 에너지가 작다.

(2) 파장이 짧을수록 에너지가 크므로 a~d 중 에너지가 가장 큰 선은 a이다.

(3) c는 가시광선 영역 중 두 번째로 파장이 긴 선이므로 $n=4$ 에서 $n=2$ 로 전이할 때 방출하는 에너지에 의한 선이다.

3 바로알기 ① 모형에서 ㉠은 전자가 존재할 수 없는 영역이다.

4 ㄴ. K 전자 껍질은 주 양자수 $n=1$ 인 전자 껍질이므로 s 오비탈만 존재한다.

바로알기 ㄱ. 오비탈은 원자핵 주위에 전자가 발견될 확률 분포이다.

ㄷ. 같은 족 원소는 원자가 전자 수 같고, 원자 번호가 클수록 전자 수가 많아지므로 원자 번호가 클수록 원자가 전자가 들어 있는 주 양자수(n)가 커진다.

5 (1) s 오비탈은 공 모양(구형)이므로 핵으로부터 거리가 같은 먼 방향에 관계없이 전자가 발견될 확률이 같다.

- (2) s 오비탈은 모든 전자 껍질에 존재하고 $n=2$ 인 전자 껍질부터 존재하는 오비탈은 p 오비탈이다.
 (3) p 오비탈에는 에너지 준위가 같고 3차원 공간에서 방향이 다른 3개의 오비탈이 존재한다.
 (4) 모든 오비탈 1개에 채워질 수 있는 최대 전자 수는 2이다.

6 (가)는 현대의 원자 모형, (나)는 보어의 원자 모형, (다)는 톰슨의 원자 모형, (라)는 러더퍼드의 원자 모형이다. 제안된 순서는 (다) - (라) - (나) - (가)이다.

- 7 ① 오비탈의 크기는 (가) < (나)이므로 (가)는 1s 오비탈이고, (나)는 2s 오비탈이다.
 ② 에너지 준위는 2s 오비탈 > 1s 오비탈이다.
 ④ (가)는 주 양자수(n)가 1이므로 방위(부) 양자수(l)는 0이다.
 ⑤ (나)는 2s 오비탈이므로 주 양자수(n)는 2이다.

바로알기 ③ (가)와 (나) 오비탈에 채워질 수 있는 최대 전자 수는 2로 같다.

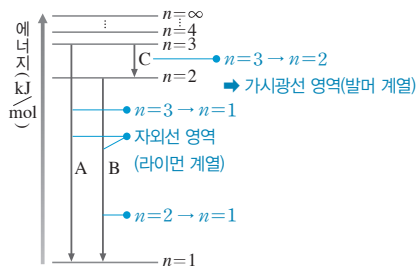
수능 2점

본책 56쪽 ~ 58쪽

- 1 ② 2 ② 3 ① 4 ② 5 ③ 6 ②
 7 ① 8 ② 9 ④ 10 ⑤ 11 ① 12 ②

1 수소 원자의 선 스펙트럼

자료 분석



선택지 분석

- ☒ B에서 방출하는 빛은 가시광선이다. **자외선**
☒ a는 바닥상태 수소 원자에서 전자를 떼어낼 때 필요한 에너지와 같다. **a보다 크다**
☒ $a = b + c$ 이다.

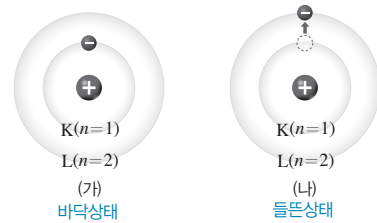
ㄷ. 수소 원자의 에너지 준위는 불연속적이고 전자가 가질 수 있는 에너지는 정해져 있다. 따라서 A에서 방출하는 빛의 에너지인 a는 $n=3 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이에서 방출하는 에너지이므로 $b(n=2 \rightarrow n=1)$ 와 $c(n=3 \rightarrow n=2)$ 의 합과 같다.

바로알기 ㄱ. B는 전이 후 주 양자수 $n=1$ 이므로 방출하는 빛이 자외선이다.

ㄴ. 바닥상태의 수소 원자에서 전자를 떼어내는 것은 $n=1 \rightarrow n=\infty$ 의 전자 전이에 해당한다. 따라서 이때 필요한 에너지는 $n=3 \rightarrow n=1$ 에서 방출하는 에너지인 a보다 크다.

2 수소 원자의 전자 전이와 에너지 출입

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (가)는 들뜬상태이다. **바닥상태**
☒ (가)에서 (나)로 될 때 에너지를 흡수한다.
☒ (나)에서 (가)로 될 때 가시광선을 방출한다. **자외선**

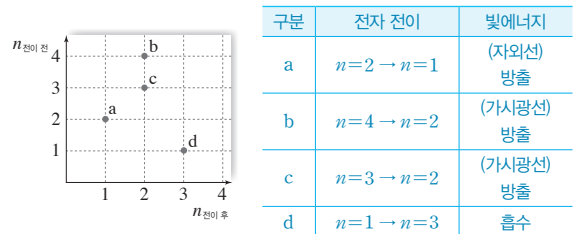
ㄴ. (나)는 두 번째 전자 껍질에 전자가 들어 있으므로 들뜬상태이다. 즉 에너지는 (가) < (나)이므로 (가)에서 (나)로 될 때 에너지를 흡수한다.

바로알기 ㄱ. (가)는 첫 번째 전자 껍질에 전자가 들어 있으므로 바닥상태이다.

ㄷ. (나)에서 (가)로 될 때 $n=2$ 에서 $n=1$ 로의 전이이므로 자외선을 방출한다.

3 수소 원자의 전자 전이와 에너지 출입

자료 분석



선택지 분석

- ☒ b와 c에서 가시광선의 빛을 방출한다.
☒ 방출하는 빛의 에너지는 a에서가 c에서의 4배이다. **4배보다 크다**
☒ 바닥상태인 수소 원자 1몰에 d에 해당하는 에너지를 가해 주면 이온화된다. **$n=1 \rightarrow n=\infty$ 에 해당하는 에너지**

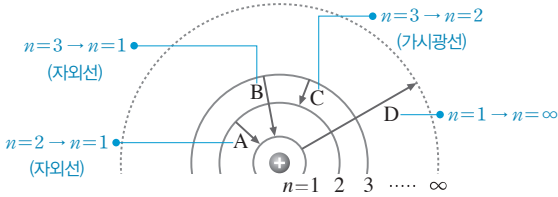
ㄱ. b와 c에서 방출되는 빛은 모두 $n \geq 3$ 에서 $n=2$ 로의 전이에서 방출하는 빛이므로 가시광선에 해당한다.

바로알기 ㄴ. a는 $n=2 \rightarrow n=1$ 의 전이이므로 이때 방출하는 빛의 에너지는 $-\frac{k}{2^2} - (-\frac{k}{1^2}) = \frac{3}{4}k$ 이다. c는 $n=3 \rightarrow n=2$ 의 전이이므로 이때 방출하는 빛의 에너지는 $-\frac{k}{3^2} - (-\frac{k}{2^2}) = \frac{5}{36}k$ 이다. 따라서 방출하는 빛의 에너지는 a에서가 c에서의 4배보다 크다.

ㄷ. d는 $n=1 \rightarrow n=3$ 의 전이이므로 이때 흡수되는 빛의 에너지는 $\frac{8}{9}k$ 이다. 바닥상태인 수소 원자를 이온화시키려면 k에 해당하는 에너지를 가해 주어야 한다.

4 수소 원자의 전자 전이

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 방출하는 빛의 파장은 B가 A보다 길다. 짧다
☒ C에서 방출하는 빛은 가시광선에 해당한다.
☒ A~D 중 에너지가 가장 큰 빛을 방출하는 것은 D이다. B

ㄴ. C는 $n=3 \rightarrow n=2$ 로의 전자 전이이므로 이때 방출하는 빛은 가시광선이다.

바로알기 ㄱ. B는 $n=3 \rightarrow n=1$ 로의 전자 전이이고, A는 $n=2 \rightarrow n=1$ 로의 전자 전이이므로 방출하는 빛의 에너지는 B가 A보다 크다. 빛의 에너지와 파장은 반비례하므로 방출하는 빛의 파장은 B가 A보다 짧다.

ㄷ. D에서는 에너지를 흡수하며, 에너지가 가장 큰 빛을 방출하는 것은 B이다.

5 원자 모형

자료 분석



선택지 분석

- ☒ A에서는 전자의 존재를 확률 분포로 나타낸다.
☒ B에서 전자는 원자핵 주위의 일정한 궤도에서 운동한다.
☒ C는 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명할 수 있다.

ㄱ. A는 현대 원자 모형으로, 전자가 존재할 수 있는 공간을 확률 분포로 나타낸다.

ㄷ. C는 보어의 원자 모형이다. 보어의 원자 모형에서 전자는 일정한 에너지 준위를 갖는 궤도에서만 운동하고 전자가 전이할 때 에너지가 출입하므로 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명할 수 있다.

바로알기 ㄴ. B는 톰슨의 원자 모형으로, 원자핵이 존재하지 않는 원자 모형이다.

6 현대의 원자 모형

선택지 분석

- ☒ A ☒ B ☒ A, C ☒ B, C ☒ A, B, C

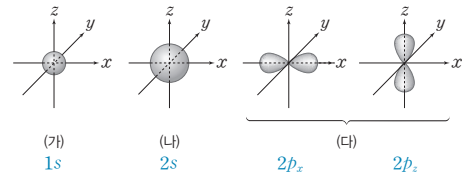
B. 오비탈의 양자수에서 주 양자수(n)는 오비탈의 크기와 에너지를 결정하는 양자수이다.

바로알기 A. 전자는 입자성과 파동성을 모두 가지고 있어 원자핵 주위 어디에 존재하는지 확률로만 나타낼 수 있다. 즉, 오비탈은 원자핵 주위에 전자가 발견될 확률 분포를 나타낸 값이다.

C. 1개의 오비탈에는 최대 2개까지 전자가 채워질 수 있으며, 이때 전자의 스핀 자기 양자수(m_s)는 서로 다르다.

7 오비탈의 종류와 성질

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (다)의 주 양자수(n)는 2이다.
☒ (다)는 원자핵으로부터 거리가 같으면 방향에 관계없이 전자가 발견될 확률이 같다. 다르다
☒ 방위(부) 양자수(l)는 (나)가 (가)보다 크다. (가)와 (나)가 같다

ㄱ. (가)는 1s 오비탈, (나)는 2s 오비탈, (다)는 2p 오비탈이므로 (다)의 주 양자수는 2이다.

바로알기 ㄴ. (다)는 2p 오비탈로 원자핵으로부터 거리가 같더라도 방향에 따라 전자가 발견될 확률이 다르다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모두 s 오비탈이므로 (가)와 (나)의 방위(부) 양자수(l)는 0으로 같다.

8 오비탈의 종류와 성질

선택지 분석

- ☒ (가)의 주 양자수(n)는 1이다. 2 이상
☒ 에너지 준위는 (나) > (가)이다. (가) = (나)
☒ 방위(부) 양자수(l)는 (나) > (다)이다.

ㄷ. p 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 1이고, s 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 0이므로, 방위(부) 양자수(l)는 (나) > (다)이다.

바로알기 ㄱ. p 오비탈은 $n=2$ 인 전자 껍질부터 존재하므로 (가) ~ (다)의 주 양자수(n)는 2 이상이다. 따라서 (가)의 주 양자수(n)는 1이 될 수 없다.

ㄴ. 주 양자수(n)가 같은 3개의 p 오비탈은 3차원 공간에서 방향만 다르고 에너지 준위가 같으므로 에너지 준위는 (가) = (나)이다.

9 전자 배치와 오비탈

자료 분석

→ 각 오비탈에 스핀 방향이 반대인 전자가 2개씩 들어 있다.

전자 배치	전자 껍질			상태	전자가 들어 있는 오비탈 수
	K	L	M		
(가)	2	8	0	바닥상태	5
(나)	2	7	1	들뜬상태	6

선택지 분석

- ☒ (가)에서 L 전자 껍질의 모든 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 같다. 같지 않다
☒ (가)에서 전자들의 스핀 자기 양자수(m_s)의 합은 0이다.
☒ (나)에서 전자가 들어 있는 오비탈의 수는 6이다.

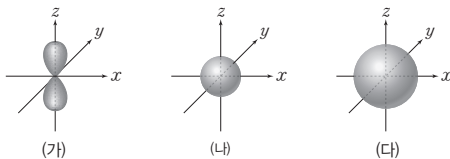
ㄴ. (가)에서 K 전자 껍질에는 1s 오비탈 1개, L 전자 껍질에는 2s 오비탈 1개와 2p 오비탈 3개가 있고, 각 오비탈에는 스핀 방향이 서로 반대인 전자가 2개씩 들어 있다. 따라서 전자들의 스핀 자기 양자수(m_s)의 합은 0이다.

ㄷ. (가)에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 K 전자 껍질에 1, L 전자 껍질에 4로 모두 5이고, (나)에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 K 전자 껍질에 1, L 전자 껍질에 4, M 전자 껍질에 1로 모두 6이다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 L 전자 껍질에 있는 오비탈은 2s 오비탈과 2p 오비탈이다. 2s 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 0, 2p 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 1로 서로 같지 않다.

10 오비탈의 종류와 성질

자료 분석



p 오비탈인 (가)의 주 양자수 (나)와 (다)는 각각 1s 또는 2s 오비탈 중 하나이고, 오비탈의 크기가 큰 (다)가 2s 오비탈이다.

선택지 분석

- ㉠ 바닥상태에서 전자는 (나)에 들어 있다.
- ㉡ 주 양자수(n)는 (가)와 (다)가 같다.
- ㉢ 방위(부) 양자수(l)는 (나)와 (다)가 같다.

ㄱ. (가)는 2p 오비탈, (나)는 1s 오비탈, (다)는 2s 오비탈이므로 바닥상태 수소 원자에서 전자는 (나)에 들어 있다.

ㄴ. (가)와 (다)의 주 양자수(n)는 2로 같다.

ㄷ. (나)와 (다)는 모두 s 오비탈이므로 방위(부) 양자수(l)는 0이다.

11 오비탈의 종류와 수

자료 분석

주 양자수(n)	1	2
오비탈 종류	㉠ 1s	㉡ 2s ㉢ 2p
오비탈 수	$x=1$	1 $y=3$

선택지 분석

- ㉠ $\frac{y}{x}=3$ 이다.
- ㉡ 최대 수용 전자 수는 ㉠이 ㉠보다 크다. 2로 같다
- ㉢ ㉠은 원자핵으로부터 거리가 같으면 방향에 관계없이 전자의 발견 확률이 같다. 방향에 따라 전자의 발견 확률이 다르다

ㄱ. 주 양자수(n)가 1인 전자 껍질에는 s 오비탈만 1개 있으므로 ㉠은 1s 오비탈이고, $x=1$ 이다. 주 양자수(n)가 2인 전자 껍질에는 s 오비탈이 1개, p 오비탈이 3개 있으므로 ㉡은 2s 오비탈이고, ㉢은 2p 오비탈이며, $y=3$ 이다. 따라서 $\frac{y}{x}=3$ 이다.

바로알기 ㄴ. 1s 오비탈과 2s 오비탈의 최대 수용 전자 수는 2로 같다.

ㄷ. p 오비탈은 방향성이 있으므로 원자핵으로부터 거리가 같더라도 방향에 따라 전자의 발견 확률이 다르며, 방향에 따라 3가지가 존재한다.

12 오비탈과 양자수

자료 분석

구분	(가) 3s 오비탈	(나) 2p _z 오비탈
주 양자수(n)	3	2
방위(부) 양자수(l)	0	1
수용할 수 있는 최대 전자 수	2	2

선택지 분석

- ㉡ 주 양자수(n)
- ㉢ 방위(부) 양자수(l)
- ㉣ 수용할 수 있는 최대 전자 수

ㄴ. 방위(부) 양자수(l)는 (나)가 (가)보다 크다.

바로알기 ㄱ. 주 양자수(n)는 (가)가 (나)보다 크다.

ㄷ. 수용할 수 있는 최대 전자 수는 (가)와 (나)가 같다.

수능 3점

본책 59쪽~61쪽

1 ㉢	2 ㉠	3 ㉠	4 ㉠	5 ㉠	6 ㉢
7 ㉤	8 ㉡	9 ㉣	10 ㉤	11 ㉠	12 ㉣

1 수소 원자의 전자 전이

자료 분석

• 전자 전이 I ~ III에서 Δn ($n_{\text{전이 후}} - n_{\text{전이 전}}$)

전자 전이	I	II	III
Δn	1	2	3

• I ~ III에서 $n_{\text{전이 후}}$ 는 모두 3 이하이다.

- ㉡ $\Delta n=1$ 인 전이: $n=2 \rightarrow n=1, n=3 \rightarrow n=2, n=4 \rightarrow n=3$
 $\Delta n=2$ 인 전이: $n=3 \rightarrow n=1, n=4 \rightarrow n=2, n=5 \rightarrow n=3$
 $\Delta n=3$ 인 전이: $n=4 \rightarrow n=1, n=5 \rightarrow n=2, n=6 \rightarrow n=3$

• 방출하는 빛의 에너지는 I > II > III이다.

- ㉢ I은 $n=2 \rightarrow n=1$, II는 $n=4 \rightarrow n=2$, III은 $n=6 \rightarrow n=3$ 이다.

선택지 분석

- ㉠ I에서 방출하는 빛에너지는 자외선이다.
- ㉡ $n_{\text{전이 전}}$ 은 II에서가 III에서보다 크다. 작다
- ㉢ I에서 방출하는 빛에너지는 II에서의 4배이다.

ㄱ. I은 $n=2 \rightarrow n=1$ 의 전이이므로 방출하는 빛에너지는 자외선이다.

ㄷ. I에서 방출하는 빛에너지는 $E_I = -\frac{k}{2^2} - \left(-\frac{k}{1^2}\right) = \frac{3}{4}k$,
 II에서 방출하는 빛에너지는 $E_{II} = -\frac{k}{4^2} - \left(-\frac{k}{2^2}\right) = \frac{3}{16}k$ 라고
 할 수 있다. 따라서 I에서 방출하는 빛에너지는 II에서의 4배이다.

바로알기 ㄴ. II는 $n=4 \rightarrow n=2$, III은 $n=6 \rightarrow n=3$ 의 전이이므로 n 전이 전은 III에서가 II에서보다 크다.

2 수소 원자의 전자 전이와 선 스펙트럼

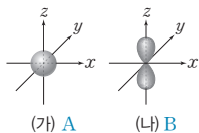
선택지 분석

㉠ b_3	㉡ a_1	㉢ b_4	㉣ a_1
㉤ b_3	a_2	㉥ b_4	a_2
㉦ b_3	a_3		

파장 a_4 는 라이먼 계열 중 파장이 네 번째로 길므로 $n=5 \rightarrow n=1$ 의 전이에서 방출하는 빛의 파장이다. 이 빛에 해당하는 에너지는 $n=5 \rightarrow n=2$ 에서 방출하는 빛의 에너지($E_5 - E_2$)와 $n=2 \rightarrow n=1$ 에서 방출하는 빛의 에너지($E_2 - E_1$)의 합과 같다. $n=5 \rightarrow n=2$ 에서 방출하는 빛의 파장은 b_3 이고, $n=2 \rightarrow n=1$ 에서 방출하는 빛의 파장은 a_1 이므로 파장 a_4 에 해당하는 에너지는 파장 b_3 와 파장 a_1 에 각각 해당하는 에너지의 합과 같다.

3 오비탈과 양자수

자료 분석



오비탈	주 양자수 (n)	방위(부) 양자수 (l)
A	1	$a = 0$
B	2	$b = 1$

선택지 분석

- ㉠ (가)는 A이다.
~~㉡ $a+b=2$ 이다. 1~~
~~㉢ (나)의 자기 양자수(m_l)는 $+\frac{1}{2}$ 이다. $-1, 0, +1$ 중 하나이다.~~

ㄱ. (가)는 s 오비탈로 모든 전자 껍질에 존재한다. (나)는 p 오비탈로 $n \geq 2$ 인 전자 껍질부터 존재한다. 이로부터 (가)는 A이고, (나)는 B이다.

바로알기 ㄴ. s 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 0이고, p 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 1이므로 $a+b=1$ 이다.

ㄷ. p 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 1이므로 자기 양자수(m_l)는 $-1, 0, +1$ 중 하나이다.

4 오비탈과 양자수

자료 분석

	$n+l$	$l+m_l$
(가) 1s	1	0
(나) 2s	2	0
(다) 2p	3	1

선택지 분석

- ㉠ 방위(부) 양자수(l)는 (가)=(나)이다.
~~㉡ 에너지 준위는 (가)>(나)이다. (나)>(가)~~
~~㉢ (다)의 모양은 구형이다. 아령 모양~~

$n+l$ 이 1일 때 가능한 (n, l) 은 (1, 0)이므로 (가)는 1s 오비탈이다.

$n+l$ 이 2일 때 가능한 (n, l) 은 (2, 0)이므로 (나)는 2s 오비탈이다.

$n+l$ 이 3일 때 가능한 (n, l) 은 (2, 1)이므로 (다)는 2p 오비탈이다.

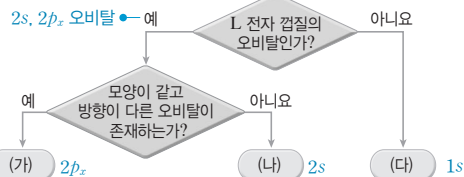
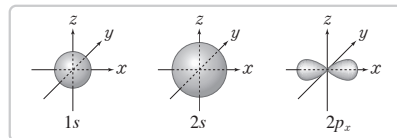
ㄱ. (가)는 1s 오비탈이고, (나)는 2s 오비탈이므로 방위(부) 양자수(l)는 (가)와 (나)에서 0으로 같다.

바로알기 ㄴ. (가)는 1s 오비탈, (나)는 2s 오비탈이므로 에너지 준위는 (나)>(가)이다.

ㄷ. (다)는 2p 오비탈이므로 아령 모양이다.

5 오비탈의 종류와 특징

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 오비탈의 크기는 (나)>(다)이다.
~~㉡ (나)와 (다)의 방위(부) 양자수(l)의 합은 (가)의 방위(부) 양자수(l)와 같다. (가)의 방위(부) 양자수(l)보다 작다~~
~~㉢ (가)는 원자핵으로부터 거리가 같으면 방향이 다르더라도 전자가 발견될 확률이 같다. 다르다~~

(가)는 2p_x 오비탈, (나)는 2s 오비탈, (다)는 1s 오비탈이다.

ㄱ. 주 양자수(n)가 클수록 오비탈의 크기가 크므로 오비탈의 크기는 (나)>(다)이다.

바로알기 ㄴ. 2s 오비탈과 1s 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 각각 0이고, 2p_x 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 1이므로 (나)와 (다)의 방위(부) 양자수(l)의 합은 (가)의 방위(부) 양자수(l)보다 작다.

ㄷ. p 오비탈은 방향성이 있으므로 (가)는 원자핵으로부터 거리가 같더라도 방향이 다르면 전자가 발견될 확률이 다르다.

6 오비탈과 양자수

선택지 분석

- ㉠ (다)에 전자가 들어 있는 수소 원자는 들뜬상태이다.
~~㉡ 방위(부) 양자수(l)는 (나)가 (가)보다 크다.~~
~~㉢ 주 양자수(n)는 (다)가 (나)보다 크다. 같다~~

오비탈의 크기가 (다) > (가)이므로 (가)는 1s 오비탈, (다)는 2s 오비탈, (나)는 $2p_x$ 오비탈이다.

ㄱ. 바닥상태의 수소 원자는 전자가 1s 오비탈에 들어 있다. (다)는 2s 오비탈이므로 (다)에 전자가 들어 있는 수소 원자는 들뜬상태이다.

ㄴ. (가)인 1s 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 0이고, (나)인 $2p_x$ 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 1이므로 방위(부) 양자수(l)는 (나)가 (가)보다 크다.

바로알기 ㄷ. (나)와 (다)의 주 양자수(n)는 2로 같다.

7 오비탈의 종류와 특징

자료 분석

- (가)와 (나)의 모양이 같다.
 - (가)~(다)는 각각 1s, 2s, $2p$ 오비탈 중 하나이므로 모양이 같은 (가)와 (나)는 각각 1s 오비탈과 2s 오비탈 중 하나이다.
- (가)와 (다)는 주 양자수(n)가 같다.
 - 주 양자수가 같은 (가)와 (다)는 각각 2s 오비탈과 $2p$ 오비탈 중 하나이다.
 - ➔ (가)는 2s 오비탈, (나)는 1s 오비탈, (다)는 $2p$ 오비탈이다.

선택지 분석

- ㉠ 오비탈의 크기는 (가) > (나)이다.
- ㉡ (다)에서 전자가 발견될 확률은 원자핵으로부터의 거리와 방향에 따라 변한다.
- ㉢ 방위(부) 양자수(l)는 (다)가 (나)보다 크다.

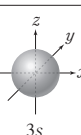
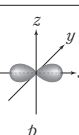
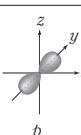
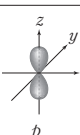
ㄱ. (가)는 2s 오비탈, (나)는 1s 오비탈이므로 주 양자수(n)가 큰 (가)가 (나)보다 크다.

ㄴ. (다)는 $2p$ 오비탈이고, p 오비탈은 방향성이 있으므로 전자가 발견될 확률은 원자핵으로부터의 거리와 방향에 따라 변한다.

ㄷ. (다)는 $2p$ 오비탈, (나)는 1s 오비탈이므로 방위(부) 양자수(l)는 (다)가 (나)보다 크다.

8 오비탈과 양자수

자료 분석

오비탈	(가)	(나)	(다)	(라)
모형				
	3s	p_x	p_y	p_z

- 오비탈의 에너지 준위: (가) > (나)
 - (나)~(라)는 $2p$ 오비탈이다.
- 오비탈에 들어 있는 전자 수: (라) > (가)
 - 오비탈에 채워질 수 있는 최대 전자 수가 2이고, 들어 있는 전자 수가 (라) > (가)이므로 각 오비탈에 들어 있는 전자 수는 (가)에서 1, (라)에서 2이다.

선택지 분석

- ㉠ $a=3$ 이다. 2
- ㉡ (나)와 (다)에 들어 있는 전자 수는 같다.
- ㉢ (가)에 들어 있는 전자들의 스핀 자기 양자수(m_s)의 합은 0이다. 0이 아니다

ㄴ. X는 바닥상태이고 (가)에 전자가 들어 있으므로 (가)보다 에너지 준위가 낮은 (나)~(라)에는 모두 전자가 2개씩 들어 있다. 즉, (나)와 (다)에 들어 있는 전자 수는 같다.

바로알기 ㄱ. (나)의 에너지 준위는 3s보다 낮고, (나)~(라)의 주 양자수(n)가 모두 a 로 같으므로 $a=2$ 이다.

ㄷ. (라)에 들어 있는 전자 수는 2이고, 들어 있는 전자 수가 (라) > (가)이므로 (가)에 들어 있는 전자 수는 1이다. 따라서 스핀 자기 양자수(m_s)의 합은 0이 아니라 $+\frac{1}{2}$ 또는 $-\frac{1}{2}$ 이다.

9 오비탈과 양자수

자료 분석

- 오비탈의 주 양자수(n)의 총합은 6이다.
 - 주 양자수(n)의 총합이 6인 조합은 (2, 2, 2) 또는 (1, 2, 3)이다.
- 주 양자수(n)는 (다)가 가장 크다.
 - 주 양자수(n)의 조합은 (1, 2, 3)이고, (다)의 주 양자수(n)는 3이다.
- 오비탈의 주 양자수(n)와 방위(부) 양자수(l)의 합($n+l$)은 (나)와 (다)가 같다.
 - 주 양자수(n)가 1인 오비탈은 1s뿐이고, 1s의 주 양자수(n)는 1, 방위(부) 양자수(l)는 0이므로 $n+l$ 은 1이다. (다)의 주 양자수(n)가 3이므로 (나)와 $n+l$ 이 같은 경우는 (다)가 3s 오비탈이고, (나)가 $2p$ 오비탈뿐이다.
- 오비탈의 방위(부) 양자수(l)는 (가)와 (다)가 같다.
 - (가)는 1s 오비탈이다.

선택지 분석

- ㉠ (가)는 2s 오비탈이다. 1s
- ㉡ (나)는 방향에 따라 3가지가 존재한다.
- ㉢ 방위(부) 양자수(l)는 (나) > (다)이다.

(가)는 1s 오비탈, (나)는 $2p$ 오비탈, (다)는 3s 오비탈이다.

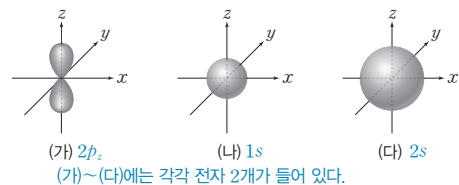
ㄴ. (나)는 $2p$ 오비탈로, 아령 모양이며 방향에 따라 p_x , p_y , p_z 의 총 3가지가 존재한다.

ㄷ. (다)는 3s 오비탈이고, (나)는 $2p$ 오비탈이므로 방위(부) 양자수(l)는 각각 0, 1이다.

바로알기 ㄱ. (가)는 1s 오비탈이다.

10 오비탈과 양자수

자료 분석



(가)~(다)에는 각각 전자 2개가 들어 있다.

선택지 분석

- ㉠ (가)에 들어 있는 전자들의 스핀 자기 양자수(m_s)의 합은 0이다.
- ㉡ (나)는 1s 오비탈이다.
- ㉢ (다)에는 원자가 전자가 들어 있다.

ㄱ. (가)에는 스핀 방향이 서로 반대인 전자 2개가 들어 있으므로 전자들의 스핀 자기 양자수(m_s)의 합은 0이다.

- ㄴ. 오비탈의 크기는 (다) > (나) 이므로 (나)는 1s 오비탈이다.
 다. (다)는 2s 오비탈이므로 (다)에는 원자가 전자가 들어 있다.

11 오비탈과 양자수

자료 분석

오비탈	(가)	(나)	(다)	(라)
모형				
주 양자수 (n)	a	b	b	c

- a ~ c는 3 이하의 서로 다른 정수이므로 (가)~(다)의 주 양자수(n)는 각각 1, 2, 3 중 하나이다.
- (나)와 (다)는 p 오비탈이므로 주 양자수(n)는 1일 수 없다. 따라서 (가)와 (라) 중 하나의 주 양자수(n)가 1이어야 하는데 오비탈의 크기가 (라) > (가) 이므로 (가)의 주 양자수(n) a는 1이다.

선택지 분석

- ㉠ b > a이다.
 ✕ 에너지 준위는 (다) > (나)이다. (나) = (다)
 ✕ 방위(부) 양자수(l)는 (라) > (가)이다. (가) = (라)

ㄱ. a=1이고 b=2 또는 3이므로 b > a이다.

바로알기 ㄴ. (나)와 (다)의 주 양자수(n)가 같으므로 에너지 준위는 (나) = (다)이다.

다. (가)와 (라)는 모두 s 오비탈이므로 방위(부) 양자수(l)는 0으로 같다.

12 오비탈과 양자수

자료 분석

- (나)의 m_l 이 1이므로 2p 오비탈에 들어 있는 전자이다. 따라서 (가)는 2s 오비탈에 들어 있는 전자이며 m_l 은 0이다.
- (다)의 l 이 0이므로 s 오비탈에 들어 있는 전자인데, 주 양자수(n)가 2라고 하면 (가)와 양자수 조합이 같아진다. ➡ c=1이다.

전자	(가)	(나)	(다)
n	2	2	c=1
l	0	b=1	0
m_l	a=0	+1	0
m_s	$+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$

선택지 분석

- ✕ a+b+c=3이다. 2
 ㉠ 각 전자가 들어 있는 오비탈의 크기는 (가) > (다)이다.
 ㉡ (나) 전자가 들어 있는 오비탈에서 핵으로부터의 거리와 방향에 따라 전자가 발견될 확률이 다르다.

ㄴ. (가)는 2s 오비탈에 들어 있는 전자이고, (다)는 1s 오비탈에 들어 있는 전자이므로 각 전자가 들어 있는 오비탈의 크기는 (가) > (다)이다.

다. (나)는 2p 오비탈에 들어 있는 전자이고, 2p 오비탈은 아령 모양이므로 핵으로부터의 거리와 방향에 따라 전자가 발견될 확률이 다르다.

바로알기 ㄱ. a=0, b=1, c=1이므로 a+b+c=2이다.

06 원자의 전자 배치

개념 확인

본책 63쪽

- (1) <, =, <, =, =, <, =, =, = (2) <, <, <, <, <, <
 4s, 3d, < (3) ①-㉠ ②-㉡ ③-㉢

여기서 잠깐!

Q1 해설 참조

Q2 (1) 0, 2 (2) 3, 5 (3) 1, 7 (4) 2, 4

본책 64쪽

Q1 원자의 바닥상태 전자 배치는 파울리 배타 원리를 따르면서 쌍을 원리와 훈트 규칙을 만족하며, 원자가 이온이 될 때는 전자를 잃거나 얻어 18족 원소와 같은 전자 배치를 가지려고 한다.

모범답안

	1s	2s	2p	3s	3p	4s
(1) ${}_3\text{Li}$:						
${}_3\text{Li}^+$:						
(2) ${}_8\text{O}$:						
${}_8\text{O}^{2-}$:						
(3) ${}_{12}\text{Mg}$:						
${}_{12}\text{Mg}^{2+}$:						
(4) ${}_{17}\text{Cl}$:						
${}_{17}\text{Cl}^-$:						
(5) ${}_{19}\text{K}$:						
${}_{19}\text{K}^+$:						

Q2 홀전자는 오비탈에서 쌍을 이루지 않은 전자를 의미하며, 바닥상태 전자 배치에서는 홀전자 수가 최대가 되도록 배치되어 있다. 원자가 전자는 바닥상태 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자이다.

스승 자료

본책 65쪽

자료 ① 1× 2○ 3○ 4× 5×

자료 ② 1○ 2× 3○ 4× 5○

자료 ① 전자 배치 규칙

1 (가)에서 에너지 준위가 낮은 2s 오비탈에 전자가 모두 채워지지 않고 2p 오비탈에 전자가 채워지므로 쌍을 원리에 위배되는 들뜬상태이다.

2 3개의 2p 오비탈의 에너지 준위는 모두 같으므로 (나)는 쌍을 원리를 만족한다.

4 (다)에서 에너지 준위가 같은 2p 오비탈의 홀전자가 최대인 전자 배치를 갖지 않으므로 훈트 규칙을 만족하지 않는다.

5 (나)는 쌍을 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 모두 만족하므로 바닥상태 전자 배치이다. (다)는 $2p$ 오비탈 중 1개가 비어 있고 한 오비탈에 전자가 쌍으로 배치되어 있으므로 들뜬상태 전자 배치이다.

자료 2 바닥상태 전자 배치

- 1 A에서 전자가 2개 이상 채워진 (나)와 (다)는 각각 $2p$ 오비탈과 $3p$ 오비탈 중 하나이고, 6개의 전자가 채워진 (나)는 $2p$ 오비탈이므로 (다)는 $3p$ 오비탈이다.
- 2 (가)는 $3s$ 오비탈이고, (나)는 $2p$ 오비탈이므로 B의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^3$ 이다. 따라서 B는 2주기 원소이다.
- 4 C의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 이므로 원자가 전자 수는 5이다.



본책 65쪽

- 1 ④ 2 (1) 쌍을 원리 (2) 훈트 규칙 (3) 바닥 3 (1) 6
(2) 2, 3 (3) 변화 없다. (4) 같다. (5) 2

1 **바로알기** ④ 전자의 상태를 나타내는 4개의 양자수가 모두 같은 전자는 존재하지 않는다. 따라서 1개의 오비탈에 전자가 최대 2개까지 채워지는데 두 전자의 스핀 방향은 서로 다르다.

2 (1) (가)는 에너지 준위가 낮은 $2s$ 오비탈에 전자를 2개 채우지 않고 에너지 준위가 높은 $2p$ 오비탈에 전자를 채웠으므로 쌍을 원리에 위배된다.

(2) (나)는 에너지 준위가 같은 3개의 $2p$ 오비탈에 홀전자가 최대 3개 배치되지 않고 1개의 오비탈에 전자 2개가 들어 있으므로 훈트 규칙에 위배된다.

(3) (다)는 파울리 배타 원리를 만족하고, 쌍을 원리와 훈트 규칙을 만족하는 바닥상태 전자 배치이다.

3 (1) X의 원자가 전자는 $n=2$ 인 전자 껍질에 들어 있는 전자로 모두 6개이다.

(2) 전자가 들어 있는 s 오비탈 수는 2, p 오비탈 수는 3이다.

(3) X가 비활성 기체의 전자 배치를 갖는 안정한 이온이 될 때 전자 2개를 얻고, 이때 전자는 $2p$ 오비탈에 채워지므로 p 오비탈 수는 증가하지 않는다.

(4) s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 4이고, p 오비탈에 들어 있는 전자 수 또한 4이다.

(5) 쌍을 이루지 않은 홀전자 수는 2이다.

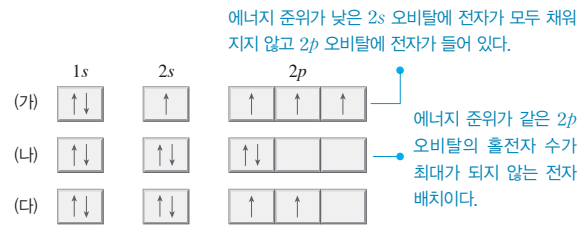


본책 66쪽~67쪽

- 1 ④ 2 ③ 3 ⑤ 4 ③ 5 ① 6 ④
7 ③ 8 ④

1 원자의 전자 배치

자료 분석



선택지 분석

- ✗ (가)는 쌍을 원리를 만족한다. **만족하지 않는다**
- (나)는 바닥상태 전자 배치이다.
- (다) (가)~(다)는 모두 파울리 배타 원리를 만족한다.

ㄴ. (다)는 파울리 배타 원리를 만족하고, 쌍을 원리와 훈트 규칙을 만족하므로 바닥상태 전자 배치이다.

ㄷ. (가)~(다)에서 각 오비탈에는 스핀 방향이 서로 다른 전자가 최대 2개 채워지므로 파울리 배타 원리를 만족한다.

바로알기 ㄱ. (가)의 전자 배치는 에너지 준위가 낮은 $2s$ 오비탈을 모두 채우기 전에 $2p$ 오비탈에 전자를 채우므로 쌍을 원리에 위배된다.

2 원자의 전자 배치

선택지 분석

- Y는 13족 원소이다.
- ✗ Z에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 4이다. 6
- X~Z에서 홀전자 수는 모두 같다.

바닥상태인 원자 X와 Y는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같으므로 같은 주기 원소이다. 같은 주기 원소 중 p 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비가 1 : 5인 원소는 2주기 원소의 B와 F이므로 X는 플루오린(F), Y는 붕소(B)이다. 또한 X^- 과 Z^+ 의 전자 수가 같으므로 Z는 나트륨(Na)이다.

ㄱ. Y는 B로 2주기 13족 원소이다.

ㄷ. 바닥상태에서 X의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^5$, Y의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^1$, Z의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이므로 홀전자 수는 모두 1로 같다.

바로알기 ㄴ. Z에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 6이다.

3 바닥상태 원자의 전자 배치

자료 분석

- 전자가 들어 있는 전자 껍질 수: $B > A, D > C$
 • B와 D는 3주기 원소이고, A와 C는 2주기 원소이다.
- 전체 s 오비탈의 전자 수에 대한 전체 p 오비탈의 전자 수의 비

원자	A	B	C	D
전체 p 오비탈의 전자 수	1	1	1.5	1.5
전체 s 오비탈의 전자 수	2	3	2	3

• A: $1s^2 2s^2 2p^4$, B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, C: $1s^2 2s^2 2p^6$, D: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

선택지 분석

- 홀전자 수는 D가 가장 크다.
- B가 안정한 이온이 될 때 전자 수는 C와 같다.
- 총 전자 수는 B가 A의 1.5배이다.

주어진 원자는 2, 3주기이고, 바닥상태에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 $B > A$, $D > C$ 이므로 A와 C는 2주기 원소이고, B와 D는 3주기 원소이다. 또, 주어진 전자 배치에서 전체 s 오비탈의 전자 수에 대한 전체 p 오비탈의 전자 수의 비로부터 A의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$, B의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, C의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6$, D의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 이다.

ㄱ. 홀전자 수는 A가 2, B와 C가 0, D가 3이므로 D가 가장 크다.

ㄴ. B는 3주기 2족 원소이므로 안정한 이온은 $+2$ 의 양이온이다. 따라서 B가 안정한 이온이 될 때 전자 수는 C의 전자 수와 같은 10이다.

ㄷ. B의 총 전자 수는 12, A의 총 전자 수는 8이므로, 총 전자 수는 B가 A의 1.5배이다.

4 바닥상태 원자의 전자 배치

자료 분석

원자	오비탈에 들어 있는 전자 수		홀전자 수	전자 배치
	2s	2p		
(가)	1	0	1	$1s^2 2s^1$
(나)	2	$a=3$	3	$1s^2 2s^2 2p^3$
(다)	2	4	$b=2$	$1s^2 2s^2 2p^4$

선택지 분석

㉠ $\frac{a}{b} = \frac{3}{2}$ 이다.

㉡ 전자가 들어 있는 오비탈 수는 (다)가 (나)보다 크다. **같다**

㉢ (나)와 (가)의 원자가 전자 수의 차는 4이다.

(가)는 2s 오비탈에 들어 있는 전자 수가 1이고, 홀전자 수가 1이므로 전자 배치는 $1s^2 2s^1$ 이다. (나)는 2s 오비탈에 들어 있는 전자 수가 2이고, 홀전자 수가 3이므로 2p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 3이다. 따라서 $a=3$ 이고, (나)의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^3$ 이다. (다)는 2s 오비탈에 들어 있는 전자 수가 2이고, 2p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 4이므로 $b=2$ 이고, (다)의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$ 이다.

ㄱ. $a=3$, $b=2$ 이므로 $\frac{a}{b} = \frac{3}{2}$ 이다.

ㄷ. 원자가 전자 수는 (가)가 1이고, (나)가 5이므로 (나)와 (가)의 원자가 전자 수의 차는 4이다.

바로알기 ㄴ. 전자가 들어 있는 오비탈 수는 (나)와 (다)가 5로 같다.

5 바닥상태 원자의 전자 배치

자료 분석

오비탈의 에너지 준위는 $2p < 3s < 3p$ 이므로 전자는 $2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p$ 순으로 채워진다.

원자	(가) 3s	(나) 2p	(다) 3p	전자 배치
A	2	6	5	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
B	0	3	0	$1s^2 2s^2 2p^3$
C	2	6	3	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

선택지 분석

㉠ 홀전자 수는 A가 가장 작다.

㉡ C에서 오비탈의 에너지 준위는 (가)가 (다)보다 높다. **낮다**

㉢ 원자가 전자 수는 C가 B보다 크다. **같다**

오비탈의 에너지 준위는 $2p < 3s < 3p$ 인데, B에서 (나)가 가장 먼저 채워지고 전자 수가 3이므로 (나)는 2p 오비탈이다. (가)와 (다)는 3s 오비탈과 3p 오비탈 중 하나인데, (가)에는 전자가 2개까지 채워져 있고, (다)에는 전자가 5개까지 채워져 있으므로 (가)는 3s 오비탈이고, (다)는 3p 오비탈이다. 따라서 A의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 이고, B의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^3$ 이며, C의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 이다.

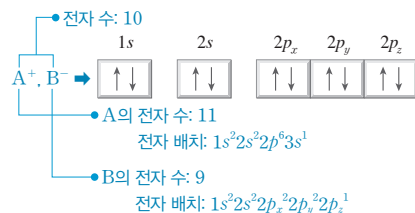
ㄱ. 바닥상태 전자 배치는 훈트 규칙을 만족하므로 가능한 한 홀전자 수가 많게 배치된다. 홀전자 수는 A가 1, B가 3, C가 3으로 A가 가장 작다.

바로알기 ㄴ. (가)는 3s 오비탈, (다)는 3p 오비탈이므로 C에서 오비탈의 에너지 준위는 (가)가 (다)보다 낮다.

ㄷ. 원자가 전자 수는 B와 C가 5로 서로 같다.

6 바닥상태 이온과 원자의 전자 배치

자료 분석



선택지 분석

㉠ 홀전자 수는 A와 B가 각각 1이다.

㉡ 원자가 전자 수는 B가 A보다 6만큼 크다.

㉢ 원자가 전자가 들어 있는 오비탈의 주 양자수는 같다. **다르다**

A^+ 은 A가 전자 1개를 잃고 형성된 양이온이므로 A의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이다. B^- 은 B가 전자 1개를 얻어 형성된 음이온이므로 B의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1$ 이다.

ㄱ. A와 B의 홀전자 수는 각각 1로 같다.

ㄴ. 원자가 전자 수는 A가 1이고, B가 7이므로 원자가 전자 수는 B가 A보다 6만큼 크다.

바로알기 ㄷ. 원자가 전자가 들어 있는 오비탈의 주 양자수는 A가 3이고, B가 2이다.

7 원자의 전자 배치

자료 분석

1개의 오비탈에 전자가 2개 채워질 때 스핀 방향이 서로 반대이다.



3개의 2p 오비탈의 에너지 준위가 같으므로 바닥상태 전자 배치이다.

선택지 분석

㉠ (가)는 파울리 배타 원리를 만족한다.

㉡ (나)에서 (가)로 될 때 에너지를 방출한다. **흡수**

㉢ 전자들의 스핀 자기 양자수(m_s)의 절댓값의 합은 (가) > (나)이다.

ㄱ. (가)에서 1s 오비탈에 전자가 채워질 때 스핀 방향이 서로 반대이므로 파울리 배타 원리를 만족한다.

ㄷ. 홀전자 수는 (가)가 (나)보다 많으므로 전자들의 스핀 자기 양자수의 절댓값의 합은 (가) > (나)이다.

바로알기 ㄴ. (나)는 바닥상태이고, (가)는 들뜬상태이므로 (나)에서 (가)로 될 때 에너지를 흡수한다.

8 바닥상태 원자의 전자 배치

자료 분석

원자	X	Y
전자가 들어 있는 오비탈 수	$a = 4$	$a + 1$
홀전자 수	2	2

바닥상태인 2주기 원자의 전자 배치에서 홀전자 수가 2인 원자는 탄소(C)와 산소(O)이다. C의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^2$, O의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$ 이다.

선택지 분석

- ☒ 전자가 들어 있는 s 오비탈 수는 $Y > X$ 이다. $X = Y$
- ☐ 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 $Y > X$ 이다.
- ☐ 원자가 전자 수는 Y가 X의 1.5배이다.

ㄴ. 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 $X = 2$, $Y = 3$ 이므로 $Y > X$ 이다.

ㄷ. 원자가 전자 수는 X가 4이고, Y가 6이므로 원자가 전자 수는 Y가 X의 1.5배이다.

바로알기 ㄱ. X는 탄소(C)로 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^2$ 이고, Y는 산소(O)로 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$ 이므로 전자가 들어 있는 s 오비탈 수는 $X = Y$ 이다.

수능 **3점**

본책 68쪽 ~ 69쪽

- 1 ⑤ 2 ③ 3 ⑤ 4 ① 5 ⑤ 6 ③
7 ① 8 ②

1 바닥상태 원자의 전자 배치

자료 분석

원자	홀전자 수	전자쌍이 들어 있는 오비탈 수	전자 배치
A	2	3	$1s^2 2s^2 2p^4$
B	2	6	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
C	1	4	$1s^2 2s^2 2p^5$

선택지 분석

- ☐ A에서 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}} = 1$ 이다.
- ☐ p 오비탈의 전자 수는 B가 A의 2배이다.
- ☒ 원자가 전자 수는 C가 가장 크다. A: 6, B: 4, C: 7

A는 전자쌍이 들어 있는 오비탈 수가 3이므로 1s, 2s 오비탈과 $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$ 중 하나의 오비탈에 전자쌍을 채우고 있으며, 홀전자 수가 2이므로 $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$ 중 2개 오비탈에 홀전자를 갖고 있다.

따라서 A의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4 (1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1)$ 이며, A는 산소(O)이다.

B는 전자쌍이 들어 있는 오비탈 수가 6이므로 1s, 2s, $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$, 3s 오비탈에 전자쌍을 채우고 있으며, 홀전자 수가 2이므로 $3p_x$, $3p_y$, $3p_z$ 중 2개의 오비탈에 각각 홀전자를 갖고 있다. 따라서 B의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2 (1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^2 3s^2 3p_x^1 3p_y^1)$ 이며, B는 규소(Si)이다.

C는 전자쌍이 들어 있는 오비탈 수가 4이므로 1s, 2s 오비탈과 $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$ 중 2개의 오비탈에 전자쌍을 채우고 있으며, 홀전자 수가 1이므로 $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$ 중 1개의 오비탈에 홀전자를 갖고 있다. 따라서 C의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^5 (1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1)$ 이며, C는 플루오린(F)이다.

ㄱ. A에서 s 오비탈과 p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 4로 같으므로 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}} = 1$ 이다.

ㄴ. A에서 p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 4이고, B에서 p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 8이므로 p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 B가 A의 2배이다.

ㄷ. 원자가 전자 수는 A가 6, B가 4, C가 7이므로 원자가 전자 수는 C가 가장 크다.

2 바닥상태 원자의 전자 배치

자료 분석

- X ~ Z의 홀전자 수의 총합은 7이다.
↳ 홀전자 수의 합이 7이므로 가능한 조합은 (3, 2, 2) 또는 (3, 3, 1)이다. → 홀전자 수가 3인 원자가 포함된다.
- p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 X가 Y의 3배이다.
↳ 가능한 전자 배치는 X: $1s^2 2s^2 2p^3$, Y: $1s^2 2s^2 2p^1$ 또는 X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, Y: $1s^2 2s^2 2p^3$ 이다.
- Z에서 $\frac{\text{전자가 들어 있는 p 오비탈 수}}{\text{전자가 들어 있는 s 오비탈 수}} = 1$ 이다.
↳ 가능한 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^2$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 이다.
→ X ~ Z의 전자 배치는 X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, Y: $1s^2 2s^2 2p^3$, Z: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이다.

선택지 분석

- ☐ Y는 2주기 원소이다.
- ☒ 홀전자 수는 Y가 X보다 크다. 3으로 같다
- ☐ 전자가 들어 있는 s 오비탈 수는 X와 Z가 같다. 3

홀전자 수의 합이 7이므로 홀전자 수의 가능한 조합은 (3, 2, 2) 또는 (3, 3, 1)로 반드시 홀전자 수가 3인 원자가 포함되어야 한다. 따라서 X ~ Z에는 N 또는 P이 포함된다.

p 오비탈의 전자 수가 X가 Y의 3배이므로 이 조건을 만족하는 두 원자의 전자 배치는 X가 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 이고, Y가 $1s^2 2s^2 2p^3$ 이다. 이때 두 원자의 홀전자 수가 모두 3이므로 나머지 Z의 홀전자 수는 1이어야 한다.

Z는 $\frac{\text{전자가 들어 있는 p 오비탈 수}}{\text{전자가 들어 있는 s 오비탈 수}}$ 가 1이므로 Z의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이다.

ㄱ. Y는 질소(N)로 2주기 원소이다.

ㄷ. 전자가 들어 있는 s 오비탈 수는 X와 Z가 3으로 같다.

바로알기 ㄴ. 홀전자 수는 X와 Y가 3으로 같다.

3 원자의 전자 배치

선택지 분석

- ㉠ (가)와 (나)는 모두 바닥상태의 전자 배치이다.
- ㉡ (다)는 파울리 배타 원리에 어긋난다.
- ㉢ (라)는 들뜬상태의 전자 배치이다.

㉠. (가)와 (나)는 파울리 배타 원리를 만족하고, 쌓음 원리와 훈트 규칙을 만족하는 바닥상태의 전자 배치이다.

㉡. (다)에서 $2p$ 오비탈 중 1개에 들어 있는 전자의 스핀 방향이 같으므로 파울리 배타 원리에 어긋난다.

㉢. (다)에서 에너지 준위가 낮은 $2p$ 오비탈에 전자가 모두 채워지기 전에 $3s$ 오비탈에 전자가 채워지므로 들뜬상태의 전자 배치이다.

4 원자의 전자 배치

자료 분석

X: $1s^2 2s^2 2p^5$ 2주기 17족 원소
 Y: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 3주기 2족 원소
 Z: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 3주기 13족 원소

선택지 분석

- ㉠ 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 $Y > X$ 이다.
- ㉡ 원자가 전자 수는 $Y > Z$ 이다. $Z > Y$
- ㉢ 홀전자 수는 $X > Z$ 이다. $X = Z$

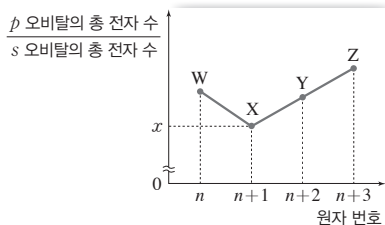
㉠. 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 X가 2, Y가 3이므로 $Y > X$ 이다.

㉡. 원자가 전자 수는 Y가 2, Z가 3이므로 $Z > Y$ 이다.
 ㉢. 홀전자 수는 X와 Z가 모두 1로 같다.

5 3주기 바닥상태 원자의 전자 배치

자료 분석

3주기 원자에서 원자 번호가 연속이므로 전자 수가 1씩 증가하고, p 오비탈의 총 전자 수가 감소하다가 다시 증가하는 것으로 보아 X는 s 오비탈의 총 전자 수
 W보다 s 오비탈 전자 수가 크고, X에서 Z로 될 때 s 오비탈 전자 수는 일정하고 p 오비탈 전자 수가 1씩 증가한다. $\rightarrow$ W는 3주기 1족, X는 3주기 2족, Y는 3주기 13족, Z는 3주기 14족 원소이다.



선택지 분석

- ㉠ $n+x=12$ 이다.
- ㉡ Y의 원자가 전자 수는 3이다.
- ㉢ W~Z 중 홀전자 수는 Z가 가장 크다.

㉠. W는 3주기 1족 원소이므로 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이고, X는 3주기 2족 원소이므로 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 이다. 이로부터 $n=11$, X에서 s 오비탈의 총 전자 수와 p 오비탈의 총 전자 수는 6으로 같으므로 $x=1$ 이다.

따라서 $n+x=12$ 이다.

㉡. Y는 3주기 13족 원소이므로 원자가 전자 수는 3이다.

㉢. 바닥상태 전자 배치에서 W~Z의 홀전자 수는 각각 1, 0, 1, 2이므로 홀전자 수는 Z가 가장 크다.

6 1, 2주기 바닥상태 원자의 전자 배치

자료 분석

[기준]

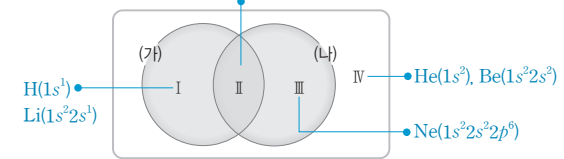
(가) 홀전자가 있는가?

$\rightarrow$ H($1s^1$), Li($1s^2 2s^1$), B($1s^2 2s^2 2p^1$), C($1s^2 2s^2 2p^2$), N($1s^2 2s^2 2p^3$), O($1s^2 2s^2 2p^4$), F($1s^2 2s^2 2p^5$)

(나) 전자가 들어 있는 p 오비탈이 있는가?

$\rightarrow$ B($1s^2 2s^2 2p^1$), C($1s^2 2s^2 2p^2$), N($1s^2 2s^2 2p^3$), O($1s^2 2s^2 2p^4$), F($1s^2 2s^2 2p^5$), Ne($1s^2 2s^2 2p^6$)

B($1s^2 2s^2 2p^1$), C($1s^2 2s^2 2p^2$), N($1s^2 2s^2 2p^3$), O($1s^2 2s^2 2p^4$), F($1s^2 2s^2 2p^5$)



선택지 분석

- ㉠ I 영역에 속하는 원자들은 같은 족 원소이다. H, Li: 1족 원소
- ㉡ II 영역에 속하는 원자들의 홀전자 수의 합은 7이다.
 $B(1)+C(2)+N(3)+O(2)+F(1)=9$
- ㉢ III 영역과 IV 영역에 속하는 모든 원자들은 스핀 자기 양자 수(m_s)의 합이 0이다.

(가) 1, 2주기 원자 중 홀전자가 있는 것은 H($1s^1$), Li($1s^2 2s^1$), B($1s^2 2s^2 2p^1$), C($1s^2 2s^2 2p^2$), N($1s^2 2s^2 2p^3$), O($1s^2 2s^2 2p^4$), F($1s^2 2s^2 2p^5$)이다.

(나) 1, 2주기 원자 중 전자가 들어 있는 p 오비탈이 있는 것은 B($1s^2 2s^2 2p^1$), C($1s^2 2s^2 2p^2$), N($1s^2 2s^2 2p^3$), O($1s^2 2s^2 2p^4$), F($1s^2 2s^2 2p^5$), Ne($1s^2 2s^2 2p^6$)이다.

따라서 (가)의 I 영역에 속하는 원자는 H($1s^1$), Li($1s^2 2s^1$)이고, (가)와 (나)의 공통인 II 영역에 속하는 원자는 B($1s^2 2s^2 2p^1$), C($1s^2 2s^2 2p^2$), N($1s^2 2s^2 2p^3$), O($1s^2 2s^2 2p^4$), F($1s^2 2s^2 2p^5$)이며,

(나)의 III 영역에 속하는 원자는 Ne($1s^2 2s^2 2p^6$)이다. 또, (가)와 (나)를 제외한 IV 영역에 속하는 원자는 He($1s^2$), Be($1s^2 2s^2$)이다.

㉠. I 영역에 속하는 원자는 H와 Li로 1족에 속하는 원소이다.

㉡. III 영역과 IV 영역에 속하는 원자는 Ne, He, Be로 모두 홀전자가 없으므로 전자들의 스핀 자기 양자수의 합이 0이다.

㉢. II 영역에 속하는 원자들은 B, C, N, O, F이므로 홀전자 수의 합은 $B(1)+C(2)+N(3)+O(2)+F(1)=9$ 이다.

7 2, 3주기 바닥상태 원자의 전자 배치

자료 분석

원자	X	Y	Z
s 오비탈의 전자 수 (상댓값) 전체 전자 수	2	4	5
홀전자 수	3	$a=1$	$a=1$
전자 배치	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	$1s^2 2s^2 2p^1$	$1s^2 2s^1$
	$\rightarrow$ 3주기 15족	$\rightarrow$ 2주기 13족	$\rightarrow$ 2주기 1족

선택지 분석

- ㉠ $a=1$ 이다.
 X와 Y는 같은 주기 원소이다. **다름(X: 3주기, Y: 2주기)**
 전자가 들어 있는 오비탈 수는 $Z > Y$ 이다. $Y > Z$

2, 3주기 원자 중 홀전자 수가 3인 것은 $N(1s^2 2s^2 2p^3)$ 또는 $P(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3)$ 이고, $\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ 가 N에서는 $\frac{4}{7}$ 이고, P에서는 $\frac{2}{5}$ 이다. X가 N라면 Y의 $\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ 는 $\frac{8}{7}$ 이 되어 s 오비탈의 전자 수가 전체 전자 수보다 커지게 되므로 모순이다. 따라서 X는 P이고, 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 이다. X(P)에서 $\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ 가 $\frac{2}{5}$ 이고, 상댓값이 2이므로 Y에서 $\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ 는 $\frac{4}{5}$ 이며, Y의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^1$ 이고 홀전자 수(a)=1이다. Z에서 $\frac{s \text{ 오비탈의 전자 수}}{\text{전체 전자 수}}$ 는 1이고, 홀전자 수가 1이므로 Z의 전자 배치는 $1s^2 2s^1$ 이다. ㉡, Z에서 홀전자 수 a=1이다.

바로알기 ㉢, X는 3주기 원소이고, Y는 2주기 원소이다.
 ㉣, 전자가 들어 있는 오비탈 수는 Y가 3이고, Z가 2이므로 $Y > Z$ 이다.

8 2주기 바닥상태 원자의 전자 배치

선택지 분석

	1s	2s	2p
㉠	↑↓	↑	↑
㉡	↑↓	↑↓	↑ ↑
㉢	↑↓	↑	↑↓ ↑
㉣	↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑
㉤	↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑↓

2주기 바닥상태 원자의 가능한 홀전자 수는 0, 1, 2, 3이므로 원자 X와 Y의 가능한 홀전자 수는 각각 2 또는 3이다. 따라서 X와 Y에는 15족 원소인 N가 포함되며, N의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^3$ 이고 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 3이므로 N은 Y이다. X의 홀전자 수는 2이므로 C 또는 O 중 하나인데, 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 Y보다 작으므로 X는 C이다.

07 주기율표

개념 확인

본책 71쪽

- (1) ① 멘델레예프 ② 모즐리 (2) ① 원자 번호 ② 주기, 족
 (3) ① 금속 ② 비금속 ③ (라) ④ (바)

수능 자료

본책 72쪽

- 자료 ① 1 × 2 ○ 3 × 4 ○ 5 ○
 자료 ② 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ○

자료 ① 원자의 전자 배치와 주기를

- A는 1주기 1족 원소이므로 비금속 원소인 수소(H)이다.
- B와 C는 같은 주기 원소이고, 원자가 전자 수는 $C > B$ 이므로 원자 번호는 $C > B$ 이다.
- B와 C는 같은 주기 원소이므로 바닥상태에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
- C는 2주기 16족 원소인 산소(O)이므로 비금속 원소이다.
- A와 B는 원자가 전자 수가 같으므로 같은 족 원소이다.

자료 ② 바닥상태 원자의 전자 배치와 주기를

- A는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2이므로 2주기 원소이다.
- B는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3이고, 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수가 2이므로 3주기 2족 원소이다. 따라서 B는 금속 원소이다.
- A는 2주기 17족 원소이고, B는 3주기 2족 원소이다. A와 B는 같은 족 원소가 아니므로 화학적 성질이 서로 다르다.
- B와 C에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 3으로 같으므로 B와 C는 같은 주기 원소이다.

수능 1점

본책 72쪽

- 1 ⑤ 2 ⑤ 3 ③

1 ⑤ 멘델레예프는 그 당시까지 발견된 63종의 원소들을 원자량 순으로 배열하여 화학적 성질이 비슷한 원소가 주기적으로 나타나는 것을 발견하였고, 당시까지 발견되지 않은 원소의 자리는 빈칸으로 두었다.

- 바로알기** ① 당시에 더 이상 분해할 수 없는 33종의 물질을 네 그룹으로 분류한 과학자는 라부아지에이다.
 ② 화학적 성질이 비슷하고 원자량이 규칙적으로 변하는 세 원소를 발견한 과학자는 뢰비라이너이다.
 ③ 원소들을 원자량 순으로 배열하여 8번째마다 화학적 성질이 비슷한 원소가 나타나는 규칙성을 발견한 과학자는 뉴랜즈이다.
 ④ 멘델레예프는 당시까지 발견된 63종의 원소를 원자량 순으로 배열하여 최초의 주기율표를 만들었다.

2 ①, ④ 현대의 주기율표는 원소들을 원자 번호 순으로 배열할 때 화학적 성질이 비슷한 원소가 같은 세로줄에 위치한다. ②, ③ 현대 주기율표의 가로줄을 주기, 세로줄을 족이라고 한다.
바로알기 ⑤ 같은 가로줄에 속하는 원소들은 전자 배치에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

3 ③ (나)는 할로젠으로, 비금속 원소이다.

바로알기 ① 주기율표의 1족에 속하는 원소 중 수소(H)는 비금속 원소이다.

② 같은 족에 속하는 원소들은 원자가 전자 수가 같다.

④ (다)는 비활성 기체이다. 비활성 기체는 비금속 원소에 포함되지만 전자를 잃거나 얻는 화학 반응을 거의 하지 않으므로 비금속 성은 (나)가 (다)보다 크다.

⑤ (다)에 속하는 원소들의 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 모두 채워지므로 화학 결합에 참여하는 전자가 없다. 따라서 원자가 전자 수는 0이다.

수능 2점

본책 73쪽

1 ⑤ 2 ⑤ 3 ③ 4 ③

1 주기율표가 만들어지기까지의 과정과 현대의 주기율표

선택지 분석

☒ A ☒ C ☒ A, B ☒ B, C ☒ ⑤ A, B, C

A. 멘델레예프는 원소를 원자량 순서대로 배열하여 주기율표를 만들었다.

B. 현대 주기율표는 원소들을 원자 번호 순으로 배열한다.

C. 현대 주기율표의 가로줄을 주기, 세로줄을 족이라고 한다.

2 주기율표에서 동족 원소의 성질

선택지 분석

☒ ㉠ 원자가 전자 수는 1이다.
☒ ㉡ 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 1이다.
☒ ㉢ 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

㉠. 주어진 원소는 1족에 속하는 알칼리 금속이므로 원자가 전자 수는 1이다.

㉡. 원자가 전자 수가 1이면 원자가 전자의 전자 배치는 ns^1 이므로 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 1이다.

㉢. 알칼리 금속은 모두 물과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

3 원자의 전자 배치와 주기율

자료 분석

원자	A	B	C
전자 껍질 수	1=1주기	2=2주기	2=2주기
원자가 전자 수	1=1족	1=1족	6=16족

선택지 분석

☒ A와 B는 화학적 성질이 비슷하다.
 같은 족 원소이지만 화학적 성질이 서로 다르다
☒ 전자가 들어 있는 s 오비탈 수는 C가 B의 2배이다.
 B와 C가 2로 같다
☒ 전기 전도도는 B가 C보다 크다.

㉡. B는 금속 원소이고, C는 비금속 원소이므로 전기 전도도는 B가 C보다 크다.

바로알기 ㉠. A와 B는 원자가 전자 수가 1로 같으므로 1족 원소이지만 A는 수소(H)로 비금속 원소이고, B는 알칼리 금속이다. 따라서 A와 B는 화학적 성질이 서로 다르다.

㉡. B는 2주기 1족 원소로 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^1$ 이다. C는 2주기 16족 원소로 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$ 이다. 따라서 전자가 들어 있는 s 오비탈 수는 B와 C가 2로 같다.

4 주기율표와 원소의 성질

자료 분석

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

선택지 분석

☒ A는 금속 원소이다. 비금속 원소
☒ 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 D가 C보다 크다. 같다
☒ ㉠ 원자가 전자 수는 B가 E의 2배이다.

㉡. 원자가 전자 수는 B가 4, E가 2이므로 B가 E의 2배이다.

바로알기 ㉠. A는 수소(H)로, 비금속 원소이다.

㉡. C와 D는 같은 주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

수능 3점

본책 74쪽~75쪽

1 ③ 2 ④ 3 ② 4 ① 5 ② 6 ②
 7 ① 8 ③

1 주기율표와 원소의 성질

자료 분석

• A~D는 주기율표의 (가)~(라) 중 각각 하나에 위치한다.

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
2					(가) → B		(나) → D	
3	(다) → C							
4	(라) → A							

• 바닥상태에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 A > D이다.

→ D가 2주기이면 A는 3주기이고, D가 3주기이면 A는 4주기이다.
 → A는 3주기 이상의 원소이므로 (다) 또는 (라)이다.

• B와 A의 원자가 전자 수의 차는 4이다.

→ A가 (다) 또는 (라)이므로 B는 (가)이다.

• A와 C는 금속이고, 금속성은 A가 C보다 크다.

→ 주기율표에서 왼쪽 아래로 갈수록 금속성이 커지므로 A는 (라)이고, C는 (다)이다. → D는 (나)이다.

선택지 분석

- ㉠ A와 B로 이루어진 화합물에서 A는 +1의 양이온이다.
 A_3B
 ✕ B와 C에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수의 차는 2이다.
 $B: 2, C: 3$
 ㉡ C와 D의 원자가 전자 수의 차는 6이다.

㉠. A는 1족 금속 원소, B는 15족 비금속 원소이므로 A와 B로 이루어진 화합물(A_3B)에서 A는 +1의 양이온이다.
 ㉡. 원자가 전자 수는 C가 1, D가 7이므로 C와 D의 원자가 전자 수의 차는 6이다.
바로알기 ㉢. B는 2주기 원소, C는 3주기 원소이므로 B와 C에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수의 차는 1이다.

2 원자의 전자 배치와 주기율

자료 분석

원자	A	B
p 오비탈의 전자 수	1	1
s 오비탈의 전자 수	$1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ 또는 $1s^2 2s^2 2p^3 s^2$	
홀전자 수	0	2
	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$
원자	C	D
p 오비탈의 전자 수	1.5	1.5
s 오비탈의 전자 수	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$	
홀전자 수	3	0
	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$	$1s^2 2s^2 2p^6$

선택지 분석

- ✕ A와 D는 같은 주기 원소이다. A: 3주기, D: 2주기
 ㉠ 원자가 전자 수가 가장 큰 원소는 B이다.
 ㉡ 음이온이 되기 쉬운 원소는 B와 C이다.

p 오비탈의 전자 수가 1인 전자 배치 중 A는 홀전자가 없으므로 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, B는 홀전자가 2개이므로 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ 이다.
 p 오비탈의 전자 수가 1.5인 전자 배치 중 C는 홀전자가 3개이므로 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$ 이고, D는 홀전자가 없으므로 $1s^2 2s^2 2p^6$ 이다.
 ㉢. 원자가 전자 수는 A가 2, B가 6, C가 5, D가 0이다.
 ㉣. B는 2주기 16족 원소인 산소(O), C는 3주기 15족 원소인 인(P)으로 모두 음이온이 되기 쉬운 비금속 원소이다. A는 3주기 2족 원소인 마그네슘(Mg)으로 양이온이 되기 쉬운 금속 원소이고, D는 2주기 18족 원소인 네온(Ne)으로 비활성 기체이므로 이온을 형성하지 않는다.
바로알기 ㉤. A는 3주기 원소이고, D는 2주기 원소이므로 같은 주기 원소가 아니다.

3 이온의 전자 배치와 주기율

선택지 분석

- ✕ A와 C는 화학적 성질이 비슷하다. 다르다
 ㉠ B와 C의 원자가 전자 수의 차는 6이다.
 ✕ 비금속성이 가장 큰 원소는 D이다. B

A의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 이므로 3주기 2족 원소이고, B의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^5$ 이므로 2주기 17족 원소이다. C의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ 이므로 4주기 1족 원소이고, D의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ 이므로 3주기 16족 원소이다.
 ㉢. 원자가 전자 수는 B가 7, C가 1이므로 B와 C의 원자가 전자 수의 차는 6이다.
바로알기 ㉤. A와 C는 다른 족 원소이므로 화학적 성질이 다르다.
 ㉥. 주기율표에서 오른쪽 위에 위치한 원소일수록 비금속성이 크므로 A~D 중 비금속성이 가장 큰 원소는 B이다.

4 주기율표와 원소의 성질

자료 분석

주기 \ 족	2	13	14	15	16	17
2				Y		Z
3	X					

I II III

- 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 X가 Y보다 크다.
 ㉠ X는 3주기 원소이고, Y는 2주기 원소이다.
- 2, 3주기 원소 중 금속성은 X가 가장 크고, 비금속성은 Z가 가장 크다.
 ㉡ 금속성은 주기율표의 왼쪽 아래로 갈수록, 비금속성은 오른쪽 위로 갈수록 크다. ㉢ X는 3주기 2족 원소(I 영역)이고, Z는 2주기 17족 원소(III 영역)이다.
- 같은 주기 원소 중 홀전자 수는 Y가 가장 크다.
 ㉣ Y는 2주기 15족 원소(II 영역)이다.

선택지 분석

- ㉠ 원자 번호는 X가 Z보다 크다.
 ✕ 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 Z가 Y보다 크다. 같다
 ✕ X와 Y의 원자가 전자 수의 차는 2이다. 3

㉢. X는 3주기 2족 원소이고, Z는 2주기 17족 원소이므로 원자 번호는 X가 Z보다 크다.
바로알기 ㉣. Y와 Z는 모두 2주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 Y와 Z가 같다.
 ㉥. 원자가 전자 수는 X가 2이고, Y가 5이므로 X와 Y의 원자가 전자 수의 차는 3이다.

5 원자 모형과 주기율, 원자의 전자 배치

자료 분석

원자	A	B	C
주기	2주기	3주기	3주기
족	17족	2족	17족
원소의 분류	비금속	금속	비금속

선택지 분석

- ✕ A는 금속 원소이다. 비금속 원소
 ✕ 원자가 전자의 주 양자수(n)는 C가 B보다 크다. 같다
 ㉠ 원자가 전자들의 스핀 자기 양자수(m_s)의 절댓값의 합은 A와 C가 같다.

ㄷ. A와 C는 원자가 전자 수가 7인 같은 족 원소이므로 홀전자 수 또한 같다. 따라서 원자가 전자들의 스핀 자기 양자수(m_s)의 절댓값의 합은 A와 C가 같다.

바로알기 ㄱ. A는 2주기 17족 원소로, 비금속 원소이다.

ㄴ. B와 C는 3주기 원소이므로 원자가 전자가 들어 있는 오비탈의 주 양자수(n)는 3으로 같다.

6 주기율과 원자의 전자 배치

자료 분석

• W~Z가 위치한 주기율표의 일부

주기 \ 족		n	$n+1$
m		W	X
$m+1$		Y	Z

• 바닥상태 X 원자에서 s 오비탈 전자 수와 p 오비탈 전자 수가 같다.
 → s 오비탈 전자 수와 p 오비탈 전자 수가 같은 원자의 가능한 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$ 또는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 이다.

• 바닥상태 Y 원자에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 9이다.
 → Y에서 전자가 들어 있는 오비탈 수가 9이므로 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 이다.

선택지 분석

☒ $m+n=7$ 이다. 17

☒ 홀전자 수는 $Y>X$ 이다.

☒ 바닥상태에서 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 $Z>Y$ 이다.
 $Z=Y$

ㄴ. X는 16족 원소이므로 홀전자 수는 2이고, Y는 15족 원소이므로 홀전자 수는 3이다. 따라서 홀전자 수는 $Y>X$ 이다.

바로알기 ㄱ. Y의 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 이므로 Y는 3주기 15족 원소이다. 따라서 $m=2$ 이고, $n=15$ 이므로 $m+n=17$ 이다.

ㄷ. Z의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ 이므로 바닥상태에서 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 Y에서와 Z에서가 같다.

7 주기율과 원자의 전자 배치

자료 분석

X	1s ↑↓	2s ↑↓	2p ↑ □ ↑	2주기 14족 원소
Y	1s ↑↓	2s ↑↓	2p ↑↓ ↑↓ □	2주기 16족 원소
Z	1s ↑↓	2s ↑↓	2p ↑↓ ↑ ↑	3s ↑ 2주기 17족 원소

선택지 분석

☒ X와 Y는 같은 주기 원소이다.

☒ 바닥상태에서 홀전자 수는 Z가 Y보다 크다. 작다

☒ 원자가 전자 수는 Y가 Z보다 크다. 작다

ㄱ. X~Z의 바닥상태 전자 배치로부터 각 원소를 파악하면 X는 2주기 14족 원소, Y는 2주기 16족 원소, Z는 2주기 17족 원소이다. 따라서 X와 Y는 같은 주기 원소이다.

바로알기 ㄴ. 바닥상태에서 홀전자 수는 Z가 1이고, Y가 2이다.

ㄷ. 원자가 전자 수는 Y가 6이고, Z가 7이다.

8 주기율과 원자의 전자 배치

선택지 분석

☒ $a+b=6$ 이다.

☒ 원자가 전자 수는 $Y>X$ 이다. $X>Y$

☒ Y와 Z는 같은 주기 원소이다.

X는 $1s^2 2s^2 2p^5$, Y는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, Z는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ 이다.

ㄱ. Y의 바닥상태 전자 배치에서 전자쌍이 들어 있는 p 오비탈 수는 3이므로 $a=3$ 이다. 또 Z의 바닥상태 전자 배치에서 전자쌍이 들어 있는 s 오비탈 수는 3이므로 $b=3$ 이다. 따라서 $a+b=6$ 이다.

ㄷ. Y와 Z는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같으므로 같은 주기 원소이다.

바로알기 ㄴ. X는 17족 원소이고, Y는 1족 원소이므로 원자가 전자 수는 $X>Y$ 이다.

08 원소의 주기적 성질

개념 확인

본책 77쪽, 79쪽

- (1) 증가, 증가 (2) ① 작아 ② 커 ③ 양, 작아 ④ 음, 커
 (3) ① $>$ ② $<$ ③ $>$ ④ $<$ (4) ① 양 ② 작 ③ 음 ④ Ne
 (5) ① 커 ② 작아 ③ 쉽 ④ 커 (6) ① 높음, 크 ② $>$ (7) ① 3
 ② 1 ③ $E_1+E_2+E_3$ (6890 kJ/mol)

수능 자료

본책 80쪽

- 자료 ① 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ○
 자료 ② 1 ○ 2 × 3 × 4 ○
 자료 ③ 1 ○ 2 × 3 × 4 ○ 5 ×
 자료 ④ 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○

자료 ① 원자 반지름과 이온 반지름

1 원자 번호가 15, 16, 17인 원소는 3주기 비금속 원소이고, 원자 번호가 19, 20인 원소는 4주기 금속 원소이다. 이로부터 원자 번호가 15, 16, 17인 원소가 Ar의 전자 배치를 갖는 안정한 이온은 음이온이고, 원자 번호가 19, 20인 원소가 Ar의 전자 배치를 갖는 안정한 이온은 양이온이다.

양이온의 반지름은 원자 반지름보다 작고, 음이온의 반지름은 원자 반지름보다 크다. (가)가 이온 반지름일 때 원자 반지름보다 증가하는 원소가 3가지이므로 타당하다.

2 A와 B는 이온 반지름이 원자 반지름보다 작으므로 4주기 금속 원소이다. 원자 반지름과 이온 반지름은 핵전하가 작을수록 크므로 A는 원자 번호가 20인 원소이고, B는 원자 번호가 19인 원소이다. 따라서 A는 4주기 2족 원소이다.

- 3 B는 4주기 1족 원소이므로 B의 이온은 B^+ 이다.
- 4 C, D, E의 원자 반지름이 $C > D > E$ 이므로 $C \sim E$ 는 각각 3주기 15족~17족 원소이다. 따라서 세 원소는 음이온이 되기 쉽다.

자료 2 등전자 이온의 반지름

- 1 원자 번호가 8, 9, 11, 12인 원자의 안정한 이온의 전자 배치는 모두 Ne과 같으므로 이온 반지름은 핵전하가 작을수록 크다. 따라서 이온 반지름은 $8 > 9 > 11 > 12$ 순이다.
- 2 원자 번호가 8인 원자의 안정한 이온은 -2 의 음이온이고, 원자 번호가 12인 원자의 안정한 이온은 $+2$ 의 양이온이다.
- 3 원자 번호가 9인 원자의 안정한 이온은 -1 의 음이온이고, 원자 번호가 11인 원자의 안정한 이온은 $+1$ 의 양이온이다.
- 4 원자 번호가 8, 9, 11, 12인 원자의 안정한 이온의 반지름은 $8 > 9 > 11 > 12$ 순이고, 각 이온의 전하의 절댓값은 각각 2, 1, 1, 2이므로 $\frac{\text{이온 반지름}}{|q|}$ 이 가장 작은 A는 원자 번호가 12인 원소이다.

자료 3 이온화 에너지와 주기율

- 1 2주기에서 이온화 에너지는 17족 원소 $>$ 16족 원소이므로 ㉠ $>$ ㉡이다.
- 2 3주기에서 이온화 에너지는 2족 원소 $>$ 13족 원소이므로 ㉢ $>$ ㉣이다.
- 3 ㉠과 ㉡의 제2 이온화 에너지는 각각 다음과 같은 전자 배치를 갖는 $+1$ 의 이온에서 전자 1개를 떼어낼 때 필요한 에너지이다.
 $\text{㉠ } 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ $\text{㉡ } 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$
 전자 배치로부터 ㉡의 전자를 떼어내기가 더 쉬우므로 제2 이온화 에너지는 ㉠ $>$ ㉡이다.
- 4 ㉢과 ㉣의 제2 이온화 에너지는 각각 다음과 같은 전자 배치를 갖는 $+1$ 의 이온에서 전자 1개를 떼어낼 때 필요한 에너지이다.
 $\text{㉢ } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ $\text{㉣ } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 이로부터 제2 이온화 에너지는 ㉢ $>$ ㉣이다.
- 5 원소 ㉠~㉣의 제1 이온화 에너지는 ㉠ $>$ ㉡ $>$ ㉢ $>$ ㉣이다. 따라서 A는 ㉢이다.

자료 4 순차 이온화 에너지

- 1 $\frac{E_3}{E_2}$ 가 가장 큰 X는 원자가 전자 수가 2인 원소이다.
- 2 원자 번호가 연속이고 원자 번호는 $W < X < Y < Z$ 이므로 X는 2주기 2족 원소이고, Y는 2주기 13족 원소이다. 따라서 E_1 은 $X > Y$ 이다.
- 3 Y^+ 은 $1s^2 2s^2$, Z^+ 은 $1s^2 2s^2 2p^1$ 이므로 E_2 는 $Y > Z$ 이다.
- 4 2주기에서 제1 이온화 에너지는 1족 원소가 가장 작고, 제2 이온화 에너지는 1족 원소가 가장 크므로 2주기 원소에서 $\frac{E_2}{E_1}$ 는 1족 원소인 W가 가장 크다.

- 1 ② 2 (1) B (2) C (3) C, D 3 ⑤ 4 ⑤
 5 (1) h (2) b (3) f (4) g 6 (가) B (나) A (다) C

1 ② X 원자가 전자를 잃고 양이온이 될 때 전자 껍질 수가 감소하므로 원자 반지름이 이온 반지름보다 크다.

바로알기 ① X의 핵전하가 $+11$ 이므로 양성자수는 11이다. X 이온의 전자 수가 10이므로 X 이온은 X 원자가 전자 1개를 잃고 형성된 양이온이다.

③ 전자 a가 느끼는 유효 핵전하는 핵전하인 $+11$ 보다 작다.

④ X는 3주기 1족 원소이므로 두 번째 전자 껍질에 들어 있는 전자 b는 원자가 전자가 아니다.

⑤ 같은 원자에서 핵에 가까이 있는 전자일수록 유효 핵전하가 크므로 전자가 느끼는 유효 핵전하는 a가 b보다 크다.

2 (1) 2주기 금속 원소의 안정한 이온은 1주기 비활성 기체인 He의 전자 배치를 갖는다. 따라서 안정한 이온이 될 때 A의 전자 배치를 갖는 원소는 B이다.

(2) 비활성 기체의 전자 배치를 갖는 안정한 이온이 될 때 반지름이 원자 반지름보다 증가하는 원소는 전자를 얻어 음이온이 되는 원소이다. 따라서 비금속 원소인 C의 이온 반지름은 원자 반지름보다 크다.

(3) 안정한 이온의 전자 배치가 Ne과 같은 원소는 2주기 비금속 원소와 3주기 금속 원소이다. 따라서 C와 D가 해당한다.

3 O와 F는 2주기 비금속 원소이므로 안정한 이온은 전자를 얻어 형성된 음이온이다. 즉, O와 F의 이온 반지름은 원자 반지름보다 크다. Na는 3주기 금속 원소이므로 안정한 이온은 전자를 잃고 형성된 양이온이다. 즉, Na의 이온 반지름은 원자 반지름보다 작다.

원자 반지름은 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 작아지고, 같은 족에서는 원자 번호가 클수록 크다. 이로부터 원자 반지름은 $Na > O > F$ 이다. O, F, Na의 안정한 이온은 Ne과 전자 배치가 같으므로 이온 반지름은 핵전하가 작을수록 크다. 이로부터 이온 반지름은 $O > F > Na$ 이다. 따라서 A는 F, B는 O, C는 Na이고, (가)는 원자 반지름, (나)는 이온 반지름이다.

바로알기 ⑤ 원자 번호는 $C > B$ 이다.

4 ⑤ 2족 원소는 원자가 전자 수가 2이므로 순차 이온화 에너지는 $E_1 < E_2 \ll E_3$ 이다.

바로알기 ① 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 대체로 이온화 에너지가 커지므로 같은 주기에서 금속 원소는 비금속 원소보다 이온화 에너지가 작다.

② 2주기 15족 원소는 2주기 16족 원소보다 이온화 에너지가 크다.

③ 같은 족에서 원자 번호가 클수록 이온화 에너지가 작아지므로 17족 원소의 이온화 에너지는 2주기 원소가 3주기 원소보다 크다.

④ 같은 주기에서 $\frac{E_2}{E_1}$ 는 원자가 전자 수가 1인 1족 원소가 가장 크다.

5 2주기 원소의 제1 이온화 에너지는 $\text{Ne} > \text{F} > \text{N} > \text{O} > \text{C} > \text{Be} > \text{B} > \text{Li}$ 이므로 $a \sim h$ 는 각각 Li, B, Be, C, O, N, F, Ne이다.

- (1) 비활성 기체는 h 이다.
 (2) 순차 이온화 에너지 크기가 $E_1 < E_2 < E_3 \ll E_4$ 인 원소는 원자가 전자 수가 3인 원소이므로 13족 원소인 b 이다.
 (3) 바닥상태에서 홀전자 수가 3인 원소는 15족 원소인 f 이다.
 (4) Ne의 전자 배치를 갖는 이온이 될 때 -1 의 음이온이 되는 원소는 17족 원소인 F이므로 g 이다.

6 (가)~(다)의 전자 배치를 갖는 원소들의 제1 이온화 에너지는 (다) > (가) > (나)이므로 (가)는 B, (나)는 A, (다)는 C이다.

수능 2점

본책 82쪽~84쪽

- 1 ④ 2 ④ 3 ⑤ 4 ④ 5 ③ 6 ③
 7 ③ 8 ③ 9 ⑤ 10 ③ 11 ⑤ 12 ②

1 유효 핵전하

선택지 분석

- ✗ 전자 d가 느끼는 유효 핵전하는 +11이다. +11보다 작다
 Ⓒ 전자 c가 느끼는 핵전하에 대한 가려막기 효과는 d가 b보다 크다.
 Ⓓ 전자가 느끼는 유효 핵전하는 a가 b보다 작다.

ㄴ. 전자 c가 느끼는 핵전하에 대한 가려막기 효과는 같은 전자 껍질에 있는 b보다 안쪽 전자 껍질에 있는 d가 더 크다.

ㄷ. 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자일수록 안쪽 전자 껍질에 있는 전자들의 가려막기 효과에 의해 핵전하를 작게 느낀다. 따라서 전자가 느끼는 유효 핵전하는 a가 b보다 작다.

▶▶▶ ㄱ. d와 같은 전자 껍질에 있는 전자가 가려막기 효과를 나타내므로 d가 느끼는 유효 핵전하는 +11보다 작다.

2 원자 반지름과 이온 반지름

자료 분석

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1								
2	(가)	(나)					(다) → C	
3	B	D					(라) → A	

• A와 C는 이온 반지름이 원자 반지름보다 크므로 비금속 원소이며, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 크다. → A는 (라), C는 (다)이다.

원소	A	B	C	D
원자 반지름(pm)	99	152	71	112
이온 반지름(pm)	181	60	136	31

• B와 D는 이온 반지름이 원자 반지름보다 작으므로 금속 원소이며, 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 작다. → B는 (가), D는 (나)이다.

선택지 분석

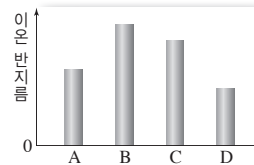
	(가)	(나)	(다)	(라)
① A		B	C	D
② A		D	C	B
③ B	A		D	C
④ B	D		C	A
⑤ C	B		D	A

이온 반지름이 원자 반지름보다 큰 A와 C는 비금속 원소이므로 각각 (다)와 (라) 중 하나이다. 이때 (다)와 (라)는 같은 족 원소이고, 같은 족에서는 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 크므로 A가 (라), C가 (다)이다.

이온 반지름이 원자 반지름보다 작은 B와 D는 금속 원소이므로 각각 (가)와 (나) 중 하나이다. 이때 (가)와 (나)는 같은 주기 원소이고, 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 작으므로 원자 반지름이 작은 D가 (나)이고, B가 (가)이다.

3 원소의 주기적 성질

자료 분석



A ~ D 이온의 전자 배치가 모두 Ar과 같으므로 이온 반지름은 핵전하가 작을수록 크다. → 이온 반지름은 원자 번호 $15 > 16 > 19 > 20$ 순이므로 원자 번호는 A 19, B 15, C 16, D 20이다.

선택지 분석

- Ⓒ 바닥상태에서 홀전자 수는 $B > A$ 이다.
 Ⓒ B와 C는 같은 주기 원소이다.
 Ⓓ 원자 반지름은 $D > C$ 이다.

ㄱ. A는 원자 번호가 19인 4주기 1족 원소이고, B는 원자 번호가 15인 3주기 15족 원소이므로 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수가 A는 1, B는 3이다.

ㄴ. B는 3주기 15족 원소이고, C는 3주기 16족 원소이므로 B와 C는 같은 주기 원소이다.

ㄷ. C는 3주기 16족 원소이고, D는 4주기 2족 원소이다. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 작으므로 D는 4주기 16족 원소보다 원자 반지름이 크다. 또 같은 족에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 크므로 C는 4주기 16족 원소보다 원자 반지름이 작다. 따라서 원자 반지름은 $D > C$ 이다.

4 원소의 주기적 성질

선택지 분석

- ✗ C는 2주기 원소이다. 3주기
 Ⓒ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $B > A$ 이다.
 Ⓒ 18족 원소의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 $C > B$ 이다.

같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 작으므로 A, B는 2주기 원소이고, C는 3주기 원소이다.

ㄴ. A와 B는 같은 2주기 원소이고, 원자 번호는 $B > A$ 이므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $B > A$ 이다.

ㄷ. B는 2주기 16족 원소이므로 안정한 이온의 전자 배치는 Ne와 같다. C는 3주기 17족 원소이므로 안정한 이온의 전자 배치는 Ar과 같다. 따라서 18족 원소의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 $C > B$ 이다.

바로알기 ㄱ. C는 3주기 원소이다.

5 원소의 주기적 성질

자료 분석

원자	(가)	(나)	(다)	(라)
출전자 수	1	2		$x=0$
원자가 전자가 느끼는 유효 핵전자	$y > 3.31$	4.45	5.10	3.31

제시된 원소 중 바닥상태 전자 배치에서 출전자 수가 2인 원소는 O이다. $\rightarrow$ (나)는 O이고, (나)보다 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 큰 (다)는 F이므로 출전자 수가 1인 (가)는 Al이고, (라)는 Mg이다.

선택지 분석

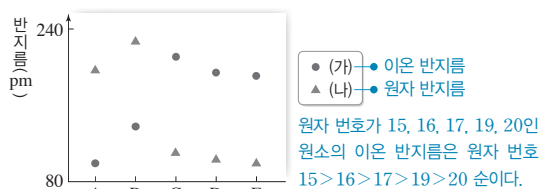
- ☐ $x=0$ 이다.
☒ $y < 3.31$ 이다. $y > 3.31$
☒ 원자 반지름은 (나) > (다)이다.

ㄱ. (라)는 Mg이므로 바닥상태 전자 배치에서 출전자 수는 0이다.
 ㄷ. (나)와 (다)는 같은 주기 원소이고 원자 번호는 (다) > (나)이므로 원자 반지름은 (나) > (다)이다.

바로알기 ㄴ. (가)는 Al이므로 (라)인 Mg과 같은 주기 원소이고 원자 번호가 (라)보다 크므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 (가) > (라)이다. 따라서 $y > 3.31$ 이다.

6 원소의 주기적 성질

자료 분석



선택지 분석

- ☐ (가)는 이온 반지름이다.
☒ A의 이온은 A^{2+} 이다.
☒ 가장 바깥 전자 껍질의 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $C > D > B$ 이다.

ㄱ. 원자 번호가 15, 16, 17인 원소는 3주기 비금속 원소이고, 원자 번호 19, 20인 원소는 4주기 금속 원소이다. 이로부터 원자 번호 15, 16, 17인 원소가 Ar의 전자 배치를 갖는 안정한 이온은 음이온이고, 원자 번호 19, 20인 원소가 Ar의 전자 배치를 갖는 안정한 이온은 양이온이다. 양이온의 반지름은 원자 반지름보다 작고, 음이온의 반지름은 원자 반지름보다 큰데, (가)가 이온 반지름일 때 원자 반지름보다 증가하는 원소가 3가지이므로 타당하다.

ㄴ. A는 원자 번호가 20인 4주기 2족 원소이므로 Ar의 전자 배치를 갖는 이온이 될 때 전자 2개를 잃고 A^{2+} 이 된다.

바로알기 ㄷ. C와 D는 각각 3주기 15족, 16족 원소이므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 큰 D가 C보다 크다.

7 이온화 에너지의 주기성

자료 분석

- 원자 반지름은 A가 가장 크다.
 $\rightarrow$ 원자 반지름: $12 > 13 > 7 > 8 \rightarrow$ A는 마그네슘(Mg)이다.
- 이온 반지름은 B가 가장 작다.
 $\rightarrow$ 이온 반지름: $7 > 8 > 12 > 13 \rightarrow$ B는 알루미늄(Al)이다.
- 제2 이온화 에너지는 D가 가장 크다.
 $\rightarrow$ 제2 이온화 에너지: $8 > 7 > 13 > 12 \rightarrow$ D는 산소(O), C는 질소(N)이다.

선택지 분석

- ☐ 이온 반지름은 C가 가장 크다.
☒ 제2 이온화 에너지는 $A > B$ 이다. $B > A$
☒ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $D > C$ 이다.

A는 Mg, B는 Al, C는 N, D는 O이다.

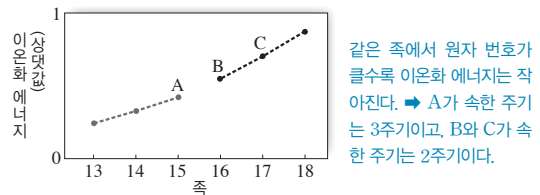
ㄱ. 이온 반지름은 핵전하가 가장 작은 C가 가장 크다.

ㄷ. C와 D는 같은 주기 원소이고 원자 번호는 $D > C$ 이므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $D > C$ 이다.

바로알기 ㄴ. A와 B의 제2 이온화 에너지는 $A: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, $B: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 의 전자 배치를 갖는 +1의 양이온에서 전자 1개를 떼어낼 때 필요한 에너지이다. 따라서 제2 이온화 에너지는 $B > A$ 이다.

8 이온화 에너지의 주기성

자료 분석



선택지 분석

- ☒ A는 2주기 원소이다. 3주기
☒ B의 이온화 에너지는 같은 주기의 15족 원소보다 크다. 작다
☒ 원자 반지름은 $B > C$ 이다.

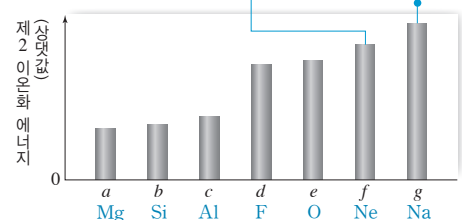
ㄷ. B와 C는 같은 주기 원소이고, 원자 번호는 $C > B$ 이므로 원자 반지름은 $B > C$ 이다.

바로알기 ㄱ. 같은 족에서 원자 번호가 클수록 이온화 에너지는 작아진다. 따라서 A는 3주기 원소이고, B와 C는 2주기 원소이다.
 ㄴ. B는 2주기 16족 원소이다. 2주기에서 16족 원소의 이온화 에너지는 15족 원소보다 작다.

9 이온화 에너지의 주기성

자료 분석

제2 이온화 에너지가 두 번째로 크므로 제2 이온화 에너지가 가장 크므로 제1 이온화 에너지는 가장 작을 것이다.



선택지 분석

- ㉠ c는 Al이다.
- ㉡ 제1 이온화 에너지가 가장 큰 것은 f이다.
- ㉢ c와 d의 원자 반지름 차이는 b와 e의 원자 반지름 차이보다 크다.

ㄱ. 원자 번호 8~14인 원소의 제1 이온화 에너지는 $\text{Ne} > \text{F} > \text{O} > \text{Si} > \text{Mg} > \text{Al} > \text{Na}$ 이고, 제2 이온화 에너지는 $\text{Na} > \text{Ne} > \text{O} > \text{F} > \text{Al} > \text{Si} > \text{Mg}$ 이다. 따라서 $a = \text{Mg}$, $b = \text{Si}$, $c = \text{Al}$, $d = \text{F}$, $e = \text{O}$, $f = \text{Ne}$, $g = \text{Na}$ 이다.

ㄴ. 제1 이온화 에너지가 가장 큰 것은 원자 번호 10인 Ne이므로 f이다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자 반지름은 원자 번호가 작을수록 크다. d(F)와 e(O) 중 원자 반지름은 e가 크고, b(Si)와 c(Al) 중 원자 반지름은 c가 크므로 원자 반지름은 $c > b > e > d$ 이다. 따라서 c와 d의 원자 반지름 차이는 b와 e의 원자 반지름 차이보다 크다.

10 이온화 에너지의 주기성

선택지 분석

- ㉠ 원자량이 커질수록 제1 이온화 에너지가 커진다.
- ㉡ 원자 번호가 커질수록 제1 이온화 에너지가 커진다.
- ㉢ 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 제1 이온화 에너지가 작아진다.
- ㉣ 같은 주기에서 유효 핵전하가 커질수록 제1 이온화 에너지가 커진다.
- ㉤ 같은 주기에서 원자가 전자 수가 커질수록 제1 이온화 에너지가 작아진다.

③ 탐구 결과 같은 족에서 원자 번호가 클수록 제1 이온화 에너지가 작아지므로 '같은 족에서 원자 번호가 커질수록 제1 이온화 에너지가 작아진다.'는 가설로 적절하다.

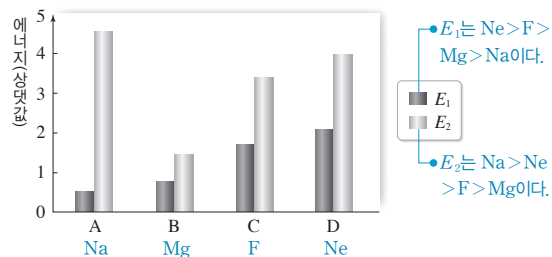
▶▶▶ ①, ② 제시된 가설은 적절하지 않다.

④ 이 가설이 적절하려면 같은 주기에서 16족 원소가 15족 원소보다 제1 이온화 에너지가 커야 한다.

⑤ 이 가설이 적절하려면 같은 주기에서 원자가 전자 수가 커질수록 제1 이온화 에너지가 작아져야 한다.

11 이온화 에너지의 주기성

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ $\frac{E_3}{E_2}$ 가 가장 큰 것은 B이다.
- ㉡ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 B가 A보다 크다.
- ㉢ D의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 C가 B보다 크다.

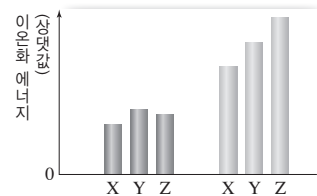
ㄱ. E_2 가 $A(\text{Na}) > D(\text{Ne}) > C(\text{F}) > B(\text{Mg})$ 이므로 E_3 는 $B > A > C > D$ 이다. 따라서 주어진 원소 중 $\frac{E_3}{E_2}$ 가 가장 큰 것은 E_2 는 가장 작고 E_3 는 가장 큰 B이다.

ㄴ. A와 B는 같은 주기 원소이고, 원자 번호는 $B > A$ 이므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 B가 A보다 크다.

ㄷ. 핵전하는 B가 C보다 크므로 D의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 C가 B보다 크다.

12 이온화 에너지의 주기성

자료 분석



원자 번호가 $X < Y < Z$ 이고 제1 이온화 에너지가 $Y > Z > X$ 인 경우는 (Li, Be, B)와 (C, N, O) 중 하나이다. ▶ Li, Be, B의 제2 이온화 에너지는 $\text{Li} > \text{Be}$ 이므로 $X \sim Z$ 는 각각 C, N, O이다.

선택지 분석

- ㉠ 18족 원소의 전자 배치를 갖는 이온 반지름은 $Z > Y$ 이다. $Y > Z$
- ㉡ 바닥상태에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 $Y > X$ 이다.
- ㉢ 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 $Z > X$ 이다. $X = Z$

ㄴ. X는 C이므로 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^2$ 이고, Y는 N이므로 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^3$ 이다. 따라서 바닥상태에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 $Y > X$ 이다.

▶▶▶ ㄱ. 원자 번호는 $Z > Y$ 이고, Y와 Z의 안정한 이온은 Ne과 전자 배치가 같으므로 이온 반지름은 핵전하가 작은 Y가 Z보다 크다.

ㄷ. 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 X와 Z가 2로 같다.

수능

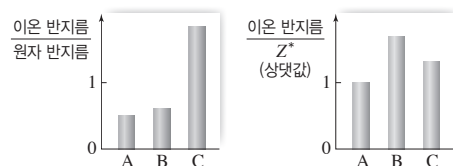


본책 85쪽~87쪽

1 ②	2 ③	3 ③	4 ③	5 ⑤	6 ③
7 ③	8 ①	9 ③	10 ②	11 ⑤	12 ①

1 원소의 주기적 성질

자료 분석



- A와 B는 원자 반지름 > 이온 반지름이다. ▶ A와 B의 안정한 이온은 양이온이다. ▶ 원자 번호가 19, 20 중 하나이고, C는 원자 번호 17이다.
- 원자 번호 19, 20인 원소의 이온에서 전자 배치는 Ar과 같으므로 각 이온 반지름은 $19 > 20$ 이다. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $19 < 20$ 이다.
- ▶ A는 원자 번호가 20인 원소이고, B는 원자 번호가 19인 원소이다.

선택지 분석

- ✗ 원자 반지름은 A가 가장 크다. B
- Ⓒ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 A가 B보다 크다.
- ✗ B와 C는 1:2로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다. 1:1

그림에서 A와 B는 $\frac{\text{이온 반지름}}{\text{원자 반지름}} < 1$ 이므로 금속 원소이고, C는 $\frac{\text{이온 반지름}}{\text{원자 반지름}} > 1$ 이므로 비금속 원소이다. 따라서 C는 원자 번호가 17인 Cl이다. 원자 번호가 19, 20인 원소는 각각 4주기 1족, 2족 원소이며, 이들은 원자 번호가 클수록 이온 반지름이 작고, 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하(Z^*)가 크므로 원자 번호가 클수록 $\frac{\text{이온 반지름}}{Z^*}$ 이 작다. 따라서 A는 원자 번호가 20인 Ca, B는 19인 K이다.

ㄴ. 원자가 전자가 느끼는 Z^* 는 원자 번호가 큰 A가 B보다 크다.

바로알기 ㄱ. 원자 반지름은 $K > Ca > Cl$ 이므로 B가 가장 크다.

ㄷ. B는 K, C는 Cl이므로 B와 C는 1:1의 개수비로 결합하여 안정한 화합물인 KCl을 형성한다.

2 원소의 주기적 성질

자료 분석

- A~D는 원자 번호 순서가 아니며, 18족 원소가 아니다.
 - ↳ 원자 번호 3~9 사이의 원소이다.
- 제1 이온화 에너지가 가장 큰 원소는 B이고, 가장 작은 원소는 A이다.
 - ↳ 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 제1 이온화 에너지는 대체로 증가한다. → 원자 번호는 $B > A$ 이다.
- 원자 반지름이 가장 큰 원소는 A이고, 가장 작은 원소는 D이다.
 - ↳ 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 감소한다. → A의 원자 번호가 가장 작고, D의 원자 번호가 가장 크다.

선택지 분석

- Ⓒ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 D가 B보다 크다.
- ✗ 홀전자 수는 C가 D보다 크다. C와 D가 2로 같다
- Ⓓ 제2 이온화 에너지는 D가 가장 크다.

2주기 원소에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름은 감소하므로 원자 반지름이 가장 큰 A의 원자 번호가 가장 작고, 원자 반지름이 가장 작은 D의 원자 번호가 가장 크다. 이때 이온화 에너지는 B가 가장 크므로 B는 15족 원소이고, D는 16족 원소이다. 따라서 A는 13족, C는 14족 원소이다.

ㄱ. 원자 번호는 D가 B보다 크므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 D가 B보다 크다.

ㄷ. A~D의 제1 이온화 에너지는 $B > D > C > A$ 이므로 제2 이온화 에너지는 $D > B > A > C$ 이다.

바로알기 ㄴ. C와 D는 홀전자 수가 2로 같다.

3 이온화 에너지

자료 분석

원자	W Be	X Li	Y C	Z B
바닥상태 원자의 홀전자 수	0	1	2	$a=1$
제1 이온화 에너지(상댓값)	$1.5 < b < 2.1$	1	2.1	1.5

선택지 분석

- Ⓒ $a=1$ 이다.
- ✗ $b < 1.5$ 이다. $b > 1.5$
- Ⓓ 제2 이온화 에너지는 Y가 W보다 크다.

2주기 원자의 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수와 제1 이온화 에너지는 다음과 같다.

원자	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
홀전자 수	1	0	1	2	3	2	1	0
제1 이온화 에너지	$Li < B < Be < C < O < N < F < Ne$							

홀전자 수가 2인 Y의 제1 이온화 에너지가 홀전자 수가 1인 X보다 크므로 Y는 14족 원소인 C이고, X는 Li이나 B이다.

W~Z의 원자 번호가 연속이므로 W~Z는 홀전자 수가 1, 0, 1, 2인 Li, Be, B, C 또는 0, 1, 2, 3인 Be, B, C, N 중 하나에 해당된다. 이때 Be, B, C가 공통되므로 홀전자 수가 0인 W는 2족 원소인 Be이다.

Z의 홀전자 수가 3이라면 제1 이온화 에너지는 15족 원소인 Z가 14족 원소인 Y(C)보다 커야 하므로 제시된 자료에 맞지 않다. 따라서 Z의 홀전자 수는 1이고, 연속하는 홀전자 수는 1, 0, 1, 2 순이 된다. 홀전자 수가 1인 X와 Z 중 제1 이온화 에너지는 Z가 더 크므로 W~Z를 원자 번호 순으로 나열하면 X(Li), W(Be), Z(B), Y(C)이다.

ㄱ. Z의 홀전자 수(a)는 1이다.

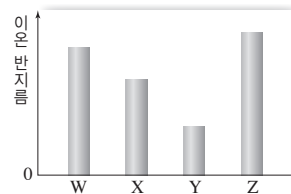
ㄷ. 제2 이온화 에너지는 같은 주기에서 2족 원소가 가장 작으므로 제2 이온화 에너지는 14족 원소인 Y(C)가 2족 원소인 W(Be)보다 크다.

바로알기 ㄴ. 제1 이온화 에너지는 2족 원소인 W(Be)가 1족 원소인 X(Li)와 13족 원소인 Z(B)보다 크므로 $b > 1.5$ 이다.

4 원소의 주기적 성질

자료 분석

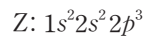
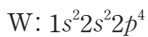
- W~Z의 원자 번호는 각각 8~13 중 하나이다.
- W, X, Y의 홀전자 수는 모두 같다.
 - ↳ 원자 번호가 8~13 중 바닥상태에서 홀전자 수가 같은 원자는 홀전자 수가 1인 원자 번호 9, 11, 13이다. → W, X, Y는 각각 F, Na, Al 중 하나이다.
- 각 원자의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.
 - ↳ Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 $F > Na > Al$ 이다.
- W~Z의 이온 반지름



선택지 분석

- Ⓒ 제2 이온화 에너지는 $Z > W$ 이다.
- ✗ 3주기 원소는 3가지이다. 2가지
- Ⓓ 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 $Z > X$ 이다.

ㄱ. W는 F이고 Z는 O이므로 각 원자의 제2 이온화 에너지는 다음과 같은 전자 배치를 갖는 +1의 양이온에서 전자 1개를 떼어 낼 때 필요한 에너지이다.



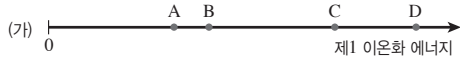
따라서 제2 이온화 에너지는 $Z > W$ 이다.

ㄷ. 바닥상태 전자 배치에서 X의 홀전자 수는 1이고 Z의 홀전자 수는 2이다.

바로알기 ㄴ. 3주기 원소는 2가지이다.

5 순차 이온화 에너지

자료 분석



(나)

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1								
2								
3								

제1 이온화 에너지: $\ominus > \oplus$ 제1 이온화 에너지: $\ominus > \oplus$
 같은 족에서 원자 번호가 클수록 이온화 에너지가 작아지므로 3주기 16족 원소의 이온화 에너지는 $\ominus$ 보다 작다. $\Rightarrow$ 제1 이온화 에너지는 $\ominus > \oplus > \ominus > \oplus$ 이다. $\Rightarrow$ A는 3주기 13족, B는 3주기 2족, C는 2주기 16족, D는 2주기 17족 원소이다.

선택지 분석

- ㉠ D는 $\ominus$ 이다.
- ㉡ C와 D는 같은 주기 원소이다.
- ㉢ 제3 이온화 에너지 제2 이온화 에너지는 $B > A$ 이다.

㉠. D는 2주기 17족 원소인 $\ominus$ 이다.

㉡. C는 2주기 16족 원소이므로 C와 D는 2주기 원소이다.

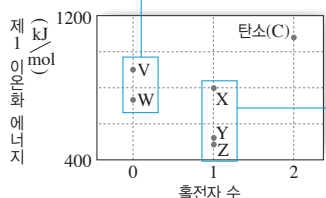
㉢. A는 3주기 13족 원소이고, B는 3주기 2족 원소이므로

제3 이온화 에너지는 원자가 전자 수가 2인 B가 A보다 크다. 제2 이온화 에너지

6 원소의 주기적 성질

자료 분석

- 모든 원자는 바닥상태이다.
- 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 3 이하이다.
 $\hookrightarrow$ 2, 3주기 원소이며 원자 번호 3~12 사이의 원소이다.
- 홀전자 수와 제1 이온화 에너지
 V, W 의 홀전자 수가 0이고, 제1 이온화 에너지가 탄소(C)보다 작다.
 $\Rightarrow V$ 는 Be, W 는 Mg이다.



X, Y, Z의 홀전자 수가 1이고, 모두 탄소(C)보다 제1 이온화 에너지가 작다. $\Rightarrow X$ 는 B, Y 는 Li, Z 는 Na이다.

선택지 분석

- ㉠ X는 13족 원소이다.
- ㉡ 원자 반지름은 $W > X > V$ 이다. $W > V > X$
- ㉢ 제2 이온화 에너지는 $Y > Z > X$ 이다.

$V \sim Z$ 는 2, 3주기 원소이며 p 오비탈 수는 3 이하이므로 원자 번호 3~12 사이의 원소이다. X, Y, Z의 홀전자 수는 1이고, 모두 탄소(C)보다 제1 이온화 에너지가 작으므로 X는 B, Y는 Li, Z는 Na이다.

또, V, W의 홀전자 수는 0이고 제1 이온화 에너지가 탄소(C)보다 작으므로 V는 Be, W는 Mg이다.

㉠. X는 2주기 13족 원소인 붕소(B)이다.

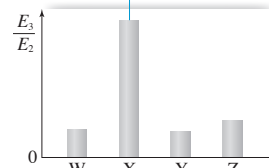
㉢. X는 B, Y는 Li, Z는 Na이므로 제2 이온화 에너지는 $Y > Z > X$ 이다.

바로알기 ㄴ. W는 Mg, X는 B, V는 Be이다. 같은 족 원소인 V, W 중 원자 번호가 큰 W가 V보다 원자 반지름이 크고, 같은 주기인 X와 V 중 원자 번호가 작은 V가 X보다 원자 반지름이 크다. 따라서 원자 반지름은 $W > V > X$ 이다.

7 순차 이온화 에너지

자료 분석

- $W \sim Z$ 의 $\frac{E_3}{E_2}$ $\frac{E_3}{E_2}$ 가 가장 큰 X의 원자가 전자 수는 20이다.



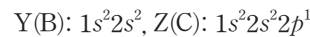
$W \sim Z$ 는 2주기 원소이고 원자 번호는 $W < X < Y < Z$ 이며, X가 2족 원소이므로 순서대로 Li, Be, B, C이다.

선택지 분석

- ㉠ 원자 반지름은 $W > X$ 이다.
- ㉡ E_2 는 $Y > Z$ 이다.
- ㉢ $\frac{E_2}{E_1}$ 는 $Z > W$ 이다. $W > Z$

㉠. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 작으므로 원자 반지름은 $W > X$ 이다.

㉡. Y와 Z는 각각 B, C이다. E_2 는 다음과 같은 전자 배치를 갖는 +1의 양이온에서 전자 1개를 떼어낼 때 필요한 에너지이다.



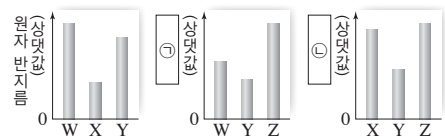
따라서 E_2 는 $Y > Z$ 이다.

바로알기 ㄷ. W는 원자가 전자 수가 1인 1족 원소이므로 2주기 원소 중 $\frac{E_2}{E_1}$ 가 가장 크다. 따라서 $\frac{E_2}{E_1}$ 는 $W > Z$ 이다.

8 원소의 주기적 성질

자료 분석

- $W \sim Z$ 는 각각 N, O, Na, Mg 중 하나이다.
 $\hookrightarrow$ 원자 반지름: $Na > Mg > N > O$
- 각 원자의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.
 $\hookrightarrow$ 이온 반지름: $N > O > Na > Mg$
- $\ominus, \oplus$ 은 각각 이온 반지름, 제1 이온화 에너지 중 하나이다.
 $\hookrightarrow$ 제1 이온화 에너지: $N > O > Mg > Na$



원자 반지름 $W > Y > X$ 이므로 Y는 Mg, N 중 하나이다. $\ominus$ 과 $\oplus$ 에서 $Z > Y$ 이므로 Y가 Na이면 Z가 존재할 수 없다. 따라서 Y는 Mg이고 W는 Na이다. $\ominus$ 에서 Y가 가장 작은 값을 가지므로 $\ominus$ 은 이온 반지름이고, $\oplus$ 에서 제1 이온화 에너지가 $Z > X$ 이므로 X는 O, Z는 N이다.

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 이온 반지름이다.
 ✕ 제2 이온화 에너지는 $Y > W$ 이다. $W > Y$
 ✕ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $Z > X$ 이다. $X > Z$

ㄱ. 원자 반지름 $W > Y > X$ 이므로 X는 비금속 원소, W는 금속 원소이다. Y는 Mg, N 중 하나인데, ㉠과 ㉡에서 $Z > Y$ 이므로 Y가 N이면 Z가 존재할 수 없다. 따라서 Y는 Mg이고, ㉠에서 Y가 가장 작은 값을 가지므로 ㉠은 이온 반지름이다.

바로알기 ㄴ. W는 Na이고, Y는 Mg이므로 제2 이온화 에너지는 $W > Y$ 이다.

ㄷ. X는 O, Z는 N이므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 큰 X가 Z보다 크다.

9 순차 이온화 에너지

선택지 분석

- ㉠ ㉠은 $x+1$ 이다.
 ㉡ Be은 $E_3 > E_2$ 이다.
 ✕ $\frac{E_{n+1}}{E_n}$ 가 최대인 n 이 6인 원자의 원자가 전자 수는 7이다. 6

ㄱ. 순차 이온화 에너지가 급격히 증가하기 직전까지 떼어낸 전자 수는 원자가 전자 수와 같으므로, 원자가 전자 수가 x 일 때 제 $(x+1)$ 이온화 에너지는 급격히 증가한다. 따라서 ㉠은 $x+1$ 이다.

ㄴ. 순차 이온화 에너지는 차수가 커질수록 커진다. 따라서 Be은 $E_3 > E_2$ 이다.

바로알기 ㄷ. $\frac{E_{n+1}}{E_n}$ 가 최대인 n 은 원자가 전자 수와 같다. 따라서 $\frac{E_{n+1}}{E_n}$ 가 최대인 n 이 6인 원자의 원자가 전자 수는 6이다.

10 원소의 주기적 성질

선택지 분석

- ✕ 원자 반지름은 (가) > (나)이다. (나) > (가)
 ✕ E_2 는 (라) > (다)이다. (다) > (라)
 ㉠ Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 (다) > (마)이다.

같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 이온화 에너지가 대체로 증가한다. 따라서 원자 번호가 7~14인 원소의 제1 이온화 에너지는 $Ne > F > N > O > Si > Mg > Al > Na$ 이며, (가)~(마)는 다음과 같다.

(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
Al	Mg	O	N	F

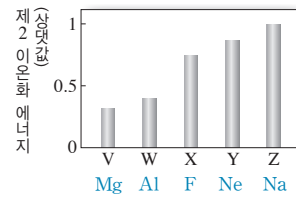
ㄷ. (마)는 F, (다)는 O이므로 Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 (다)가 (마)보다 크다.

바로알기 ㄱ. (가)는 Al, (나)는 Mg이므로 원자 반지름은 원자 번호가 작은 (나)가 (가)보다 크다.

ㄴ. (다)는 O, (라)는 N이므로 제2 이온화 에너지는 (다)가 (라)보다 크다.

11 이온화 에너지의 주기성

자료 분석



V~Z는 각각 원자 번호 9~13의 원소 중 하나이다.

• 제1 이온화 에너지: $Na < Al < Mg < F < Ne$

• 제2 이온화 에너지: $Mg < Al < F < Ne < Na$

선택지 분석

- ㉠ Z는 1족 원소이다.
 ㉡ X와 Y는 같은 주기 원소이다.
 ㉢ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $W > V$ 이다.

V~Z는 각각 원자 번호 9~13의 원소 중 하나이므로 F, Ne, Na, Mg, Al 중 하나이다. 이들 원소의 제1 이온화 에너지는 $Na < Al < Mg < F < Ne$ 이며, 제2 이온화 에너지는 $Mg < Al < F < Ne < Na$ 이다. 따라서 V~Z는 각각 Mg, Al, F, Ne, Na이다.

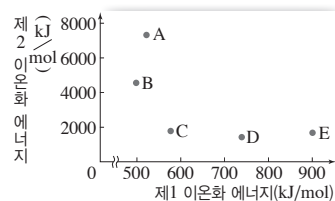
ㄱ. 제2 이온화 에너지가 가장 큰 Z는 Na으로 1족 원소이다.

ㄴ. X는 F, Y는 Ne으로 같은 2주기 원소이다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 커진다. W는 Al, V는 Mg이므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $W > V$ 이다.

12 순차 이온화 에너지

자료 분석



• 제1 이온화 에너지는 $Be > Li$ 이고, $Mg > Al > Na$ 이며 $Be > Mg$ 이므로 E는 제1 이온화 에너지가 가장 큰 Be이다.

• 제2 이온화 에너지는 Li이 가장 크고, Na이 두 번째로 크므로 A는 Li, B는 Na이다. 따라서 C는 Al, D는 Mg이다.

선택지 분석

- ㉠ 원자 번호는 $B > A$ 이다.
 ✕ D와 E는 같은 주기 원소이다. 다른
 ✕ 제3 이온화 에너지는 $C > D$ 이다. $D > C$

ㄱ. A는 2주기 1족 원소이고, B는 3주기 1족 원소이므로 원자 번호는 $B > A$ 이다.

바로알기 ㄴ. D는 3주기 원소이고, E는 2주기 원소이다.

ㄷ. C는 3주기 13족 원소이고, D는 3주기 2족 원소이므로 제3 이온화 에너지는 원자가 전자 수가 2인 D가 C보다 크다.



화학 결합과 분자의 세계

09 이온 결합

개념 확인

본책 91쪽, 93쪽

- (1) ① 수소, 산소, 2 : 1 ② Na^+ , Cl^- ③ 전자 (2) ① 8, 옥텟
② 잃, 양 ③ 얻, 음 (3) 1 (4) 1 (5) ① 이온 ② 금속, 비금속
③ 1, Na^+ , 1, Cl^- , 1 : 1 (6) ① 반발력 ② 인력 ③ 인력, 반발력, 낮은 ④ b (7) 없, 있

수능 자료

본책 94쪽

- 자료 ① 1 × 2 ○ 3 ○ 4 ○
자료 ② 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ○
자료 ③ 1 × 2 × 3 ○ 4 ○
자료 ④ 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ×

자료 ① 화학 결합의 전기적 성질

- 1 A는 전원 장치의 (+)극과 연결되어 있으므로 산소(O_2) 기체가 모인다.
3 물을 전기 분해하면 수소와 산소로 나누어지므로 물은 2가지 원소로 구성된 화합물이다.

자료 ② 옥텟 규칙과 이온 결합

- 2 XY는 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다. 이때 X는 양이온 형태로 존재하므로 금속 원소이고, Y는 음이온 형태로 존재하므로 비금속 원소이다.
4 Z_2Y_2 에서 Y 원자와 Z 원자가 전자쌍을 공유하여 화합물을 형성하며, Y와 Z는 모두 비금속 원소이다.
5 X는 금속 원소의 원자이고, Z는 비금속 원소의 원자이므로 X_2Z 는 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다.

자료 ③ 이온 결합의 형성과 에너지 변화

- 1 (가)는 결합을 형성하는 지점보다 먼 거리이므로 이온 사이의 인력이 반발력보다 우세하다.
2 이온 결합은 두 이온 사이에 작용하는 인력과 반발력에 의한 에너지가 가장 낮은 지점에서 형성되므로 $x < 236$ 이다.
3 NaX 와 NaY 에서 이온의 전하량은 같고, 이온 사이의 거리는 $\text{NaY} > \text{NaX}$ 이므로 녹는점은 $\text{NaX} > \text{NaY}$ 이다.
4 NaX 와 NaY 에서 양이온의 반지름은 같고 이온 사이의 거리는 $\text{NaY} > \text{NaX}$ 이므로 음이온의 반지름은 $\text{Y}^- > \text{X}^-$ 이다.

자료 ④ 이온 결합 물질의 녹는점

- 1 NaF 은 Na^+ 과 F^- 이 1 : 1의 개수비로 결합하고 있으므로 구성하는 양이온 수와 음이온 수가 같다.
2 NaCl 이 NaBr 보다 녹는점이 높으므로 이온 사이의 정전기적 인력은 NaCl 이 NaBr 보다 크다.

3 NaF , NaCl , NaBr , NaI 은 모두 양이온과 음이온의 전하가 +1, -1이므로 탐구 결과로부터 이온의 전하량과 녹는점 사이의 관계를 파악할 수 없다. 따라서 가설 ㉠으로 '이온의 전하량이 클수록 녹는점이 높다.'는 적절하지 않다.

4 KF 과 NaF 은 이온의 전하량은 같지만 이온 사이의 거리는 KF 이 NaF 보다 크다. 따라서 녹는점은 NaF 이 KF 보다 높다.

수능 1점

본책 95쪽

- 1 ④ 2 (1) 금속, 비금속 (2) 이온 (3) 비금속 (4) 공유 (5) 옥텟 (6) AB (7) CB_2 3 ㄱ 4 ㄱ, ㄴ 5 ②

1 ① 순수한 물은 전기가 통하지 않으므로 황산 나트륨(Na_2SO_4)과 같은 전해질을 소량 넣어 물을 전기 분해한다.
②, ③ (-)극에서는 물이 전자를 얻어 수소(H_2) 기체가 발생하고, (+)극에서는 물이 전자를 잃어 산소(O_2) 기체가 발생한다.
⑤ 이 실험에서 물 분자가 전자를 얻거나 잃어 성분 물질로 분해된다. 따라서 물 분자가 분해될 때 전자가 관여함을 확인할 수 있다.

바로알기 ④ 물을 전기 분해하면 수소 기체와 산소 기체가 2 : 1의 부피비로 발생한다.

2 (1) A는 전자를 잃고 양이온이 되므로 금속 원소이고, B는 전자를 얻어 음이온이 되므로 비금속 원소이다.
(2) (가)에서 X는 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합하고 있으므로 이온 결합 물질이다.
(3) (나)에서 C는 B와 전자쌍을 공유하면서 Y를 형성하므로 비금속 원소이다.
(4) Y는 비금속 원소의 원자가 전자쌍을 공유하여 형성된 공유 결합 물질이다.
(5) (가)와 (나)에서 구성 이온 또는 원자는 비활성 기체인 Ne과 같은 전자 배치를 가지므로 옥텟 규칙을 만족한다.
(6) X의 화학식은 AB이다.
(7) Y의 화학식은 CB_2 이다.

3 ㄱ. 이온 사이의 거리가 r_0 일 때 에너지가 가장 낮으므로 이 지점에서 결합이 형성된다.

바로알기 ㄴ. 이온 반지름이 클수록 r_0 가 커진다.

ㄷ. NaF 과 NaCl 에서 양이온의 반지름은 같고 음이온의 반지름은 NaCl 에서가 NaF 에서보다 크므로 r_0 는 NaF 이 NaCl 보다 작다.

4 ㄱ. (가)에서 A와 B는 모두 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 8개 있으므로 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄴ. A는 전자를 잃고 양이온이 되고, B는 이 전자를 얻어 음이온이 되므로 전자는 A에서 B로 이동한다.

바로알기 ㄷ. (가)는 이온 결합 물질이므로 고체 상태에서는 이온들이 이동하지 못해 전기 전도성이 없다.

5 ① NaBr과 NaCl에서 양이온의 반지름은 같고 음이온의 반지름은 NaBr이 NaCl보다 크므로 $x > 283$ 이다.

③ MgO과 CaO에서 음이온의 반지름은 같고 양이온의 반지름은 CaO이 MgO보다 크므로 $z < 240$ 이다.

④ 이온의 전하량이 같은 경우 이온 사이의 거리가 짧을수록 녹는점이 높다.

⑤ 이온 사이의 거리가 비슷한 경우 이온의 전하량이 클수록 녹는점이 높다.

바로알기 ② NaF과 NaCl에서 이온의 전하량이 같고 이온 사이의 거리는 NaF이 NaCl보다 짧으므로 $y < 996$ 이다.

수능 **2점**

본책 96쪽~98쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1 ⑤ | 2 ⑤ | 3 ③ | 4 ③ | 5 ② | 6 ③ |
| 7 ⑤ | 8 ⑤ | 9 ④ | 10 ④ | 11 ② | 12 ① |

1 공유 결합 물질의 전기 분해

선택지 분석

- ☒ 흑연(C)
- ☒ 포도당($C_6H_{12}O_6$) 가루
- ☒ 염화 구리(II)($CuCl_2$) 용융액
- ☒ 염화 나트륨(NaCl) 용융액
- ☒ 황산 나트륨(Na_2SO_4)을 소량 넣은 증류수

⑤ 순수한 물은 전기가 통하지 않으므로 황산 나트륨(Na_2SO_4)을 소량 넣은 물에 전류를 흘려 주면 물이 분해되어 수소와 산소로 나누어진다.

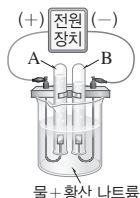
바로알기 ① 흑연(C)은 원소이므로 전기 분해할 수 없다.

② 포도당($C_6H_{12}O_6$)은 공유 결합 물질이며, 고체 상태에서 전류가 흐르지 않으므로 전기 분해할 수 없다.

③, ④ 염화 구리(II)($CuCl_2$)와 염화 나트륨(NaCl)은 이온 결합 물질이므로 각 물질의 용융액을 전기 분해하면 이온 결합 물질이 구성 원소로 나누어질 때 전자가 관여하는 것을 확인할 수 있다.

2 물의 전기 분해

자료 분석



A는 산소 기체이고, B는 수소 기체이다.
→ 발생하는 산소 기체와 수소의 기체의 부피비는 1 : 2이다.

선택지 분석

- ☒ A에서 모은 기체는 산소(O_2)이다.
- ☒ 이 실험으로 물이 화합물이라는 것을 알 수 있다.
- ☒ 물을 이루는 수소(H) 원자와 산소(O) 원자 사이의 화학 결합에는 전자가 관여한다.

ㄱ. A는 전원 장치의 (+)극에 연결되어 있으므로 시험관에 모인 기체는 산소이다.

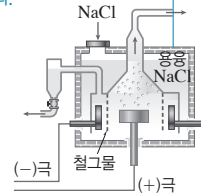
ㄴ. 물이 분해되어 수소와 산소로 나누어지므로 물은 2가지 원소로 이루어진 화합물임을 확인할 수 있다.

ㄷ. 이 실험으로 물이 분해되어 수소와 산소가 생성될 때 전자가 관여함을 확인할 수 있다.

3 염화 나트륨 용융액과 물의 전기 분해

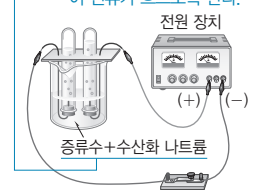
자료 분석

염화 나트륨 용융액은 전류가 흐르므로 전해질을 넣지 않아도 된다.



- (-)극: Na^+ 이 전자를 얻어 금속 Na이 생성된다.
- (+)극: Cl^- 이 전자를 잃고 Cl_2 기체가 발생한다.

순수한 물은 전류가 흐르지 않으므로 전해질을 넣어 주어야 전류가 흐르도록 한다.



- (-)극: 물이 전자를 얻어 H_2 기체가 발생한다.
- (+)극: 물이 전자를 잃고 O_2 기체가 발생한다.

선택지 분석

- ☒ 전해질을 넣어야 한다. → (나)만 해당
- ☒ (-)극에서 기체가 발생한다. → (나)만 해당
- ☒ 성분 원소로 분해될 때 전자가 관여한다.

ㄷ. 각 물질이 성분 원소로 분해될 때 전자를 얻거나 잃는 반응이 일어난다. 즉, 전자가 관여한다.

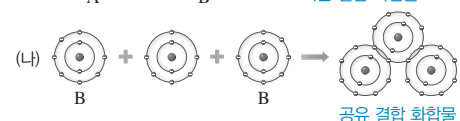
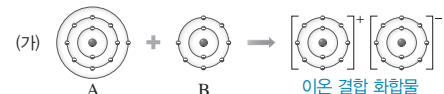
바로알기 ㄱ. (가)에서는 이온이 자유롭게 이동하므로 전해질을 넣지 않아도 전기 분해가 일어난다.

ㄴ. (가)의 (-)극에서는 $Na(s)$ 이 생성되고, (나)의 (-)극에서는 $H_2(g)$ 가 발생한다.

4 화학 결합 모형과 옥텟 규칙

자료 분석

(가)의 생성물에서 각 이온은 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 모두 8개씩 들어 있다. → 옥텟 규칙을 만족한다.



(나)의 생성물에서 구성 원자들은 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 모두 8개씩 들어 있다. → 옥텟 규칙을 만족한다.

선택지 분석

- ☒ (가)의 생성물을 구성하는 이온은 옥텟 규칙을 만족한다.
- ☒ (나)의 생성물에서 B는 옥텟 규칙을 만족한다.
- ☒ (가)와 (나)의 생성물은 모두 이온 결합 화합물이다.

ㄱ. (가)의 생성물을 구성하는 이온은 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 모두 8개씩 들어 있으므로 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄴ. (나)의 생성물에서 구성 원자들은 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 모두 8개씩 들어 있으므로 옥텟 규칙을 만족한다.

바로알기 ㉔. (가)의 생성물은 이온 결합 화합물이고, (나)의 생성물은 공유 결합 화합물이다.

5 이온 결합 물질

자료 분석

- W~Z는 각각 O, F, Na, Mg 중 하나이다.
- 각 전자의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.
- Y와 Z는 2주기 원소이다.
 - ↳ Y와 Z는 각각 O, F 중 하나이다. ↳ W, X는 각각 Na, Mg 중 하나이다.
- X와 Z는 2 : 1로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.
 - ↳ X는 Na이고, Z는 O이다. ↳ W는 Mg이고, Y는 F이다.

선택지 분석

- ☒ W는 Na이다. Mg
- ☒ 녹는점은 WZ가 CaO보다 높다.
- ☒ X와 Y의 안정한 화합물은 XY_2 이다. XY

㉔. WZ는 MgO이며, MgO와 CaO에서 이온의 전하량이 같고 양이온의 반지름은 $MgO < CaO$ 이므로 이온 사이의 정전기적 인력은 $MgO > CaO$ 이다. 따라서 녹는점은 WZ가 CaO보다 높다.

바로알기 ㉕. W는 Mg이다.

㉖. X는 Na, Y는 F이므로 X와 Y는 1 : 1의 개수비로 결합하여 안정한 화합물인 XY를 형성한다.

6 원자의 전자 배치와 화학 결합

자료 분석

- A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 - ↳ A 원자가 비활성 기체와 같은 전자 배치를 가지려면 전자 1개를 잃어야 한다.
- B: $1s^2 2s^2 2p^4$
 - ↳ B 원자가 비활성 기체와 같은 전자 배치를 가지려면 전자 2개를 얻어야 한다.

선택지 분석

- ☒ 이온 결합 물질이다.
- ☒ 화학식을 구성하는 원자 수는 2이다. 3
- ☒ 화합물을 형성할 때 전자는 A에서 B로 이동한다.

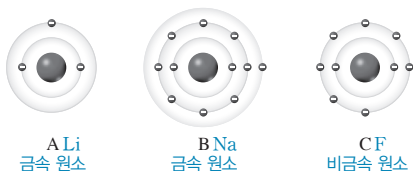
㉕. A는 3주기 1족 원소로 금속 원소이고, B는 2주기 16족 원소로 비금속 원소이다. 따라서 A와 B로 이루어진 물질은 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다.

㉖. 이온 결합 화합물을 형성할 때 전자는 금속 원소의 원자인 A에서 비금속 원소의 원자인 B로 이동한다.

바로알기 ㉗. A와 B가 화합물을 형성할 때 A는 전자 1개를 잃고 A^+ 이 되고, B는 전자 2개를 얻어 B^{2-} 이 되며, A^+ 과 B^{2-} 이 2 : 1의 개수비로 결합하여 화합물 A_2B 를 이룬다. 따라서 A_xB 에서 $x=2$ 이고, 화학식을 구성하는 원자 수는 3이다.

7 이온 결합의 형성

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 화합물 AC는 이온 결합 물질이다.
- ☒ 화합물 BC는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
- ☒ 화합물 BC에서 양이온과 음이온은 모두 옥텟 규칙을 만족한다.

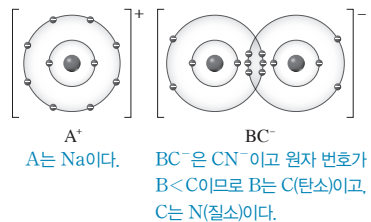
㉕. AC는 금속의 양이온과 비금속의 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다.

㉖. BC는 금속의 양이온과 비금속의 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

㉗. BC가 형성될 때 B는 전자 1개를 잃고 Ne와 같은 전자 배치를 갖고, C는 전자 1개를 얻어 Ne와 같은 전자 배치를 가지므로 모두 옥텟 규칙을 만족한다.

8 이온 결합의 형성 모형

자료 분석



선택지 분석

- ☒ A와 B는 같은 주기 원소이다. ↳ A: 3주기, B: 2주기
- ☒ ABC(l)는 전기 전도성이 있다.
- ☒ ABC에서 모든 구성 원소는 옥텟 규칙을 만족한다.

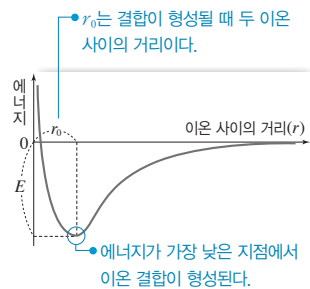
㉔. ABC는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

㉖. ABC에서 A~C는 모두 가장 바깥 전자 껍질에 전자 8개가 들어 있어 비활성 기체와 같은 전자 배치를 가지므로 옥텟 규칙을 만족한다.

바로알기 ㉕. A는 나트륨(Na)이므로 3주기 원소이고, B는 탄소(C)이므로 2주기 원소이다.

9 이온 결합의 형성과 에너지 변화

자료 분석



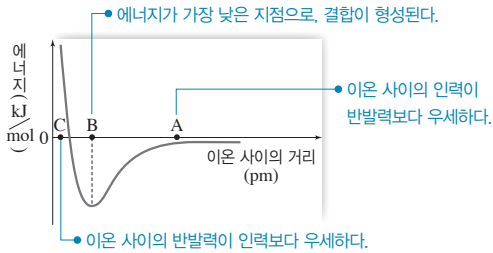
선택지 분석

- ☒ 양이온의 반지름은 $\frac{r_0}{2}$ 이다. $\frac{r_0}{2}$ 가 아니다
- ☒ r_0 는 NaBr이 NaCl보다 크다.
- ☒ r_0 에서 양이온과 음이온 사이에는 반발력이 작용한다.

나. 이온 반지름은 $\text{Br}^- > \text{Cl}^-$ 이므로 r_0 는 NaBr이 NaCl보다 크다.
 다. r_0 에서 인력과 반발력이 균형을 이루어 이온 결합을 형성한다.
바로알기 라. r_0 는 이온 결합이 형성될 때 두 이온 사이의 거리이므로 양이온의 반지름은 $\frac{r_0}{2}$ 가 아니다.

10 이온 사이의 거리와 에너지 변화

자료 분석



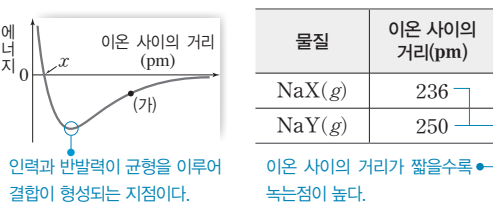
선택지 분석

- ☒ 이온 사이의 인력은 A에서가 B에서보다 크다. **작다**
☒ 이온 사이의 거리가 B인 지점에서 이온 결합이 형성된다.
☒ 이온 사이의 반발력은 C에서가 B에서보다 크다.

나. 에너지가 가장 낮은 지점은 B이며, 이 지점에서 이온 결합이 형성된다.
 다. 이온 사이의 반발력은 이온 사이의 거리가 가까울수록 크므로 이온 사이의 반발력은 C에서가 B에서보다 크다.
바로알기 라. 이온 사이의 인력은 이온 사이의 거리가 가까울수록 크므로 이온 사이의 인력은 B에서가 A에서보다 크다.

11 이온 사이의 거리와 에너지 변화

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (가)에서 Na^+ 과 X^- 사이에 작용하는 힘은 반발력이 인력보다 우세하다.
☒ 이온 사이의 거리가 x일 때 NaX가 형성된다.
☒ 녹는점은 NaX가 NaY보다 높다.

다. 이온 결합 물질은 이온의 전하량이 클수록, 이온 사이의 거리가 짧아질수록 녹는점이 높다. NaX와 NaY에서 이온들의 전하량은 같고, 이온 사이의 거리는 $\text{NaY} > \text{NaX}$ 이다. 따라서 녹는점은 NaX가 NaY보다 높다.
바로알기 라. (가)에서는 두 이온 사이에 작용하는 인력이 반발력보다 우세하다.
 나. 이온 사이의 거리가 x일 때는 에너지가 가장 낮은 지점이 아니므로 이온 결합 화합물이 형성되지 않는다.

12 이온 결합 물질의 성질

선택지 분석

- ☒ 성분 원소로 금속 원소를 포함한다.
☒ 고체 상태에서 전기 전도성이 있다. **없다**
☒ NH_3 와 화학 결합의 종류가 같다. **다르다**

고체 상태 X에 힘을 가했을 때 쉽게 부서지고, 액체 상태에서 전기 전도성이 있는 것으로 보아 X는 이온 결합 물질이다.
 라. 이온 결합 물질은 금속 원소와 비금속 원소로 이루어지므로 X에는 금속 원소가 포함된다.
바로알기 나. 이온 결합 물질은 고체 상태에서 이온들이 강한 정전기적 인력에 의해 결합하고 있어 자유롭게 이동하지 못하므로 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.
 다. NH_3 는 비금속 원소의 원자가 전자쌍을 공유하여 형성된 공유 결합 물질이므로 X와 화학 결합의 종류가 다르다.

수능 3점

본책 99쪽~101쪽

- 1 ② 2 ④ 3 ④ 4 ① 5 ④ 6 ⑤
 7 ③ 8 ④ 9 ③ 10 ④ 11 ⑤ 12 ③

1 물의 전기 분해

선택지 분석

- | | (나) | (다) | (라) | (나) | (다) | (라) |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|---------------------------------------|-----|-----|
| ☒ | ㄱ | ㄷ | ㄴ | ☒ ② | ㄱ | ㄷ |
| ☒ | ㄴ | ㄷ | ㄱ | ☒ | ㄷ | ㄱ |
| ☒ | ㄷ | ㄴ | ㄱ | | | |

Na_2SO_4 를 조금 넣은 수용액에 전류를 흘려 주면 (+)극에서는 산소 기체가 발생하고, (-)극에서는 수소 기체가 발생한다. 이때 유리관 내 수면의 높이 변화를 측정하여 발생한 수소와 산소 기체의 부피를 확인한다. 따라서 (나)는 나, (다)는 다, (라)는 라이다.

2 전기 분해와 화학 결합

자료 분석

금속 원소인 A와 비금속 원소인 B가 결합한 물질이므로 이온 결합 물질이다.

물질	전극	(-)극	(+)극
X 용융액		고체 A	기체 B ₂
소량의 X를 첨가한 증류수		기체 C ₂	기체 D ₂

물을 전기 분해하면 (-)극 : (+)극 = $\text{H}_2 : \text{O}_2 = 2 : 1$ 의 부피비로 발생한다.

선택지 분석

- ☒ X는 고체 상태에서 전기 전도성이 있다. **없다**
☒ 생성되는 C₂와 D₂의 몰비는 2 : 1이다.
☒ A와 D로 이루어진 물질은 이온 결합 물질이다.

ㄴ. 물을 전기 분해할 때 (-)극에서 생성되는 기체 C₂는 수소(H₂)이고, (+)극에서 생성되는 기체 D₂는 산소(O₂)이다. 따라서 생성되는 C₂와 D₂의 몰비는 2 : 1이다.

ㄷ. A는 금속 원소이고, D는 비금속 원소이다. 따라서 A와 D로 이루어진 물질은 이온 결합 물질이다.

바로알기 ㄱ. X 용융액을 전기 분해하면 금속 A와 비금속 원소의 이원자 분자 B₂가 생성되므로 X는 이온 결합 물질이다. 따라서 X는 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.

3 물의 전기 분해

선택지 분석

☒ '포도당'은 ㉠으로 적절하다. 적절하지 않다

☐ $\frac{b}{a}=2$ 이다.

☐ '전자'는 ㉡으로 적절하다.

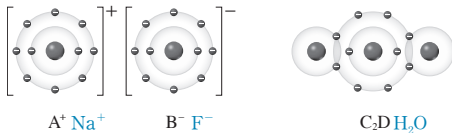
ㄴ. (+)극에서 산소 기체, (-)극에서는 수소 기체가 1 : 2의 부피비로 발생하므로 $a : b = 1 : 2$ 이다. 따라서 $\frac{b}{a}=2$ 이다.

ㄷ. 물이 분해될 때 전자를 주고받아 수소 기체와 산소 기체가 생성되므로 수소와 산소가 화학 결합하여 물을 생성할 때 전자가 관여함을 알 수 있다.

바로알기 ㄱ. 순수한 물은 전기가 통하지 않으므로 물에 녹아 전하를 띠는 Na₂SO₄이나 NaOH 등을 넣어 주어야 한다. 포도당은 물에 녹아 이온화하지 않으므로 물에 넣어 주는 ㉠으로 적절하지 않다.

4 화학 결합 모형

자료 분석



A는 금속 원소이고, B, C, D는 비금속 원소이다.

선택지 분석

☐ A₂D는 이온 결합 화합물이다.

☒ B₂에는 2중 결합이 있다. 없다

☒ C₂D는 이온 사이의 정전기적 인력으로 결합한 화합물이다.

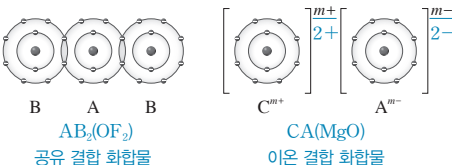
ㄱ. A는 금속 원소이고, D는 비금속 원소이므로 A₂D는 이온 결합 화합물이다.

바로알기 ㄴ. B는 2주기 17족 원소이므로 B₂에는 단일 결합이 있다.

ㄷ. C₂D는 비금속 원소의 원자들이 전자쌍을 공유하여 형성된 화합물이다.

5 화학 결합 모형

자료 분석



AB₂(OF₂)
공유 결합 화합물

CA(MgO)
이온 결합 화합물

선택지 분석

☒ m은 1이다. 2

☐ CB₂는 이온 결합 화합물이다.

☐ 공유 전자쌍 수는 A₂가 B₂의 2배이다.

A는 산소(O), B는 플루오린(F), C는 마그네슘(Mg)이다.

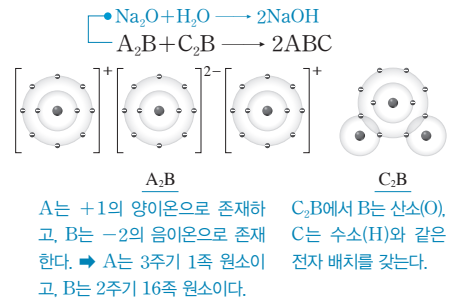
ㄴ. CB₂는 C²⁺과 B⁻이 1 : 2의 개수비로 결합한 이온 결합 화합물이다.

ㄷ. 공유 전자쌍 수는 A₂가 2, B₂가 1이므로 A₂가 B₂의 2배이다.

바로알기 ㄱ. CA에서 C는 전자 2개를 잃고 Ne의 전자 배치를 가지므로 전하가 +2이고, A는 전자 2개를 얻어 Ne의 전자 배치를 가지므로 전하가 -2이다. 따라서 m=2이다.

6 화학 결합 모형과 옥텟 규칙

자료 분석



A는 +1의 양이온으로 존재하고, B는 -2의 음이온으로 존재한다. → A는 3주기 1족 원소이고, B는 2주기 16족 원소이다.

선택지 분석

☐ A₂B는 이온 결합 물질이다.

☐ C₂B에서 B는 옥텟 규칙을 만족한다.

☐ ABC는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

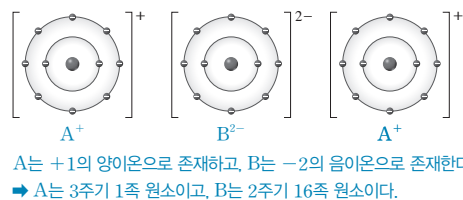
ㄱ. A₂B는 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온이 결합한 이온 결합 물질이다.

ㄴ. C₂B에서 B는 Ne과 같은 전자 배치를 가지므로 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄷ. ABC는 NaOH으로 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

7 화학 결합 모형과 옥텟 규칙

자료 분석



A는 +1의 양이온으로 존재하고, B는 -2의 음이온으로 존재한다. → A는 3주기 1족 원소이고, B는 2주기 16족 원소이다.

선택지 분석

☐ A₂B는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

☒ A와 B는 같은 주기 원소이다. 다른

☐ A₂B에서 A와 B는 옥텟 규칙을 만족한다.

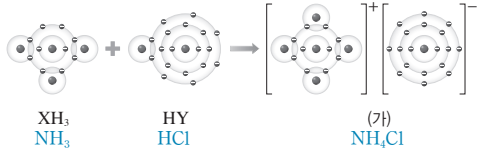
ㄱ. A₂B는 양이온(A⁺)과 음이온(B²⁻)이 정전기적 인력에 의해 결합한 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

ㄷ. A₂B에서 A와 B는 모두 Ne과 같은 전자 배치를 가지므로 옥텟 규칙을 만족한다.

❌. A는 3주기 원소이고, B는 2주기 원소이다.

8 화학 결합 모형과 옥텟 규칙

자료 분석



선택지 분석

- ❌ HY는 이온 결합 화합물이다. 공유 결합 화합물
- ❌ (가)에서 X는 옥텟 규칙을 만족한다.
- ⓐ X_2 에는 3중 결합이 있다.

❌. (가)에서 X의 전자 배치는 Ne와 같으므로 옥텟 규칙을 만족한다.

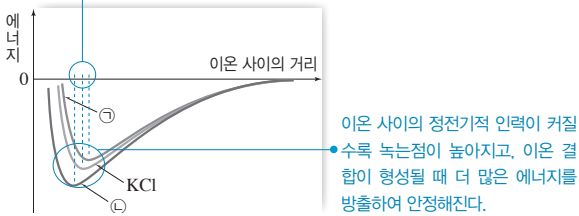
❌. X는 원자가 전자 수가 5이므로 X_2 에서 각 X 원자는 전자 3개씩을 내어 전자쌍 3개를 공유한다. 즉, X_2 에는 3중 결합이 있다.

❌. HY는 전자쌍을 공유하여 형성된 공유 결합 화합물이다.

9 이온 결합의 형성과 에너지 변화

자료 분석

- 이온 사이의 거리는 ㉠ > KCl > ㉡이다.
- ➡ 음이온의 반지름이 $\text{Br}^- > \text{Cl}^-$ 이므로
- ㉠은 KBr이고, ㉡은 KX이다.
- ➡ 음이온의 반지름은 $\text{Cl}^- > \text{X}^-$ 이다.



선택지 분석

- ⓐ ㉠은 KBr이다.
- ❌ 원자 반지름은 X가 Cl보다 크다. 작다
- ⓐ 녹는점은 KX가 KCl보다 높다.

ⓐ. 그래프에서 ㉠은 KCl보다 이온 사이의 거리가 길다. 주어진 3가지 물질 중에서 KCl보다 이온 사이의 거리가 긴 것은 KBr이다.

❌. 이온 결합 화합물이 형성될 때 이온 사이의 거리는 KX가 KCl보다 짧으므로 녹는점은 KX가 KCl보다 높다.

❌. ㉡은 KX이고, KX는 KCl보다 이온 사이의 거리가 짧으므로 음이온의 반지름은 X^- 이 Cl^- 보다 작다. 따라서 원자 반지름은 X가 Cl보다 작다.

10 이온 결합 물질

선택지 분석

- ❌ $\frac{|\text{음이온의 전하}|}{|\text{양이온의 전하}|}$ 는 DA가 CB보다 크다. 같다
- ❌ 양이온의 반지름은 CE가 DA보다 크다.
- ⓐ 녹는점은 CB가 CE보다 높다.

❌. CE에서 양이온으로 존재하는 C는 3주기 1족 원소이고, DA에서 양이온으로 존재하는 D는 3주기 2족 원소이다. 즉, 각 화합물에서 양이온의 전자 배치는 Ne와 같고, 이온의 핵전하는 D가 C보다 크므로 양이온의 반지름은 CE가 DA보다 크다.

❌. CB와 CE에서 양이온은 같고 음이온의 반지름은 CB에서 CE에서보다 짧으므로 이온 결합력은 CB가 CE보다 크다. 따라서 녹는점은 CB가 CE보다 높다.

❌. DA에서 양이온과 음이온의 전하의 크기는 2로 같고, CB에서도 양이온과 음이온의 전하의 크기는 1로 같으므로 $\frac{|\text{음이온의 전하}|}{|\text{양이온의 전하}|}$ 는 DA와 CB에서 1로 같다.

11 이온 결합 물질

선택지 분석

- ⓐ NaCl을 구성하는 양이온 수와 음이온 수는 같다.
- ❌ '이온 사이의 거리가 가까울수록 녹는점이 높다.'는 ㉠으로 적절하다.
- ⓐ NaF, NaCl, NaBr, NaI 중 이온 사이의 정전기적 인력이 가장 큰 물질은 NaF이다.

ⓐ. NaCl은 Na^+ 과 Cl^- 이 1 : 1의 개수비로 결합한 물질로, 구성하는 양이온 수와 음이온 수가 같다.

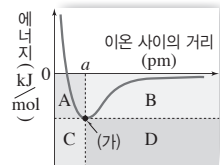
❌. 학생 A는 이온 결합 물질에서 이온 사이의 거리와 녹는점을 비교하고, 이온 사이의 거리가 가까울수록 녹는점이 높은 결과를 얻었다. 따라서 '이온 사이의 거리가 가까울수록 녹는점이 높다.'는 ㉠으로 적절하다.

❌. NaF, NaCl, NaBr, NaI 중 녹는점은 NaF가 가장 높으므로 이온 사이의 정전기적 인력이 가장 큰 물질은 NaF이다.

12 이온 결합의 형성과 에너지 변화

자료 분석

물질	이온 사이의 거리(pm)	녹는점(°C)
NaF	235	996
NaBr	298	747
MgX	212	x



- NaBr은 NaF보다 음이온의 반지름이 크다. ➡ NaF가 형성될 때보다 이온 사이의 거리가 길고, 방출하는 에너지는 작다.

선택지 분석

- ⓐ a는 235이다.
- ❌ NaBr이 형성될 때 에너지가 가장 낮은 지점은 D 영역에 속한다.
- ⓐ $x > 996$ 이다.

ⓐ. 에너지가 가장 낮은 지점에서 NaF가 형성되므로 a는 NaF에서 이온 사이의 거리인 235이다.

❌. MgX의 이온 사이의 거리는 NaF보다 짧고, 이온의 전하량은 NaF보다 크므로 녹는점은 NaF보다 높다. 따라서 $x > 996$ 이다.

❌. NaBr은 NaF보다 음이온의 반지름이 크므로 결합이 형성될 때 이온 사이의 거리는 NaF보다 길고, 방출하는 에너지는 NaF보다 작다. 따라서 NaBr이 형성될 때 에너지가 가장 낮은 지점은 B 영역에 속한다.

10 공유 결합과 금속 결합

개념 확인

본책 103쪽, 105쪽

- (1) ① 비금속, 전자쌍 ② 헬륨 ③ 네온 ④ 단일 ⑤ 2중 ⑥ 3중
 (2) ① B ② 74 ③ 436 (3) ① 없다 ② 낮다 ③ 녹지 않는다
 (4) ① 금속 양이온, 자유 전자 ② L ③ T, L (5) ① 이온 결합 ② 높 (6) ① 있음 L 없음 E 있음 E 없음

능 자료

본책 106쪽

- 자료 ① 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○ 5 ×
 자료 ② 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ×
 자료 ③ 1 × 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ○
 자료 ④ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ○ 6 ×

자료 ① 공유 결합 모형과 옥텟 규칙

2 물 분자를 구성하는 H와 O는 비금속 원소이므로 전자쌍을 공유하여 공유 결합을 형성한다.

5 물 분자에는 H와 O 사이에 단일 결합만 존재한다.

자료 ② 공유 결합 모형과 결합의 종류

4 화학 결합 모형으로부터 X는 O, Y는 F, Z는 C이다. ZXY₂에서 Z(C)와 X(O) 사이의 결합은 2중 결합이다.

5 Y의 원자가 전자 수는 7이므로 Y₂에는 단일 결합이 존재하고, 공유 전자쌍 수는 1이다. X의 원자가 전자 수는 6이므로 X₂에는 2중 결합이 존재하고, 공유 전자쌍 수는 2이다.

자료 ③ 금속 결합 모형과 금속의 성질

1 A는 금속 양이온이고, B는 자유 전자이다.

4 금속에 전압을 걸어 주어도 금속 양이온인 A는 이동하지 않는다.

자료 ④ 화학 결합의 종류에 따른 물질의 성질

1 A는 3주기 1족 원소로 금속 원소이다. 따라서 A(s)에 외부에서 힘을 가하면 부서지지 않고 가늘게 뽑히거나 넓게 퍼지는 연성과 전성이 있다.

3 AC는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

4 ABC는 이온 결합 물질로 실온에서 고체로 존재하고, H₂B는 공유 결합 물질로 분자로 존재한다. 녹는점은 ABC가 H₂B보다 높다.

6 B₂는 O₂이고, C₂는 Cl₂이다. 공유 전자쌍 수는 O₂가 2, Cl₂가 1이므로 B₂(O₂) > C₂(Cl₂)이다.

수능



본책 107쪽

- 1 ④ 2 (1) 2중 (2) 4 (3) < (4) 4 3 ③ 4 ④
 5 (1) (가) 이온 결합 (나) 공유 결합 (다) 금속 결합 (2) (다) (3) (가), (다) 6 ②

1 ③ H₂O에서 결합하는 두 원자는 전자쌍을 1개 공유하므로 단일 결합이 있다.

⑤ H₂O에서 공유 전자쌍 수는 2이고, 비공유 전자쌍 수도 2이므로 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 1$ 이다.

바로알기 ④ 산소 원자의 원자가 전자 6개 중 2개는 결합에 참여하고, 나머지 4개는 결합하지 않고 산소 원자에 속한다.

2 (1) (가)에서 두 원자 사이에 공유한 전자쌍이 2개이므로 2중 결합이 있다.

(3) (가)에서 B는 원자가 전자 수가 6이므로 B₂에는 2중 결합이 있다. 또 (나)에서 D의 원자가 전자 수가 5이므로 D₂에는 3중 결합이 있다.

(4) 비공유 전자쌍 수는 (가)에서 4이고, (나)에서 1이다.

3 ③ 비금속 원소들의 원자들은 공유 결합을 형성하여 대체로 분자로 존재한다.

바로알기 ② 다이아몬드와 같은 공유 결합을 형성할 때 원자 사이의 공유 결합력은 금속 양이온과 자유 전자 사이에 작용하는 금속 결합력보다 크다. 따라서 공유 결합을 이룬 물질들의 녹는점은 금속 결합의 녹는점보다 높다.

④, ⑤ 공유 결합을 형성하여 전기적으로 중성인 분자로 존재하므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다. 또 수용액 상태에서 이온화하지 않는 대부분의 공유 결합 물질은 수용액 상태에서도 전기 전도성이 없다.

4 ④ A(s)에 열을 가하면 자유 전자의 운동이 활발해지면서 열을 전달한다. 즉, A(s)는 열전도성이 크다.

바로알기 ① 금속에서 음전하를 띤 L은 자유 전자이다.

② 금속에 전압을 걸어 주면 자유 전자인 L이 (+)극 쪽으로 이동하면서 전류가 흐른다.

③ A에서 금속 양이온 수와 자유 전자 수가 같으므로 원자가 전자 수는 1이다.

⑤ 금속은 비금속과 반응할 때 전자를 잃고 산화된다.

5 (1) (가)는 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질, (나)는 원자들이 전자쌍을 공유한 공유 결합 물질, (다)는 금속 양이온과 자유 전자가 정전기적 인력으로 결합한 금속 결합 물질이다.

(2) 외부에서 힘을 가할 때 부서지지 않고 넓게 퍼지는 성질이 있는 물질은 금속인 (다)이다.

(3) 액체 상태에서 전기 전도성이 있는 물질은 액체 상태에서 전하를 운반할 수 있는 (가)와 (다)이다.

6 ① NaCl의 녹는점은 실온보다 높으므로 실온에서 고체 상태이다.

③ H₂O는 공유 결합 물질로 실온에서 분자 상태로 존재한다.

④ KF는 이온 결합 물질로 액체 상태에서 양이온과 음이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기 전도성이 있다.

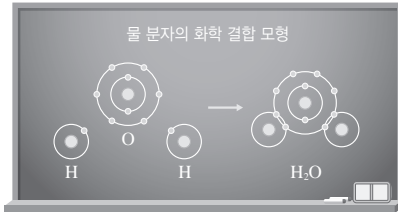
⑤ Fe는 금속 결합 물질로 고체 상태에서 자유 전자가 있다.

바로알기 ② 녹는점은 Fe이 Na보다 높으므로 화학 결합의 세기는 Fe이 Na보다 크다.

- 1 ⑤ 2 ③ 3 ④ 4 ① 5 ④ 6 ⑤
7 ⑤ 8 ③ 9 ③ 10 ② 11 ③ 12 ⑤

1 물 분자의 화학 결합 모형

자료 분석



물 분자를 구성하는 수소 원자와 산소 원자가 각각 전자를 1개씩 내어 전자쌍을 만들고, 이 전자쌍을 공유하면서 결합하고 있다. → 공유 결합을 형성한다.

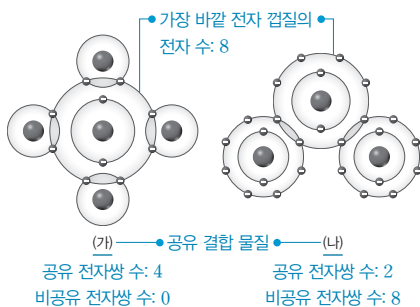
선택지 분석

- Ⓐ 물 분자 1개는 수소 원자 2개와 산소 원자 1개로 이루어져 있어.
Ⓑ 물 분자 내에서 수소와 산소의 결합은 공유 결합이야.
Ⓒ 물 분자 내에서 산소는 옥텟 규칙을 만족해.

- A. 물 분자는 수소 원자 2개와 산소 원자 1개로 이루어져 있어 분자식을 H_2O 로 나타낸다.
B. 물 분자를 구성하는 수소 원자와 산소 원자가 각각 전자를 1개씩 내어 전자쌍을 만든 다음, 이 전자쌍을 공유하면서 결합하고 있다. 즉, 물 분자의 구성 원자 사이의 결합은 공유 결합이다.
C. 물 분자에서 산소는 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 가지므로 옥텟 규칙을 만족한다.

2 공유 결합 모형과 옥텟 규칙

자료 분석



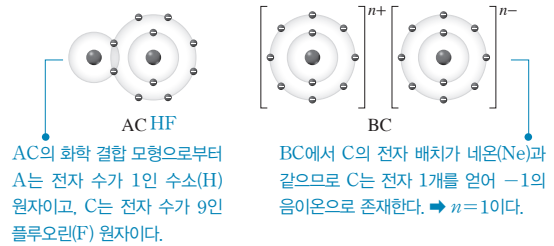
선택지 분석

- Ⓐ 공유 결합 물질이다.
Ⓑ 공유 전자쌍 수가 4이다. (가) 4, (나) 2
Ⓒ 중심 원자가 옥텟 규칙을 만족한다.

- ㄱ. (가)와 (나) 모두 원자들 사이에 전자쌍을 공유하여 형성된 공유 결합 물질이다.
ㄴ. (가)와 (나) 각각에서 중심 원자는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 8개 있으므로 옥텟 규칙을 만족한다.
바로알기 ㄴ. (가)에서 공유 전자쌍 수는 4이고, (나)에서 공유 전자쌍 수는 2이다.

3 화학 결합 모형

자료 분석



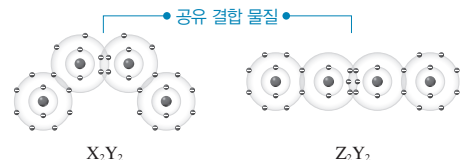
선택지 분석

- Ⓐ A와 B는 같은 족 원소이다.
Ⓑ AC에서 C는 옥텟 규칙을 만족한다.
Ⓒ 공유 전자쌍 수는 C_2 가 A_2 보다 크다. 같다

- ㄱ. AC의 화학 결합 모형으로부터 A는 수소(H) 원자이고, C는 플루오린(F) 원자이다. 또 BC의 화학 결합 모형에서 C가 -1의 음이온으로 존재하므로 B는 +1의 양이온으로 존재한다. 이로부터 B는 3주기 1족 원소이므로 A와 같은 족 원소이다.
ㄴ. AC에서 C의 전자 배치가 네온(Ne)과 같으므로 C는 옥텟 규칙을 만족한다.
바로알기 ㄴ. A는 전자 수가 1이므로 A_2 에서 A 원자는 전자쌍 1개를 공유한다. 또 C는 17족 원소이므로 C_2 에서 C 원자는 각각 전자 1개를 내어 전자쌍 1개를 만들고 이를 공유한다. 따라서 공유 전자쌍 수는 A_2 와 C_2 가 같다.

4 공유 결합 모형과 옥텟 규칙

자료 분석



- X_2Y_2 를 구성하는 X 원자와 Y 원자의 전자 배치는 모두 네온(Ne)과 같다. → X, Y는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.
• X의 원자가 전자 수는 5이다. → X_2 에서 각 X 원자는 전자를 3개씩 내어 전자쌍 3개를 공유해야 옥텟 규칙을 만족한다.

선택지 분석

- Ⓐ X_2Y_2 에서 X와 Y는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.
Ⓑ X_2 에는 2중 결합이 있다. 3중
Ⓒ Z_2Y_2 (l)은 전기 전도성이 있다. 없다

- ㄱ. X_2Y_2 를 구성하는 X 원자와 Y 원자의 전자 배치는 모두 네온(Ne)과 같으므로 X와 Y는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.
바로알기 ㄴ. X_2Y_2 화학 결합 모형으로부터 X의 원자가 전자 수는 5라는 것을 알 수 있다. 따라서 X_2 에서 각 X 원자는 전자를 3개씩 내어 전자쌍 3개를 공유해야 옥텟 규칙을 만족하므로 X_2 에는 3중 결합이 있다.
ㄴ. Z_2Y_2 는 구성하는 원자가 전자쌍을 공유 결합하여 전기적으로 중성인 분자로 존재한다. 따라서 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.

5 공유 결합의 형성

자료 분석

원소	원자 반지름(pm)	분자	
		결합 길이(pm)	결합 에너지(kJ/mol)
A	71	142	159
B	73	121	498
C	75	110	945

2주기 원소 중 공유 결합으로 2원자 분자를 형성하는 원소는 질소(N), 산소(O), 플루오린(F)이다.

원자 반지름: $A < B < C$
 → A는 F, B는 O, C는 N이다.

선택지 분석

- ☒ 원자가 전자 수는 C가 가장 크다. A
- ☐ A₂에서 A의 전자 배치는 네온과 같다.
- ☐ B₂와 C₂에는 다중 결합이 있다.

ㄴ. A₂(F₂)에서 각 A 원자는 전자쌍 1개를 공유하므로 전자 배치는 네온과 같다.

ㄷ. B₂(O₂)에는 2중 결합이, C₂(N₂)에는 3중 결합이 있다.

바로알기 ㄱ. 원자가 전자 수는 A(F)가 가장 크다.

6 화학 결합의 종류와 물질의 성질

자료 분석

구리(Cu) 금속	염화 나트륨(NaCl) 이온 결합 물질	다이아몬드(C) 공유 결합 물질
--------------	--------------------------	----------------------

선택지 분석

- ☐ Cu(s)는 연성(뽐힘성)이 있다.
- ☐ NaCl(l)은 전기 전도성이 있다.
- ☐ C(s, 다이아몬드)를 구성하는 원자는 공유 결합을 하고 있다.

ㄱ. Cu(s)는 금속 결정이므로 가늘게 뽐히는 연성이 있다.

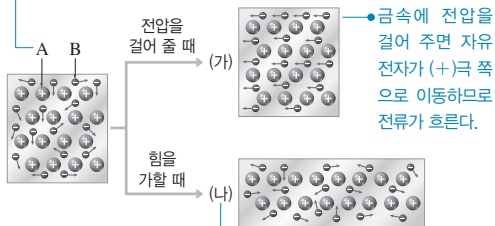
ㄴ. NaCl(l)은 액체 상태의 이온 결합 물질이므로 전기 전도성이 있다.

ㄷ. C(s, 다이아몬드)에서 탄소 원자는 이웃한 탄소 원자와 공유 결합을 형성한다.

7 금속 결합 물질의 성질

자료 분석

금속에서 양전하를 띠는 A는 금속 양이온이고, 음전하를 띠는 B는 자유 전자이다.



금속 외부에서 힘을 가할 때 금속 양이온 층이 밀리더라도 자유 전자가 빠르게 이동하여 금속 결합력을 유지하므로 부서지지 않는다.

선택지 분석

- ☐ B는 자유 전자이다.
- ☐ X(s)의 전기 전도성은 (가)로 설명할 수 있다.
- ☐ X(s)에 외부에서 힘을 가할 때 넓게 퍼지는 성질은 (나)로 설명할 수 있다.

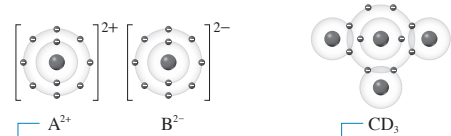
ㄱ. 금속에서 양전하를 띠는 A는 금속 양이온이고, 음전하를 띠는 B는 자유 전자이다.

ㄴ. 금속에 전압을 걸어 주면 자유 전자가 (+)극 쪽으로 이동하므로 전류가 흐른다. 즉, (가)의 모형으로 금속 X(s)의 전기 전도성을 설명할 수 있다.

ㄷ. 금속에 외부에서 힘을 가할 때 금속 양이온 층이 밀리더라도 자유 전자가 빠르게 이동하여 금속 결합력을 유지하므로 부서지지 않는다. 즉, (나)의 모형으로 X(s)에 외부에서 힘을 가할 때 넓게 퍼지는 성질을 설명할 수 있다.

8 화학 결합 모형

자료 분석



AB는 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다. → A는 3주기 2족 원소로 금속 원소이고, B는 2주기 16족 원소로 비금속 원소이다.

C의 원자가 전자 수가 5이므로 2주기 15족 원소이고, D는 1주기 1족 원소이다.

선택지 분석

- ☐ AB는 이온 결합 물질이다.
- ☒ C₂에는 2중 결합이 있다. 3중
- ☐ A(s)는 전기 전도성이 있다.

ㄱ. AB는 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다.

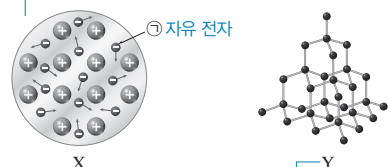
ㄷ. A(s)는 금속이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.

바로알기 ㄴ. C의 원자가 전자 수는 5로 2주기 15족 원소이므로 C₂에서 C 원자 사이의 공유 전자쌍 수는 3이다. 즉, C₂에는 3중 결합이 있다.

9 화학 결합 모형

자료 분석

X(s)는 금속 양이온과 자유 전자가 정전기적 인력으로 결합한 금속 결합 물질이다.



Y(s)는 Y 원자들이 전자쌍을 공유하여 결합한 공유 결합 물질이다.

선택지 분석

- ☐ X(s)에 전압을 걸어 주면 ㉠은 (+)극 쪽으로 이동한다.
- ☐ Y(s)는 공유 결합 물질이다.
- ☒ X(s)와 Y(s)에 각각 외부에서 힘을 가하면 모두 넓게 퍼진다.

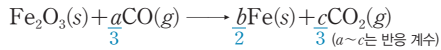
ㄱ. X(s)에서 음전하를 띤 ①은 자유 전자이다. 따라서 X(s)에 전압을 걸어 주면 자유 전자인 ①이 (+)극 쪽으로 이동하면서 전류가 흐른다.

ㄴ. Y(s)는 Y 원자들이 전자쌍을 공유하여 결합한 공유 결합 물질이다.

바로알기 ㄷ. X(s)는 금속 결정으로 외부에서 힘을 가하면 부서지지 않고 넓게 퍼진다. 반면 Y(s)에 힘을 가하면 부서지거나 깨진다.

10 철의 제련

자료 분석



선택지 분석

- ☒ a+b+c=7이다. 8
- ☐ 반응물 중 CO는 공유 결합 물질이다.
- ☒ 2가지 생성물 모두 고체 상태에서 전기 전도성이 있다. 1가지만

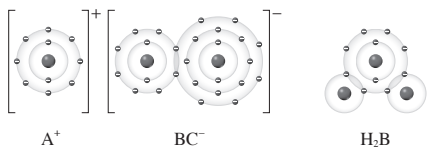
ㄴ. CO는 비금속 원소의 원자인 C와 O가 전자쌍을 공유하여 결합한 공유 결합 물질이다.

바로알기 ㄱ. 화학 반응 전후 원자의 종류와 수가 같도록 반응 계수 a~c를 맞추면 a=3, b=2, c=3이다. 따라서 a+b+c=8이다. ㄷ. 생성물인 Fe는 금속 결합 물질이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 있다. 반면 CO₂는 전기적으로 중성인 분자로 존재하므로 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.

11 화학 결합 모형

자료 분석

A는 3주기 1족 원소이므로 금속 원소이다.
→ A는 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.



B는 2주기 16족 원소이다. → B₂에서 B 원자는 전자쌍 2개를 공유한다.
C는 3주기 17족 원소이다. → C₂에서 C 원자는 전자쌍 1개를 공유한다.

선택지 분석

- ☐ A(s)에 외부에서 힘을 가하면 넓게 퍼지는 성질이 있다.
- ☒ B₂와 C₂에는 모두 2중 결합이 있다. B₂ 2중 결합, C₂ 단일 결합
- ☐ AC(l)는 전기 전도성이 있다.

ㄱ. A는 금속 원소이므로 고체 상태에서 힘을 가하면 넓게 퍼지는 성질이 있다.

ㄷ. A는 금속 원소이고, C는 비금속 원소이므로 AC는 금속의 양이온과 비금속의 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다. 따라서 AC(l)는 전기 전도성이 있다.

바로알기 ㄴ. H₂B에서 B 원자는 2주기 16족 원소이므로 B₂에서 B 원자는 각각 전자 2개씩 내어 전자쌍 2개를 만들어 공유한다. 즉, B₂에는 2중 결합이 있다. 또 ABC에서 BC⁻의 원자가 전자 수의 총합이 14이고, B의 원자가 전자 수는 6이므로 C는 원자가 전자 수가 7이다. 이로부터 C₂에서 C 원자는 각각 전자 1개씩 내어 전자쌍 1개를 만들어 공유하므로 C₂에는 단일 결합이 있다.

12 화학 결합의 종류와 물질의 성질

자료 분석

실험	(가)	(나)	(다)
실험 장치			
실험 목적	고체의 전기 전도성 확인 → 금속 구별	수용액의 전기 전도성 확인 → 이온 결합 물질 구별	불꽃 반응의 불꽃 색 확인 → Na ⁺ , K ⁺ 등의 금속 이온 구별

선택지 분석

- ☒ (가) ☒ (나) ☒ (다)
- ☒ (가), (나) ☒ (나), (다)

소금은 이온 결합 물질이고, 설탕은 공유 결합 물질이다. 소금은 액체와 수용액 상태에서 전기 전도성이 있지만, 설탕은 액체와 수용액 상태에서 전기 전도성이 없다. 또, 소금에는 나트륨 이온이 포함되어 있어 소금은 노란색의 불꽃색을 나타내고, 설탕은 불꽃색을 나타내지 않는다. 따라서 실험 (나)와 (다)로 소금과 설탕을 구별할 수 있다.

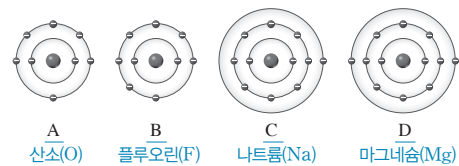
수능 3점

본책 111쪽~113쪽

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| 1 ② | 2 ② | 3 ③ | 4 ③ | 5 ① | 6 ⑤ |
| 7 ④ | 8 ② | 9 ⑤ | 10 ③ | 11 ④ | 12 ③ |

1 공유 결합 모형과 옥텟 규칙

자료 분석



화합물	(가)	(나)	(다)	(라)
구성 원소	A, B	A, D	B, C	B, D
	AB ₂ (OF ₂), A ₂ B ₂ (O ₂ F ₂) 등	DA(MgO)	CB(NaF)	DB ₂ (MgF ₂)

선택지 분석

- ☒ 공유 결합 물질은 2가지이다. 1가지
- ☒ 액체 상태에서 전기 전도성이 있는 물질은 2가지이다. 3가지
- ☐ (가)와 (라)에서 각 원자나 이온은 모두 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄷ. (가)~(라)에서 각 원자와 이온은 모두 네온과 같은 전자 배치를 가지므로 옥텟 규칙을 만족한다.

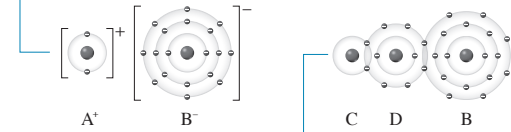
바로알기 ㄱ. 공유 결합 물질은 비금속 원소로 이루어진 (가) 1가지이다.

ㄴ. 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 (나), (다), (라)는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

2 화학 결합 모형

자료 분석

A⁺의 전자 수가 2이므로 A는 2주기 1족 원소이다. 또 B⁻의 전자 배치가 Ar과 같으므로 B는 3주기 17족 원소이다.



CDB의 화학 결합 모형에서 C는 수소(H)이고, D는 산소(O)이다.

선택지 분석

- ☒ A와 C는 1주기 원소이다. A는 2주기, C는 1주기
- ☒ AB는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
- ☒ 비공유 전자쌍 수는 $CB > D_2$ 이다. $CB < D_2$

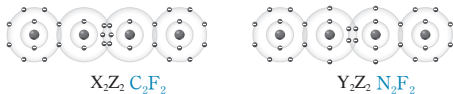
ㄴ. AB는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

ㄷ. A는 2주기 1족 원소이고, C는 1주기 1족 원소이다.
 ㄷ. CB에서 공유 전자쌍 수는 1이고 비공유 전자쌍은 B에 3개가 있다. 또 D₂에서 D의 원자가 전자 수가 6이므로 D 원자 사이의 결합은 2중 결합이고, 각 D 원자에 비공유 전자쌍이 2개씩 있으므로 D₂에는 비공유 전자쌍이 4개 있다.

3 화학 결합 모형

자료 분석

X₂Z₂에서 X 원자와 Z 원자의 전자 배치는 네온(Ne)과 같다.
 → 구성 원자는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.



• 화학 결합 모형으로부터 X는 탄소(C), Z는 플루오린(F), Y는 질소(N)이다.

선택지 분석

- ☒ X₂Z₂에서 구성 원자는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.
- ☒ XYZ에는 3중 결합이 있다.
- ☒ 비공유 전자쌍 수 / 공유 전자쌍 수 는 Y₂가 Z₂보다 크다. 작다

ㄱ. X₂Z₂에서 X 원자와 Z 원자의 전자 배치는 네온(Ne)과 같으므로 구성 원자는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄴ. 화학 결합 모형으로부터 X는 탄소(C), Z는 플루오린(F), Y는 질소(N)이다. 이로부터 XYZ는 CNF이고, CNF의 구조식은 N≡C-F이므로 3중 결합이 있다.

ㄷ. Y₂(N₂)는 공유 전자쌍 수가 3이고, 비공유 전자쌍 수가 2이다. 또 Z₂(F₂)는 공유 전자쌍 수가 1이고, 비공유 전자쌍 수가 6이다. 따라서 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 는 Z₂가 Y₂보다 크다.

4 이온 결합과 공유 결합

자료 분석

• 공유 결합을 형성하는 A, D, E는 비금속 원소이고, 이온 결합을 형성하는 B와 C는 금속 원소이다.

물질	AD ₂ , DE ₂	BD, CE
화합 결합의 종류	공유 결합	이온 결합

• 원자 번호가 6, 8, 9인 원소는 비금속 원소이고, AD₂와 DE₂에서 중심 원자는 C 또는 O 중 하나이다. → AD₂는 CO₂이고, DE₂는 OF₂이다.

선택지 분석

- ☒ B(s)는 전기 전도성이 있다.
- ☒ 녹는점은 BD > CE이다.
- ☒ CE(s)에 외부에서 힘을 가하면 넓게 퍼지는 성질이 있다. 부서진다

A~E의 원자 번호가 6, 8, 9, 11, 12 중 하나이므로 A~E는 탄소(C), 산소(O), 플루오린(F), 나트륨(Na), 마그네슘(Mg) 중 하나이다. 공유 결합을 형성하는 A, D, E는 각각 C, O, F 중 하나인데, 이때 중심 원자인 A, D는 탄소 또는 산소 원자 중 하나이므로 A는 C, D는 O, E는 F이다. 또 D(O)와 1:1의 개수비로 결합하여 이온 결합을 형성하는 B는 Mg이고, E(F)와 1:1의 개수비로 결합하여 이온 결합을 형성하는 C는 Na이다.

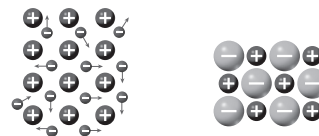
ㄱ. B는 금속 원소이므로 고체 상태에서 자유 전자가 존재한다. 따라서 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.

ㄴ. BD는 MgO이고, CE는 NaF이다. 이온의 전하량의 곱은 BD가 CE의 4배이므로 이온 결합력은 BD > CE이다. 따라서 녹는점은 BD > CE이다.

ㄷ. CE는 이온 결합 물질이므로 외부에서 힘을 가하면 힘을 받은 이온층이 밀려 같은 전하를 띤 이온이 가까이에 위치하면서 반발력이 작용하여 부서진다.

5 금속 결합 물질과 이온 결합 물질

자료 분석



금속 결합 물질 (가) M

(나) MCl — 이온 결합 물질

액체 상태에서 (가)에서는 자유 전자가, (나)에서는 양이온과 음이온이 자유롭게 이동할 수 있다.

선택지 분석

- ☒ 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
- ☒ 외부에서 힘을 가하면 부서진다. (가)는 변형, (나)는 부서진다
- ☒ 음이온이 있다. (가)는 ×, (나)는 ○

ㄱ. (가)는 금속 결합 물질이고, (나)는 이온 결합 물질이다. 액체 상태에서 (가)에서는 자유 전자가, (나)에서는 양이온과 음이온이 이동하면서 전하를 운반하므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

ㄴ. (가)와 (나)에 각각 외부에서 힘을 가하면 (가)는 변형되고, (나)는 부서진다.

ㄷ. (가)에는 금속 양이온과 자유 전자가 있고, (나)에는 금속의 양이온과 비금속의 음이온이 있다.

6 화학 결합의 종류와 물질의 성질

자료 분석

• A는 금속 원소이고, B, C, D는 비금속 원소이다.

주기	족	1	2	13	14	15	16	17	18
2		ALi			BC		CO		
3								DCl	

- A는 금속이므로 A(s)에 외부에서 힘을 가하면 넓게 퍼지는 성질이 있다.
- AD는 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 이온 결합 물질이다.
- CD는 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이다.

선택지 분석

- ㉠ A(s)에 외부에서 힘을 가하면 넓게 퍼지는 성질이 있다.
- ㉡ 전기 전도도는 AD(l)가 CD₂(l)보다 크다.
- ㉢ 녹는점은 A₂C가 BC₂보다 높다.

㉠. A(s)는 금속이므로 외부에서 힘을 가하면 부서지지 않고 넓게 퍼지는 성질이 있다.

㉡. AD는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다. 반면 CD₂는 공유 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다. 따라서 전기 전도도는 AD(l)가 CD₂(l)보다 크다.

㉢. A₂C는 이온 결합 물질이고, BC₂는 분자로 이루어진 물질이므로 녹는점은 A₂C가 BC₂보다 높다.

7 화학 결합의 종류와 물질의 성질

자료 분석

- A는 2주기 17족 원소인 F, B는 2주기 16족 원소인 O, C는 3주기 2족 원소인 Mg이다.

이온	전자 배치
A ⁻ , B ²⁻ , C ²⁺	1s ² 2s ² 2p ⁶
D ⁻ , E ⁺	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶

- D는 3주기 17족 원소인 Cl, E는 4주기 1족 원소인 K이다.

선택지 분석

- ㉠ 공유 전자쌍 수는 A₂가 B₂보다 크다. 작다
- ㉡ 녹는점은 CB가 ED보다 높다.
- ㉢ E는 고체와 액체 상태에서 모두 전기 전도성이 있다.

㉡. CB는 MgO이고, ED는 KCl이다. 이온의 전하량은 CB가 ED보다 크고, 화합물을 구성하는 이온들의 반지름은 CB가 ED보다 작다. 따라서 이온 결합력은 CB가 ED보다 크므로 녹는점은 CB가 ED보다 높다.

㉢. E는 금속이므로 고체와 액체 상태에서 모두 전기 전도성이 있다.

㉠. A의 원자가 전자 수는 7이고, B의 원자가 전자 수는 6이므로 A₂에는 단일 결합이, B₂에는 2중 결합이 있다. 따라서 공유 전자쌍 수는 A₂가 B₂보다 작다.

8 화학 결합의 종류와 물질의 성질

자료 분석

- 고체 상태와 액체 상태에서 전기 전도성이 없는 (가)는 공유 결합 물질이다. ➡ (가)는 C₆H₁₂O₆이다.

물질	전기 전도성	
	고체 상태	액체 상태
(가)	없음	없음
(나)	없음	있음
(다)	있음	있음

- 고체 상태와 액체 상태에서 전기 전도성이 있는 (다)는 금속 결합 물질이다. ➡ (다)는 Fe이다.
- 고체 상태에서는 전기 전도성이 없지만 액체 상태에서는 전기 전도성이 있는 (나)는 이온 결합 물질이다. ➡ (나)는 CaCl₂이다.

선택지 분석

- ㉠ (가)는 수용액 상태에서 전기 전도성이 있다. 없다
- ㉡ (나)는 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 물질이다.
- ㉢ (다)에 외부에서 힘을 가하면 쉽게 부서진다. 변형된다

㉡. (나)는 이온 결합 물질이므로 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 물질이다.

㉠. (가)는 포도당(C₆H₁₂O₆)이다. 포도당은 물에 녹아 이온화하지 않고 전기적으로 중성인 분자 상태로 녹아 있다. 따라서 수용액 상태에서 전기 전도성이 없다.

㉢. (다)는 금속 결합 물질이므로 외부에서 힘을 가하면 부서지지 않고 변형된다.

9 화학 결합의 종류와 물질의 성질

자료 분석

- 고체 상태에서 전기 전도성이 있는 것은 (가)이다.
 - ➡ C(다이아몬드), I₂, KCl, Mg 중에서 고체 상태에서 전기 전도성이 있는 것은 금속인 Mg이다.
 - ➡ (가): Mg
- 화합물은 (다) 1가지이다.
 - ➡ 2가지 이상의 원소로 이루어진 화합물은 KCl이다.
 - ➡ (다): KCl
- 녹는점은 (나)가 (라)보다 높다.
 - ➡ 공유 결정인 C(다이아몬드)가 분자 결정인 I₂보다 녹는점이 높다.
 - ➡ (나): C(다이아몬드), (라): I₂

선택지 분석

- ㉠ (가)에는 자유 전자가 있다.
- ㉡ (나)는 그물 구조를 이룬다.
- ㉢ 액체 상태에서 전기 전도도는 (다)가 (라)보다 크다.

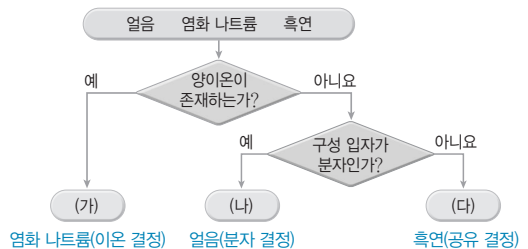
㉠. (가)는 금속인 Mg이므로 자유 전자가 있다.

㉡. (나)는 C(다이아몬드)이며, 다이아몬드는 C 원자가 연속적으로 결합하여 3차원적인 그물 구조를 이룬다.

㉢. (다)는 이온 결정이고, (라)는 분자 결정이므로 액체 상태에서 전기 전도도는 (다)가 (라)보다 크다.

10 화학 결합의 종류와 물질의 성질

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)는 이온 결합 물질이다.
- ㉡ (다)의 구성 입자는 원자이다.
- ㉢ 녹는점은 (나)가 (다)보다 높다. 낮다

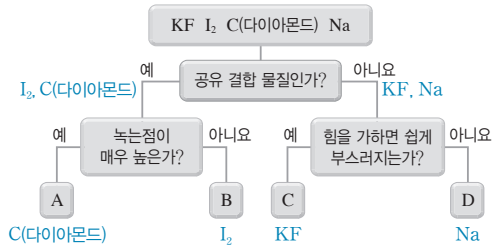
㉠. (가)는 염화 나트륨(NaCl)으로 이온 결합 물질이다.

ㄴ. (다)는 흑연이다. 흑연은 각 탄소 원자가 전자쌍을 공유하여 결합하므로 구성 입자는 원자이다.

바로알기 ㄷ. (나)는 분자 결정인 얼음이고, (다)는 공유 결정인 흑연이므로 녹는점은 분자 결정인 (나)가 공유 결정인 (다)보다 낮다.

11 화학 결합의 종류와 물질의 성질

자료 분석



선택지 분석

- ☒ A의 구성 입자는 분자이다. **원자**
- ☒ C와 D에는 금속 양이온이 있다.
- ☒ 전기 전도도는 D가 B보다 크다.

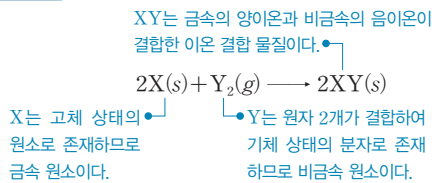
ㄴ. C는 금속의 양이온과 비금속의 음이온이 결합한 이온 결합 물질이고, D는 금속 양이온과 자유 전자가 결합하여 이루어진 금속 결합 물질이다. 따라서 C와 D에는 모두 금속 양이온이 있다.

ㄷ. D는 금속이고, B는 분자로 이루어진 분자 결정이다. 따라서 전기 전도도는 D가 B보다 크다.

바로알기 ㄱ. A는 공유(원자) 결정으로 구성 입자는 원자이다.

12 화학 결합의 종류

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 전기 전도도는 X(s)가 XY(s)보다 크다.
- ☒ XY(s)는 외부에서 힘을 가할 때 쉽게 부서진다.
- ☒ 액체 상태에서 전기 전도도는 Y₂가 XY보다 **크다. 작다**

ㄱ. X(s)는 금속 결합 물질이고, XY(s)는 이온 결합 물질이므로 고체 상태에서 전기 전도도는 X(s)가 XY(s)보다 크다.

ㄴ. XY(s)는 이온 결합 물질이므로 외부에서 힘을 가하면 쉽게 부서진다.

바로알기 ㄷ. Y₂는 액체 상태에서 전기적으로 중성인 분자 상태로 존재하므로 전기 전도성이 없다. XY는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 양이온과 음이온이 자유롭게 이동할 수 있어 전기 전도성이 있다. 따라서 액체 상태에서 전기 전도도는 XY가 Y₂보다 크다.

11. 결합의 극성

개념 확인

본책 115쪽, 117쪽

- (1) ① 상댓값 ② 커 ③ 작아 ④ 극성 ⑤ 음 (2) ① 무극성 ② 극성 ③ 크 (3) ① 원자가 전자 ② 홀전자 (4) ① 공유 전자쌍 ② 2중 결합 (5) ① 4 ② 7 ④ 6 ③ 4 (6) ① 2 ② 6 ③ 옥텟

빈출 자료

본책 119쪽

자료 1	1 ×	2 ○	3 ×	4 ○	5 ○
자료 2	1 ×	2 ○	3 ×	4 ○	5 ○
자료 3	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ×
자료 4	1 ○	2 ×	3 ○	4 ×	

자료 1 전기 음성도의 주기성

- 같은 족에서 원자 번호가 클수록 전기 음성도는 작아진다. 따라서 같은 14족 원소인 W와 X에서 전기 음성도가 작은 W가 X보다 원자 번호가 크다. 이로부터 W는 3주기 원소이다.
- X는 2주기 14족 원소이고, Z는 2주기 17족 원소이다. 따라서 원자 번호는 $X < Z$ 이다.
- 같은 17족 원소인 Y와 Z에서 전기 음성도가 작은 Y가 Z보다 원자 번호가 크므로 Y는 3주기 원소이다. 따라서 W와 Y는 3주기 원소이다.
- YZ에서 Z는 Y보다 전기 음성도가 크므로 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

자료 2 원자의 루이스 전자점식

- 원자가 전자 수는 X가 5, Y가 6, Z가 7이고, X~Z는 모두 2주기 원소이므로 원자 번호가 클수록 전기 음성도가 크다. 따라서 전기 음성도는 $Z > Y > X$ 이다.
- XZ_3 에서 X 원자와 Z 원자 사이의 결합은 극성 공유 결합이다.
- YZ_2 에서 Z는 Y보다 전기 음성도가 크므로 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.
- X_2 에서 X 원자 사이에는 3중 결합이 있고, Y_2 에서 Y 원자 사이에는 2중 결합이 있다. 따라서 공유 전자쌍 수는 X_2 가 Y_2 보다 크다.
- Z_2 에는 같은 종류의 원자 사이의 결합인 무극성 공유 결합이 있다.

자료 3 분자의 루이스 전자점식과 루이스 구조

- 공유 전자쌍 수는 (가)에서 3이고, (나)에서 2이다.
- 비공유 전자쌍 수는 (가)에서 2이고, (나)에서 8이다.
- (가) X_2 에는 같은 종류의 원자 사이의 결합인 무극성 공유 결합이 있다.
- (나) YZ_2 에는 서로 다른 두 원자인 Y와 Z 사이의 극성 공유 결합이 있다.

5 원자가 전자 수는 X가 5, Y가 6, Z가 7이므로 전기 음성도는 $Z > Y > X$ 이다. 이로부터 XZ_3 에서 X는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

자료 4 결합의 극성

1 분자에서 부분적인 음전하(δ^-)를 띤 원자가 전기 음성도가 크므로 전기 음성도는 $F > H$, $Cl > H$, $F > Cl$ 이다. 이로부터 전기 음성도는 $F > Cl > H$ 이다.

2 HF에서 서로 다른 종류의 원자 사이의 결합인 극성 공유 결합이 있다.

3 두 원자에서 전기 음성도가 큰 원자가 전자쌍을 자기 쪽으로 끌어오므로 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

4 결합하는 두 원자 사이의 전기 음성도 차가 클수록 결합의 이온성이 커진다. 따라서 결합의 이온성은 HF가 ClF보다 크다.



본책 120쪽

1 ④ 2 (1) 감소 (2) 크 (3) 음 (4) 무극성 3 ④ 4 (1) 무극성 → 극성 (2) 만족한다. → 만족하지 않는다. (3) 양 → 음 5 (1) 무극성 (2) 크 (3) 양 (4) 극성 6 $C > A > B$

1 제시된 원소의 전기 음성도는 $F > O > Mg > Na$ 이므로 A는 Na, B는 Mg, C는 O, D는 F이다.

④ A는 3주기 1족 원소이고, D는 2주기 17족 원소이므로 A와 D가 결합할 때 A는 전자 1개를 잃고 $+1$ 의 양이온이 되고, D는 전자 1개를 얻어 -1 의 음이온이 된다. 이때 양이온과 음이온이 1 : 1의 개수비로 결합하므로 화학식은 AD이다.

① B와 C는 각각 Mg, O로 각각 3주기, 2주기 원소이다.

② A와 B는 모두 3주기 원소이고, 원자 번호는 $A < B$ 이므로 원자 반지름은 $A > B$ 이다.

③ A는 금속 원소이고, C는 비금속 원소이므로 A와 C가 결합한 물질은 이온 결합 물질이다.

⑤ D의 원자가 전자 수는 7이므로 D_2 에서 D 원자 사이의 결합은 단일 결합이다.

2 (1) 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 전기 음성도는 감소한다.

(2) 같은 3주기 원소 B와 D에서 전기 음성도는 $B > D$ 이므로 원자 번호는 $B > D$ 이다. 따라서 원자가 전자 수는 B가 D보다 크다.

(3) 전기 음성도는 $B > C$ 이므로 BC에서 B는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

(4) A_2 에서 A 원자 사이의 결합은 같은 종류의 원자 사이의 결합이므로 무극성 공유 결합이다.

3 ① (가)에서 두 원자 사이의 결합은 같은 종류의 원자 사이의 결합이므로 무극성 공유 결합이다.

② (나)에서 두 원자 사이의 결합은 서로 다른 종류의 원자 사이의 결합이므로 극성 공유 결합이다.

③ (다)에서 Z는 전자를 잃고 양이온으로 존재하고, Y는 전자를 얻어 음이온으로 존재하므로 결합이 형성될 때 전자는 Z에서 Y로 이동한다.

⑤ 결합의 이온성은 (다)가 (나)보다 크다.

④ (나)에서 Y가 부분적인 음전하(δ^-)를 띠므로 전기 음성도는 $X < Y$ 이다. 또 (다)에서 Z는 금속 원소이므로 전기 음성도는 $Y > X > Z$ 이다.

4 (1) (가)에서 C 원자와 O 원자 사이의 결합은 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 결합이므로 극성 공유 결합이다.

(2) (나)에서 중심 원자인 B 원자 주위에는 전자쌍이 3개 있으므로 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

(3) (가)에서 전기 음성도는 $C < O$ 이다. 따라서 O 원자 쪽으로 전자쌍이 치우치므로 O 원자는 부분적인 음전하를 띤다.

5 (1) X_2 에는 같은 종류의 원자 사이의 결합인 무극성 공유 결합이 있다.

(2) Y의 원자가 전자 수는 6이므로 Y_2 에서 Y 원자 사이의 결합은 2중 결합이다. 또 Z의 원자가 전자 수는 7이므로 Z_2 에서 Z 원자 사이의 결합은 단일 결합이다.

(3) 전기 음성도는 $Z > Y$ 이므로 YZ_2 에서 Y는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

(4) XZ_3 에서 X 원자와 Y 원자 사이의 결합은 서로 다른 원자 사이의 결합이므로 극성 공유 결합이다.

6 (가)와 (나)의 루이스 전자점식으로부터 원자가 전자 수는 A가 6, B가 4, C가 7이므로 원자 번호는 $C > A > B$ 이다. 이때 A ~ C는 모두 같은 주기 원소이므로 전기 음성도는 원자 번호가 클수록 크다. 따라서 전기 음성도는 $C > A > B$ 이다.

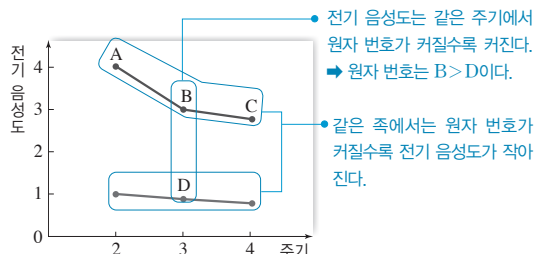


본책 121쪽 ~ 124쪽

1 ③ 2 ⑤ 3 ④ 4 ③ 5 ① 6 ①
7 ① 8 ① 9 ③ 10 ⑤ 11 ③ 12 ⑤
13 ③ 14 ④ 15 ④ 16 ② 17 ①

1 전기 음성도의 주기성

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 같은 족 원소에서 원자 번호가 커질수록 전기 음성도가 작아진다. (정답)
- ㉡ 원자가 전자 수는 B가 D보다 크다. (정답)
- ㉢ 쌍극자 모멘트는 A_2 가 BC보다 크다. (오답)

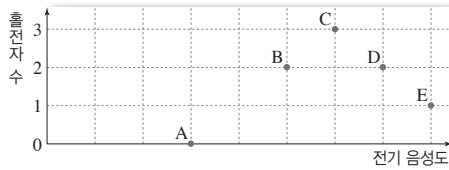
ㄱ. A, B, C는 같은 족 원소이고, 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 전기 음성도가 작아진다.

ㄴ. 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 전기 음성도가 커진다. 따라서 3주기에 속하는 B와 D에서 원자가 전자 수는 B가 D보다 크다.

바로알기 ㄷ. A_2 는 같은 종류의 원자 사이의 결합에 의해 형성되므로 무극성 공유 결합을 한다. 또 BC는 서로 다른 종류의 원자 사이의 결합에 의해 형성되므로 극성 공유 결합을 한다. 따라서 쌍극자 모멘트는 BC가 A_2 보다 크다.

2 2주기 원소의 전기 음성도

자료 분석



출전자 수가 0인 A는 Be이고, 출전자 수가 2인 B와 D 중 전기 음성도가 큰 D는 산소(O), B는 탄소(C)이다. 또 출전자 수가 3인 C는 질소(N)이고, 출전자 수가 1이면서 전기 음성도가 O보다 큰 E는 플루오린(F)이다.

선택지 분석

- ☒ ㄱ. 공유 전자쌍 수는 C_2 가 D_2 보다 크다.
- ☒ ㄴ. 결합의 이온성은 AD가 BD_2 보다 크다.
- ☒ ㄷ. DE_2 에서 D는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

ㄱ. C_2 에서 C 원자 사이에는 3중 결합이 있고, D_2 에서 D 원자 사이에는 2중 결합이 있다. 따라서 공유 전자쌍 수는 C_2 가 D_2 보다 크다.

ㄴ. 전기 음성도는 $D > B > A$ 이므로 결합의 이온성은 두 원자 사이의 전기 음성도 차이가 큰 AD가 BD_2 보다 크다.

ㄷ. 전기 음성도는 $E > D$ 이므로 DE_2 에서 D는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

3 루이스 전자점식

선택지 분석

- ☒ ㄱ. $8a = b - c$
- ☒ ㄴ. $8a = b - 2c$
- ☒ ㄷ. $8a = 2b - c$
- ☒ ㄹ. $8a = b + 2c$
- ☒ ㅁ. $8a = 2b + c$

O_2 , F_2 , OF_2 에서 a , b , c 를 구하여 탐구 결과 표를 완성하면 다음과 같다.

분자	a	b	c
O_2	2	12	2
F_2	2	14	1
OF_2	3	20	2

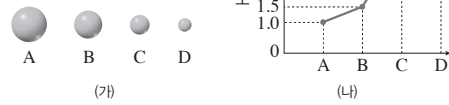
이로부터 a , b , c 사이에는 다음 관계식이 성립한다.

$$8a = b + 2c$$

4 전기 음성도의 주기성

자료 분석

- 원자 번호는 $A < B < C < D$ 이다.
- B가 금속 원소이므로 A도 금속 원소이다.



선택지 분석

- ☒ ㄱ. CD_2 에는 극성 공유 결합이 있다.
- ☒ ㄴ. 결합의 이온성은 AD가 BC보다 크다.
- ☒ ㄷ. AD에서 D는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다. 음이온으로 존재한다

ㄱ. CD_2 에서 C 원자와 D 원자 사이의 결합은 서로 다른 두 원자 사이의 결합으로 극성 공유 결합이다.

ㄴ. D와 A 사이의 전기 음성도 차가 C와 B 사이의 전기 음성도 차보다 크므로 결합의 이온성은 AD가 BC보다 크다.

바로알기 ㄷ. AD는 금속의 양이온과 비금속의 음이온으로 이루어진 이온 결합 물질이다.

따라서 AD에서 D는 음이온으로 존재한다.

5 결합의 극성

자료 분석

원자	A Na	B Mg	C O	D F
$a - b$	0	2	4	6

O, F, Na, Mg의 원자가 전자 수는 각각 6, 7, 1, 2이고 바닥상태에서 출전자 수는 각각 2, 1, 1, 0이다. $\rightarrow a - b$ 가 0인 A는 Na, 2인 B는 Mg, 4인 C는 O, 6인 D는 F이다.

선택지 분석

- ☒ ㄱ. 전기 음성도가 가장 큰 원소는 D이다.
- ☒ ㄴ. AD에는 극성 공유 결합이 있다. 이온 결합
- ☒ ㄷ. BC는 공유 결합 물질이다. 이온 결합 물질

ㄱ. 전기 음성도는 $D > C > B > A$ 이다.

바로알기 ㄴ. AD는 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온으로 이루어진 이온 결합 물질이다.

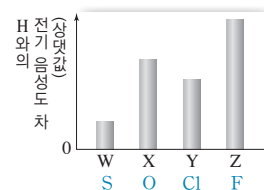
ㄷ. BC는 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온으로 이루어진 이온 결합 물질이다.

6 전기 음성도와 결합의 극성

자료 분석

• 전기 음성도는 $Z > X > Y > W$ 이다.

- H와 W~Z의 전기 음성도 차



- H_W , H_X , H_Y , H_Z 에서 H는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다. $\rightarrow W \sim Z$ 는 수소보다 전기 음성도가 큰 비금속 원소이다.

선택지 분석

- ㉠ 전기 음성도는 $X > W$ 이다.
~~㉡ $c > a$ 이다. $c < a$~~
~~㉢ YZ에서 Y는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다. 양전하(δ^+)~~

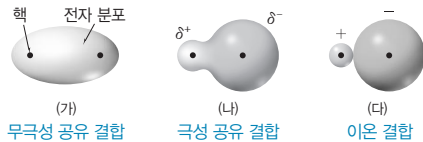
ㄱ. H와의 전기 음성도 차가 큰 원자일수록 전기 음성도가 크므로 전기 음성도는 $X > W$ 이다.

ㄴ. W~Z는 각각 O, F, S, Cl 중 하나이고 전기 음성도는 같은 주기에서는 원자 번호가 클수록, 같은 족에서는 원자 번호가 작을수록 크다. 이로부터 주어진 원소의 전기 음성도는 $F > O > Cl > S$ 이므로 W는 S, X는 O, Y는 Cl, Z는 F이다. 따라서 H_cY 는 HCl 이므로 $c=1$ 이고, H_aW 는 H_2S 이므로 $a=2$ 이다. 즉, $c < a$ 이다.

ㄷ. 전기 음성도는 $Z > Y$ 이므로 YZ에서 Y는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

7 결합의 극성과 쌍극자 모멘트

자료 분석



원자	A H	B Na	C Cl
전자 배치	$1s^1$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

선택지 분석

- ㉠ C_2 는 (가)와 같은 결합을 한다.
~~㉡ AC는 (다)와 같은 결합을 한다. (나)~~
~~㉢ BC에서 B는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다. 양이온이다~~

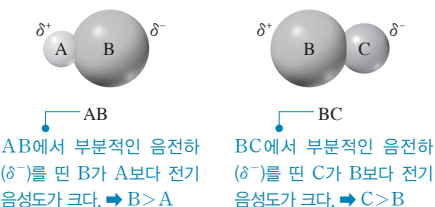
ㄱ. C_2 는 전기 음성도가 같은 비금속 원소의 원자가 결합한 것이므로 (가)와 같은 무극성 공유 결합을 한다.

ㄴ. AC는 HCl 이므로 서로 다른 원자가 공유 결합하여 (나)와 같은 극성 공유 결합을 한다.

ㄷ. BC($NaCl$)에서 B(Na)는 금속 원소로 금속 양이온으로 존재한다.

8 전기 음성도 비교

자료 분석



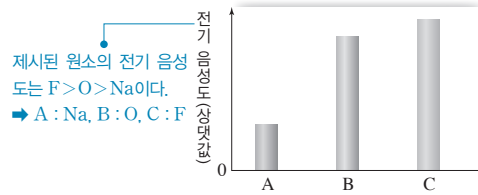
선택지 분석

- ㉠ $A < B < C$ ~~㉡ $A < C < B$~~ ~~㉢ $B < A < C$~~
~~㉣ $B < C < A$~~ ~~㉤ $C < A < B$~~

AB에서 부분적인 음전하(δ^-)를 띤 B가 A보다 전기 음성도가 크다. 또 BC에서 부분적인 음전하(δ^-)를 띤 C가 B보다 전기 음성도가 크다. 따라서 전기 음성도는 $A < B < C$ 이다.

9 전기 음성도의 주기성

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ BC_2 에서 B와 C는 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다.
~~㉡ AC에서 A는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다. 양이온이다~~
~~㉢ 공유 전자쌍 수는 B_2 가 C_2 보다 크다.~~

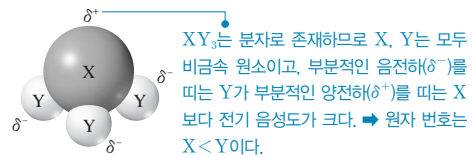
ㄱ. $BC_2(O_2F_2)$ 에서 B 원자 1개는 C 원자 1개와 전자쌍 1개씩을 공유하므로 B와 C는 모두 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다.

ㄷ. B_2 에는 2중 결합이 있고, C_2 에는 단일 결합이 있으므로 공유 전자쌍 수는 B_2 가 C_2 보다 크다.

ㄴ. AC는 금속 원소의 양이온과 비금속 원소의 음이온으로 이루어진 이온 결합 물질이므로 A는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤 것이 아니라 양이온으로 존재한다.

10 전기 음성도

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 원자 번호는 $X < Y$ 이다.
~~㉡ 공유 전자쌍 수는 X_2 가 Y_2 의 3배이다.~~
~~㉢ XY_3 에는 극성 공유 결합이 있다.~~

ㄱ. 같은 2주기 원소 X, Y의 전기 음성도는 $X < Y$ 이므로 원자 번호는 $X < Y$ 이다.

ㄴ. 분자를 형성하는 2주기 원소는 비금속 원소인 B, C, N, O, F 중 하나이고, 중심 원자 X에 결합한 Y 원자 수가 3이고 X는 옥텟 규칙을 만족하므로 가능한 XY_3 는 NF_3 이다. X_2 는 N_2 이고, Y_2 는 F_2 이므로 공유 전자쌍 수는 X_2 에서 3이고, Y_2 에서 1이다. ㄷ. XY_3 에는 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 결합인 극성 공유 결합이 있다.

11 전기 음성도의 주기성

자료 분석

- 원자 반지름은 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 작아지고, 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 커진다. → 원자 반지름: $K > S > Cl$
- 원자 반지름: $X > Y$ → 전기 음성도는 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록, 같은 족에서는 원자 번호가 작을수록 대체로 커진다.
- 전기 음성도: $Z > Y$
- X는 K, Y는 S, Z는 Cl이다. → 전기 음성도: $Cl > S > K$

선택지 분석

- ㉠ Z와 X의 원자가 전자 수의 차는 6이다.
~~㉡ YZ에는 극성 공유 결합이 있다.~~
~~㉢ 화합물 XZ에서 결합의 이온성은 0이다. 50% 이상~~

바로알기 ㄷ. 화합물 XZ는 금속 원소와 비금속 원소로 이루어진 이온 결합 물질이므로 결합의 이온성이 50 % 이상이다.

ㄴ. Z^{a-} 에서 $a=1$ 이므로 X는 2주기 1족 원소 또는 3주기 1족 원소 중 하나인데 원자 번호가 $X > Z > Y$ 이므로 X는 3주기 1족 원소, Z는 2주기 17족 원소, Y는 2주기 16족 원소이다. 전기 음성도는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 크고, 같은 족에서는 원자 번호가 작을수록 크므로 X의 전기 음성도는 3주기 16족 원소보다 작고, Y의 전기 음성도는 3주기 16족 원소보다 크다. 따라서 전기 음성도는 $X < Y$ 이다.

바로알기 ㄱ. 원자가 전자 수가 Y는 6이고, Z는 7이다. 이때 Z^{a-} 에서 Z 주위에는 전자쌍이 4개이므로 Z^{a-} 은 전자 1개를 얻어서 형성된 음이온이므로 $a=1$ 이다.

ㄷ. Y, Z는 모두 2주기 원소이고 원자 번호는 $Y < Z$ 이므로 전기 음성도는 $Y < Z$ 이다. 따라서 YZ_2 에서 Y는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

17 분자의 루이스 점자점식

자료 분석

(가)에서 X의 원자가 전자 수는 4, Y의 원자가 전자 수는 5이다. $\rightarrow$ X는 2주기 14족, Y는 2주기 15족 원소
(나)에서 Z의 원자가 전자 수는 6이다. $\rightarrow$ Z는 2주기 16족 원소



• W ~ Z 중 1주기 원소가 포함되므로 W는 원자가 전자 수가 1인 수소(H)이다.

선택지 분석

- ㉠ W는 1주기 원소이다.
- ㉡ 공유 전자쌍 수는 Y_2 가 W_2 의 2배이다. 3배
- ㉢ XZ_2 에는 무극성 공유 결합이 있다. 극성

ㄱ. W는 수소(H)이므로 1주기 원소이다.

바로알기 ㄴ. Y는 원자가 전자 수가 5이므로 Y_2 에는 3중 결합이 있다. 또 W는 원자가 전자 수가 1이므로 W_2 에는 단일 결합이 있다. 따라서 공유 전자쌍 수는 Y_2 가 W_2 의 3배이다.

ㄷ. XZ_2 에는 전기 음성도가 다른 원자 사이의 결합만 있으므로 극성 공유 결합만 있다.

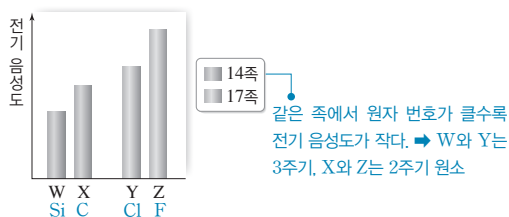
수능 3점

본책 125쪽~127쪽

- 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4 ③ 5 ⑤ 6 ②
7 ② 8 ③ 9 ④ 10 ⑤ 11 ④ 12 ①

1 전기 음성도와 결합의 극성

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ W는 3주기 원소이다.
- ㉡ XY_4 에는 극성 공유 결합이 있다.
- ㉢ YZ 에서 Z는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다. 음전하(δ^-)

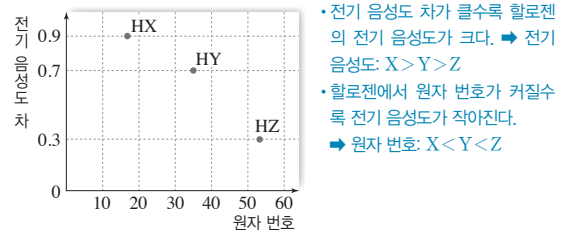
ㄱ. 같은 족에서 원자 번호가 클수록 전기 음성도가 작으므로 W는 3주기 원소이다.

ㄴ. XY_4 에는 X와 Y의 결합만 있고, 서로 다른 원자 사이의 결합이므로 극성 공유 결합이 있다.

바로알기 ㄷ. 전기 음성도는 $Z > Y$ 이므로 YZ 에서 Z는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

2 전기 음성도와 결합의 극성

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ X ~ Z 중 원자 반지름은 X가 가장 크다. 작다
- ㉡ 분자의 쌍극자 모멘트는 HZ 가 Z_2 보다 크다.
- ㉢ HZ 에서 Z는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

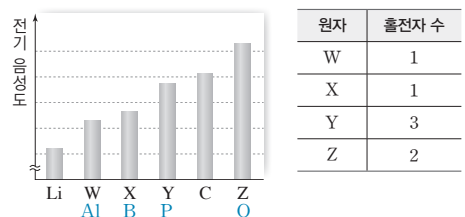
ㄴ. HZ 에서 두 원자 사이의 전기 음성도 차가 0보다 크므로 HZ 는 극성 공유 결합이 있는 2원자 분자로, 극성 분자이다. 또 Z_2 에서 두 원자 사이의 결합은 무극성 공유 결합이므로 Z_2 는 무극성 분자이다. 따라서 분자의 쌍극자 모멘트는 HZ 가 Z_2 보다 크다.

ㄷ. 전기 음성도는 $Z > H$ 이므로 HZ 에서 전자쌍은 Z 원자 쪽에 치우친다. 따라서 Z는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

바로알기 ㄱ. X ~ Z 중 X의 원자 번호가 가장 작으므로 원자 반지름은 X가 가장 작다.

3 전기 음성도의 주기성

자료 분석



- 출전자 수가 1인 2, 3주기 원소는 Li, B, F, Na, Al, Cl이다.
- 출전자 수가 3인 2, 3주기 원소는 N, P이다. $\rightarrow$ Y의 전기 음성도가 탄소(C)보다 작으므로 Y는 3주기 원소인 인(P)이다.
- 출전자 수가 2인 Z의 전기 음성도가 탄소보다 크므로 Z는 산소(O)이다.

선택지 분석

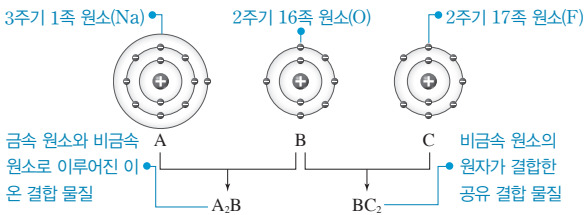
- ㉠ W ~ Z 중 3주기 원소는 2가지이다.
- ㉡ 옥텟 규칙을 만족하는 CZ_m 에는 다중 결합이 있다.
- ㉢ X와 Z로 이루어진 물질은 이온 결합 물질이다.

W와 X는 Li보다 전기 음성도가 크고, C보다 전기 음성도가 작으므로 F일 수 없다. 또 Y는 3주기 15족 원소인 P이고, W와 X의 전기 음성도가 P보다 작으므로 Cl일 수 없다. 또 Na의 전기 음성도는 Li보다 작으므로 W와 X는 Na이 될 수 없다. 이로부터 W와 X는 B와 Al 중 하나이고, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 전기 음성도가 작으므로 W는 Al, X는 B이다.

ㄱ. W ~ Z 중 3주기 원소는 W, Y로 2가지이다.

8 전자 배치 모형과 결합의 극성

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. A_2B 와 BC_2 에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.
 ㄴ. BC_2 에는 극성 공유 결합이 있다.
 ✕ 결합의 이온성은 BC_2 가 A_2B 보다 크다. 작다

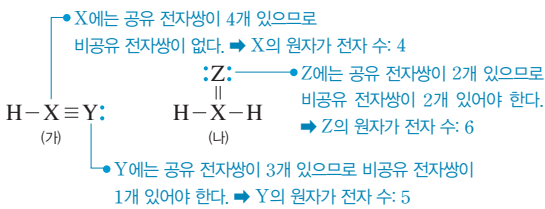
ㄱ. A_2B 와 BC_2 에서 모든 원자의 전자 배치는 Ne과 같으므로 옥텟 규칙을 만족한다.

ㄴ. BC_2 에서 B 원자와 C 원자 사이의 결합은 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 결합으로 극성 공유 결합이다.

바로알기 ㄷ. A는 3주기 1족 원소로 금속 원소이고, B와 C는 각각 2주기 비금속 원소이므로 A_2B 는 이온 결합 물질이고, BC_2 는 공유 결합 물질이다. 따라서 결합의 이온성은 BC_2 가 A_2B 보다 작다.

9 분자의 루이스 구조

자료 분석



선택지 분석

- ✕ 공유 전자쌍 수는 (가)가 (나)보다 크다. (가)와 (나)가 같다
 ㄴ. 비공유 전자쌍 수는 (나)가 (가)보다 크다.
 ㄷ. (가)와 (나)에는 모두 극성 공유 결합이 있다.

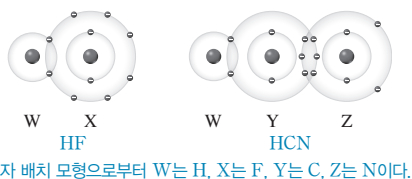
ㄴ. (가)는 Y 원자에 비공유 전자쌍 수가 1, (나)는 Z 원자에 비공유 전자쌍 수가 2이다. 따라서 비공유 전자쌍 수는 (나)가 (가)보다 크다.

ㄷ. (가)와 (나)에는 서로 다른 두 원자 사이의 공유 결합이 있으므로 모두 극성 공유 결합이 있다.

바로알기 ㄱ. 공유 전자쌍 수는 (가)와 (나)가 4로 같다.

10 화학 결합 모형과 결합의 극성

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. WX에서 W는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.
 ㄴ. 전기 음성도는 $Z > Y$ 이다.
 ㄷ. YW₄에는 극성 공유 결합이 있다.

ㄱ. W는 수소(H)이고, X는 플루오린(F)이므로 전기 음성도는 $H < F$ 으로 W는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

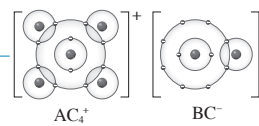
ㄴ. Y는 탄소(C)이고, Z는 질소(N)이므로 전기 음성도는 $Z > Y$ 이다.

ㄷ. YW₄에는 Y와 W 사이에 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 극성 공유 결합이 있다.

11 화학 결합 모형과 결합의 극성

자료 분석

A는 질소(N), B는 산소(O), C는 수소(H)이다.



물질	구성 원자 수		
	A	B	C
(가)	0	1	2
(나)	1	0	3
(다)	0	2	0

- (가)는 H 원자와 O 원자가 결합한 H₂O이다.
 • (나)는 N 원자와 H 원자가 결합한 NH₃이다.
 • (다)는 O 원자 2개가 결합한 O₂이다.

선택지 분석

- ✕ 전기 음성도는 A가 B보다 크다. 작다
 ㄴ. (다)에는 무극성 공유 결합이 있다.
 ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 (가)가 (나)의 2배이다.

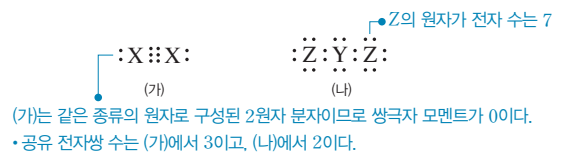
ㄴ. (다)는 B 원자 2개가 결합한 2원자 분자이므로 무극성 공유 결합이 있다.

ㄷ. (가)는 H₂O로 비공유 전자쌍 수는 2이고, (나)는 NH₃로 비공유 전자쌍 수는 1이다. 따라서 비공유 전자쌍 수는 (가)가 (나)의 2배이다.

바로알기 ㄱ. 전기 음성도는 A(N)가 B(O)보다 작다.

12 분자의 루이스 전자점식

자료 분석



선택지 분석

- ㄱ. (가)의 쌍극자 모멘트는 0이다.
 ✕ 공유 전자쌍 수는 (나) > (가)이다. (가) > (나)
 ✕ Z₂에는 다중 결합이 있다. 단일 결합

ㄱ. (가)는 같은 종류의 원자로 구성된 2원자 분자이므로 쌍극자 모멘트가 0이다.

바로알기 ㄴ. 공유 전자쌍 수는 (가)에서 3이고, (나)에서 2이므로 공유 전자쌍 수는 (가) > (나)이다.

ㄷ. Z의 원자가 전자 수가 7이므로 Z₂에서 Z 원자 사이에는 단일 결합이 있다.

12. 분자의 구조와 성질

개념 확인

본책 129쪽, 131쪽

- (1) ① 반발, 멀리 ② 직선형 ③ 평면 삼각형 ④ 정사면체 (2) ① 전자쌍 ② 2 ③ (다) (3) ① 정사면체 ② 삼각뿔형 ③ 크다 (4) ① 무극성 ② 무극성 ③ 물 ④ 규칙적 ⑤ 산소 (5) ① (나), (다), (라) ② (가), (마) ③ (가), (마) (6) ① 평면 삼각형 ② (-) ③ 극성

빈출 자료

본책 132쪽

- 자료 ① 1 ○ 2 × 3 ○
 자료 ② 1 × 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ○ 6 ×
 자료 ③ 1 ○ 2 × 3 × 4 × 5 ○
 자료 ④ 1 ○ 2 × 3 × 4 ○ 5 ×

자료 ① 전자쌍 반발 이론

2 NH₃에서 중심 원자 주위에는 공유 전자쌍 3개, 비공유 전자쌍 1개가 있으므로 분자 구조는 평면 삼각형이 아니라 삼각뿔형이다. 따라서 NH₃는 ㉠으로 적절하지 않다.

자료 ② 분자 구조

- 1 (가)에서 중심 원자에는 비공유 전자쌍이 없고 결합한 원자가 2개이므로 분자 구조는 직선형이다.
 2 (나)에는 극성 공유 결합이 있지만 분자 구조가 평면 삼각형으로 결합의 극성이 상쇄되므로 결합의 쌍극자 모멘트 합은 0이다.
 4 (나)의 결합각은 120°, (다)의 결합각은 109.5°이다.
 6 (다)에는 극성 공유 결합이 있지만 분자 구조가 정사면체로 결합의 극성이 상쇄되므로 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.

자료 ③ 분자 구조와 성질에 따른 분류

- 1 CH₄와 NH₃에는 단일 결합만 있고, HCN에는 단일 결합과 3중 결합이 있다. 이로부터 '단일 결합만 존재한다.'는 I과 II의 공통된 성질 (가)에 속한다.
 2 분자 구조는 CH₄가 정사면체, NH₃가 삼각뿔형으로 입체 구조이다. 또 HCN의 분자 구조는 직선형이다. 이로부터 '평면 구조이다.'는 I과 III만의 공통된 성질 (나)에 속하지 않는다.
 3 CH₄와 HCN에는 공유 전자쌍 수가 4이고, NH₃에는 공유 전자쌍 수가 3이다. 따라서 '공유 전자쌍 수가 4이다.'는 II와 III만의 공통된 성질 (다)에 속하지 않는다.
 4 NH₃와 HCN은 모두 극성 분자이므로 '무극성 분자이다.'는 (다)에 속하지 않는다.
 5 NH₃와 HCN에서 비공유 전자쌍은 N에 각각 1개씩 있다. 따라서 '비공유 전자쌍 수는 1이다.'는 (다)에 속한다.

자료 ④ 분자의 구조와 극성에 따른 분류

제시된 분자 중 CCl₄는 분자 구조가 정사면체로 무극성 분자이다.

또 CO₂는 분자 구조가 직선형으로 무극성 분자이다. 이로부터 ㉡은 CO₂이다. 또 극성 분자인 FCN과 NH₃ 중 다중 결합이 있는 것은 FCN이므로 ㉢은 FCN이고, ㉣은 NH₃이다.

- 1 CO₂의 분자 구조가 직선형이므로 '분자 모양이 직선형인가?'는 (가)로 적절하다.
 2 ㉢은 FCN이므로 분자 구조는 직선형이다.
 3 ㉣은 NH₃로 분자 구조가 삼각뿔형이므로 입체 구조이다.
 4 ㉡은 CO₂로 2중 결합이 있다.
 5 ㉣의 분자 구조는 삼각뿔형이고, ㉡의 분자 구조는 직선형이므로 결합각은 ㉣ < ㉡이다.

수능



본책 133쪽

- 1 (1) 전자쌍 (2) 전자쌍 반발력이 최소화되는 배열이기 때문 (3) (나) (4) 4개 2 (1) (가), (나), (다) (2) (가), (나), (다), (라) (3) (가), (나) 3 (1) 평면 삼각형, 무극성 (2) 120 (3) 2중, 단일, γ, β 4 ㉠ 5 ㉢ 잘 녹음 ㉡ 잘 녹지 않음 ㉣ 잘 녹지 않음 6 (1) 극성, 무극성, 높 (2) 높 7 ㉡

- 1 (3) BCl₃에서 중심 원자인 B에는 공유 전자쌍만 3개 있으므로 전자쌍의 배열은 (나)에 비유할 수 있다.
 2 (1) 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고 결합한 원자가 2개인 분자에서 구성 원자는 직선형으로 배열한다.
 3 (3) (나)에서 2중 결합은 단일 결합보다 중심 원자에 전자 밀도가 크므로 전자쌍 간의 반발력이 더 크다. 따라서 결합각은 γ가 β보다 크다.
 4 무극성 공유 결합만 있는 분자는 분자 구조에 관계없이 항상 무극성 분자이다. 반면 극성 공유 결합이 있는 분자의 경우 분자 구조가 결합의 극성을 상쇄할 수 있는 경우 무극성 분자가 된다.
 5 극성 물질인 물(H₂O)이 들어 있는 시험관 A와 B에 이온 결합 물질인 황산 구리(II)(CuSO₄)를 넣은 경우 잘 녹지만 무극성 물질인 아이오딘(I₂)을 넣은 경우는 잘 녹지 않는다. 또 무극성 물질인 사염화 탄소(CCl₄)가 들어 있는 시험관 C와 D에 이온 결합 물질인 황산 구리(II)(CuSO₄)를 넣은 경우 잘 녹지 않지만 무극성 물질인 아이오딘(I₂)을 넣은 경우는 잘 녹는다.
 6 (1) 분자량이 비슷한 CH₄와 H₂O의 경우 끓는점은 극성 물질인 H₂O가 무극성 물질인 CH₄보다 높은 것을 자료에서 확인할 수 있다.
 (2) 분자량은 HCl과 O₂가 비슷한데 HCl은 극성 물질이므로 무극성 물질인 O₂보다 끓는점이 높다.
 7 ㉡. X는 극성 물질이므로 벤젠보다 물에 잘 녹는다.
 [바로알기] ㉠. 분자 X가 전기장에서 규칙적으로 배열하는 것으로 보아 X는 극성 물질이다. 따라서 비대칭적인 분자 구조를 갖는다. ㉡. X는 극성 분자이므로 극성 공유 결합이 있다.

- 1 ③ 2 ① 3 ⑤ 4 ⑤ 5 ⑤ 6 ②
7 ⑤ 8 ⑤ 9 ③ 10 ④ 11 ⑤ 12 ②

1 전자쌍 반발 이론

선택지 분석

- ㉠ '가능한 한 서로 멀리 떨어져 있으려 한다.'는 ㉠으로 적절하다.
㉡ 'BCl₃'는 ㉡으로 적절하다.
㉢ CH₄의 분자 구조를 예측하기 위해 매듭끼리 묶어야 하는 풍선은 5개이다. 4개

ㄱ. 풍선을 전자쌍으로 가정하여 전자쌍이 배열한 모습을 나타낸 것이므로 '가능한 한 서로 멀리 떨어져 있으려 한다.'는 ㉠으로 적절하다.

ㄴ. BCl₃는 중심 원자 B에 비공유 전자쌍이 없으므로 평면 삼각형의 분자 구조를 갖는다. 따라서 'BCl₃'는 ㉡으로 적절하다.

ㄷ. CH₄에서 중심 원자인 C에는 공유 전자쌍 4개가 있으므로 매듭끼리 묶어야 하는 풍선은 4개이다.

2 분자의 결합각

자료 분석

H ₂ O 굽은 형 → 104.5°	CH ₄ 정사면체 → 109.5°	BCl ₃ 평면 삼각형 → 120°
--------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

선택지 분석

- ㉠ BCl₃ > CH₄ > H₂O ㉢ BCl₃ > H₂O > CH₄
㉡ H₂O > CH₄ > BCl₃ ㉣ H₂O > BCl₃ > CH₄
㉤ CH₄ > BCl₃ > H₂O

주어진 3가지 분자의 결합각은 H₂O가 104.5°, CH₄가 109.5°, BCl₃가 120°이다. 따라서 결합각 크기는 BCl₃ > CH₄ > H₂O이다.

3 분자의 구조

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)의 분자 모양은 굽은 형이다. 직선형
㉡ (나)는 무극성 분자이다.
㉢ 결합각은 (나) > (다)이다.

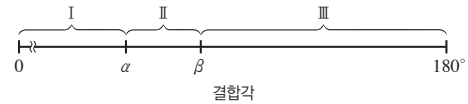
ㄴ. (나)는 극성 공유 결합이 있지만 분자 모양이 평면 삼각형으로 결합의 극성이 상쇄되므로 무극성 분자이다.

ㄷ. (나)는 분자 모양이 평면 삼각형으로 결합각은 120°이고, (다)는 분자 모양이 정사면체로 결합각은 109.5°이다. 따라서 결합각은 (나) > (다)이다.

ㄱ. (가)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고, 중심 원자에 결합한 원자가 2개이므로 분자 모양은 직선형이다.

4 분자의 결합각

자료 분석



BCl₃의 분자 모양은 평면 삼각형이므로 결합각은 120°이고, NH₃의 분자 모양은 삼각뿔형이므로 결합각은 107°이다. → α는 107°이고, β는 120°이다.

선택지 분석

- ㉠ α는 120°이다. 107°
㉡ H₂O의 결합각은 I 영역에 속한다.
㉢ CF₄의 결합각은 II 영역에 속한다.

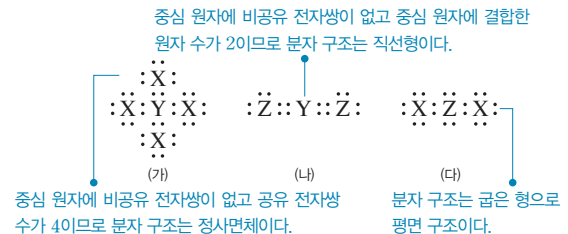
ㄴ. H₂O의 분자 모양은 굽은 형으로 H₂O의 결합각은 NH₃의 결합각보다 작으므로 I 영역에 속한다.

ㄷ. CH₄의 분자 모양은 정사면체로 결합각은 NH₃보다 크고, BCl₃보다 작으므로 II 영역에 속한다.

ㄱ. α는 107°이다.

5 분자의 구조

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)의 분자 구조는 정사면체이다.
㉡ 결합각은 (나) > (다)이다.
㉢ (다)에서 구성 원자는 모두 같은 평면에 있다.

ㄱ. (가)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고 공유 전자쌍 수가 4이므로 분자 구조는 정사면체이다.

ㄴ. (나)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고 중심 원자에 결합한 원자 수가 2로 분자 구조는 직선형이므로, (나)의 결합각은 180°이다. (다)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 2개 있으므로 (다)의 분자 구조는 굽은 형이다. 따라서 결합각은 (나) > (다)이다.

ㄷ. (다)의 분자 구조는 굽은 형이므로 구성 원자는 모두 같은 평면에 있다.

6 분자의 구조와 극성

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 극성 분자는 2가지이다. 1가지
㉡ 결합각은 (가)가 가장 크다. 1가지
㉢ 중심 원자에 비공유 전자쌍이 존재하는 분자는 2가지이다.

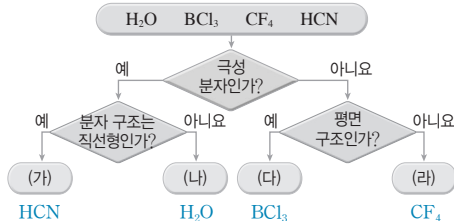
ㄴ. 분자 구조가 (가)는 직선형, (나)는 삼각뿔형, (다)는 정사면체로 결합각은 (가)가 180°로 가장 크다.

바로알기 ㄱ. 극성 분자는 (나) 1가지이다.

ㄷ. 중심 원자에 비공유 전자쌍이 존재하는 분자는 (나) 1가지이다.

7 분자의 구조와 극성에 따른 분류

자료 분석



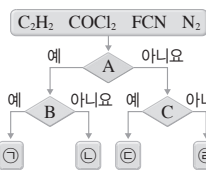
선택지 분석

- ㉠ (가)는 HCN이다.
- ㉡ (다)에는 극성 공유 결합이 있다.
- ㉢ 결합각은 (라) > (나)이다.

ㄱ. HCN의 분자 구조는 직선형이고, H-C 결합과 C≡N 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되지 않아 극성 분자이므로 (가)이다.
 ㄴ. (다)는 무극성 분자이면서 평면 구조인 분자이므로 평면 삼각형 구조인 BCl₃이다. BCl₃에서 B-Cl 결합은 극성 공유 결합이다.
 ㄷ. (나)는 극성 분자이면서 분자 구조가 직선형이 아닌 분자이므로 굽은 형 구조인 H₂O이다. (라)는 무극성 분자이면서 입체 구조인 분자이므로 정사면체 구조인 CF₄이다. (나)의 결합각은 104.5°, (라)의 결합각은 109.5°이므로 결합각은 (라) > (나)이다.

8 분자의 구조

자료 분석



분류 기준

- (가) 3중 결합이 있는가?
- (나) 극성 공유 결합이 있는가?
- (다) 분자의 쌍극자 모멘트는 0인가?

- C₂H₂, COCl₂, FCN, N₂ 중 3중 결합이 있는 분자는 C₂H₂, FCN, N₂이다.
- 극성 공유 결합이 있는 분자는 C₂H₂, COCl₂, FCN이다.
- 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 C₂H₂, N₂이다.

선택지 분석

- | A | B | C |
|-------|-----|-----|
| ㉠ (가) | (다) | (나) |
| ㉡ (나) | (가) | (다) |
| ㉢ (나) | (다) | (가) |
| ㉣ (다) | (가) | (나) |
| ㉤ (다) | (나) | (가) |

기준 A에 적용되는 분자는 ㉠과 ㉡ 2가지이므로 분류 기준 (다)에 해당한다. 즉, 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자는 C₂H₂와 N₂이고, 두 분자에는 모두 3중 결합이 있으므로 B에 적용되는 기준은 (나)이다. 따라서 기준 C는 (가)이다.

9 분자의 구조와 극성

자료 분석

분자	극성 원자 수		
	$\cdot \ddot{X} \cdot C$	$\cdot \ddot{Y} \cdot O$	$:\ddot{Z} \cdot F$
(가)	1	1	2 → COF ₂
(나)	1	2	0 → CO ₂
(다)	2	0	2 → C ₂ F ₂

선택지 분석

- ㉠ (가)에는 다중 결합이 있다.
- ㉡ (다)에는 무극성 공유 결합이 있다.
- ㉢ (가)~(다) 중 극성 분자는 2가지이다. 1가지

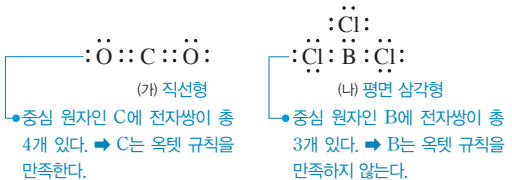
ㄱ. (가)는 COF₂이므로 C와 O 사이에 2중 결합이 있다.

ㄴ. (다)는 C₂F₂(F-C≡C-F)이므로 C와 C 사이의 결합은 무극성 공유 결합이다.

바로알기 ㄷ. (가)~(다) 중 극성 분자는 COF₂ 1가지이다.

10 분자의 구조와 극성

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 극성 공유 결합이 있다.
- ㉡ 중심 원자는 옥텟 규칙을 만족한다. (나)는 만족하지 않는다
- ㉢ 무극성 분자이다.

ㄱ. (가)와 (나)는 모두 서로 다른 종류의 두 원자가 공유 결합을 하고 있으므로 극성 공유 결합이 있다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모두 결합의 극성이 상쇄되는 분자 구조를 가지므로 무극성 분자이다.

바로알기 ㄴ. (가)의 중심 원자는 옥텟 규칙을 만족하지만, (나)의 중심 원자는 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

11 분자의 구조와 극성

자료 분석

- (가)~(다)에서 구성 원자는 모두 옥텟 규칙을 만족하므로 W~Z로 가능한 원소는 C, N, O, F이다.



중심 원자에 결합한 원자 수가 3이므로 Y는 N이고, Z는 F이다.

선택지 분석

- ㉠ (가)에는 공유 전자쌍이 2개 있다. 4개
- ㉡ (가)~(다) 중 극성 분자는 2가지이다.
- ㉢ Y₂에는 다중 결합이 있다.

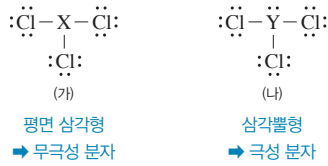
ㄴ. (나)는 NF₃, (다)는 OF₂이므로 (가)~(다) 중 극성 분자는 (나), (다) 2가지이다.

ㄷ. Y는 원자가 전자 수가 5인 N이므로 Y₂에서 Y 원자 사이의 결합은 3중 결합이다.

바로알기 ㄱ. (가)는 CO₂이므로 공유 전자쌍이 4개 있다.

12 분자의 구조와 성질

자료 분석



선택지 분석

- ☒ 기체 상태의 (가)를 전기장에 넣으면 일정한 방향으로 배열한다. 무질서하게
- ☒ (나)의 분자 구조는 평면 삼각형이다. 삼각뿔형
- ☒ (나)는 n -헥세인보다 물에 잘 녹는다.

ㄷ. (나)는 극성 분자이므로 무극성 물질인 n -헥세인보다 극성 물질인 물에 잘 녹는다.

바로알기 ㄱ. (가)는 무극성 분자이므로 전기장에 넣으면 무질서하게 배열한다.

ㄴ. (나)의 중심 원자에는 비공유 전자쌍이 1개 있으므로 분자 구조는 삼각뿔형이다.

수능

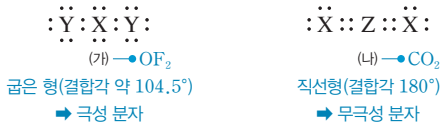


본책 137쪽~139쪽

- | | | | | | |
|------|-----|-----|------|------|------|
| 1 ⑤ | 2 ⑤ | 3 ① | 4 ② | 5 ⑤ | 6 ③ |
| 7 ③ | 8 ② | 9 ④ | 10 ③ | 11 ③ | 12 ② |
| 13 ③ | | | | | |

1 분자의 구조와 극성

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (나)에 있는 비공유 전자쌍 수는 4이다.
- ☒ 결합각은 (나) > (가)이다.
- ☒ ZY_4 의 분자 구조는 정사면체이다.

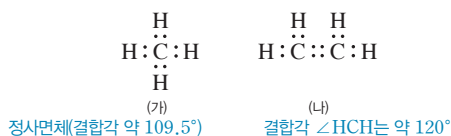
ㄱ. (나)에서 비공유 전자쌍은 각 X 원자에 2개씩 있으므로 총 4개이다.

ㄴ. 분자 구조는 (가)가 굽은 형, (나)가 직선형이므로 결합각은 (나) > (가)이다.

ㄷ. Z의 원자가 전자 수는 4이고, Y의 원자가 전자 수는 7이다. 따라서 ZY_4 에서 중심 원자 Z에는 공유 전자쌍만 4개 있으므로 ZY_4 의 분자 구조는 정사면체이다.

2 분자의 구조와 성질

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (가)의 분자 모양은 정사면체이다.
- ☒ (나)에는 무극성 공유 결합이 있다.
- ☒ 결합각 $\angle\text{HCH}$ 는 (나) > (가)이다.

ㄱ. (가)의 중심 원자에는 공유 전자쌍만 4개 있으므로 분자 모양은 정사면체이다.

ㄴ. (나)에는 C와 C 사이에 같은 종류의 원자 사이의 결합인 무극성 공유 결합이 있다.

ㄷ. (나)에서 중심 원자에는 비공유 전자쌍이 없고 각 중심 원자에 결합한 원자 수가 3이므로 결합각 $\angle\text{HCH}$ 는 약 120° 이다. (가)의 분자 모양은 정사면체로 결합각 $\angle\text{HCH}$ 는 109.5° 이므로 결합각 $\angle\text{HCH}$ 는 (나) > (가)이다.

3 분자의 구조와 극성

자료 분석

- F는 원자가 전자가 7개이므로 옥텟 규칙을 만족하기 위해 다른 원자와 단일 결합을 형성하고, 비공유 전자쌍은 3개가 있다.

분자	(가)	(나)
분자식	X_2F_2	YF_2
비공유 전자쌍 수	6	8

- (가)에서 비공유 전자쌍은 각 F 원자에 3개씩 있으므로 X 원자에는 비공유 전자쌍이 없다. → (가)의 루이스 구조는 F--X--X--F 이다.
- (나)에서 Y 원자에 비공유 전자쌍이 2개 있다. → (나)의 루이스 구조는 F--Y--F 이다.

선택지 분석

- ☒ (가)에는 무극성 공유 결합이 있다.
- ☒ 공유 전자쌍 수는 (가)가 (나)의 2배이다. 2.5배
- ☒ (나)의 쌍극자 모멘트는 0이다. 0이 아니다

ㄱ. (가)에서 X 원자 사이의 결합은 무극성 공유 결합이다.

바로알기 ㄴ. 공유 전자쌍 수는 (가)에서 5이고, (나)에서 2이다. 따라서 공유 전자쌍 수는 (가)가 (나)의 2.5배이다.

ㄷ. (나)는 굽은 형 구조로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.

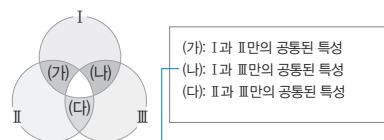
4 분자의 구조

자료 분석

- 분자식

I	II	III
CH_4	NH_3	HCN

- I ~ III의 특징을 나타낸 벤 다이어그램



CH_4 와 NH_3 에는 단일 결합만 있고, HCN 에는 단일 결합과 3중 결합이 있다.

CH_4 와 HCN 에서 중심 원자에는 공유 전자쌍 수가 4이다.

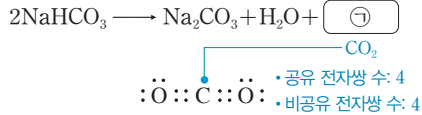
선택지 분석

- ☒ '단일 결합만 존재한다.'는 (가)에 속한다.
- ☒ '입체 구조이다.'는 (나)에 속한다. 속하지 않는다
- ☒ '공유 전자쌍 수는 4이다.'는 (나)에 속한다.
- ☒ '극성 분자이다.'는 (다)에 속한다.
- ☒ '비공유 전자쌍 수는 1이다.'는 (다)에 속한다.

- ① (가)는 CH_4 와 NH_3 만의 공통된 성질이므로 '단일 결합만 존재한다.'는 (가)에 속한다.
- ③ (나)는 CH_4 와 HCN 만의 공통된 성질이다. CH_4 와 HCN 에서 중심 원자인 C 주위에 공유 전자쌍이 모두 4개 있다.
- ④ (다)는 NH_3 와 HCN 만의 공통된 성질이고, 두 분자 모두 극성 분자이므로 '극성 분자이다.'는 (다)에 속한다.
- ⑤ NH_3 와 HCN 에서 N 원자에는 비공유 전자쌍이 1개씩 있으므로 '비공유 전자쌍 수는 1이다.'는 (다)에 속한다.
- 바로알기** ② (나)는 CH_4 와 HCN 만의 공통된 성질이다. 이때 CH_4 의 분자 구조는 정사면체로 입체 구조이지만 HCN 의 분자 구조는 직선형이다. 따라서 '입체 구조이다.'는 (나)에 속하지 않는다.

5 분자의 구조와 극성

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 극성 공유 결합이 있다.
- ㉡ 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수는 같다.
- ㉢ 분자의 쌍극자 모멘트는 H_2O 보다 작다.

- ㉠. CO_2 는 C와 O 사이의 결합이 극성 공유 결합이다.
- ㉡. CO_2 는 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수가 각각 4로 같다.
- ㉢. CO_2 는 극성 공유 결합을 하고 있지만 대칭 구조로 인하여 쌍극자 모멘트가 0이다. 하지만 H_2O 은 굽은 형 구조로 쌍극자 모멘트가 0이 아니다. 따라서 분자의 쌍극자 모멘트는 CO_2 가 H_2O 보다 작다.

6 분자의 구조와 극성

자료 분석

- 2주기 원자 X~Z는 분자에서 모두 옥텟 규칙을 만족하므로 가능한 원자는 C, N, O, F 중 하나이다.

분자	I CO_2	II COF_2	III OF_2
분자식	XY_2	XYZ_2	YZ_2
중심 원자의 비공유 전자쌍 수	0	a	2

- I에서 중심 원자의 비공유 전자쌍 수가 0이므로 CO_2 이다.
- III에서 중심 원자의 비공유 전자쌍 수가 2이므로 중심 원자는 O이고, O 원자에 Z 원자 2개가 결합하므로 분자식은 OF_2 이다.

선택지 분석

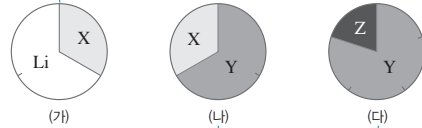
- ㉠ I에는 다중 결합이 있다.
- ㉡ a=0이다.
- ㉢ III에서 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다. 0이 아니다

- ㉠. I의 분자식은 CO_2 이므로 2중 결합이 있다.
- ㉡. X는 C, Y는 O, Z는 F이므로 II의 분자식은 COF_2 이다. 이로부터 중심 원자인 C에는 비공유 전자쌍이 없으므로 a=0이다.
- 바로알기** ㉢. III의 분자식은 OF_2 로 분자 구조가 굽은 형이고, 결합의 극성이 상쇄되지 않으므로 분자의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.

7 분자의 구조와 극성

자료 분석

- (가)에서 1족 알칼리 금속인 Li와 X가 2:1의 개수비로 결합하므로 (가)의 화학식은 Li_2X 이고, (가)는 전기적으로 중성이므로 X는 전하가 -2인 음이온으로 존재한다. → X는 산소(O)이다.



선택지 분석

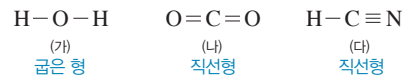
- ㉠ (가)에서 X는 옥텟 규칙을 만족한다.
- ㉡ (나)의 분자 구조는 직선형이다. 굽은 형
- ㉢ (다)는 무극성 분자이다.

- ㉠. 1족 알칼리 금속과 2:1의 개수비로 결합하는 X는 산소(O)이므로 (가)에서 X는 옥텟 규칙을 만족한다.
- ㉡. (다)는 $\text{ZY}_4(\text{CF}_4)$ 로 중심 원자에 공유 전자쌍만 4개 있으므로 분자 구조는 정사면체이다. 따라서 (다)는 결합의 극성이 상쇄되므로 무극성 분자이다.

- 바로알기** ㉢. (나)는 $\text{XY}_2(\text{OF}_2)$ 로 중심 원자에 비공유 전자쌍이 2개 있으므로 분자 구조는 굽은 형이다.

8 분자의 구조와 극성

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 중심 원자에 비공유 전자쌍이 존재하는 분자는 2가지이다.
- ㉡ 분자 모양이 직선형인 분자는 2가지이다. 1가지
- ㉢ 극성 분자는 1가지이다. 2가지

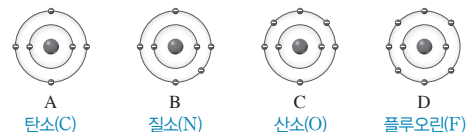
- ㉡. 분자 모양은 (가)가 굽은 형, (나)와 (다)는 직선형이다.

- 바로알기** ㉠. (가)의 중심 원자 O에는 비공유 전자쌍이 2개 있고, (나)와 (다)의 중심 원자 C의 원자가 전자 수는 4이고, 공유 전자쌍 수가 4이므로 비공유 전자쌍이 없다. 따라서 중심 원자에 비공유 전자쌍이 존재하는 분자는 (가) 1가지이다.

- ㉢. (가)의 분자 모양은 굽은 형으로 결합의 극성이 상쇄되지 않으므로 (가)는 극성 분자이다. 또 (다)의 분자 모양은 직선형이지만 중심 원자에 결합한 원자의 종류가 다르므로 극성 분자이다. 따라서 극성 분자는 (가)와 (다)로 2가지이다.

9 분자의 구조와 성질

자료 분석



물질	A	B	C	D
(가) CF_4	1	0	0	4
(나) NF_3	0	1	0	3
(다) OF_2	0	0	2	2

선택지 분석

- ✕ 기체 상태의 (가)를 전기장에 넣으면 일정한 방향으로 배열한다. 무질서하게
- ㉠ 결합각은 (가) > (나)이다.
- ㉡ (다)의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.

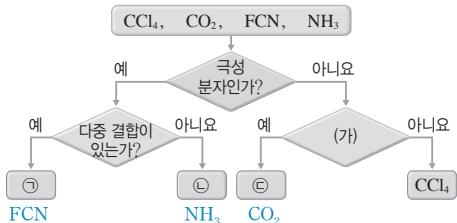
㉠. (가)의 분자 구조는 정사면체이고, (나)의 분자 구조는 삼각뿔형이므로 결합각은 (가) > (나)이다.

㉡. (다)에서 각 O 원자에 결합한 원자는 2개이고, O 원자에는 비공유 전자쌍이 있으므로 결합의 극성이 상쇄되지 않는다. 따라서 분자의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.

바로알기 ㉠. (가)는 무극성 분자이므로 (가)를 전기장에 넣으면 무질서하게 배열한다.

10 분자의 구조와 분류

자료 분석



제시된 분자 중 CCl_4 는 분자 구조가 정사면체로 무극성 분자이고, CO_2 는 분자 구조가 직선형으로 무극성 분자이다. 이로부터 ㉢은 CO_2 이다. 또 극성 분자인 FCN과 NH_3 중 다중 결합이 있는 것은 FCN이므로 ㉠은 FCN이고, ㉡은 NH_3 이다.

선택지 분석

- ㉠ '분자 모양은 직선형인가?'는 (가)로 적절하다.
- ㉡ ㉠은 FCN이다.
- ✕ 결합각은 ㉡ > ㉢이다. ㉡ < ㉢

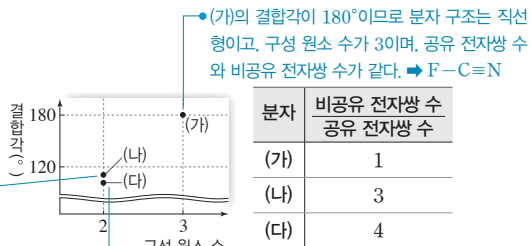
㉠. ㉢은 CO_2 이고, 분자 구조가 직선형이다. 또 무극성 분자인 CCl_4 의 분자 구조는 정사면체이므로 '분자 모양이 직선형인가?'는 (가)로 적절하다.

㉠. 극성 분자인 FCN과 NH_3 중 다중 결합이 있는 것은 FCN이므로 ㉠은 FCN이다.

바로알기 ㉡. ㉡은 NH_3 로 분자 구조가 삼각뿔형이다. 또 ㉢은 CO_2 로 분자 구조는 직선형이므로 결합각은 ㉡ < ㉢이다.

11 분자의 구조와 극성

자료 분석



(가)의 결합각이 180° 이므로 분자 구조는 직선형이고, 구성 원소 수가 3이며, 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수가 같다. $\Rightarrow \text{F}-\text{C}\equiv\text{N}$

(나)는 2가지 원소로 구성된 분자이고, 비공유 전자쌍 수가 공유 전자쌍 수의 3배이며, 결합각이 120° 보다 작다. $\Rightarrow \text{CF}_4$

(다)는 2가지 원소로 구성된 분자이고, 비공유 전자쌍 수가 공유 전자쌍 수의 4배이며, 결합각이 (나)보다 작다. $\Rightarrow \text{OF}_2$

선택지 분석

- ㉠ (가)의 공유 전자쌍 수는 4이다.
- ㉡ (나)의 쌍극자 모멘트는 0이다.
- ✕ (다)의 분자 구조는 삼각뿔형이다. 굽은 형

㉠. (가)는 $\text{F}-\text{C}\equiv\text{N}$ 이므로 공유 전자쌍 수는 4이다.

㉡. (나)는 CF_4 로 분자 구조가 정사면체로 무극성 분자이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.

바로알기 ㉢. (다)는 OF_2 로 중심 원자에 비공유 전자쌍이 2개, 공유 전자쌍이 2개 있으므로 분자 구조는 굽은 형이다.

12 분자의 구조와 극성

자료 분석

(가)에서 구성 원자 수가 4이고, H 원자 수가 2이므로 (가)의 분자식은 X_2H_2 이다. $\Rightarrow$ X 원자 사이의 결합은 3중 결합이고, X는 탄소(C)이다.

분자	(가)	(나)	(다)
구성 원자	H, X	H, Y	H, Z
구성 원자 수	4	4	3
H 원자 수	2	3	2

(나)의 분자식은 YH_3 이고, Y는 질소(N)이다.

(다)의 분자식은 H_2Z 이고 Z는 산소(O)이다.

선택지 분석

- ✕ (가)는 극성 분자이다. 무극성 분자
- ✕ (나)를 구성하는 모든 원자는 같은 평면에 있다. 있지 않다
- ㉠ 결합각은 (나) > (다)이다.

㉡. (다)의 분자식은 H_2O 이다. 중심 원자 주위에 있는 전자쌍 수는 (나)와 (다)에서 모두 4인데, 비공유 전자쌍 수는 (다) > (나)이므로 결합각은 (나) > (다)이다.

바로알기 ㉠. (가)의 분자식은 C_2H_2 이고 분자 구조는 직선형이므로 (가)는 무극성 분자이다.

㉠. (나)의 분자식은 NH_3 로 분자 구조가 삼각뿔형이므로 입체 구조이다.

13 분자의 극성

선택지 분석

- ㉠ 밀도는 사염화 탄소 > 사이클로헥세인이다.
- ✕ '무색'은 ㉠으로 적절하다. 보라색
- ㉡ B는 아이오딘(I_2)이다.

㉠. (가) 과정 후 시험관 I에서는 물이 아래층에 위치하고 사이클로헥세인이 위층에 위치하므로 밀도는 물 > 사이클로헥세인이다. 또 시험관 II에서는 물이 위층에 위치하고 사염화 탄소가 아래층에 위치하므로 밀도는 사염화 탄소 > 물이다. 따라서 밀도는 사염화 탄소 > 사이클로헥세인이다.

㉡. A는 물에 녹아 파란색을 띠므로 이온 결합 물질인 염화 구리(II) (CuCl_2)로 B는 아이오딘(I_2)이다.

바로알기 ㉠. B는 무극성 물질인 아이오딘(I_2)이므로 무극성 물질인 사염화 탄소에 잘 녹는다. 따라서 ㉠은 '보라색'이다.

13 동적 평형

개념 확인

본책 143쪽

- (1) 가역 반응 (2) 비가역 반응 (3) 가역 반응 (4) 비가역 반응
(5) 진행되는 (6) 같다 (7) 동적 평형 (8) 상평형
(9) 증발, 응축 (10) 용해 평형 (11) 용해, 석출

수능 자료

본책 144쪽

- 자료 1 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 ○ 6 ○ 7 ○
자료 2 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 ○ 6 ○ 7 ○
자료 3 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ○ 6 × 7 ×
자료 4 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○ 5 ○

자료 1 물의 증발과 응축

2 온도가 일정하면 (가)~(다)에서 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 증발 속도는 모두 같다.

4 (다)는 동적 평형 상태이므로 (다)에서 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 증발 속도와 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 응축 속도는 같다.

자료 2 브로민의 증발과 응축

2 온도가 일정하면 (가)와 (나) 모두 $\text{Br}_2(l)$ 의 증발 속도는 같다.

4 (나)는 동적 평형 상태이므로 (나)에서 $\text{Br}_2(l)$ 의 증발 속도와 $\text{Br}_2(g)$ 의 응축 속도는 같다.

5 (나)에서 $\text{Br}_2(l)$ 의 증발 속도와 $\text{Br}_2(g)$ 의 응축 속도가 같아서 겉보기에 변화가 일어나지 않는 것처럼 보이지만 기화와 액화가 동시에 일어난다.

자료 3 설탕의 용해와 석출

1 (가)에서 $n_1 > n_2$ 로 설탕이 용해되는 입자 수보다 설탕이 석출되는 입자 수가 작으므로 포화 용액보다 용질이 적게 녹아 있는 불포화 용액이다.

6 (가)에서 설탕의 용해 속도가 석출 속도보다 크므로 설탕물의 농도는 증가한다.

7 (나)는 동적 평형 상태이므로 설탕의 용해 속도와 석출 속도가 같아서 일정량의 설탕이 녹으면 그 양만큼의 설탕이 석출된다.

자료 4 사산화 이질소(N_2O_4)의 생성과 분해

2 (나)에서 처음에는 무색의 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 가 적갈색의 $\text{NO}_2(g)$ 로 되는 반응이 빠르게 일어나 점점 적갈색이 되다가 동적 평형에 도달하여 옅은 적갈색이 된다. 따라서 (나)에서의 화학 반응은 가역 반응이다.

3 (가)에서 적갈색의 $\text{NO}_2(g)$ 가 무색의 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 로 되는 반응과 무색의 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 가 적갈색의 $\text{NO}_2(g)$ 로 되는 반응이 가역적으로 일어난다.

수능



본책 145쪽

- 1 ㉠, ㉡ 2 ㉢ 3 ㉡, ㉢ 4 용해 속도=석출 속도
5 (1) (가)=(나)=(다) (2) (가)<(나)<(다) 6 ㉠ 7 ㉠, ㉡, ㉢

1 화학 반응식의 왼쪽 물질이 오른쪽 물질로 변하는 반응은 정반응이고, 오른쪽 물질이 왼쪽 물질로 변하는 반응은 역반응이다. 따라서 반응 ㉠과 반응 ㉡ 중에서 정반응은 ㉠이고, 역반응은 ㉡이다.

2 ㉠, ㉡ t 초 이후에는 동적 평형 상태이므로 정반응과 역반응이 동시에 일어난다.

㉢ 동적 평형 상태에서 반응물과 생성물이 모두 존재하므로 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 가 존재한다.

㉣ t 초 이후에는 동적 평형 상태이므로 적갈색의 $\text{NO}_2(g)$ 와 무색의 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 의 분자 수가 일정하다.

바로알기 ㉤ t 초 이후에는 동적 평형 상태로 적갈색의 $\text{NO}_2(g)$ 와 무색의 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 의 분자 수가 일정하므로 전체 기체 분자 수가 일정하게 유지된다.

3 주어진 화학 반응식에서 정반응은 석회 동굴이 형성되는 반응이고, 역반응은 동굴 속 중유석이나 석순 등의 암석이 형성되는 반응이다.

4 일정량의 물에 설탕을 계속 넣으면 처음에는 설탕이 물에 녹지만 어느 순간부터는 설탕이 더 이상 녹지 않는 것처럼 보인다. 이는 설탕의 용해 속도와 석출 속도가 같은 동적 평형에 도달했기 때문이다.

5 일정한 온도에서는 밀폐 용기 속 물의 증발 속도가 일정하다. 그러나 시간이 지날수록 밀폐 용기 속 수증기 분자가 많아지므로 수증기의 응축 속도가 점점 빨라진다.

6 ㉡ 동적 평형 상태에서 용질의 용해 속도와 석출 속도가 같아 겉보기에는 반응이 일어나지 않는 것처럼 보이지만 NaCl 의 용해 반응이 일어난다.

㉢ 동적 평형 상태에서 용질의 용해 속도와 석출 속도가 같아 겉보기에는 반응이 일어나지 않는 것처럼 보이지만 NaCl 의 석출 반응이 일어난다.

㉣ $\text{H}_2\text{O}(l)$ 과 $\text{H}_2\text{O}(g)$, NaCl 의 용해와 석출 사이의 동적 평형 상태이다.

㉤ $\text{H}_2\text{O}(l)$ 과 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 사이에 증발과 응축이 동시에 일어나면서 증발 속도와 응축 속도가 같은 상평형이 일어난다.

바로알기 ㉠ (가)는 동적 평형 상태이므로 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 분자 수와 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 분자 수는 일정하다.

7 ㉠ 동적 평형 상태에서 반응 조건에 따라 역반응이 존재하는 가역 반응이 진행된다.

㉡ 동적 평형 상태는 정반응과 역반응이 멈춘 상태가 아니라 정반응 속도와 역반응 속도가 같은 상태이다.

㉢ 동적 평형 상태에서 정반응과 역반응 속도가 같아서 반응물과 생성물의 농도가 일정하게 유지된다.

- 1 ③ 2 ④ 3 ② 4 ⑤ 5 ④ 6 ①
7 ③ 8 ⑤

1 가역 반응과 비가역 반응

자료 분석

- (가) $\text{HCl}(aq) + \text{NaOH}(aq) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l) + \text{NaCl}(aq)$
 → 중화 반응: 비가역 반응
 (나) $\text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(s)$ → 물의 상태 변화: 가역 반응
 (다) $\text{I}_2(s) \rightleftharpoons \text{I}_2(g)$ → 아이오딘의 상태 변화: 가역 반응

선택지 분석

- ㉠ 가역 반응은 2가지이다.
 ㉡ 정반응과 역반응이 동시에 일어나는 반응은 2가지이다.
 ㉢ 정반응만 일어나는 반응은 (나)이다. (가)

- ㄱ. 가역 반응은 (나), (다)의 2가지이다.
 ㄴ. 정반응과 역반응이 모두 일어나는 반응은 가역 반응으로 (나)와 (다)이다.

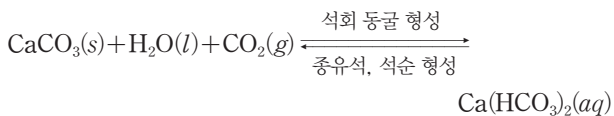
❌ 바로알기 ㄷ. 정반응만 일어나는 반응은 비가역 반응으로 (가)이다.

2 가역 반응의 예

선택지 분석

- ㉠ 물은 염산에 마그네슘 리본을 넣으면 기포가 발생한다.
 → 기체 발생 반응: 비가역 반응
 ㉡ 물은 황산과 수산화 칼륨 수용액을 섞으면 물이 생성된다.
 → 중화 반응: 비가역 반응
 ㉢ 메테인이 포함된 도시가스를 태우면 물과 이산화 탄소가 발생한다. → 연소 반응: 비가역 반응
 ㉣ 석회암 지대에서 석회 동굴과 종유석, 석순이 형성된다.
 → 석회 동굴과 종유석, 석순의 생성: 가역 반응
 ㉤ 질산 납 수용액과 아이오딘화 칼륨 수용액을 섞으면 노란색 아이오딘화 납 앙금이 생성된다. → 앙금 생성 반응: 비가역 반응

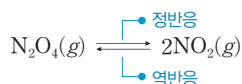
- ④ 석회 동굴이 형성되는 반응과 동굴 속에 종유석과 석순이 형성되는 반응은 가역 반응이다.



- ❌ 바로알기 ① 산과 금속의 반응은 수소 기체가 발생하는 비가역 반응이다.
 ② 중화 반응은 비가역 반응이다.
 ③ 메테인의 연소 반응은 물과 이산화 탄소가 생성되는 비가역 반응이다.
 ⑤ 앙금 생성 반응은 비가역 반응이다.

3 가역 반응

자료 분석



화학 반응식에 ' $\rightleftharpoons$ ' 표시가 있으면 반응 조건에 따라 역반응이 일어날 수 있는 가역 반응이다.

선택지 분석

- ❌ t초 이후에는 반응이 일어나지 않는다.
 정반응과 역반응이 계속 일어난다
 ㉠ 반응 시작 후 t초까지는 전체 분자 수가 증가한다.
 ㉡ 이 반응은 비가역 반응이다. 가역 반응

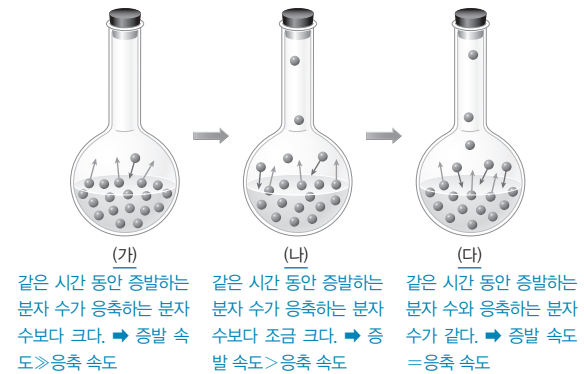
- ㄴ. 반응 시작 후 t초까지는 정반응 속도가 역반응 속도보다 크므로 전체 분자 수가 증가한다.

❌ 바로알기 ㄱ. 반응 시작부터 t초 이후까지 정반응과 역반응이 계속 일어난다.

ㄷ. 이 반응은 정반응과 역반응이 모두 일어나는 가역 반응이다.

4 물의 상평형

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)에서는 증발 속도가 응축 속도보다 크다.
 ㉡ (나)에서는 증발과 응축이 함께 일어난다.
 ㉢ (다)에서는 동적 평형에 도달하였다.

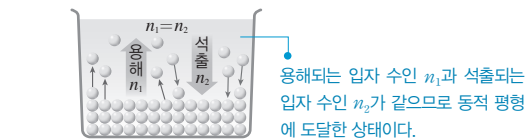
- ㄱ. (가)와 (나)에서는 증발 속도가 응축 속도보다 크고, (다)에서는 증발 속도와 응축 속도가 같다.

ㄴ. (가), (나), (다) 모두 증발과 응축이 함께 일어난다.

ㄷ. (다)에서는 증발 속도와 응축 속도가 같으므로 동적 평형에 도달하였다.

5 용해 평형

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 이 반응은 가역 반응이다.
 ㉡ 동적 평형에 도달하였다.
 ㉢ 용질을 더 넣으면 용질은 더 이상 용해되지 않는다.
 용해되는 양만큼 석출된다

- ㄱ. 용해 반응과 석출 반응이 모두 일어나므로 가역 반응이다.

ㄴ. 포화 용액은 용해 속도와 석출 속도가 같으므로 동적 평형 상태이다.

❌ 바로알기 ㄷ. 포화 용액에 용질을 더 넣으면 같은 시간 동안 용해되는 양과 같은 양의 용질이 석출된다.

6 동적 평형

자료 분석

• 반응 시간이 흐를수록 증발 속도는 일정하지만 응축 속도는 증가하므로 $a < b$ 이다.

시간	t_1	t_2	t_3
증발 속도	a	b	1
$X(g)$ 의 양(mol)		1	c
$X(l)$ 의 양(mol)			

선택지 분석

- ㉠ $a < 1$ 이다.
 ✕ $b = 1$ 이다. $b < 1$
 ✕ t_2 일 때, $X(l)$ 와 $X(g)$ 는 동적 평형을 이루고 있다. t_3

ㄱ. 온도가 일정할 때 반응 시간이 흐를수록 증발 속도는 일정하지만 응축 속도는 증가한다. t_1 은 평형 상태 전이므로 증발 속도가 응축 속도보다 크다. 따라서 $a < 1$ 이다.

바로알기 ㄴ. $a < b < 1$ 이다.

ㄷ. $\frac{\text{응축 속도}}{\text{증발 속도}} = 1$ 이면 동적 평형 상태이다. 그러므로 t_3 일 때, $X(l)$ 와 $X(g)$ 는 동적 평형을 이루고 있다.

7 가역 반응과 비가역 반응

자료 분석

- (가) $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$ → 비가역 반응
 (나) $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ → 가역 반응

선택지 분석

- ㉠ (가)는 비가역 반응이다.
 ㉡ (나)는 가역 반응이다.
 ✕ 충분한 시간이 흐르면 (가), (나) 모두 동적 평형에 도달한다. (나)만

ㄱ. 연소 반응은 비가역 반응이다.

ㄴ. $NO_2(g)$ 가 결합하여 $N_2O_4(g)$ 로 되는 반응과, $N_2O_4(g)$ 가 분해되어 $NO_2(g)$ 로 되는 반응은 가역적으로 일어난다.

바로알기 ㄷ. (가)는 비가역 반응이고 (나)는 가역 반응이므로 (나)만 동적 평형에 도달한다.

8 동적 평형

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)는 동적 평형 상태이다.
 ㉡ (나)에서는 가역 반응이 진행된다.
 ㉢ (가), (나) 모두 물의 양이 변하지 않는다.

ㄱ. (가), (나) 모두 충분한 시간이 흐른 후의 모습이므로 동적 평형 상태이다.

ㄴ. (가), (나) 모두 물의 증발 반응과 수증기의 응축 반응이 진행되므로 가역 반응이다.

ㄷ. (가)와 (나)는 동적 평형 상태로, 같은 시간 동안 증발되는 물 분자 수 = 응축되는 수증기 분자 수이므로 물의 양은 변하지 않는다.

수능 3점

본책 148쪽 ~ 149쪽

- 1 ① 2 ① 3 ⑤ 4 ③ 5 ⑤ 6 ③
 7 ① 8 ②

1 동적 평형

자료 분석

• 증발 속도와 응축 속도가 같은 $2t$ 일 때 동적 평형 상태이다.

시간	t	$2t$	$4t$
증발 속도	a	a	a
응축 속도	b	a	x

• t 일 때 $a > b$, $2t$ 일 때 $a = a$, $4t$ 일 때 $a = x$

선택지 분석

- ㉠ H_2O 의 상변화는 가역 반응이다.
 ✕ 용기 내 $H_2O(l)$ 의 양(mol)은 t 에서와 $2t$ 에서가 같다.
 ✕ $x = 2a$ 이다. $x = a$ t 에서가 $2t$ 에서보다 크다

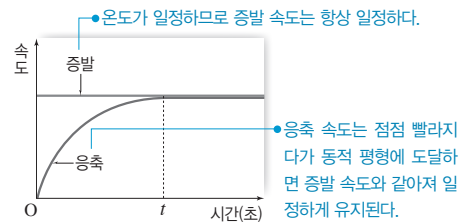
ㄱ. H_2O 은 조건에 따라 증발과 응축이 모두 일어날 수 있으므로 H_2O 의 상변화는 가역 반응이다.

바로알기 ㄴ. $2t$ 일 때 증발 속도와 응축 속도가 같으므로 동적 평형 상태이다. 따라서 t 일 때는 동적 평형 상태가 아니므로 증발 속도가 응축 속도보다 크다. 따라서 용기 내 $H_2O(l)$ 의 양(mol)은 t 에서가 $2t$ 에서보다 크다.

ㄷ. $2t$ 이후 시간은 모두 동적 평형 상태이므로 $x = a$ 이다.

2 동적 평형에서 증발 속도와 응축 속도의 관계

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ t 초부터 동적 평형에 도달한다.
 ✕ t 초 이전에는 비가역 반응이 진행된다.
 • 모든 구간에서 가역 반응이 진행된다.
 ✕ t 초 이후 충분한 시간이 흐르면 응축 속도가 증발 속도보다 빨라진다.
 • 동적 평형이 계속 유지되므로 응축 속도와 증발 속도는 계속 같게 유지된다.

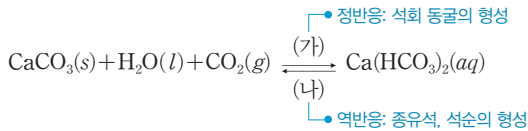
ㄱ. t 초부터 증발 속도와 응축 속도가 같아졌으므로 t 초에 동적 평형에 도달한 것이다.

바로알기 ㄴ. 물의 증발과 응축은 가역 반응이므로 모든 구간에서 가역 반응이 진행된다.

ㄷ. 충분한 시간이 흘러도 동적 평형 상태이므로 응축 속도와 증발 속도는 같다.

3 석회 동굴, 중유석, 석순의 형성 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 반응 (가)에 대하여 반응 (나)는 역반응이다.
 ㉡ 반응 (가)와 (나)는 동적 평형에 도달할 수 있다.
 ㉢ 석회 동굴이 형성되면서 동시에 석회 동굴 속에 중유석과 석순이 형성된다.

ㄱ. 석회 동굴이 형성되는 반응 (가)와 중유석, 석순이 형성되는 반응 (나)는 서로 정반응과 역반응 관계이다.
 ㄴ. (가)와 (나)는 서로 가역 반응이므로 동적 평형에 도달할 수 있다.
 ㄷ. 가역 반응은 정반응과 역반응이 동시에 진행되고, 동적 평형에 도달한 상태에서도 계속 진행된다.
 따라서 석회 동굴이 형성되면서 동시에 석회 동굴 속에 중유석과 석순이 형성된다.

4 브로민의 상평형

자료 분석

브로민의 상태 변화: 가역 반응



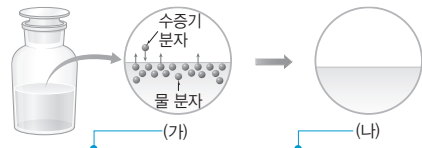
선택지 분석

- ㉠ (가)에서는 증발 속도가 응축 속도보다 빠르다.
 ㉡ (나)에서는 정반응과 역반응이 같은 속도로 진행되고 있다.
 ✕ (가)와 (나)는 모두 동적 평형에 도달한 상태이다.
 (나)만

일정한 온도에서 밀폐 용기에 액체 브로민을 담아 놓으면 처음에는 브로민의 증발 속도가 응축 속도보다 크지만, 충분한 시간이 흐르면 증발 속도와 응축 속도가 같은 동적 평형 상태에 도달한다.
 ㄱ. (가)에서는 증발 속도가 응축 속도보다 크고, (나)에서는 증발 속도와 응축 속도가 같다.
 ㄴ. (나)는 동적 평형 상태이므로 정반응과 역반응이 같은 속도로 진행되고 있다.
 ㄷ. (가)는 동적 평형에 도달하기 전이고, (나)는 동적 평형에 도달한 상태이다.

5 물의 상평형

자료 분석



초기 상태이므로 물의 증발 속도가 수증기의 응축 속도보다 크므로 수증기가 응축되는 분자 수보다 물이 증발되는 분자 수가 더 크다.
 증발 속도 > 응축 속도
 충분한 시간이 흐른 상태이므로 물의 증발 속도와 수증기의 응축 속도가 같은 동적 평형에 도달한다.
 증발 속도 = 응축 속도

선택지 분석

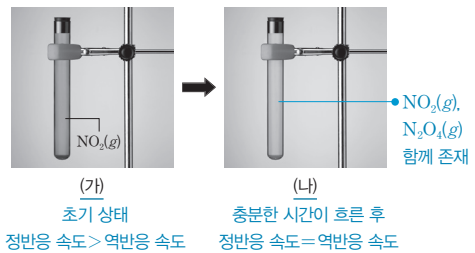
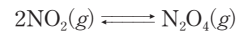
- ㉠ (가)에서는 가역 반응이 진행된다.
 ㉡ (나)에서는 동적 평형에 도달한다.
 ㉢ 수증기 분자 수는 (나)가 (가)보다 크다.

ㄱ. (가)에서는 물 분자의 증발과 수증기 분자의 응축이 함께 일어나므로 가역 반응이 진행된다.
 ㄴ. 밀폐 용기 속에서 충분한 시간이 흐른 상태인 (나)에서는 물의 증발 속도와 수증기의 응축 속도가 같아지는 동적 평형에 도달한다.
 ㄷ. 유리병 속 수증기 분자 수는 동적 평형에 도달한 (나)가 (가)보다 크다.

6 이산화 질소와 사산화 이질소 사이의 화학 평형

자료 분석

N_2O_4 의 생성과 분해: 가역 반응



정반응 속도 > 역반응 속도 정반응 속도 = 역반응 속도

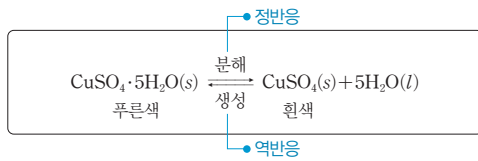
선택지 분석

- ㉠ (가)에서는 정반응 속도가 역반응 속도보다 크다.
 ㉡ (나)에는 $\text{NO}_2(g)$ 와 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 가 함께 존재한다.
 ✕ $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 의 농도는 (가)에서가 (나)에서보다 크다. 작다

ㄱ. 반응 초기 시험관에는 $\text{NO}_2(g)$ 만 존재하므로 (가)에서는 정반응 속도가 역반응 속도보다 크다.
 ㄴ. (나)는 충분한 시간이 흐른 후 적갈색의 NO_2 가 무색의 N_2O_4 를 생성하는 정반응과 무색의 N_2O_4 가 다시 적갈색의 NO_2 로 분해되는 역반응이 같은 속도로 일어나 적갈색이 일정하게 유지되는 동적 평형에 도달한 상태로, 반응물인 $\text{NO}_2(g)$ 와 생성물인 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 가 함께 존재한다.
 ㄷ. 반응 초기에는 $\text{NO}_2(g)$ 만 존재하다가 시간이 지나면 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 생성 반응이 일어나 (나)에서 동적 평형에 도달하므로 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 의 농도는 (나)에서가 (가)에서보다 크다.

7 황산 구리(II) 이수화물의 분해와 생성 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 황산 구리(II) 이수화물의 분해 반응이 시작되면서 동시에 생성 반응이 진행된다.
- ❌ 반응이 진행될수록 푸른색은 계속 없어진다.
동적 평형에 도달하면 더 이상 색 변화가 일어나지 않는다
- ❌ 초기에는 황산 구리(II) 이수화물의 분해 속도가 생성 속도보다 작다. 크다

㉠. 황산 구리(II) 이수화물의 분해 반응과 생성 반응은 가역 반응이므로 정반응과 역반응이 동시에 진행된다.

❌. 황산 구리(II) 이수화물의 분해 반응이 진행되면 푸른색이 없어지다가 동적 평형에 도달하면 더 이상 색 변화가 일어나지 않는다.

㉠. 동적 평형에 도달하기 전에는 정반응 속도가 역반응 속도보다 크므로 분해 속도가 생성 속도보다 크다.

8 용해 평형

자료 분석

시간	t	$2t$	$4t$
관찰 결과			
설탕 수용액의 물 농도(M)	$\frac{2}{3}a$	a	

4t일 때 설탕 수용액은 용해 평형에 도달하였으므로, 8t일 때 설탕 수용액도 용해 평형 상태이다.

선택지 분석

- ❌ t일 때 설탕의 석출 속도는 0이다. 0보다 크다
- ❌ 4t일 때 설탕의 용해 속도는 석출 속도보다 크다.
용해 속도 = 석출 속도
- ㉠ 녹지 않고 남아 있는 설탕의 질량은 4t일 때와 8t일 때가 같다.

㉠. 동적 평형 상태에서는 설탕의 용해 속도와 석출 속도가 같아서 녹지 않고 남아 있는 설탕의 질량은 항상 일정하게 유지된다. 따라서 4t 이후는 동적 평형 상태이므로 녹지 않고 남아 있는 설탕의 질량은 4t일 때와 8t일 때가 같다.

❌. t일 때 설탕의 용해 반응과 석출 반응이 동시에 일어나고 있으며, 동적 평형 상태 이전이므로 용해 속도가 석출 속도보다 크며 석출 반응이 일어나고 있으므로 석출 속도는 0보다 크다. 따라서 t일 때 설탕의 석출 속도는 0보다 크다.

㉠. 4t일 때 동적 평형 상태이므로 설탕의 용해 속도와 석출 속도는 같다.

14. 물의 자동 이온화

개념 확인

본책 151쪽, 153쪽

- (1) ① 산 ② 염기 ③ 염기가 아니다 ④ 산 ⑤ 염기 ⑥ 양쪽성
(2) 가역 (3) ① 곱 ② 1.0×10^{-14} ③ 1.0×10^{-7} ④ 1.0×10^{-7}
⑤ 감소 ⑥ 감소 (4) ① $-\log[\text{H}^+]$ ② 14 ③ 작아 ④ 커 ⑤ 중성 ⑥ 0 ⑦ 14 ⑧ 작아 (5) ① < ② = ③ > (6) 커 (7) 지시약 (8) 100 (9) pH 미터

수능 자료

본책 154쪽

- 자료 ① 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ○ 5 × 6 ○ 7 ○
8 ○
자료 ② 1 ○ 2 × 3 × 4 ○ 5 ○ 6 × 7 ○

자료 ① 산과 염기의 정의

3 아레니우스 염기는 물에 녹아 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질이므로 (나)에서 NH_3 는 아레니우스 염기가 아니다.

5 (가)에서 H_2O 은 브뢴스테드·로리 염기이고, (나)에서 H_2O 은 브뢴스테드·로리 산이다.

자료 ② 물의 자동 이온화

2 (가)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{OH}^-] = 2.0 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이다.

3 (나)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 $1.0 \times 10^{-10} \text{ M}$ 이고, $[\text{OH}^-]$ 는 $1.0 \times 10^{-4} \text{ M}$ 이다.

6 25 °C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1.0×10^{-14} 이므로, (가)와 (다)에서 K_w 는 같다.

7 (가)와 (다)를 혼합한 수용액의 부피는 100 mL이고 (가)와 (다) 혼합 수용액의 물 농도는 (다) 수용액의 $\frac{1}{10}$ 배이다. 그러므로 (가)와 (다)를 혼합한 수용액의 pH는 (다) 수용액의 pH보다 1만큼 커진 4이다.

수능



본책 154쪽

- 1 ㉠ 브뢴스테드·로리 산 ㉡ 브뢴스테드·로리 염기 2 ㉠, ㉡, ㉢ 3 ㉢ 4 ㉠ 1.0×10^{-2} ㉡ 1.0×10^{-12} ㉢ 2 ㉣ 12 ㉤ 1.0×10^{-11} ㉥ 1.0×10^{-3} ㉦ 11 ㉧ 3

1 HCl은 H^+ 을 내놓으므로 브뢴스테드·로리 산이고, NH_3 는 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

2 ㉠. 아레니우스 산은 물에 녹아 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질이고, 브뢴스테드·로리 산은 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질이다. ㉡. 아레니우스 염기는 물에 녹아 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질이고, 브뢴스테드·로리 염기는 수소 이온(H^+)을 받는 물질이다.

ㄷ. 염화 수소(HCl)와 암모니아(NH₃)가 반응하면 염화 암모늄(NH₄Cl)이 만들어진다. 이때 염화 수소(HCl)는 브뢴스테드·로리 산이고, 암모니아(NH₃)는 브뢴스테드·로리 염기이다.

3 ③ [OH⁻]는 (다)는 1.0×10⁻⁵ M이고, (가)는 1.0×10⁻⁹ M이다.

바로알기 ① 물의 이온화 상수(K_w)는 온도가 일정하면 같으므로 25 °C에서 (가)와 (나)의 물의 이온화 상수(K_w)는 모두 1.0×10⁻¹⁴로 같다.

② 수소 이온 농도 지수(pH)는 -log[H₃O⁺]이므로, (나)는 7이고 (다)는 9이다.

④ 25 °C에서 산성 수용액은 pH가 7보다 작은 수용액이므로 pH가 5인 (가) 1가지이다.

⑤ 25 °C에서 염기성 수용액은 pH가 7보다 큰 수용액이므로 pH가 9인 (다) 1가지이다.

4 25 °C의 0.01 M HCl(aq)에서 [H₃O⁺]=1.0×10⁻² M이므로 pH=2이다. 이때 K_w=[H₃O⁺][OH⁻]=1.0×10⁻¹⁴이므로 [OH⁻]=1.0×10⁻¹² M이고, pOH=12이다.

25 °C의 0.001 M KOH(aq)에서 [OH⁻]=1.0×10⁻³ M이므로 pOH=3이다. 이때 K_w=[H₃O⁺][OH⁻]=1.0×10⁻¹⁴이므로 [H₃O⁺]=1.0×10⁻¹¹ M이고, pH=11이다.

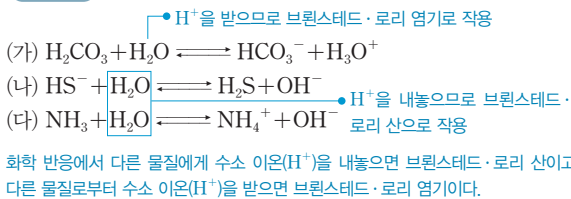
수능 **2점**

본책 155쪽~156쪽

1 ⑤ 2 ⑤ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑤ 6 ②
7 ② 8 ③

1 브뢴스테드·로리 산 염기

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (가) ☒ (나) ☒ (다)
☒ (가), (나) ☒ (나), (다)

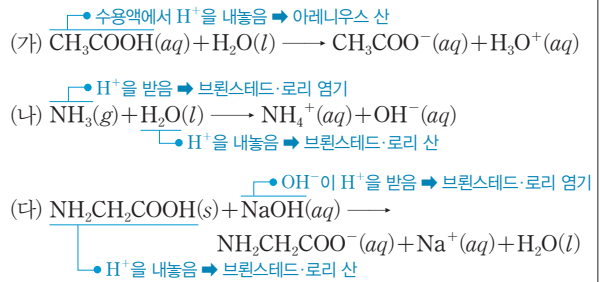
(나) $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$ 에서 H₂O는 H⁺을 내놓아 OH⁻이 되었으므로 H₂O는 브뢴스테드·로리 산이다.

(다) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 에서 H₂O는 H⁺을 내놓아 OH⁻이 되었으므로 H₂O는 브뢴스테드·로리 산이다.

바로알기 (가) $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$ 에서 H₂O는 H⁺을 얻어서 H₃O⁺이 되었으므로 H₂O는 브뢴스테드·로리 염기이다.

2 산 염기의 정의

자료 분석



선택지 분석

- ☒ (가)에서 CH₃COOH은 아레니우스 산이다.
☒ (나)에서 NH₃는 브뢴스테드·로리 염기이다.
☒ (다)에서 NH₂CH₂COOH은 브뢴스테드·로리 산이다.

ㄱ. (가)에서 CH₃COOH은 물에 녹아 H⁺을 내놓으므로 아레니우스 산이다.

ㄴ. (나)에서 NH₃는 H⁺을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

ㄷ. (다)에서 NH₂CH₂COOH은 H⁺을 내놓으므로 브뢴스테드·로리 산이다.

3 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수

선택지 분석

- ☒ 물의 자동 이온화 반응은 가역 반응이다.
☒ 25 °C의 순수한 물에서 [H₃O⁺]는 1.0×10⁻⁷ M이다.
☒ 25 °C에서 순수한 물의 pH는 pOH보다 크다.

ㄱ. 물의 자동 이온화 반응은 역반응도 동시에 일어나므로 가역 반응이다.

ㄴ. 25 °C에서 물의 K_w=[H₃O⁺][OH⁻]=1.0×10⁻¹⁴이고, 순수한 물의 [H₃O⁺]와 [OH⁻]는 서로 같다. 따라서 25 °C의 순수한 물에서 [H₃O⁺]는 1.0×10⁻⁷ M이다.

바로알기 ㄷ. 25 °C에서 순수한 물의 [H₃O⁺]=[OH⁻]=1.0×10⁻⁷ M이므로 pH와 pOH는 모두 7로 같다.

4 물의 이온화 상수와 [H₃O⁺], [OH⁻]의 관계

자료 분석

- 1단계: 25 °C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 다음과 같다.
 $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$
 • 2단계: 염산이 모두 이온화된다고 가정하면
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.0 \times 10^{-(\ominus)} \text{ M}$ 이다.
 • 3단계: 2단계 자료를 1단계의 K_w식에 대입하면
 $[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-(\ominus)} \text{ M}$ 이다.

선택지 분석

- ☒ ㉠은 1이다.
☒ ㉡은 13이다.
☒ 염산의 농도를 10배 묶으면 ㉢은 작아진다.

- ㄱ. 염산의 몰 농도가 0.1 M이므로 염산의 $[H_3O^+]=0.1\text{ M}=1.0\times 10^{-1}\text{ M}$ 이다. 따라서 ㉠은 1이다.
- ㄴ. $K_w=1.0\times 10^{-14}$ 이므로 $[OH^-]=1.0\times 10^{-13}\text{ M}$ 이다. 따라서 ㉡은 13이다.
- ㄷ. 0.1 M 염산의 농도를 10배 묽히면 0.01 M이 되어 H_3O^+ 의 몰 농도는 $1.0\times 10^{-2}\text{ M}$ 이 되므로 ㉢은 12가 된다.

5 수용액의 pH

선택지 분석

- ☒ 2 ☒ 4 ☒ 6
☒ 10 ☒ 12

수산화 나트륨(NaOH) 4 g을 물에 녹여 만든 10 L 수용액의 몰 농도는 $\frac{0.1\text{ mol}}{10\text{ L}}=1.0\times 10^{-2}\text{ M}$ 이므로 OH^- 의 몰 농도도 $1.0\times 10^{-2}\text{ M}$ 이다.

25 °C에서 물의 이온화 상수 $K_w=[H_3O^+][OH^-]=1.0\times 10^{-14}$ 이므로 H_3O^+ 의 몰 농도는 $1.0\times 10^{-12}\text{ M}$ 이다. 따라서 수용액의 pH는 12이다.

6 수용액의 pH

자료 분석

[실험 과정] $[H_3O^+]=0.1\text{ M}=1.0\times 10^{-1}\text{ M} \Rightarrow \text{pH}=1$
 (가) 25 °C에서 0.1 M 염산과 0.1 M 수산화 나트륨 수용액을 준비한다.
 $[OH^-]=0.1\text{ M}=1.0\times 10^{-1}\text{ M}$
 $[H_3O^+]=1.0\times 10^{-13}\text{ M} \Rightarrow \text{pH}=13$

(나) 과정 (가)의 두 수용액을 각각 10배로 묽힌다.
 0.1 M 염산 $\rightarrow$ 0.01 M 염산: $[H_3O^+]=1.0\times 10^{-2}\text{ M} \Rightarrow \text{pH}=2$
 0.1 M 수산화 나트륨 수용액 $\rightarrow$ 0.01 M 수산화 나트륨 수용액:
 $[OH^-]=1.0\times 10^{-2}\text{ M}$, $[H_3O^+]=1.0\times 10^{-12}\text{ M} \Rightarrow \text{pH}=12$

(다) 과정 (가)의 두 수용액을 각각 100배로 묽힌다.
 0.1 M 염산 $\rightarrow$ 0.001 M 염산: $[H_3O^+]=1.0\times 10^{-3}\text{ M} \Rightarrow \text{pH}=3$
 0.1 M 수산화 나트륨 수용액 $\rightarrow$ 0.001 M 수산화 나트륨 수용액:
 $[OH^-]=1.0\times 10^{-3}\text{ M}$, $[H_3O^+]=1.0\times 10^{-11}\text{ M} \Rightarrow \text{pH}=11$

[실험 결과] 각 수용액의 pH는 표와 같다.

과정	염산	수산화 나트륨 수용액
(가)	㉠=1	㉡=13
(나)	㉢=2	12
(다)	3	㉣=11

선택지 분석

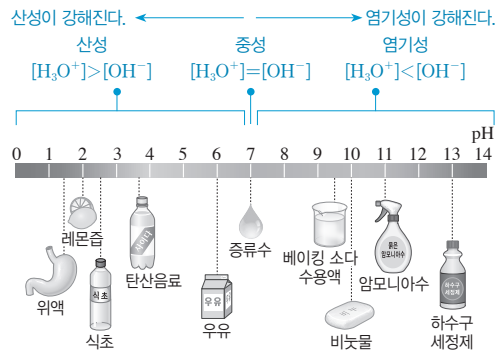
- ☒ ㉠=㉡이다. ㉠<㉡
☒ ㉢<㉣이다.
☒ ㉠+㉢=㉣+㉤이다. ㉠+㉢>㉣+㉤

- (가) 0.1 M 염산의 $[H_3O^+]=0.1\text{ M}=1.0\times 10^{-1}\text{ M}$ 이므로 $\text{pH}=1$ (㉠)이다.
- (가) 0.1 M 수산화 나트륨 수용액의 $[OH^-]=1.0\times 10^{-1}\text{ M}$ 이고, 25 °C에서 $K_w=[H_3O^+][OH^-]=1.0\times 10^{-14}$ 이므로 $[H_3O^+]=1.0\times 10^{-13}\text{ M}$ 이다. 따라서 $\text{pH}=13$ (㉡)이다.
- (나) 0.1 M 염산을 10배로 묽히면 0.01 M이 되므로 $[H_3O^+]=1.0\times 10^{-2}\text{ M}$ 이다. 따라서 $\text{pH}=2$ (㉢)가 된다.
- (나) 0.1 M 수산화 나트륨 수용액을 10배로 묽히면 0.01 M이 되므로 $[OH^-]=1.0\times 10^{-2}\text{ M}$, $[H_3O^+]=1.0\times 10^{-12}\text{ M}$ 이다. 따라서 $\text{pH}=12$ 이다.

- (다) 0.1 M 염산을 100배로 묽히면 0.001 M이 되므로 $[H_3O^+]=1.0\times 10^{-3}\text{ M}$ 이다. 따라서 $\text{pH}=3$ 이다.
- (다) 0.1 M 수산화 나트륨 수용액을 100배로 묽히면 0.001 M이 되므로 $[OH^-]=1.0\times 10^{-3}\text{ M}$, $[H_3O^+]=1.0\times 10^{-11}\text{ M}$ 이다. 따라서 $\text{pH}=11$ (㉣)이다.
- ㄴ. (나)와 (다)에서 ㉢=2, ㉣=11이므로 ㉢<㉣이다.
- 바로알기 ㄱ. (가)에서 ㉠=1, ㉡=13이므로 ㉠<㉡이다.
- ㄷ. (가)~(다)에서 ㉠=1, ㉡=13, ㉢=2, ㉣=11이므로 ㉠+㉢>㉣+㉤이다.

7 우리 주변 물질의 pH

자료 분석



선택지 분석

- ☒ $[H_3O^+]$ 는 탄산음료가 레몬즙보다 크다. 작다
☒ 증류수의 pOH는 7이다.
☒ 페놀프탈레인 용액을 1~2방울 떨어뜨릴 때 붉은색을 띠는 것은 5가지이다. 4가지

- ㄴ. 증류수의 pH는 7이다. 25 °C에서 $\text{pH}+\text{pOH}=14$ 이므로 증류수의 pOH는 7이다.
- 바로알기 ㄱ. pH가 작을수록 $[H_3O^+]$ 는 커진다. 따라서 pH가 작은 레몬즙이 탄산음료보다 $[H_3O^+]$ 가 크다.
- ㄷ. 페놀프탈레인 용액은 염기성에서 붉은색을 띤다. 따라서 pH가 7보다 큰 염기성 물질인 베이킹 소다 수용액, 비눗물, 암모니아수, 하수구 세정제에서 붉은색을 띠므로 4가지이다.

8 수용액의 $[H_3O^+]$, $[OH^-]$, pH의 관계

자료 분석

물에 녹아 H^+ 을 내놓는다. $\rightarrow$ 아레니우스 산
 $HCl(g)+H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq)+Cl^-(aq)$

선택지 분석

- ㉠ 수용액의 pH는 2이다.
☒ 수용액의 OH^- 의 몰 농도는 $1.0\times 10^{-12}\text{ M}$ 이다. 작아진다
☒ 수용액에 염화 수소를 더 녹이면 수용액의 pH는 커진다.

- ㄱ. 수용액의 수소 이온 농도가 0.01 M이므로 수용액의 pH는 2이다.
- ㄴ. 수용액의 수소 이온 농도가 0.01 M이고, 25 °C에서 물의 이온화 상수 $K_w=1.0\times 10^{-14}$ 이므로 25 °C에서 OH^- 의 몰 농도는 $1.0\times 10^{-12}\text{ M}$ 이다.
- 바로알기 ㄷ. 수용액에 염화 수소를 더 녹이면 수용액의 수소 이온 농도가 증가하므로 수용액의 pH는 작아진다.

- 1 ① 2 ⑤ 3 ③ 4 ③ 5 ③ 6 ⑤
7 ⑤ 8 ① 9 ② 10 ① 11 ② 12 ①

1 수용액의 $[H_3O^+]$, $[OH^-]$

자료 분석

$[OH^-] = 10^2 \times [H_3O^+]$
 $\rightarrow 10^2 \times [H_3O^+]^2 = 1 \times 10^{-14}$

수용액	(가)	(나)	(다)
$[H_3O^+] : [OH^-]$	$1 : 10^2$	$1 : 1$	$10^2 : 1$

25 °C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 $[H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$ 이다.

선택지 분석

- ㉠ (나)는 중성이다.
 ㉡ (다)의 pH는 5.0이다. 6.0
 ㉢ $[OH^-]$ 는 (가) : (다) = $10^4 : 1$ 이다. $10^2 : 1$

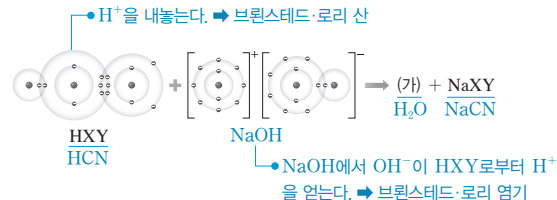
㉠. (나)에서 $[H_3O^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} M$ 이므로 (나)는 중성이다.

㉡. (다)에서 $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-6} M$, $[OH^-] = 1 \times 10^{-8} M$ 이므로 (다)의 pH는 6.0이다.

㉢. (가)에서 $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-8} M$, $[OH^-] = 1 \times 10^{-6} M$ 이고 (다)에서 $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-6} M$, $[OH^-] = 1 \times 10^{-8} M$ 이므로 $[OH^-]$ 는 (가) : (다) = $10^2 : 1$ 이다.

2 브뢴스테드-로리 산 염기

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ HXY는 브뢴스테드-로리 산이다.
 ㉡ (가)의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.
 ㉢ NaXY에서 X와 Y는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.

㉠. HXY는 H^+ 을 내놓으므로 브뢴스테드-로리 산이다.

㉡. (가)는 H_2O 이므로 극성 분자이다. 따라서 (가)는 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.

㉢. X와 Y는 각각 가장 바깥 전자 껍질에 8개의 전자를 채우고 있으므로 옥텟 규칙을 만족한다.

3 물의 자동 이온화

자료 분석

$[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-7} M$

(가) $[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-7} M$

(나) $[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-4} M$

(다) $[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-3} M$

선택지 분석

- ㉠ (가)에서 $[H_3O^+] = [OH^-]$ 이다.
 ㉡ (나)에서 $[OH^-]$ 는 $1.0 \times 10^{-4} M$ 다.
 ㉢ (가)와 (다)를 모두 혼합한 수용액의 pH=5이다. pH=4

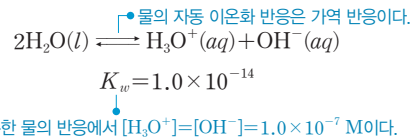
㉠. (가) 수용액은 중성이므로 $[H_3O^+] = [OH^-] = 1.0 \times 10^{-7} M$ 이다.

㉡. (나)에서 pH가 10이므로 $[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-10} M$ 이다. 물의 이온화 상수(K_w)는 1.0×10^{-14} 이므로 $[OH^-]$ 는 $1.0 \times 10^{-4} M$ 이다.

㉢. (가)와 (다)를 모두 혼합한 수용액의 부피가 100 mL이므로 (가)와 (다)의 혼합 수용액의 몰 농도는 (다) 수용액의 몰 농도의 $\frac{1}{10}$ 배이다. 그러므로 (가)와 (다)를 모두 혼합한 수용액의 pH는 (다) 수용액의 pH보다 1만큼 큰 4이다.

4 물의 자동 이온화

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 물의 자동 이온화 반응은 동적 평형에 도달할 수 있다.
 ㉡ 25 °C의 순수한 물에서 $[H_3O^+]$ 는 $1.0 \times 10^{-7} M$ 이다.
 ㉢ 25 °C의 순수한 물에서 H_3O^+ 의 농도는 H_2O 의 농도보다 더 크다. 작다

㉠. 물의 자동 이온화에 의해 생성된 하이드로늄 이온(H_3O^+)과 수산화 이온(OH^-)은 서로 반응하여 다시 물 분자를 생성할 수 있으므로 물의 자동 이온화는 가역 반응이다. 따라서 물의 자동 이온화 반응은 동적 평형에 도달할 수 있다.

㉡. 25 °C에서 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 이고, 순수한 물에서 $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 는 서로 같으므로 모두 $1.0 \times 10^{-7} M$ 이다.

㉢. 물의 자동 이온화는 매우 적은 양의 물 분자에서만 일어나므로 25 °C의 순수한 물에서 H_2O 의 농도가 H_3O^+ 의 농도보다 더 크다.

5 물의 자동 이온화

자료 분석

수용액	(가)	(나)	(다)
pH	4 산성	8 염기성	10 염기성
부피(mL)	200	100	500
$[H_3O^+](M)$	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-8}	1.0×10^{-10}

선택지 분석

- ㉠ 염기성 수용액은 2가지이다.
 ㉡ (나)에서 $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]} = 100$ 이다.
 ㉢ 수용액 속 H_3O^+ 의 양(mol)은 (가)가 (다)의 10^6 배이다.

㉠. pH가 7보다 크면 염기성 수용액이므로 염기성 수용액은 (나)와 (다) 2가지이다.

ㄴ. $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$ 이므로, (나)에서 $\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-6} \text{ M}}{1.0 \times 10^{-8} \text{ M}} = 100$ 이다.

바로알기 ㄷ. 수용액 속 H_3O^+ 의 양(mol)은 (가)가 $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol}$, (다)가 $5.0 \times 10^{-11} \text{ mol}$ 이므로, H_3O^+ 의 양(mol)은 (가)가 (다)의 4×10^5 배이다.

6 물의 이온화 상수

자료 분석

온도(°C)	K_w
0	0.11×10^{-14}
20	0.68×10^{-14}
25	1.00×10^{-14}
40	2.92×10^{-14}
60	9.61×10^{-14}

온도가 높아질수록 K_w 가 증가한다.
→ 순수한 물의 pH는 온도가 높아질수록 작아진다.

선택지 분석

- ㉠ 순수한 물의 pH는 20 °C에서가 60 °C에서보다 크다.
 ✕ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 25 °C에서가 40 °C에서보다 크다. **작다**
 ㉡ 70 °C에서 K_w 는 9.61×10^{-14} 보다 크다.

ㄱ. 물의 온도가 낮아질수록 K_w 가 작아지므로 순수한 물의 pH는 온도가 낮을수록 커진다. 따라서 순수한 물의 pH는 20 °C에서가 60 °C에서보다 크다.

ㄷ. 물의 온도가 높아질수록 K_w 가 커지므로 70 °C에서 K_w 는 9.61×10^{-14} 보다 크다.

바로알기 ㄴ. K_w 가 클수록 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 커지므로 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 25 °C에서가 40 °C에서보다 작다.

7 수용액의 $[\text{H}_3\text{O}^+]$, pH

선택지 분석

- ㉠ $x = 1.0 \times 10^{-2}$ 이다.
 ✕ 수용액 속에 존재하는 H_3O^+ 의 양(mol)은 $\frac{1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}}{1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}}$ 이다.
 ㉡ 물을 더 넣어 수용액의 부피를 1000 mL로 만들면 수용액의 pH는 3이다.

ㄱ. pH=2이므로 수용액의 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 $1.0 \times 10^{-2} \text{ M}$ 이 된다. 따라서 HCl(aq) 의 몰 농도 $x = 1.0 \times 10^{-2} \text{ (M)}$ 이다.

ㄷ. 물을 더 넣어 수용액의 부피를 1000 mL로 만들면 수용액은 10배 묽어지므로 수용액의 pH는 3이다.

바로알기 ㄴ. 수용액의 몰 농도가 $1.0 \times 10^{-2} \text{ M}$ 이고 부피가 0.1 L이므로 수용액 속에 존재하는 H_3O^+ 의 양(mol)은 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 이다.

8 수용액의 $[\text{H}_3\text{O}^+]$, $[\text{OH}^-]$

자료 분석

• H_3O^+ 의 양(mol) = $1.0 \times 10^{-2} \times 0.1 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$

구분	수용액	부피(L)	pH	$[\text{H}_3\text{O}^+]$ (M)	$[\text{OH}^-]$ (M)
(가)	HCl(aq)	0.1	2	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-12}
(나)	NaOH(aq)	10	13	1.0×10^{-13}	1.0×10^{-1}

• H_3O^+ 의 양(mol) = $1.0 \times 10^{-13} \times 10 = 1.0 \times 10^{-12} \text{ (mol)}$

선택지 분석

- ㉠ (가)에 들어 있는 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 $1.0 \times 10^{-2} \text{ M}$ 이다.
 ✕ (나)에 들어 있는 $[\text{OH}^-]$ 는 $1.0 \times 10^{-13} \text{ M}$ 이다. $1.0 \times 10^{-1} \text{ M}$
 ✕ 수용액에 들어 있는 H_3O^+ 의 양(mol)은 (가)가 (나)의 10^8 배이다.

ㄱ. (가)의 pH=2이므로 (가)에 들어 있는 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 $1.0 \times 10^{-2} \text{ M}$ 이다.

바로알기 ㄴ. (나)의 pH=13이므로 (나)에 들어 있는 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 $1.0 \times 10^{-13} \text{ M}$, $[\text{OH}^-]$ 는 $1.0 \times 10^{-1} \text{ M}$ 이다.

ㄷ. 수용액에 들어 있는 H_3O^+ 의 양(mol)은 다음과 같다.

(가) $1.0 \times 10^{-2} \text{ M} \times 0.1 \text{ L} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$

(나) $1.0 \times 10^{-13} \text{ M} \times 10 \text{ L} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ mol}$

따라서 H_3O^+ 의 양(mol)은 (가)가 (나)의 10^9 배이다.

9 수용액의 성질과 pH

자료 분석

$\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = 1 \times 10^{12}$ 에서
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-13} \text{ M}$ 이고,
 $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-1} \text{ M}$ 이므로 $a = 0.1$ 이다.

(가) (나)

선택지 분석

- ✕ $a = 0.2$ 이다. $a = 0.1$
 ㉠ (가)의 pH > (나)의 pH > 6이다.
 ✕ (나)에 물을 넣어 100 mL로 만든 HCl(aq) 에서 $\frac{[\text{Cl}^-]}{[\text{OH}^-]} = 1 \times 10^{10}$ 이다. $\frac{[\text{Cl}^-]}{[\text{OH}^-]} = 1 \times 10^8$

ㄴ. (가)의 pH는 13, (나)의 pH는 2이므로 $\frac{(\text{가}) \text{의 pH}}{(\text{나}) \text{의 pH}} = 6.5$ 이다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-13} \text{ M}$ 이고, $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-1} \text{ M}$ 이므로 $a = 0.1$ 이다.

ㄷ. (나)에 물을 넣어 100 mL로 만든 HCl(aq) 의 몰 농도는 0.001 M이다. 따라서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{Cl}^-] = 1 \times 10^{-3} \text{ M}$ 이고, $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-11} \text{ M}$ 이므로 $\frac{[\text{Cl}^-]}{[\text{OH}^-]} = 1 \times 10^8$ 이다.

10 수용액의 $[\text{H}_3\text{O}^+]$, $[\text{OH}^-]$

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ A(aq)에 BTB 용액을 1~2방울 떨어뜨리면 파란색으로 변한다.
 ✕ $[\text{OH}^-]$ 는 B(aq)이 A(aq)의 10^{11} 배이다. $\frac{1}{10^{11}}$ 배
 ✕ 수용액에 존재하는 H_3O^+ 의 양(mol)은 B(aq)이 C(aq)의 5배이다. 10^5 배

ㄱ. A(aq)은 염기성이므로 이 수용액에 BTB 용액을 1~2방울 떨어뜨리면 파란색으로 변한다.

바로알기 ㄴ. A(aq)의 $[\text{OH}^-]$ 는 $1.0 \times 10^{-1} \text{ M}$ 이고, B(aq)의 $[\text{OH}^-]$ 는 $1.0 \times 10^{-12} \text{ M}$ 이다. 따라서 $[\text{OH}^-]$ 는 B(aq)이 A(aq)의 $\frac{1}{10^{11}}$ 배이다.

ㄷ. B(aq)의 $[\text{H}_3\text{O}^+]=1.0 \times 10^{-2} \text{ M}$ 이고, C(aq)의 $[\text{H}_3\text{O}^+]=1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이다. 두 수용액의 부피가 같으므로 수용액 속에 존재하는 H_3O^+ 의 양(mol)은 B(aq)이 C(aq)의 10^5 배이다.

11 수용액의 $[\text{OH}^-]$, H_3O^+ 의 양(mol)

자료 분석

구분	(가)	(나)	(다)
수용액	0.2 M HA(aq) 50 mL	0.2 M H ₂ B(aq) 150 mL	0.5 M HC(aq) 20 mL
$[\text{H}_3\text{O}^+]$	0.2 M	0.4 M	0.5 M
H_3O^+ 의 양	0.01 mol	0.06 mol	0.01 mol

선택지 분석

- ☒ pH가 가장 큰 것은 (다)이다. (가)
- ☒ $[\text{OH}^-]$ 는 (가)가 가장 크다.
- ☒ 수용액에 존재하는 H_3O^+ 의 양(mol)은 (가)가 (다)보다 크다. (가)와 (다)가 같다

ㄴ. $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (다) > (나) > (가)이고 K_w 는 일정하므로 $[\text{OH}^-]$ 는 (가) > (나) > (다)이다.

바로알기 ㄱ. (가)는 $[\text{H}_3\text{O}^+]=0.2 \text{ M}$, (나)는 $[\text{H}_3\text{O}^+]=0.4 \text{ M}$, (다)는 $[\text{H}_3\text{O}^+]=0.5 \text{ M}$ 이므로 pH는 (가) > (나) > (다)이다.

ㄷ. 수용액에 존재하는 H_3O^+ 의 양(mol)은 (가)가 $0.2 \text{ M} \times 0.05 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$, (다)가 $0.5 \text{ M} \times 0.02 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$ 로 (가)와 (다)가 같다.

12 우리 주변 물질의 pH

선택지 분석

- ☒ 증류수에 들어 있는 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 $1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이다.
- ☒ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 커피가 탄산음료의 $\frac{1}{100}$ 배이다.
- ☒ $[\text{OH}^-]$ 는 제산제가 하수구 세정제의 $\frac{1}{1000}$ 배이다.

ㄱ. 증류수의 pH는 7이므로 증류수에 들어 있는 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 와 $[\text{OH}^-]$ 는 모두 $1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이다.

바로알기 ㄴ. 커피는 탄산음료보다 pH가 2만큼 크므로 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 탄산음료의 $\frac{1}{100}$ 배이다.

ㄷ. 제산제는 하수구 세정제보다 pH가 3만큼 작으므로 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 하수구 세정제의 1000배이고, $[\text{OH}^-]$ 는 하수구 세정제의 $\frac{1}{1000}$ 배이다.

15 산 염기 중화 반응

개념 확인

본책 161쪽

- (1) 중화 (2) 1 : 1 (3) 참여한다 (4) H^+ , OH^-
 (5) $\text{H}^+(aq) + \text{OH}^-(aq) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$ (6) 물 (7) 중화 적정
 (8) 중화점 (9) 표준 용액 (10) 곰 (11) 함량

여기서 잠깐!

본책 162쪽

Q1 ㉠ 0.01 mol, ㉡ 0.08 mol

Q2 $18 \times 6.02 \times 10^{21}$ 개

Q1 물 농도(M) = $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 에서 H^+ 의 양(mol) = HCl(aq) 의 물 농도(M) $\times$ HCl(aq) 의 부피(L) = $0.05 \text{ M} \times 0.2 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$ 이고, OH^- 의 양(mol) = KOH(aq) 의 물 농도(M) $\times$ KOH(aq) 의 부피(L) = $0.3 \text{ M} \times 0.3 \text{ L} = 0.09 \text{ mol}$ 이다. H^+ 의 양(mol)은 0.01 mol, OH^- 의 양(mol)은 0.09 mol이므로 이온의 양(mol)이 작은 쪽인 H^+ 이 한계 반응물이다. 중화 반응에서 $\text{H}^+ : \text{OH}^- : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1 : 1$ 이므로 한계 반응물인 H^+ 의 양(mol)만큼 물이 생성된다. 따라서 생성된 물의 양(mol)은 0.01 mol이다. 따라서 OH^- 0.01 mol이 중화 반응에 참여하고, 0.08 mol이 남는다.

Q2 H^+ 의 양(mol) = $0.05 \text{ M} \times 0.2 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$ 이므로 H^+ 의 수 = Cl^- 의 수 = $0.01 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{21}$ (개)이다. 그러므로 HCl(aq) 에 들어 있는 전체 이온 수는 12.04×10^{21} 개이다.

OH^- 의 양(mol) = $0.3 \text{ M} \times 0.3 \text{ L} = 0.09 \text{ mol}$ 이므로 K^+ 의 수 = OH^- 의 수 = $9 \times 6.02 \times 10^{21}$ (개)다. 그러므로 KOH(aq) 에 들어 있는 전체 이온 수는 $18 \times 6.02 \times 10^{21}$ 개이다.

중화 반응에서 $\text{H}^+ : \text{OH}^- : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1 : 1$ 이므로 생성된 물의 양(mol)은 0.01 mol이고, 중화 반응에 참여하지 않은 K^+ 의 수는 $9 \times 6.02 \times 10^{21}$ 개이고, Cl^- 의 수는 6.02×10^{21} 개이다. 중화 반응 이후 남아 있는 OH^- 의 수는 $8 \times 6.02 \times 10^{21}$ 개이다. 따라서 혼합 용액 속에 존재하는 전체 이온 수는 $18 \times 6.02 \times 10^{21}$ 개이다.

수능 자료

본책 163쪽 ~ 164쪽

- 자료 1 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ○ 5 ○ 6 ○
 자료 2 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 × 5 × 6 ○
 자료 3 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○ 5 × 6 ○
 자료 4 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ○ 6 ○ 7 ○
 자료 5 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ○ 5 ○ 6 ○ 7 ×

자료 1 중화 반응의 양적 관계

- 1 혼합 용액 I에 들어 있는 양이온의 종류는 H^+ 과 Na^+ 2가지이다.
- 3 혼합 용액 II에 들어 있는 Na^+ 수를 $6N$ 이라고 할 때, 혼합 용액 I에 들어 있는 Na^+ 수는 $4.5N$, H^+ 수는 $0.5N$ 이다.

자료 2 중화 반응의 양적 관계

- 2 용액 (가)에 들어 있는 H^+ 양(mol)은 $(0.0004x - 0.02y)$ mol이고, A^{2-} 양(mol)은 $0.0002x$ mol이고, Na^+ 양(mol)은 $0.02y$ 이다.
- 3 $x = 200y$ 이다.
- 4 용액 (가)에서 용액에 존재하는 이온의 몰 농도비는 $H^+ : A^{2-} : Na^+ = 3 : 2 : 1$ 이다.
- 5 몰 농도는 용질의 양(mol)의 용액 부피(L)로 나눈 값이다. 용액 (나)에서 H^+ 의 양(mol)은 $0.0004x - 0.03y = 0.05y$ (mol)이므로 H^+ 의 몰 농도를 구하면 $\frac{0.05y \text{ mol}}{(x+30) \times 10^{-3} \text{ L}}$ 이다.

자료 3 중화 반응의 양적 관계

- 2 처음 $NaOH(aq)$ 5 mL를 넣었을 때 반응한 H^+ 수만큼 수 Na^+ 이 증가하므로 혼합 용액 속에 들어 있는 전체 이온 수는 $40N$ 이다.
- 4 $NaOH(aq)$ 5 mL, $KOH(aq)$ 5 mL를 차례대로 첨가한 혼합 용액의 단위 부피당 전체 이온 수는 $\frac{40N}{20} = 2N$ 이다.
- 5 과정 4 이후 추가로 $KOH(aq)$ 5 mL를 더 넣었을 때 혼합 용액의 단위 부피당 전체 이온 수가 일정하므로 $KOH(aq)$ 5 mL의 단위 부피당 이온 수는 $2N$ 이고, 전체 이온 수는 $10N$ 이다.

자료 4 중화 반응의 양적 관계

- 3 $HCl(aq)$ V mL에 넣어 준 $NaOH(aq)$ 의 부피가 $2V$ mL이므로 $NaOH(aq)$ V mL에는 Na^+ N , OH^- N 이 존재한다.
 - 4 $HCl(aq)$ V mL에 $NaOH(aq)$ V mL를 첨가한 혼합 용액에서 H^+ $4N$ 과 OH^- N 이 반응한 후의 혼합 용액에 존재하는 H^+ 수는 $3N$, Na^+ 수는 N 이다. 따라서 $HCl(aq)$ V mL에 $NaOH(aq)$ V mL를 첨가한 혼합 용액에서 Na^+ 수와 H^+ 수의 비는 $1 : 3$ 이다.
 - 6 혼합 용액의 단위 부피당 전체 이온 수비는 $(HCl(aq)$ V mL에 $NaOH(aq)$ V mL를 첨가한 혼합 용액) : $(HCl(aq)$ V mL에 $NaOH(aq)$ $2V$ mL를 첨가한 혼합 용액) = $\frac{8N}{2V} : \frac{8N}{3V} = 3 : 2$ 이다.
 - 7 $HCl(aq)$ V mL에 $NaOH(aq)$ $2V$ mL와 $KOH(aq)$ $2V$ mL를 첨가한 혼합 용액에 존재하는 양이온 수비가 $1 : 2$ 이므로 혼합 용액 속에는 Na^+ $2N$ 과 K^+ $4N$ 이 존재한다. 따라서 이 혼합 용액에는 OH^- $2N$ 이 남아 있으므로 염기성 수용액이다.
- 자료 5 중화 반응의 양적 관계 해석**
- 3 실험 결과 (나)에서 $NaOH(aq)$ 10 mL, 20 mL일 때 중화 반응에 참여하는 H^+ 수의 변화량이 같아야 하므로 $x = 20$ 이다.
 - 7 $KOH(aq)$ 5 mL에 들어 있는 OH^- 수는 $5N$ 이다.

수능 1점

본책 164 쪽

- 1 (가) 염기성 (나) 염기성 (다) 중성 (라) 산성 2 ④
3 50 mL 4 ㄱ, ㄴ, ㄷ 5 20

1 (가)와 (나)의 용액에는 OH^- 이 있으므로 용액의 액성은 염기성이고, (다)의 용액에는 H^+ 과 OH^- 이 모두 중화 반응하여 남아 있지 않으므로 용액의 액성은 중성이며, (라)의 용액에는 H^+ 이 있으므로 용액의 액성은 산성이다.

2 중화 반응의 알짜 이온 반응식은 아레니우스 산이 물에 녹아 공통으로 내놓는 H^+ 과 아레니우스 염기가 물에 녹아 공통으로 내놓는 OH^- 이 $1 : 1$ 로 반응하여 $H_2O(l)$ 을 만드는 반응의 화학 반응식이다.

3 $0.1 \text{ M HCl}(aq)$ 100 mL를 완전히 중화하는 데 필요한 $0.2 \text{ M NaOH}(aq)$ 의 부피를 x 라고 하면, 중화 반응의 양적 관계는 다음과 같다.

$$1 \times 0.1 \text{ M} \times 100 \text{ mL} = 1 \times 0.2 \text{ M} \times x, x = 50 \text{ mL}$$

4 ㄱ. H^+ 과 OH^- 은 항상 $1 : 1$ 의 몰비로 반응한다. 따라서 H^+ 0.1 mol이 들어 있는 산성 용액에 OH^- 0.05 mol이 들어 있는 염기성 용액을 가하면 물 0.05 mol이 생성되고, H^+ 0.05 mol이 반응하지 않고 남는다.

ㄴ. H^+ 0.05 mol이 반응하지 않고 남으므로 혼합 용액의 액성은 산성이다.

ㄷ. 혼합 용액을 완전히 중화시키기 위해 OH^- 0.05 mol을 더 넣어주어야 한다.

5 중화 적정 관계식은 $n_1M_1V_1 = n_2M_2V_2$ 이다. (가)에서 $1 \times 0.01 \times 100 = 1 \times 0.02 \times x$ 이므로 $x = 50$ 이고, (나)에서 $2 \times 0.3 \times 200 = 1 \times y \times 300$ 이므로 $y = 0.4$ 이다. 따라서 $x \times y = 20$ 이다.

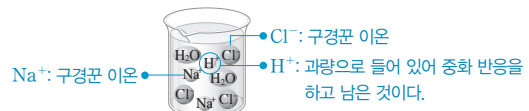
수능 2점

본책 165쪽~168쪽

- 1 ⑤ 2 ③ 3 ⑤ 4 ① 5 ⑤ 6 ①
7 ③ 8 ⑤ 9 ③ 10 ③ 11 ③ 12 ①
13 ⑤ 14 ③ 15 ② 16 ⑤

1 중화 반응의 이온 모형

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ 구경꾼 이온은 2종류이다. 구경꾼 이온: Na^+ , Cl^-
㉡ 반응시킨 수용액의 부피는 염산이 수산화 나트륨 수용액보다 크다.
㉢ 혼합 전 염산에 들어 있는 HCl 의 양(mol)은 수산화 나트륨 수용액에 들어 있는 $NaOH$ 의 양(mol)보다 크다.

농도가 같은 HCl(aq) 과 NaOH(aq) 을 반응시키면 HCl(aq) 의 H^+ 과 NaOH(aq) 의 OH^- 이 중화 반응하여 $\text{H}_2\text{O(l)}$ 을 생성한다.
 ㄱ. 구경꾼 이온은 반응에 참여하지 않는 이온으로 Na^+ , Cl^- 2종류이다.

ㄴ. 두 수용액의 농도가 같지만 중화 반응 후 H^+ 이 존재하므로 반응시킨 수용액의 부피는 염산이 수산화 나트륨 수용액보다 크다.
 ㄷ. 용질의 양(mol)은 몰 농도(M)에 용액의 부피(L)를 곱한 값이다. 농도가 같고 용액의 부피는 염산이 크므로 혼합 전 염산에 들어 있는 HCl 의 양(mol)이 수산화 나트륨 수용액에 들어 있는 NaOH 의 양(mol)보다 크다.

2 중화 반응의 양적 관계

자료 분석

혼합 용액		(가)	(나)
혼합 전 수용액의 부피(mL)	HCl(aq)	50	50
	NaOH(aq)	x	$x+y$
이온 수 비율			

용액 (가)의 액성이 산성일 경우 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- : \text{Na}^+ = 1 : 2 : 1$ 이고, 염기성일 경우 $\text{Cl}^- : \text{Na}^+ : \text{OH}^- = 1 : 2 : 1$ 이다. 용액 (가)의 액성이 산성일 경우 용액 (나)에 존재하는 3가지 이온 수 비율이 위 자료처럼 성립하지만, 염기성일 경우 성립하지 않는다.

선택지 분석

- ㉠ (가)는 산성 수용액이다.
 ㉡ (나)에서 ㉠은 양이온이다.
 ㉢ $\frac{x}{y}$ 는 3이다. $\frac{1}{3}$

ㄱ. 용액 (가)에 존재하는 3가지 이온 수 비율이 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- : \text{Na}^+ = 1 : 2 : 1$ 일 경우, 용액 (가)에 추가한 NaOH(aq) 의 부피 $y=3x$ 가 되면 용액 (나)에 존재하는 3가지 이온 수 비율이 자료처럼 $\text{Cl}^- : \text{Na}^+ : \text{OH}^- = 1 : 2 : 1$ 이 될 수 있다. 그러므로 (가)는 산성 수용액이다.

ㄴ. (나)에서 ㉠은 Na^+ 이다.

바로알기 ㄷ. $y=3x$ 이므로 $\frac{x}{y}$ 는 $\frac{1}{3}$ 이다.

3 중화 반응의 양적 관계

자료 분석

• 물 농도가 같으므로 혼합 전 수용액 10 mL당 들어 있는 H^+ 수, OH^- 수를 각각 n 이라고 가정하면, 생성되는 물 분자 수는 다음과 같다.

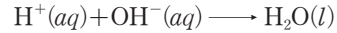
혼합 용액	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
$\text{HCl(aq)}(\text{mL})$	10 $\text{H}^+ n$	20 $\text{H}^+ 2n$	30 $\text{H}^+ 3n$	40 $\text{H}^+ 4n$	50 $\text{H}^+ 5n$
$\text{NaOH(aq)}(\text{mL})$	50 $\text{OH}^- 5n$	40 $\text{OH}^- 4n$	30 $\text{OH}^- 3n$	20 $\text{OH}^- 2n$	10 $\text{OH}^- n$
생성되는 물 분자 수	n	$2n$	$3n$	$2n$	n

선택지 분석

- ㉠ 생성된 물 분자 수는 (다)가 가장 크다.
 ㉢ 혼합 용액의 pH는 (라)가 (나)보다 크다. 작다
 ㉤ 알짜 이온 반응식은 (가)~(마)가 모두 같다.

ㄱ. 생성된 물 분자 수는 (다) > (나) = (라) > (가) = (마)이다.

ㄷ. 중화 반응에서 산의 H^+ 과 염기의 OH^- 은 항상 알짜 이온이며, 알짜 이온 반응식은 다음과 같다.



바로알기 ㄴ. 혼합 용액의 pH는 염기성 용액에서는 OH^- 의 양(mol)이 클수록 크고, 산성 용액에서는 H^+ 의 양(mol)이 작을수록 크다. 따라서 pH는 (가) > (나) > (다) > (라) > (마)이다.

4 중화 반응의 양적 관계

자료 분석

• 2종류의 음이온이 1 : 1로 존재하므로 (가)는 OH^- 이 존재하는 염기성 용액이다.

구분		HX(aq)	
		$x \text{ M}$ 100 mL	$0.1x \text{ M}$ 200 mL
BOH(aq)	$y \text{ M}$ 100 mL	(가) 염기성	(나) 산의 양(mol)이 (가)의 $\frac{1}{5}$ 이다. $\Rightarrow$ (나)는 염기성 용액이다.
	$0.1y \text{ M}$ 200 mL	(다) $y=2x$ 이므로 염기의 양(mol)은 $0.04x$ 몰이다. $\Rightarrow$ (다)는 산성 용액이다.	(라)

선택지 분석

- ㉠ $x < y$ 이다.
 ㉢ 혼합 용액의 pH는 (나) < (다)이다. (나) > (다)
 ㉤ 혼합 용액 속 양이온의 양(mol)은 (가) < (다)이다. (가) > (다)

ㄱ. 모형을 통해 (가) 용액에는 서로 다른 음이온이 1 : 1의 비율로 존재함을 알 수 있다. 즉, H^+ 과 OH^- 은 1 : 1로 반응하여 물을 생성하였고, 과량의 OH^- 이 남아 X^- 과 1 : 1로 존재하므로 혼합 용액은 염기성이며, $y=2x$ 이다.

바로알기 ㄴ. (나)에서 혼합 전 산의 양(mol)이 (가)의 $\frac{1}{5}$ 이므로 (나)는 염기성 용액이다. (다)에서 혼합 전 산의 양(mol)은 $0.1x$ 몰, 혼합 전 염기의 양(mol)은 $0.02y$ 몰 = $0.04x$ 몰로 (다)는 산성 용액이다. 따라서 혼합 용액 (나)의 pH는 (다)의 pH보다 크다.
 ㄷ. 혼합 용액 속 양이온의 양(mol)은 (가)에서 $\text{B}^+ 0.2x$ 몰, (다)에서 $\text{B}^+ 0.04x$ 몰과 $\text{H}^+ 0.06x$ 몰이므로 (가) > (다)이다.

5 중화 반응의 양적 관계

자료 분석

혼합 용액		(가)	(나)
혼합 전 용액의 부피(mL)	HCl(aq)	10	20
	NaOH(aq)	5	30
	KOH(aq)	20	20
혼합 용액의 양이온 수비			

수용액은 전기적으로 중성이므로 용액에 존재하는 Cl^- 의 수는 Na^+ 의 수와 K^+ 의 수, H^+ 수의 합과 같아야 한다. 따라서 (가)에서 혼합 후 남아 있는 H^+ 의 수는 전체 양이온 수의 $\frac{1}{2}$ 보다 작아야 한다.

양이온의 종류가 2가지이므로 H^+ 은 존재하지 않는다. K^+ 의 수는 (가)와 같고 Na^+ 의 수만 (가)보다 6배 증가하였으므로 $\text{Na}^+ : \text{K}^+ = 3 : 1$ 이다.

선택지 분석

- ㉠ Na^+ 은 (가)와 (나)에 공통으로 존재한다.
 ㉡ pH는 (가)가 (나)보다 작다.
 ㉢ (나)에서 생성된 물 분자 수 = $\frac{8}{3}$ 이다.
 (가)에서 생성된 물 분자 수

㉠. (가)에는 H^+ , Na^+ , K^+ 이 존재하고, (나)에는 H^+ 이 모두 소모되어 Na^+ 과 K^+ 이 존재한다.

㉡. (가)에는 H^+ 이 존재하므로 용액의 액성은 산성이고, (나)에는 H^+ 이 존재하지 않으므로 용액의 액성은 중성 또는 염기성 용액이다. 따라서 pH는 (가) < (나)이다.

㉢. (나)에서 K^+ 수는 (가)와 같고, Na^+ 수는 (가)의 6배이므로 (가)와 (나)에 들어 있는 이온 수는 다음과 같다.

용액	이온 수				
	H^+	Na^+	K^+	OH^-	Cl^-
(가)	N	N	$2N$	0	$4N$
(나)	0	$6N$	$2N$	0	$8N$

생성된 물 분자 수는 (가)에서 $3N$ 이고 (나)에서 $8N$ 이므로

(나)에서 생성된 물 분자 수 = $\frac{8}{3}$ 이다.
 (가)에서 생성된 물 분자 수

6 중화 반응의 양적 관계

자료 분석

혼합 용액	염기성 (가)	염기성 (나)	염기성 (다)	염기성 (라)
HCl(aq) (mL)	5	10	15	20
NaOH(aq) (mL)	25	20	15	10
생성된 물 분자 수	$2N$	$4N$	$6N$	$6N$

혼합 용액 (다)와 (라)에서 생성된 물 분자 수가 같으므로 (다)와 (라)에서 각각 HCl(aq) 과 NaOH(aq) 의 최소 부피가 중화 반응할 경우 $\text{H}^+ : \text{OH}^- = 1 : 1$ 로 반응한다.

선택지 분석

- ㉠ 물 농도의 비는 $\text{HCl(aq)} : \text{NaOH(aq)} = 3 : 2$ 이다. $2 : 3$
 ㉡ 염기성 수용액은 3가지이다.
 ㉢ 양이온 수는 (다)와 (라)가 같다. (다)가 (라)보다 크다

㉠. 혼합 용액 (다)와 (라)에서 생성된 물 분자 수가 같으므로 (다)와 (라)에서 각각 HCl(aq) 과 NaOH(aq) 의 최소 부피가 중화 반응할 경우 $\text{H}^+ : \text{OH}^- = 1 : 1$ 로 반응한다.

따라서 $\text{H}^+ : \text{OH}^- = 1 : 1$ 로 반응하는 HCl(aq) 과 NaOH(aq) 의 부피는 각각 15 mL, 10 mL이다. 그러므로 염기성 수용액은 (가), (나), (다) 3가지이다.

㉡. $\text{H}^+ : \text{OH}^- = 1 : 1$ 로 반응하는 HCl(aq) 과 NaOH(aq) 의 부피는 각각 15 mL, 10 mL이므로 물 농도의 비는 $\text{HCl(aq)} : \text{NaOH(aq)} = 2 : 3$ 이다.

㉢. (다)와 (라)에서 중화 반응에 참여하지 않은 수용액은 각각 NaOH(aq) 5 mL, HCl(aq) 5 mL이다. 물 농도의 비는 $\text{HCl(aq)} : \text{NaOH(aq)} = 2 : 3$ 이므로 양이온 수는 (다)가 (라)보다 크다.

7 중화 적정 실험 과정

자료 분석

- 중화 적정 실험은 농도를 모르는 산이나 염기 용액의 농도를 적정하는 것이므로 가장 먼저 진행한다. → 과정 ①
- (가) 농도를 모르는 HCl(aq) 10 mL를 삼각 플라스크에 넣고 BTB 용액을 1~2방울 떨어뜨린다.
 - 산성에서 노란색, 중성에서 초록색을 띠므로 혼합 용액이 노란색에서 초록색으로 변한 순간 적정을 멈춘다.
- 용액의 농도를 계산하여 구하는 과정이므로 가장 마지막에 진행한다. → 과정 ⑤
- (나) 가수(n)와 수용액의 몰 농도(M) 및 부피(V)와 관련된 식 $n_1M_1V_1 = n_2M_2V_2$ 를 이용하여 HCl(aq) 의 몰 농도를 구한다. → 과정 ③
- (다) 삼각 플라스크 속 혼합 용액 전체가 초록색으로 변한 순간 뷰렛의 꼭지를 잠근다. → 중화점 도달
- 과정 ②
- (라) 뷰렛에 0.1 M NaOH(aq) 을 넣고, HCl(aq) 이 들어 있는 삼각 플라스크에 조금씩 떨어뜨린다. → 표준 용액
- 과정 ④
- (마) 뷰렛의 눈금을 이용하여 넣어 준 NaOH(aq) 의 부피를 구한다.

선택지 분석

- ㉠ (가) → (나) → (다) → (라) → (마)
 ㉡ (가) → (다) → (나) → (라) → (마)
 ㉢ (가) → (라) → (다) → (마) → (나)
 ㉣ (가) → (라) → (마) → (다) → (나)
 ㉤ (가) → (마) → (다) → (라) → (나)

(가) 농도를 모르는 HCl(aq) 10 mL를 삼각 플라스크에 넣고 BTB 용액을 1~2방울 떨어뜨린다. → (라) 뷰렛에 표준 용액인 0.1 M NaOH(aq) 을 넣고, HCl(aq) 이 들어 있는 삼각 플라스크에 뷰렛의 표준 용액을 넣어 주면서 삼각 플라스크를 바닥에 놓은 상태에서 살살 흔든다. → (다) 삼각 플라스크 속 혼합 용액 전체가 초록색으로 변한 순간 뷰렛의 꼭지를 잠근다. → (마) 뷰렛의 처음 눈금과 나중 눈금을 이용하여 넣어 준 NaOH(aq) 의 부피를 구한다. → (나) 가수(n)와 수용액의 몰 농도 및 부피와 관련된 식 $n_1M_1V_1 = n_2M_2V_2$ 를 이용하여 HCl(aq) 의 농도를 구한다.

8 중화 적정으로 염산의 농도 계산

자료 분석

- 중화 적정 전 NaOH(aq) 이 들어 있는 뷰렛의 눈금: 2 mL
- 중화 적정 후 중화점에서 NaOH(aq) 이 들어 있는 뷰렛의 눈금: 12 mL
 - 뷰렛의 눈금은 위쪽이 0 mL, 아래쪽이 50 mL 또는 100 mL로 표시된다. 따라서 중화 적정에 사용된 용액의 부피는 뷰렛의 나중 눈금에서 처음 눈금을 빼준 양이 된다.
 - 적정에 사용된 NaOH(aq) 의 부피: $12 \text{ mL} - 2 \text{ mL} = 10 \text{ mL}$

선택지 분석

- ㉠ HCl(aq) 의 몰 농도는 0.05 M이다.
 ㉡ 중화점에서 혼합 용액의 pH는 7이다.
 ㉢ 중화점을 알아내기 위해서 BTB 용액을 사용할 수 있다.

㉠. 적정에 사용된 NaOH(aq) 의 부피는 $12 \text{ mL} - 2 \text{ mL} = 10 \text{ mL}$ 이다. $n_1M_1V_1 = n_2M_2V_2$ 에서 $1 \times \text{HCl(aq)}$ 의 몰 농도 $\times 20 \text{ mL} = 1 \times 0.1 \text{ M} \times 10 \text{ mL}$ 이므로 HCl(aq) 의 몰 농도는 0.05 M이다.

나. 중화점에서는 산과 염기가 완전히 중화되어 혼합 용액은 중성이 되므로 용액의 pH는 7이다.

다. 중화점을 알아내기 위해서 BTB 용액이나 페놀프탈레인 용액 등의 지시약을 사용할 수 있다.

9 아세트산(CH_3COOH) 수용액의 중화 적정 실험

자료 분석



중화 적정에 사용하는 기구
㉔은 뷰렛이다. 뷰렛은 액체
의 부피를 정확히 적정할 때
사용하는 유리 기구이고, 피
펫은 소량의 액체를 정확히
울길 때 사용하는 유리 기구
이다.

중화 적정 관계식은 $n_1M_1V_1=n_2M_2V_2$

선택지 분석

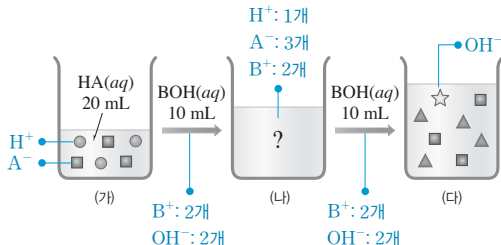
- ☒ 2, 뷰렛 ☒ 2, 피펫 ☒ 20, 뷰렛
☒ 20, 피펫 ☒ 40, 뷰렛

과정 (가)에서 준비한 아세트산(CH_3COOH) 수용액의 몰 농도는 1.0 M이고, 과정 (나)에서는 $\frac{1}{10}$ 배로 희석했으므로 중화 적정 실험에 사용하는 실제 아세트산(CH_3COOH) 수용액의 몰 농도는 0.1 M이다. $1 \times 0.1 \text{ M} \times V_1 \text{ mL} = 1 \times 0.2 \text{ M} \times 10 \text{ mL}$ 이므로 과정 (나)에서 $\frac{1}{10}$ 배로 희석한 아세트산(CH_3COOH) 수용액의 부피 $V_1(\text{㉞}) = 20 \text{ mL}$ 이다.

중화 적정에 사용하는 기구 ㉞은 뷰렛이다.

10 중화 걱정 과정의 입자 모형

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ ☆ H_2O 이다.
 ✕ 양이온 수는 (나)가 (가)보다 크다. (나)와 (다)가 같다
 ㉡ (나)와 (다)까지 중화 반응으로 생성된 물 분자의 총 수의 비
 는 (나) : (다) = 2 : 3이다.

7. 일정량의 HA(aq)에 BOH(aq)을 가할 때  
  A⁻이고,  H⁺이다. 또, (다)에서
        B⁺이
고,  OH⁻이다.

ㄷ. (다)에서는 (가)에 들어 있는 H⁺ 3개가 모두 반응하고 OH⁻ 1개가 남아 있으므로 BOH(aq) 20 mL에는 OH⁻ 4개가 들어 있다. 따라서 (나)는 H⁺ 2개와 OH⁻ 2개가 반응하고 H⁺ 1개가 남아 있는 상태이고, (다)는 H⁺ 3개와 OH⁻ 3개가 반응한 상태이며, (나)와 (다)까지 중화 반응으로 생성된 물 분자의 총수의 비는 (나) : (다) = 2 : 3이다.

배로알기 나. 일정량의 $\text{HA}(aq)$ 에 $\text{BOH}(aq)$ 을 가할 때 반응하여 소모된 H^+ 의 수만큼 B^+ 의 수가 증가하므로 중화점까지 양이온 수는 일정하다. (나)는 중화 반응이 완결되기 전이므로 양이온 수는 (가)와 (나)가 같다.

11 중화 적정으로 식초 속 아세트산의 함량 계산

선택지 분석

- ☐ 식초에 들어 있는 CH_3COOH 의 몰 농도는 0.5 M이다.
☐ 식초에 들어 있는 CH_3COOH 의 함량(%)은 3 %이다.
☒ 0.2 M 수산화 나트륨 수용액으로 실험하면 식초에 들어 있는 CH_3COOH 의 함량(%)은 증가한다. **변함없다**

7. $n_1M_1V_1=n_2M_2V_2$ 에서 $1\times\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 의 몰 농도 $\times 10\text{ mL}=1\times 0.1\text{ M}\times 50\text{ mL}$ 이므로 $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 의 몰 농도는 0.5 M 이다.

나. 사용한 식초에 들어 있는 CH_3COOH 의 양(mol)은 $0.5 \text{ M} \times 0.01 \text{ L} = 0.005 \text{ mol}$ 이다. CH_3COOH 의 분자량이 60이므로 CH_3COOH 0.005 mol의 질량은 $0.005 \text{ mol} \times 60 \text{ g/mol} = 0.3 \text{ g}$ 이며, 사용한 식초의 질량은 $1 \text{ g/mL} \times 10 \text{ mL} = 10 \text{ g}$ 이다. 따라서 CH_3COOH 의 함량(%)은 다음과 같다.

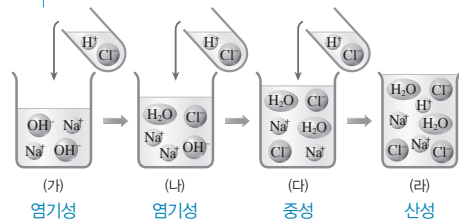
$$\frac{\text{CH}_3\text{COOH의 질량}}{\text{사용하 식초의 질량}} \times 100 = \frac{0.3 \text{ g}}{10 \text{ g}} \times 100 = 3 \%$$

배로알기 ㄷ. 0.2 M 수산화 나트륨 수용액으로 실험하면 완전히 중화될 때까지 넣어 준 수산화 나트륨 수용액의 부피만 감소할 뿐, 식초에 들어 있는 CH_3COOH 의 함량(%)은 변하지 않는다.

12 중화 걱정 과정의 입자 모형

자료 분석

- Na^+ 과 Cl^- 은 중화 반응에 참여하지 않으므로 구경꾼 이온이다.



선택지 분석

- ㉠ $\text{HCl}(aq)$ 의 몰 농도는 0.5 M이다.
- ㉡ 구경꾼 이온의 종류는 (나)가 (다)보다 많다. **같다**
- ㉢ (라)에 위의 $\text{HCl}(aq)$ 5 mL를 더 넣으면 (라)보다 pH가 더 커진다. **작아진다**

7. (다)가 중화점의 용액이며, 0.1 M NaOH(aq) 50 mL를 완전히 중화시키는 데 HCl(aq) 10 mL가 사용되었으므로 HCl(aq)의 몰 농도는 0.5 M이다.

바로알기 ㄴ. 구경꾼 이온의 종류는 (나)와 (다) 모두 Na^+ , Cl^- 2종류이다.

ㄷ. (라)에 HCl(aq) 5 mL를 더 넣으면 수용액 속 H^+ 농도가 커지므로 (라)보다 pH가 더 작아진다.

13 중화 적정 실험 표준 용액 만들기

선택지 분석

- Ⓐ 중화 적정에는 농도를 정확히 알고 있는 표준 용액이 필요해.
 Ⓑ 표준 용액을 만들 때 부피 플라스크가 필요해.
 Ⓒ 표준 용액을 뷰렛에 넣고 농도를 모르는 산이나 염기는 삼각 플라스크에 넣고 실험해.

산 염기 중화 적정에서는 농도를 모르는 산이나 염기를 농도를 정확히 알고 있는 산이나 염기 용액(표준 용액)을 이용하여 적정한다. 표준 용액을 만들 때 용액의 몰 농도가 중요하므로 부피 플라스크를 사용하면 편리하다. 부피 플라스크는 용량에 맞게 눈금선이 그어져 있으므로 눈금선까지 용액을 넣는다. 중화 적정 시 표준 용액은 뷰렛에 넣고 중화점까지 사용한 표준 용액의 부피를 정확히 측정한 후 중화 적정 계산식에 의해 농도를 모르는 산이나 염기의 농도를 결정할 수 있다.

14 중화 적정으로 식초 속 아세트산 함량 구하기

자료 분석

(라) 식초 속 아세트산의 몰 농도를 구하고, 식초에 포함된 아세트산의 함량을 구한다.

중화 적정 관계식은 $n_1M_1V_1=n_2M_2V_2$ 이고, 식초 속 아세트산의 함량(%)은 $\frac{\text{아세트산의 질량}}{\text{식초의 질량}} \times 100$ 이다.

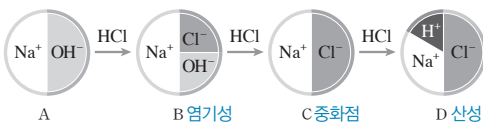
선택지 분석

- Ⓐ 1 Ⓑ 2 Ⓒ 3 Ⓓ 4 Ⓔ 5

수산화 나트륨 수용액을 이용하여 중화 적정하고 중화 적정식($n_1M_1V_1=n_2M_2V_2$)을 이용하면 식초 속 아세트산의 몰 농도(M_1)는 $M_1 \times 10 = 0.1 \times 50$, $M_1 = 0.5 \text{ M}$ 이다. 따라서 아세트산의 질량은 0.3 g 이고, 식초 속 아세트산의 함량은 $\frac{\text{아세트산의 질량}}{\text{식초의 질량}} \times 100 = \frac{0.3 \text{ g}}{10 \text{ g}} \times 100 = 3 \%$ 이다.

15 중화 적정에서 이온 수 변화

자료 분석



선택지 분석

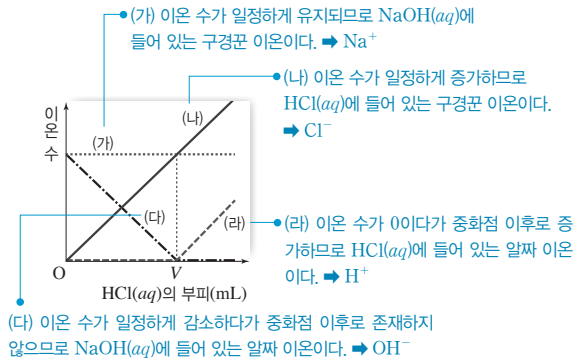
- Ⓐ 전체 이온 수는 C가 A보다 크다. 같다
 Ⓑ Na^+ 의 수는 C가 D보다 크다. 같다
 Ⓒ 중화 반응으로 생성된 물 분자 수는 C와 D가 같다.

ㄷ. C에는 OH^- 이 존재하지 않으므로 중화 반응이 완결되어 HCl(aq) 을 더 가해도 물 분자가 더 이상 생성되지 않는다. 따라서 중화 반응으로 생성된 물 분자 수는 C와 D가 같다.

Ⓐ. 일정한 NaOH(aq) 에 HCl(aq) 을 가하면 반응하는 OH^- 의 수만큼 Cl^- 의 수가 증가하므로 중화 반응이 완결될 때까지 전체 이온 수는 일정하다. 따라서 전체 이온 수는 A와 C가 같다.
 ㄴ. Na^+ 은 구경꾼 이온이므로 이온 수가 일정하게 유지된다. 따라서 Na^+ 의 수는 C와 D가 같다.

16 중화 적정에서 이온 수 변화

자료 분석



선택지 분석

- Ⓐ (나)는 구경꾼 이온이다.
 Ⓑ (다)와 (라)가 반응하여 물이 생성된다.
 Ⓒ 넣은 HCl(aq) 의 부피가 $V \text{ mL}$ 일 때가 중화점이다.

ㄱ. (가)는 Na^+ , (나)는 Cl^- , (다)는 OH^- , (라)는 H^+ 이므로 (나)는 구경꾼 이온이다.
 ㄴ. (다)는 OH^- 이고 (라)는 H^+ 이므로 (다)와 (라)가 1 : 1의 몰비로 반응하여 물이 생성된다.
 ㄷ. 넣은 HCl(aq) 의 부피가 $V \text{ mL}$ 일 때 혼합 용액에 H^+ 과 OH^- 이 존재하지 않으므로 이때가 중화 반응이 완결된 중화점이다.

수능

3점

본책 169쪽~171쪽

- 1 ④ 2 ① 3 ⑤ 4 ④ 5 ④ 6 ②
 7 ② 8 ② 9 ③ 10 ③ 11 ②

1 중화 반응의 양적 관계

자료 분석

용액	(가)	(나)	(다)
$\text{H}_2\text{A(aq)}$ 의 부피(mL)	x	x	x
NaOH(aq) 의 부피(mL)	20	30	60
pH		1	
용액에 존재하는 모든 이온의 몰 농도(M) 비	$\text{A}^{2-} : \text{H}^+ : \text{Na}^+$		$\text{A}^{2-} : \text{H}^+ : \text{Na}^+$

선택지 분석

- Ⓐ $\frac{1}{35}$ Ⓑ $\frac{1}{30}$ Ⓒ $\frac{1}{25}$ Ⓓ $\frac{1}{20}$ Ⓔ $\frac{1}{15}$

$0.2 \text{ M H}_2\text{A(aq)}$ $x \text{ mL}$ 에 들어 있는 H^+ 의 양(mol)은 $0.0004x \text{ mol}$ 이고, A^{2-} 의 양(mol)은 $0.0002x \text{ mol}$ 이다. $y \text{ M NaOH(aq)}$ 20 mL 에 들어 있는 Na^+ 의 양(mol)과 OH^- 의 양(mol)은 각각 $0.02y \text{ mol}$ 이다.

용액 (가)에 들어 있는 H^+ 의 양(mol)은 $(0.0004x - 0.02y)$ mol, A^{2-} 의 양(mol)은 $0.0002x$ mol, Na^+ 의 양(mol)은 $0.02y$ mol이다. 용액 (가)에서 용액에 존재하는 이온의 몰 농도비는 $H^+ : A^{2-} : Na^+ = 3 : 2 : 1$ 이다.

용액 (가)에서 용액에 존재하는 이온의 몰 농도비를 이용하면 $x = 200y$ 라는 관계식을 구할 수 있다. 용액 (나)에서 H^+ 의 양(mol)은 $0.0004x - 0.03y = 0.05y$ (mol)이므로 H^+ 의 몰 농도를 구하면 $\frac{0.05y \text{ mol}}{(x+30) \times 10^{-3} \text{ L}} = 1 \times 10^{-1} \text{ M}$ 이다. 용액 (나)의 pH가 1이므로 $x = 20, y = 0.1$ 이다.

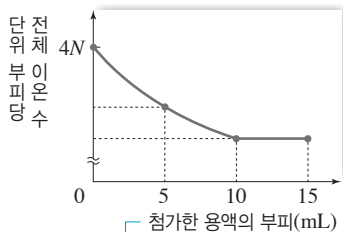
용액 (다)에 들어 있는 H^+ 의 양(mol)은 $(0.0004x - 0.06y) = 0.002$ mol, A^{2-} 의 양(mol)은 $0.0002x = 0.004$ mol이고, Na^+ 의 양(mol)은 $0.06y = 0.006$ mol이다. 따라서 용액 (다)에서 용액에 존재하는 이온의 몰 농도비는 $H^+ : A^{2-} : Na^+ = 1 : 2 : 3$ 이므로 ㉠은 A^{2-} 이다. 용액 (다)에서 A^{2-} 의 몰 농도는 $\frac{0.004 \text{ mol}}{0.08 \text{ L}} = \frac{1}{20} \text{ M}$ 이다.

2 중화 반응의 양적 관계

자료 분석

[실험 결과]

(다)와 (라) 과정에서 첨가한 용액의 부피에 따른 혼합 용액의 단위 부피당 전체 이온 수



첨가한 용액의 부피 10 mL 이후부터 단위 부피당 전체 이온 수가 같으므로 KOH(aq) 5 mL의 단위 부피당 이온 수는 2N이다.

선택지 분석

- ㉠ $\frac{1}{3}N$ ㉡ $\frac{1}{2}N$ ㉢ $\frac{2}{3}N$ ㉣ N ㉤ $\frac{4}{3}N$

단위 부피가 1 mL일 때 (나) 과정에서 HCl(aq) 10 mL에 들어 있는 전체 이온 수가 40N이므로 H^+ 수는 20N이다. (다) 과정에서 NaOH(aq) 5 mL를 넣었을 때 반응한 H^+ 수만큼 Na^+ 수가 증가하므로 (다) 과정 이후 혼합 용액 속에 들어 있는 전체 이온 수는 40N이다.

(라) 과정에서 KOH(aq) 5 mL를 넣었을 때 모두 중화되었으므로 KOH(aq) 5 mL를 넣은 혼합 용액 속에 들어 있는 전체 이온 수도 40N이며, 혼합 용액의 단위 부피당 전체 이온 수는 $\frac{40N}{20} = 2N$ 이다. (라) 과정에서 KOH(aq) 10 mL를 넣었을 때 혼합 용액의 단위 부피당 전체 이온 수가 KOH(aq) 5 mL를 넣었을 때와 같다. 따라서 KOH(aq) 5 mL의 단위 부피당 이온 수는 2N이므로 KOH(aq) 5 mL에 들어 있는 속 전체 이온 수는 10N이고, (라) 과정에서 KOH(aq) 5 mL를 넣었을 때 반응한 OH^- 수는 5N이다. 따라서 (다) 과정 이후 혼합 용액의 단위 부피당 H^+ 수는 $\frac{5N}{15} = \frac{1}{3}N$ 이다.

3 중화 반응의 양적 관계

자료 분석

• 1.0×10^{-2} mol의 이온 수를 5N으로, 1.2×10^{-2} mol의 이온 수를 6N으로 가정하면 이온 수는 다음과 같다.

혼합 용액	혼합 전 용액의 부피(mL)		전체 양이온의 양 (mol)	액성
	HCl(aq)	NaOH(aq)		
I	20 $H^+ 5N$ $Cl^- 5N$	30 $Na^+ 4.5N$ $OH^- 4.5N$	1.0×10^{-2} $5N = Na^+ 4.5N + H^+ 0.5N$	산성
II	20 $H^+ 5N$ $Cl^- 5N$	40 $Na^+ 6N$ $OH^- 6N$	1.2×10^{-2} $6N = Na^+ 6N$	염기성
III	30 $H^+ 7.5N$ $Cl^- 7.5N$	40 $Na^+ 6N$ $OH^- 6N$	$x \times 10^{-2}$ $7.5N = Na^+ 6N + H^+ 1.5N$	산성

• 1.0×10^{-2} mol이 5N이므로 $7.5N$ 은 1.5×10^{-2} 이다.
→ $x = 1.5$ 이다.

선택지 분석

- ㉠ $x = 1.5$ 이다.
㉡ III에서 단위 부피당 H^+ 수 / I에서 단위 부피당 H^+ 수 = 3이다. $\frac{15}{7}$
㉢ II 10 mL와 III 8 mL를 혼합한 용액의 액성은 산성이다.

1.0×10^{-2} mol의 이온 수를 5N으로, 1.2×10^{-2} mol의 이온 수를 6N으로 가정하면, 실험 II에서 혼합 용액이 염기성이므로 혼합 용액에 들어 있는 양이온은 모두 Na^+ 이다. 전체 양이온의 수가 6N이므로 NaOH(aq) 40 mL에는 Na^+ 과 OH^- 이 6N씩 들어 있다. 즉, NaOH(aq)은 10 mL당 Na^+ 과 OH^- 이 각각 1.5N 들어 있다.

I에서 NaOH(aq) 30 mL에 Na^+ 이 4.5N 들어 있고 혼합 용액이 산성이므로 전체 양이온의 수인 $5N = Na^+ 4.5N + H^+ 0.5N$ 이다.

따라서 HCl(aq) 20 mL에는 H^+ 이 5N 들어 있다. 즉, HCl(aq)은 10 mL당 H^+ 과 Cl^- 이 각각 2.5N 들어 있다.

ㄱ. III에서 HCl(aq) 30 mL에 H^+ 과 Cl^- 이 각각 7.5N 들어 있고, NaOH(aq) 40 mL에 Na^+ 과 OH^- 이 각각 6N 들어 있다. 따라서 혼합 용액의 전체 양이온 수는 7.5N이고, 이는 1.5×10^{-2} mol이므로 $x = 1.5$ 이다.

ㄴ. 혼합 용액 II 60 mL에 들어 있는 OH^- 의 수는 N이므로 10 mL에 들어 있는 OH^- 의 수는 $\frac{N}{6}$ 이다. 혼합 용액 III 70 mL에 들어 있는 H^+ 의 수는 1.5N이므로 8 mL에 들어 있는 H^+ 의 수는 $\frac{8 \times 1.5N}{70}$ 이다. II 10 mL에 들어 있는 OH^- 수 : III 8 mL에 들어 있는 H^+ 수 = $\frac{N}{6} : \frac{6N}{35} = \frac{35N}{210} : \frac{36N}{210}$ 이다.

혼합 용액 II 10 mL에 들어 있는 OH^- 의 수보다 혼합 용액 III 8 mL에 들어 있는 H^+ 의 수가 더 크므로, 이 혼합 용액의 액성은 산성이다.

ㄷ. 혼합 용액 I에서 단위 부피당 H^+ 수는 $\frac{0.5N}{50}$ 이다. 혼합 용액 III에서 단위 부피당 H^+ 수는 $\frac{1.5N}{70}$ 이므로 III에서 단위 부피당 H^+ 수 / I에서 단위 부피당 H^+ 수 = $\frac{15}{7}$ 이다.

ㄹ. 혼합 용액 I에서 단위 부피당 H^+ 수는 $\frac{0.5N}{50}$ 이다.

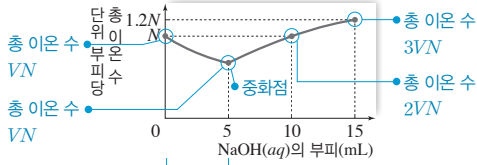
혼합 용액 III에서 단위 부피당 H^+ 수는 $\frac{1.5N}{70}$ 이므로

III에서 단위 부피당 H^+ 수 / I에서 단위 부피당 H^+ 수 = $\frac{15}{7}$ 이다.

4 중화 적정 실험에서 이온 수 변화

자료 분석

- (다) 과정에서 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피에 따른 혼합 용액의 단위 부피당 총 이온 수



중화점까지는 혼합 용액 속의 총 이온 수가 일정하게 유지된다.

- (다) 과정에서 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피가 각각 a mL, b mL일 때의 결과

NaOH(aq)의 부피(mL)	혼합 용액의 단위 부피당 총 이온 수	혼합 용액의 액성
a 전	$\frac{3}{4}N$	산성
b 중화점 후	$\frac{3}{4}N$	염기성

선택지 분석

- ☒ 12 ☒ 15 ☒ 18 ☒ 20 ☒ 24

$\text{NaOH}(aq)$ 5 mL를 가했을 때 단위 부피당 총 이온 수가 최소이므로 이때가 중화점이다. 중화점까지는 혼합 용액 속의 총 이온 수가 일정하게 유지되며, $\text{HCl}(aq)$ V mL에 들어 있는 총 이온 수는 VN 이므로 넣어 준 $\text{NaOH}(aq)$ 5 mL에 들어 있는 총 이온 수도 VN 이다. 중화점을 지난 후에는 용액이 염기성 용액이므로 용액 속의 총 이온 수는 가해 준 $\text{NaOH}(aq)$ 에 들어 있는 총 이온 수와 같다. 따라서 $\text{NaOH}(aq)$ 10 mL, 15 mL를 각각 가했을 때 혼합 용액 속 총 이온 수는 각각 $2VN$, $3VN$ 이며, 단위 부피당 총 이온 수비는 $\frac{2VN}{V+10} : \frac{3VN}{V+15} = 1 : 1.2$ 이므로 $V=10$ 이다. $\text{NaOH}(aq)$ a mL를 넣어 주었을 때에는 중화점 전이므로 총 이온 수가 $VN(=10N)$ 이다. 따라서 $\frac{3}{4}N(10+a)=10N$ 에서 $a=\frac{10}{3}$ 이다. $\text{NaOH}(aq)$ b mL를 넣어 주었을 때에는 중화점 후이므로 총 이온 수는 가해 준 $\text{NaOH}(aq)$ 에 들어 있는 총 이온 수와 같으며, $\frac{VN}{5}b(=2Nb)$ 이다. 따라서 $\frac{3}{4}N(10+b)=2Nb$ 에서 $b=6$ 이다. $a=\frac{10}{3}$, $b=6$ 이므로 $a \times b = \frac{10}{3} \times 6 = 20$ 이다.

5 중화 반응에서의 양적 관계

자료 분석

- (나)와 (다)에서 첨가한 산 수용액의 부피에 따른 혼합 용액에 대한 자료

첨가한 산 수용액의 부피(mL)	0	V	$2V$	$3V$
혼합 용액에 존재하는 모든 이온의 몰 농도(M)의 합	(나)	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	(다)	1	$\frac{3}{5}$	a

- $a < \frac{3}{5}$ 이다. 중화점까지 산 수용액을 첨가할수록 혼합 용액의 총 부피는 증가하지만 혼합 용액에 존재하는 모든 이온의 양(mol)은 변하지 않으므로 혼합 용액의 모든 이온의 몰 농도(M)의 합은 감소한다.

선택지 분석

- ☒ $\frac{1}{6}$ ☒ $\frac{1}{5}$ ☒ $\frac{1}{4}$
☒ $\frac{1}{3}$ ☒ $\frac{1}{2}$

$\text{NaOH}(aq)$ 10 mL의 모든 이온의 몰 농도(M)의 합이 1이므로 Na^+ 의 몰 농도(M) = OH^- 의 몰 농도(M) = $\frac{1}{2}$ 이다.

만약 (나)에서 ㉠이 x M $\text{HA}(aq)$, (다)에서 ㉠이 x M $\text{H}_2\text{B}(aq)$ 이라고 가정하면, (나)에서 $\text{HA}(aq)$ V mL와 $3V$ mL를 넣었을 때 모든 이온의 몰 농도(M)의 합이 모두 $\frac{1}{2}$ 이므로 $\text{HA}(aq)$ V mL를 첨가했을 때 혼합 용액은 중화점 이전의 염기성, $\text{HA}(aq)$ $3V$ mL를 첨가했을 때 혼합 용액은 중화점을 지난 산성이다. $\text{HA}(aq)$ V mL를 넣기 전과 후 모든 이온의 양(mol)은 같으므로 모든 이온의 몰 농도(M)의 합 $\times$ 부피 = $1 \times 10 = \frac{1}{2} \times (10+V)$ 이므로 $V=10$ 이다.

$\text{HA}(aq)$ $3V(=30)$ mL를 넣었을 때 혼합 용액은 산성이므로 모든 이온의 양(mol)은 $\text{HA}(aq)$ $3V(=30)$ mL에 들어 있는 모든 이온의 양(mol)과 같다. 따라서 $\frac{1}{2} \times (10+3V) = 2 \times x \times 3V = 20$ 이므로 $x = \frac{1}{3}$ 이다.

(다)에서 첨가한 용액은 $\frac{1}{3}$ M $\text{H}_2\text{B}(aq)$ 이므로 H^+ 의 몰 농도(M)은 $\frac{2}{3}$, B^{2-} 의 몰 농도(M)은 $\frac{1}{3}$ 이다. 0.5 M $\text{NaOH}(aq)$ 10 mL에 존재하는 Na^+ 과 OH^- 의 양(mol)은 각각 $0.005 \left(= \frac{0.01}{2} \right)$ mol이고, $\frac{1}{3}$ M $\text{H}_2\text{B}(aq)$ 10 mL에 존재하는 H^+ 의 양(mol)은 $\frac{0.02}{3}$ mol, B^{2-} 의 양(mol)은 $\frac{0.01}{3}$ mol이다. 두 용액을 혼합했을 때 혼합 용액 20 mL에 존재하는 이온의 양(mol)은 각각 Na^+ $0.005 \left(= \frac{0.01}{2} \right)$ mol, H^+ $\frac{0.01}{6} \left(= \frac{0.02}{3} - \frac{0.01}{2} \right)$ mol, B^{2-} $\frac{0.01}{3}$ mol이므로 모든 이온의 몰 농도(M)의 합은 $\frac{\frac{0.01}{2} + \frac{0.01}{6} + \frac{0.01}{3}}{0.02} = \frac{1}{2}$ 로 [실험 결과] 자료에서의 $\frac{3}{5}$ 과 일치하지 않는다.

만약 (나)에서 ㉠이 x M $\text{H}_2\text{B}(aq)$, (다)에서 ㉠이 x M $\text{HA}(aq)$ 이라고 가정하면, (다)에서 $a < \frac{3}{5}$ 이므로 $\text{HA}(aq)$ V mL를 첨가했을 때 중화점 이전이다. $\text{HA}(aq)$ V mL를 넣기 전과 후 모든 이온의 수는 같으므로 모든 이온의 몰 농도(M)의 합 $\times$ 부피 = $1 \times 10 = \frac{3}{5} \times (10+V)$ 이므로 $V = \frac{20}{3}$ 이다. (나)에서 $\text{H}_2\text{B}(aq)$ $3V(=20)$ mL를 넣었을 때 혼합 용액에 존재하는 모든 이온의 양(mol)은 $\text{H}_2\text{B}(aq)$ $3V(=20)$ mL에 들어 있는 모든 이온의 양과 같다. 따라서 $\frac{1}{2} \times (10+3V) = 3 \times x \times 3V = \frac{30}{2}$ 이므로 $x = \frac{1}{4}$ 이다.

$H_2B(aq)$ V mL를 첨가했을 때 $NaOH(aq)$ 10 mL에 존재하는 Na^+ 과 OH^- 의 양(mol)은 각각 $\frac{1}{2} \times 0.01 = 0.005$ mol이고,

$\frac{1}{4} M H_2B(aq)$ $V\left(=\frac{20}{3}\right)$ mL에 존재하는 H^+ 의 양(mol)은 $2 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{150} = \frac{1}{300}$ mol, B^{2-} 의 양(mol)은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{150} = \frac{1}{600}$ mol이다.

두 용액을 혼합했을 때 혼합 용액 $\frac{50}{3}\left(=10+\frac{20}{3}\right)$ mL에 존재하

는 이온의 양(mol)은 각각 Na^+ $0.005\left(=\frac{0.01}{2}=\frac{1}{200}\right)$ mol,

OH^- $\frac{0.01}{6}\left(=\frac{1}{200}-\frac{1}{300}=\frac{1}{600}\right)$ mol, B^{2-} $\frac{1}{600}$ mol이

므로 모든 이온의 몰 농도(M)의 합은 다음과 같다.

$$\frac{\frac{1}{200} + \frac{1}{600} + \frac{1}{600}}{\frac{1}{60}} = \frac{1}{2}$$

따라서 [실험 결과] 자료에서의 $\frac{1}{2}$ 과 일치하므로 ㉠은 $H_2B(aq)$ 이고, ㉡은 $HA(aq)$ 이다.

(다)에서 $NaOH(aq)$ 의 몰 농도는 0.5 M, 부피가 10 mL이므로 $\frac{1}{4} M HA(aq)$, $3V(=20)$ mL를 첨가하면 중화점에 도달한다.

이때 혼합 용액에 존재하는 모든 이온의 수는 $NaOH(aq)$ 10 mL에 처음 들어 있는 이온의 수와 같으므로 모든 이온의 양(mol)은 $0.5 \times 0.01 \times 2 = 0.01$ mol이다. 혼합 용액의 부피는 $HA(aq)$ 20 mL + $NaOH(aq)$ 10 mL = 30 mL이므로 혼합 용액에 존재하는 모든 이온의 몰 농도(M)의 합은 $\frac{0.01}{0.03} = \frac{1}{3} M$

이다. 따라서 $y = \frac{1}{3}$ 이다.

6 중화 적정

자료 분석

[실험 과정]

(가) $CH_3COOH(aq)$ 을 준비한다.

(나) (가)의 수용액 x mL에 물을 넣어 50 mL 수용액을 만든다.

(다) (나)에서 만든 수용액 30 mL를 삼각 플라스크에 넣고 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 떨어뜨린다.

(라) (다)의 삼각 플라스크에 0.1 M $NaOH(aq)$ 을 한 방울씩 떨어뜨리면서 삼각 플라스크를 흔들어 준다.

(마) (라)의 삼각 플라스크 속 수용액 전체가 붉은색으로 변하는 순간 적정을 멈추고 적정에 사용된 $NaOH(aq)$ 의 부피(V)를 측정한다.

[실험 결과]

• $V : y$ mL

• (가)에서 $CH_3COOH(aq)$ 의 몰 농도: a M

선택지 분석

☒ ㉠ $\frac{y}{8x}$ ☒ ㉡ $\frac{y}{6x}$ ☒ ㉢ $\frac{2y}{3x}$ ☒ ㉣ $\frac{y}{x}$ ☒ ㉤ $\frac{5y}{3x}$

• (가)의 수용액($CH_3COOH(aq)$) x mL에 들어 있는 $CH_3COOH(l)$ 의 양(mol)은 $0.001ax$ mol이다.

a M $CH_3COOH(aq)$ x mL에 들어 있는 $CH_3COOH(l)$ 의 양(mol)은 $0.001ax$ mol이다. (나)에서 물을 더 넣어 용액을 50 mL 수용액으로 묽혔으므로, 중화 적정에 사용할 $CH_3COOH(aq)$ 은 50 mL 수용액에 $0.001ax$ mol의 $CH_3COOH(l)$ 이 녹아 있는 $0.02ax$ M $CH_3COOH(aq)$ 이 된다. (마)에서 중화점에 도달했으므로 $0.02ax$ M $\times 0.03$ L = 0.1 M $\times 0.001y$ L이다. 따라서 $a = \frac{y}{6x}$ 이다.

7 중화 적정에서 이온 수 변화

선택지 분석

☒ ㉠ $\frac{1}{4}$ ☒ ㉡ $\frac{3}{8}$ ☒ ㉢ $\frac{1}{2}$
☒ ㉣ $\frac{2}{3}$ ☒ ㉤ $\frac{3}{4}$

X 이온은 (나)에서 $NaOH(aq)$ 을 가하기 전부터 존재하고, $NaOH(aq)$ 을 가할 때 단위 부피당 이온 수가 감소하므로 x 이온은 H^+ 또는 Cl^- 이다.

만약 X 이온이 Cl^- 이라면 $NaOH(aq)$ 10 mL를 넣었을 때와 20 mL를 넣었을 때의 이온 수가 같아야 하므로 $2(x+10) = x+20$ 이다. 이 식을 풀면 $x=0$ 이 되어 모순이다. 따라서 X 이온은 H^+ 이다.

$HCl(aq)$ x mL 속에 들어 있는 H^+ 수를 $4x$ 라고 하면, (나)에서 혼합 용액에 존재하는 H^+ 수는 다음과 같다.

$HCl(aq)$ 의 부피(mL)	x	x	x
첨가한 $NaOH(aq)$ 의 부피(mL)	0	10	20
혼합 용액의 부피(mL)	x	$x+10$	$x+20$
혼합 용액에 존재하는 H^+ 수 ($n \times$ 혼합 용액의 부피)	$4x$	$2(x+10)$	$x+20$

(나)에서 $NaOH(aq)$ 10 mL가 첨가될 때마다 H^+ 수의 변화량이 같아야 하므로 $4x - 2(x+10) = 2(x+10) - (x+20)$, $x=20$ 이다.

(나)에서 $HCl(aq)$ 20 mL에 $NaOH(aq)$ 20 mL를 넣었을 때 혼합 용액 속 H^+ 수를 $40N$ 이라고 하면, (나)의 혼합 용액에서 15 mL를 취하면 혼합 용액 속 H^+ 수는 $15N$ 이다. 따라서 (다)에서 혼합 용액에 존재하는 H^+ 수는 다음과 같다.

첨가한 $KOH(aq)$ 의 부피(mL)	0	5	10
혼합 용액의 부피(mL)	15	20	25
혼합 용액에 존재하는 H^+ 수 ($n \times$ 혼합 용액의 부피)	$15N$	$10N$	$5N$

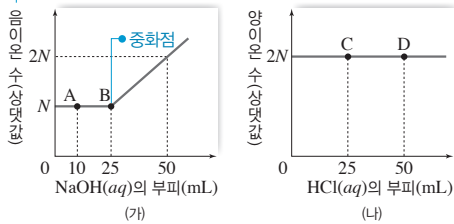
$KOH(aq)$ 5 mL를 첨가할 때마다 혼합 용액에 존재하는 H^+ 수가 $5N$ 씩 감소하므로 $KOH(aq)$ 5 mL에 들어 있는 OH^- 수는 $5N$ 이다.

$NaOH(aq)$ 을 혼합하기 전 $HCl(aq)$ $x(=20)$ mL에 들어 있는 Cl^- 수는 $4 \times 20N = 80N$ 이고, $KOH(aq)$ 30 mL에 들어 있는 K^+ 수는 $30N$ 이다. 따라서 혼합 용액에서 $\frac{K^+ \text{ 수}}{Cl^- \text{ 수}} = \frac{30N}{80N} = \frac{3}{8}$ 이다.

8 중화 적정에서 이온 수 변화

자료 분석

NaOH(aq)을 가할 때 넣어 준 OH⁻은 H⁺과 중화 반응하여 없어지므로 중화점까지 음이온 수는 일정하다.



선택지 분석

- ㉠ A에서 혼합 용액은 산성이다.
 ㉡ C에서 Na⁺과 Cl⁻의 개수비는 2 : 1이다. 4 : 1
 ㉢ B와 D까지 중화 반응으로 생성된 물 분자 수는 같다.

㉠. (가)에서 NaOH(aq)을 가할 때 넣어 준 OH⁻은 H⁺과 중화 반응하여 없어지므로 중화점까지 음이온 수는 일정하다. 따라서 B가 중화점이고, A는 HCl(aq)이 완전히 중화되기 전이므로 A에서 혼합 용액은 산성이다.

㉡. 중화점인 B에서 생성된 물의 양은 HCl(aq) 50 mL와 NaOH(aq) 25 mL가 중화 반응하여 생성된 것이다. 이때 반응 부피비가 HCl(aq) : NaOH(aq) = 2 : 1이므로 농도비는 1 : 2이다. D는 NaOH(aq) 50 mL에 HCl(aq) 50 mL를 가한 점이므로 D에서 생성된 물의 양은 NaOH(aq) 25 mL와 HCl(aq) 50 mL가 중화 반응하여 생성된 것이다. 따라서 B와 D까지 중화 반응으로 생성된 물 분자 수는 같다.

㉢. (나)에서 HCl(aq)을 넣기 전 양이온 수가 2N이므로 NaOH(aq) 50 mL에 들어 있는 Na⁺과 OH⁻의 수는 각각 2N이다. 농도비가 HCl(aq) : NaOH(aq) = 1 : 2이므로 HCl(aq) 25 mL에 들어 있는 H⁺과 Cl⁻의 수는 각각 $\frac{N}{2}$ 이다. 따라서 C에서 구경꾼 이온인 Na⁺과 Cl⁻의 개수비는 $2N : \frac{N}{2} = 4 : 1$ 이다.

9 중화 반응의 양적 관계

자료 분석

(다)와 (라) 과정 후 혼합 용액에 존재하는 양이온 수비

과정	(다)	(라)
양이온 수비	1 : 1	1 : 2

Na⁺과 K⁺이 1 : 1로 존재

H⁺과 Na⁺이 1 : 1로 존재

선택지 분석

- ㉠ (나) 과정 후 Na⁺ 수와 H⁺ 수비는 1 : 3이다.
 ㉡ (라) 과정 후 용액은 중성이다. 염기성
 ㉢ 혼합 용액의 단위 부피당 전체 이온 수 비는 (나) 과정 후와 (다) 과정 후가 3 : 2이다.

㉠. HCl(aq) V mL에 NaOH(aq) 2V mL를 첨가한 혼합 용액에 존재하는 양이온 종류는 2가지이다. HCl(aq) V mL에 NaOH(aq) 2V mL를 첨가한 혼합 용액에 존재하는 H⁺ 수와

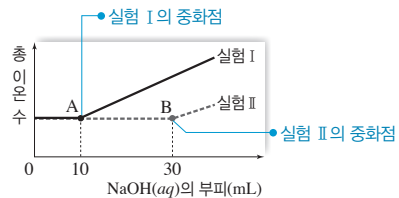
Na⁺ 수를 각각 2N이라고 할 때, 혼합 용액 속 Cl⁻ 수는 4N이므로 HCl(aq) V mL에는 H⁺ 4N, Cl⁻ 4N이 존재한다. HCl(aq) V mL에 넣어 준 NaOH(aq)의 부피가 2V mL이므로 NaOH(aq) V mL에는 Na⁺ N, OH⁻ N이 존재한다. HCl(aq) V mL에 NaOH(aq) V mL를 첨가한 혼합 용액에서 H⁺ 4N과 OH⁻ N이 반응한 후의 혼합 용액에 존재하는 H⁺ 수는 3N, Na⁺ 수는 N이다. 따라서 HCl(aq) V mL에 NaOH(aq) V mL를 첨가한 혼합 용액에서 Na⁺ 수와 H⁺ 수의 비는 1 : 3이다.

㉡. HCl(aq) V mL에 NaOH(aq) 2V mL를 첨가한 혼합 용액의 액성은 산성이므로 전체 이온 수는 HCl(aq) V mL에 존재하는 전체 이온 수와 같다. 혼합 용액의 단위 부피당 전체 이온 수비는 ((나) 과정 후인 HCl(aq) V mL에 NaOH(aq) V mL를 첨가한 혼합 용액) : ((다) 과정 후인 HCl(aq) V mL에 NaOH(aq) 2V mL를 첨가한 혼합 용액) = $\frac{8N}{2V} : \frac{8N}{3V} = 3 : 2$ 이다.

㉢. HCl(aq) V mL에 NaOH(aq) 2V mL와 KOH(aq) 2V mL를 첨가한 혼합 용액에 존재하는 양이온 수비가 1 : 2이므로 혼합 용액 속에는 Na⁺ 2N과 K⁺ 4N이 존재한다. 따라서 이 혼합 용액에는 OH⁻ 2N 남아 있으므로 염기성 수용액이다.

10 중화 반응의 양적 관계

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ NaOH(aq)의 몰 농도는 실험 I이 실험 II보다 크다.
 ㉡ 단위 부피당 Na⁺ 수는 실험 I의 A가 실험 II의 B보다 크다.
 ㉢ 혼합 용액의 pH는 실험 I의 A가 실험 II의 B보다 크다. pH가 7로 같다

㉠. 중화점까지 넣어 준 NaOH(aq)의 부피가 실험 I : 실험 II = 1 : 3이다. 따라서 NaOH(aq)의 몰 농도는 실험 I : 실험 II = 3 : 1이다. 즉, NaOH(aq)의 몰 농도는 실험 I이 실험 II의 3배이다.

㉡. 실험 I과 II에서 중화점까지 넣어 준 NaOH의 양(mol)은 같으므로 실험 I의 A와 실험 II의 B에 들어 있는 Na⁺의 수는 같다. 실험 I의 A의 부피는 H₂SO₄(aq) 5 mL + NaOH(aq) 10 mL = 15 mL이고, 실험 II의 B의 부피는 H₂SO₄(aq) 5 mL + NaOH(aq) 30 mL = 35 mL이다. 실험 I의 A와 실험 II의 B에 들어 있는 Na⁺의 수를 N이라고 가정하면, 단위 부피당 Na⁺ 수는 A가 $\frac{N}{15}$, B가 $\frac{N}{35}$ 이므로 A가 B보다 크다.

㉢. 실험 I의 A와 실험 II의 B는 모두 중화 반응이 완결된 중화점이므로 혼합 용액의 pH는 7로 같다.

11 중화 반응

자료 분석

[자료]

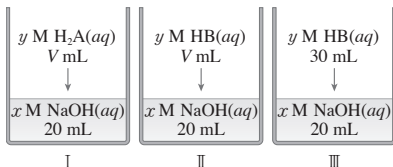
• 수용액에서 H_2A 는 H^+ 과 A^{2-} 으로, HB 는 H^+ 과 B^- 으로 모두 이온화된다.

[실험 과정]

(가) x M $NaOH(aq)$, y M $H_2A(aq)$, y M $HB(aq)$ 을 각각 준비한다.

(나) 3개의 비커에 각각 $NaOH(aq)$ 20 mL를 넣는다.

(다) (나)의 3개의 비커에 각각 $H_2A(aq)$ V mL, $HB(aq)$ V mL, $HB(aq)$ 30 mL를 첨가하여 혼합 용액 I ~ III을 만든다.



[실험 결과]

• 혼합 용액 I ~ III에 존재하는 이온의 종류와 이온의 몰 농도(M)

이온의 종류	W	X	Y	Z
이온의 몰 농도(M)	I	II	III	
	2a	0	2a	2a
	2a	2a	0	0
	a	b	0	0.2

혼합 용액 II에 존재하는 이온의 종류가 W, X 2가지이므로 X는 B^- 이다.

혼합 용액 I에만 존재하는 이온 Y는 A^{2-} 이다.

혼합 용액 I에서 W와 Z는 같은 몰 농도로 존재하므로 Z는 OH^- 이 아니라 H^+ 이다.

선택지 분석

- ① 2 ③ 3 ④ 4
 ⑤ 5 ⑥ 6

W는 Na^+ , X는 B^- , Y는 A^{2-} , Z는 H^+ 이다.

Na^+ 의 몰 농도가 혼합 용액 I이나 II에서가 혼합 용액 III에서보다 2배 크므로, 혼합 용액의 부피는 혼합 용액 III에서가 혼합 용액 I이나 II에서보다 2배 크다.

따라서 $V=5$ 이다.

혼합 용액 II에서 Na^+ 과 B^- 의 몰 농도가 같으므로 혼합 용액 II에 존재하는 Na^+ 과 B^- 의 양(mol)이 같다. 용액에 존재하는 물질의 양(mol)=용액의 몰 농도×용액의 부피이므로 $y \times 5 = x \times 20$, $y=4x$ 이다.

혼합 용액 III에서 처음에 넣어 준 H^+ 과 OH^- 의 양(mol)은 각각 0.12x몰과 0.02x몰이므로 중화 반응 이후 50 mL 혼합 용액 III에 존재하는 H^+ 의 양(mol)은 0.1x몰이다.

따라서 $Na^+ : H^+ : B^- = 1 : 5 : 6$ 이므로 $b=6a$ 이며, 혼합 용액 III에서 H^+ 의 몰 농도가 0.2 M이므로 $a=0.04$ 이고 $b=0.24$ 이다.

혼합 용액 III에서 H^+ 의 몰 농도가 0.2 M이므로 $x=0.1$ 이고, $y=4x$ 이므로 $y=0.4$ 이다.

따라서 $\frac{b}{a} \times (x+y) = 6 \times 0.5 = 3$ 이다.

16 산화 환원 반응

개념 확인

본책 173 쪽, 175 쪽

- (1) 산화, 환원 (2) 산화, 환원 (3) 전자, 전자 (4) 일어난다
 (5) 전기 음성도 (6) 옳고 (7) 옳고 (8) 옳고 (9) 옳고
 (10) 산화, 환원 (11) 0 (12) 전하 (13) 0이다 (14) -1
 (15) -1 (16) -1 (17) +2 (18) 반응이 아니다
 (19) 산화제 (20) 환원제

수능 자료

본책 176 쪽

- 자료 ① 1 ○ 2 ○ 3 × 4 ○ 5 × 6 × 7 ○
 자료 ② 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 × 5 ○ 6 × 7 ○
 자료 ③ 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 ○ 6 ○ 7 ○
 자료 ④ 1 ○ 2 × 3 ○ 4 × 5 ○ 6 ○ 7 ○

자료 ① 산화 환원 반응

3 (가)에서 Mg은 다른 물질을 환원시키는 환원제로, O_2 는 다른 물질을 산화시키는 산화제로 작용한다.

5 (나)에서 C의 산화수는 +2에서 +4로 증가하고, Fe의 산화수는 +3에서 0으로 감소한다.

6 (나)에서 CO는 환원제로, Fe_2O_3 은 산화제로 작용한다.

자료 ② 산화 환원 반응의 양적 관계

1 (나)와 (다)에서 각각 생성된 C^{n+} 의 양(mol)을 a몰이라고 할 때, (나)에서 혼합 용액에 들어 있는 C^{n+} 의 양(mol)이 a몰이고 $B^{3+} : C^{n+} = 2 : 1$ 이므로 (나)에 들어 있는 B^{3+} 의 양(mol)은 2a몰이다.

2 (다)에서 혼합 용액에 들어 있는 C^{n+} 의 양(mol)이 2a몰이고, $B^{3+} : C^{n+} = 2 : 3$ 이므로 남아 있는 B^{3+} 의 양(mol)은 $\frac{4}{3}a$ 몰이다. 따라서 (다)에서 반응한 B^{3+} 의 양(mol)은 $\frac{2}{3}a$ 몰이다.

3 (가)에서 A^+ 과 B^{3+} 이 총 9몰 있고, B^{3+} 의 양(mol)은 2a몰이므로 A^+ 의 양(mol)은 $(9-2a)$ 몰이다.

4 (다)에서 $B^{3+} \frac{2}{3}a$ 몰이 반응하여 생성된 C^{n+} 의 양(mol)이 a몰이므로 C^{n+} 의 전하는 +2이다. 따라서 $n=2$ 이다.

5 C^{n+} 의 전하는 +2이므로 (나)에서 C와 반응한 A^+ 의 양(mol)은 a몰이다. 따라서 $9-2a=a$ 이므로 $a=3$ 이다.

6 (다) 과정 이후 B^{3+} 의 양(mol)은 $\frac{4}{3}a=4$ 몰이다.

7 (가)에 들어 있는 A^+ 의 양(mol)은 3몰, B^{3+} 의 양(mol)은 6몰이므로 양이온 수비는 $x : y = 1 : 2$ 이다. 따라서 $\frac{x}{y} = \frac{1}{2}$ 이다.

자료 ③ 산화수

2 CH_3OH 에서 H의 산화수는 +1이다.

4 $HCOOH$ 에서 C의 산화수는 +2이다.

자료 4 산화 환원 반응의 양적 관계

2 B^{b+} 의 전하가 +1이면 수용액 속 이온 수가 증가하여 q 는 1보다 작으므로 $b=1$ 이다.

3 수용액 I에 금속 B $4N$ 을 넣어 주면, 수용액 II에 존재하는 양이온 수는 $A^{2+} (m-2N)$ 과 $B^{+} 4N$ 의 합이다. 따라서 수용액 II에서 $q = \frac{1}{(m+2N)}$ 이다.

4 수용액 I과 II의 q 는 $\frac{1}{m} : \frac{1}{(m+2N)} = 1 : \frac{7}{9}$ 이므로 $m = 7N$ 이고 수용액 II에 들어 있는 A^{2+} 은 $5N$ 이다.

5 q 는 수용액 I > 수용액 III > 수용액 II이므로 이온의 전하는 C 이온이 B 이온보다 크다. 따라서 c 는 2 또는 3이다.

6 c 가 2일 경우, 수용액 II의 A^{2+} 과 C가 반응할 때 C^{2+} 은 $5N$ 이 생성되므로, 수용액 III에서 $x=6N$ 이다.

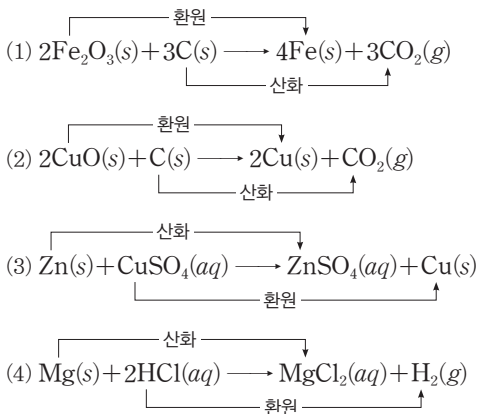
7 c 가 3일 경우, 수용액 II의 A^{2+} 과 C가 반응할 때 C^{3+} 은 $\frac{10}{3}N$ 이 생성된다. 이때 B^{+} 과 반응한 C^{3+} 의 수를 n 이라고 할 때 $n < 0$ 이기 때문에 C 이온의 전하는 +3이 아니다.



본책 177쪽

1 (1) ㉠ 환원 ㉡ 산화 (2) ㉠ 환원 ㉡ 산화 (3) ㉠ 산화 ㉡ 환원 (4) ㉠ 산화 ㉡ 환원 2 ⑤ 3 ③ 4 (1) (가) 산화 (나) 환원
(2) 산화제: Cu^{2+} , 환원제: Zn 5 (1) -4 (2) +4 (3) -1
(4) -1 (5) +6 (6) +7 6 +12 7 $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$ 8 33 9 4몰

1



2 ⑤ $2KI(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow PbI_2(s) + 2KNO_3(aq)$ 은 양금 생성 반응으로 물질 내 어떤 원자도 산화수 변화가 없다.

바로알기 ① $2Al(s) + 3Br_2(l) \rightarrow 2AlBr_3(s)$

Al의 산화수는 0에서 +3으로 증가하고, Br의 산화수는 0에서 -1로 감소한다.

② $C(s) + 2CuO(s) \rightarrow CO_2(g) + 2Cu(s)$

C의 산화수는 0에서 +4로 증가하고, Cu의 산화수는 +2에서 0으로 감소한다.

③ $Zn(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(g)$

Zn의 산화수는 0에서 +2로 증가하고, H의 산화수는 +1에서 0으로 감소한다.

④ $2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Fe(s) + 3CO_2(g)$

C의 산화수는 0에서 +4로 증가하고, Fe의 산화수는 +3에서 0으로 감소한다.

3 ③ 과정 (나)에서 CuO는 산소를 잃고 환원되어 Cu가 된다.

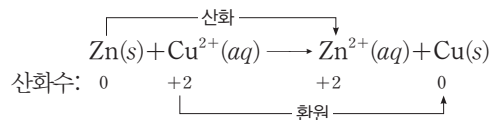
바로알기 ① X는 CO_2 이다.

② 과정 (가)에서 Cu는 산화되고 O_2 를 환원시켰으므로 환원제로 작용한다.

④ CO에서 C의 산화수는 +2이다.

⑤ CuO에서 Cu의 산화수는 +2이다.

4 (1) Zn은 산화수가 0에서 +2로 증가하였으므로 산화되었고, Cu^{2+} 은 산화수가 +2에서 0으로 감소하였으므로 환원되었다.



(2) 산화제는 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질이므로 Cu^{2+} 이고, 환원제는 자신은 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 물질이므로 Zn이다.

5 (1) CH_4 : H의 산화수는 +1이고, 화합물에서 각 원자의 산화수의 합은 0이다. C의 산화수를 w 라고 하면 $w + (+1) \times 4 = 0$, $w = -4$ 이다.

(2) CO_2 : O의 산화수는 -2이므로 C의 산화수를 x 라고 하면 $x + (-2) \times 2 = 0$, $x = +4$ 이다.

(3) H_2O_2 : 과산화물에서 O의 산화수는 -1이다.

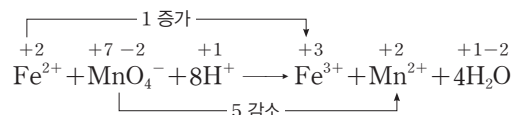
(4) NaH: 금속 수소 화합물에서 H의 산화수는 -1이다.

(5) H_2SO_4 : H의 산화수는 +1, O의 산화수는 -2이므로 S의 산화수를 y 라고 하면 $(+1) \times 2 + y + (-2) \times 4 = 0$, $y = +6$ 이다.

(6) $KMnO_4$: K은 1족 금속 원소이므로 산화수가 +1이고, O의 산화수는 -2이다. Mn의 산화수를 z 라고 하면 $(+1) + z + (-2) \times 4 = 0$, $z = +7$ 이다.

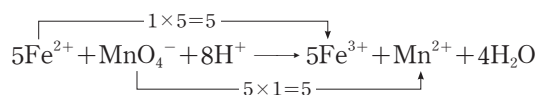
6 $HClO_4$ 에서 Cl의 산화수는 +7, CaH_2 에서 H의 산화수는 -1, OF_2 에서 O의 산화수는 +2, SO_2 에서 S의 산화수는 +4이다. 그러므로 4가지 원자의 산화수의 총 합은 +12이다.

7 화학 반응식에서 반응 전후의 산화수 변화는 다음과 같다.



Fe의 산화수는 +2에서 +3으로 1 증가하고, Mn의 산화수는 +7에서 +2로 5 감소한다.

이를 바탕으로 증가한 산화수와 감소한 산화수가 같도록 계수를 맞춘다.



8 $a=2, b=16, c=5, d=2, e=8$ 이므로 $a+b+c+d+e=33$ 이다.

9 산화 환원 반응식을 완성하면 다음과 같다.



구리(Cu) 2몰이 산화될 때 은(Ag)은 4몰이 환원되어 석출된다.

수능 2점

본책 178쪽~180쪽

- 1 ③ 2 ① 3 ② 4 ② 5 ② 6 ①
7 ② 8 ⑤ 9 ① 10 ① 11 ⑤ 12 ⑤
13 ① 14 ③

1 금속과 금속염 수용액의 산화 환원 반응

선택지 분석

- ㉠ 전자가 관여하는 화학 반응이다.
㉡ Ag^+ 이 전자를 얻어서 Ag으로 환원된다.
㉢ Fe 1몰이 산화되는 데 필요한 전자는 1몰이다. 2몰

㉠. Fe은 전자를 잃고, Ag^+ 은 전자를 얻는 산화 환원 반응이다.

㉡. Fe은 전자를 잃고 Fe^{2+} 으로 산화되고, Ag^+ 은 전자를 얻어 Ag으로 환원된다.

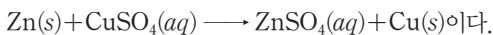
㉢. Fe이 산화되는 반응은 $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-$ 이므로 Fe 1몰이 산화되는 데 필요한 전자는 2몰이다.

2 금속과 금속염 수용액의 산화 환원 반응

선택지 분석

- ㉠ Cu^{2+} 은 산화된다. 환원
㉡ 전자는 Zn에서 Cu^{2+} 으로 이동한다.
㉢ Zn이 잃은 전자 수가 Cu^{2+} 이 얻은 전자 수보다 크다.
Zn이 잃은 전자 수 = Cu^{2+} 이 얻은 전자 수

이 반응의 화학 반응식은



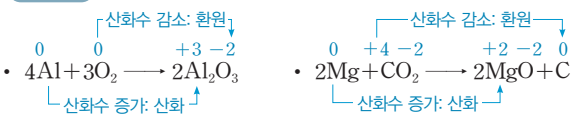
㉠. Zn은 전자를 잃고 Zn^{2+} 이 되고, Cu^{2+} 은 전자를 얻어 Cu가 된다. 즉, 전자는 Zn에서 Cu^{2+} 으로 이동한다.

㉡. Zn은 전자를 잃고 Zn^{2+} 으로 산화되고, Cu^{2+} 은 전자를 얻어 Cu로 환원된다.

㉢. 산화 환원 반응에서 산화된 물질이 잃은 전자 수와 환원된 물질이 얻은 전자 수는 항상 같다. 따라서 Zn이 잃은 전자 수와 Cu^{2+} 이 얻은 전자 수는 같다.

3 산화수 변화와 산화 환원

자료 분석



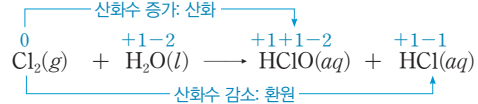
선택지 분석

- ㉠ Al, Mg ㉡ O_2, CO_2 ㉢ Al, CO_2
㉣ O_2 ㉤ CO_2

산화수가 증가하는 반응은 산화 반응, 산화수가 감소하는 반응은 환원 반응이다. Al은 0에서 +3으로 산화수가 증가, O_2 의 O는 0에서 -2로 산화수가 감소, Mg은 0에서 +2로 산화수가 증가, CO_2 의 C는 +4에서 0으로 산화수가 감소했다.

4 산화수 변화와 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ Cl_2 는 산화되거나 환원되지 않는다.
산화되면서 동시에 환원된다.
㉡ HClO에서 Cl의 산화수는 +1이다.
㉢ H_2O 에서 산화수가 변하는 원자는 O이다.
산화수가 변하는 원자는 없다.

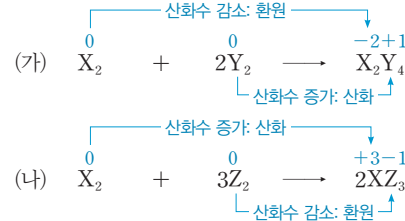
㉠. Cl의 산화수는 Cl_2 에서 0이고, HClO에서 +1이며, HCl에서 -1이다.

㉡. Cl_2 는 HClO으로 산화되면서 동시에 HCl으로 환원된다.

㉢. H_2O 에서 산화수가 변하는 원자는 없다.

5 산화수 변화와 산화 환원 반응

자료 분석



생성물	X의 산화수	Y나 Z의 산화수
X_2Y_4	-2	+1
XZ_3	+3	-1

선택지 분석

- ㉠ X_2Y_4 에서 Y의 산화수는 +2이다. +1
㉡ (나)에서 X_2 는 산화된다.
㉢ YZ에서 Y의 산화수는 0보다 작다. 크다

원소를 구성하는 원자의 산화수는 0이므로 (가)의 X_2 에서 X의 산화수와 Y_2 에서 Y의 산화수는 각각 0이다. 화합물에서 각 원자의 산화수의 합은 0이므로 X_2Y_4 에서 X의 산화수가 -2이면 Y의 산화수는 +1이다.

(나)의 X_2 에서 X의 산화수와 Z_2 에서 Z의 산화수는 각각 0이고, XZ_3 에서 X의 산화수는 +3, Z의 산화수는 -1이다.

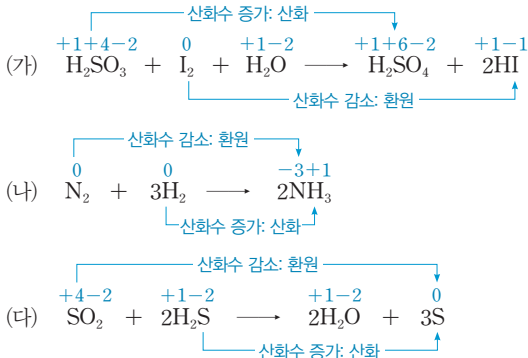
㉠. (나)의 X_2 에서 X의 산화수는 0이고, XZ_3 에서 X의 산화수는 +3이므로 X의 산화수가 증가한다. 즉, X_2 는 산화된다.

㉡. X_2Y_4 에서 X의 산화수가 -2이므로 Y의 산화수는 +1이다.

㉢. X_2Y_4 와 XZ_3 에서 원소의 산화수로 보아 전기 음성도는 $Z > X > Y$ 이다. 따라서 YZ에서 전기 음성도가 작은 Y의 산화수는 0보다 크고, 전기 음성도가 큰 Z의 산화수는 0보다 작다.

10 여러 가지 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)에서 H_2SO_3 은 환원제이다.
 ✕ (나)에서 N는 산화수가 증가한다. 감소
 ✕ (다)에서 SO_2 과 H_2S 에 포함된 S의 산화수는 같다. 다르다

화학 반응 전후에 산화수가 증가하는 물질은 산화되고, 산화수가 감소하는 물질은 환원된다.

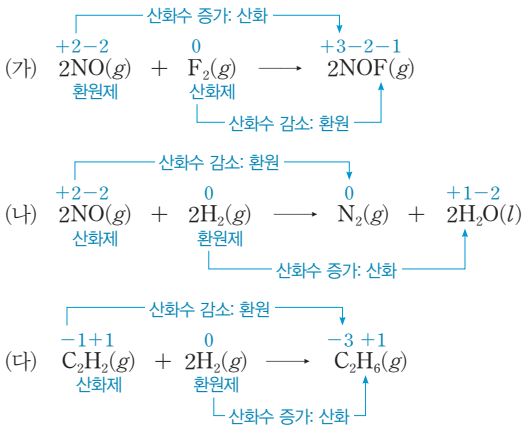
㉠. (가)에서 H_2SO_3 은 I_2 을 환원시키고 자신은 산화되므로 환원제이다.

바로알기 ㉡. (나)에서 N는 산화수가 0에서 -3으로 감소한다.

㉢. (다)에서 S의 산화수는 SO_2 에서 +4이고, H_2S 에서 -2이다.

11 산화제와 환원제

자료 분석



선택지 분석

- | | | | | | |
|----------------|-----|------------------------|----------------|--------------|------------------------|
| (가) | (나) | (다) | (가) | (나) | (다) |
| ✕ NO | NO | C_2H_2 | ✕ NO | H_2 | C_2H_2 |
| ✕ F_2 | NO | H_2 | ✕ F_2 | H_2 | H_2 |
| ㉤ F_2 | NO | C_2H_2 | | | |

산화제는 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질이고, 환원제는 자신은 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 물질이다.

(가)에서 NO는 자신은 산화되면서 F_2 을 환원시키므로 환원제로 작용하고, F_2 은 자신은 환원되면서 NO를 산화시키므로 산화제로 작용한다.

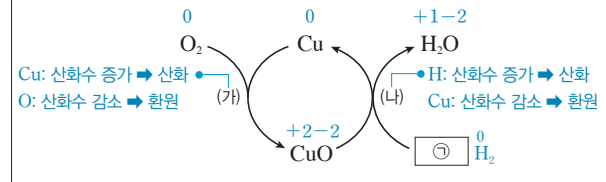
(나)에서 H_2 는 자신은 산화되면서 NO를 환원시키므로 환원제로 작용하고, NO는 자신은 환원되면서 H_2 를 산화시키므로 산화제로 작용한다.

(다)에서 H_2 는 자신은 산화되면서 C_2H_2 을 환원시키므로 환원제로 작용하고, C_2H_2 은 자신은 환원되면서 H_2 를 산화시키므로 산화제로 작용한다.

따라서 산화제로 작용한 물질은 (가)에서 F_2 , (나)에서 NO, (다) C_2H_2 이다.

12 구리의 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)에서 O_2 는 환원된다.
 ㉡ CuO에서 Cu의 산화수는 +2이다.
 ㉢ (나)에서 ㉠은 환원제로 작용한다.

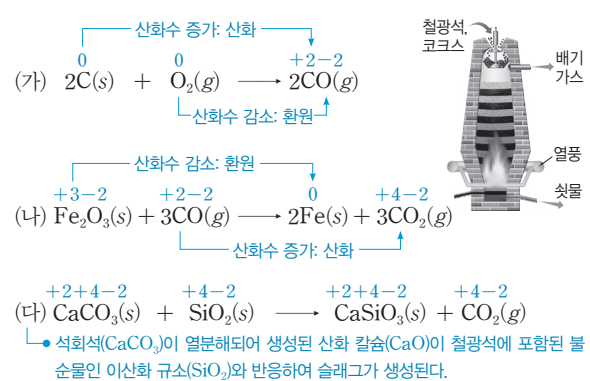
㉠. (가)에서 Cu는 산화수가 0에서 +2로 증가하므로 산화되고, O는 산화수가 0에서 -2로 감소하므로 환원된다.

㉡. CuO에서 Cu의 산화수는 +2이고, O의 산화수는 -2이다.

㉢. (나)는 CuO와 ㉠이 반응하여 Cu와 H_2O 을 생성하는 반응이므로 ㉠은 H_2 이다. (나)에서 Cu는 산화수가 +2에서 0으로 감소하므로 환원되고, H는 산화수가 0에서 +1로 증가하므로 산화된다. 따라서 CuO는 산화제로, H_2 는 환원제로 작용한다.

13 철의 제련 과정에서의 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)에서 C는 산화된다.
 ✕ (나)에서 CO는 산화제이다. 환원제
 ✕ (가)~(다)는 모두 산화 환원 반응이다. 반응이 아니다

산화 철(III)(Fe_2O_3)이 주성분인 철광석을 코크스(C), 석회석(CaCO_3)과 함께 용광로에 넣고 가열하면 (가)~(다)의 반응이 일어나 순수한 철(Fe)을 얻을 수 있다.

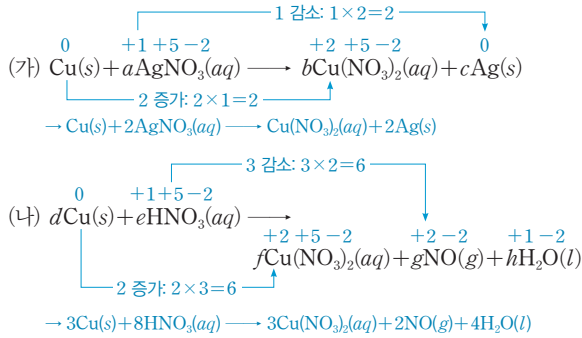
㉠. (가)에서 C의 산화수는 코크스(C)에서 0, CO에서 +2로 2 증가하므로 C는 산화된다.

바로알기 ㉡. (나)에서 C의 산화수는 +2에서 +4로 증가하므로 CO는 자신은 산화되면서 Fe_2O_3 을 환원시키는 환원제이다.

㉢. (다)에서는 반응 전후에 산화수가 변하는 원자가 없으므로 (다)는 산화 환원 반응이 아니다.

14 산화 환원 반응식

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)에서 $a+b+c=5$ 이다.
 ㉡ (나)에서 $d+e>f+g+h$ 이다.
 ㉢ (나)에서 Cu 1몰이 반응하면 NO 1몰이 생성된다. $\frac{2}{3}$ 몰

㉠. (가) $\text{Cu}(\text{s}) + 2\text{AgNO}_3(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{s})$ 이므로 $a(2)+b(1)+c(2)=5$ 이다.

㉡. (나) $3\text{Cu}(\text{s}) + 8\text{HNO}_3(\text{aq}) \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 이므로 $d(3)+e(8)>f(3)+g(2)+h(4)$ 이다.

㉢. (나)에서 Cu와 NO의 계수비는 3 : 2이므로 Cu 1몰이 반응하면 NO $\frac{2}{3}$ 몰이 생성된다.

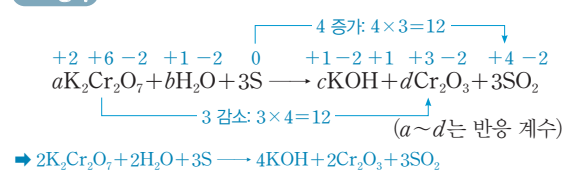
수능 3점

본책 181쪽~183쪽

- 1 ① 2 ⑤ 3 ① 4 ⑤ 5 ① 6 ③
 7 ① 8 ② 9 ② 10 ⑤ 11 ④ 12 ③

1 산화수 변화와 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ Cr의 산화수는 +6에서 +3으로 감소한다.
 ㉡ $a+b+c+d=12$ 이다. 10
 ㉢ S는 산화제로 작용한다. 환원제

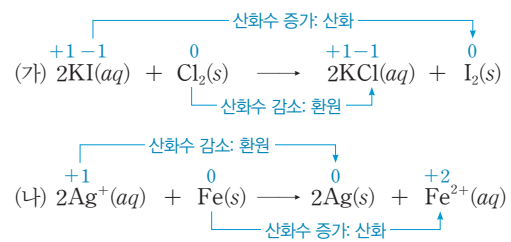
㉠. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 에서 Cr의 산화수는 +6이고, Cr_2O_3 에서 Cr의 산화수는 +3이다. 그러므로 Cr의 산화수는 +6에서 +3으로 감소한다.

㉡. $a=2, b=2, c=4, d=2$ 이다. 따라서 $a+b+c+d=10$ 이다.

㉢. K_2CrO_7 은 S를 산화시키고 자신은 환원되었으므로 산화제로 작용하고, S는 K_2CrO_7 을 환원시키고 자신은 산화되었으므로 환원제로 작용한다.

2 산화수 변화와 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)에서 Cl_2 는 산화된다. 환원
 ㉡ (나)에서 Fe은 Ag^+ 을 환원시킨다.
 ㉢ (나)에서 Ag 1몰이 생성될 때 이동한 전자의 양(mol)은 1몰이다.

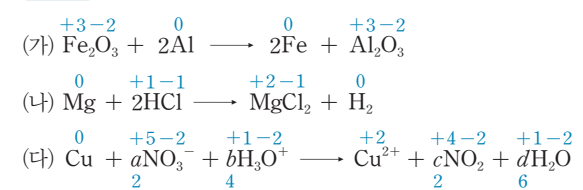
㉡. (나)에서 Fe은 산화수가 0에서 +2로 증가하며 산화되면서 Ag^+ 을 환원시킨다.

㉢. (나)에서 Ag^+ 의 환원을 식으로 나타내면 $\text{Ag}^+ + e^- \longrightarrow \text{Ag}$ 이므로 Ag 1몰이 생성될 때 이동한 전자의 양(mol)은 1몰이다.

㉠. (가)에서 Cl_2 의 Cl는 산화수가 0에서 -1로 감소하므로 환원된다.

3 산화수 변화와 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)에서 Al은 산화된다.
 ㉡ (나)에서 Mg은 산화제이다. 환원제
 ㉢ (다)에서 $a+b+c+d=7$ 이다. $a+b+c+d=14$

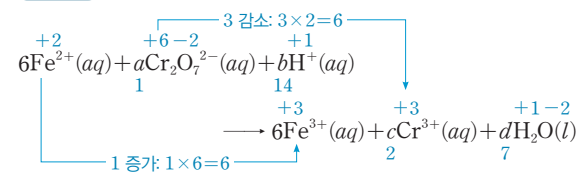
㉠. (가)에서 Al은 산소를 얻어 산화된다.

㉡. (나)에서 Mg은 전자를 잃어 산화되면서 HCl을 환원시켰으므로 환원제이다.

㉢. (다)에서 Cu는 0에서 +2로, N는 +5에서 +4로 산화수가 변했다. 따라서 $a=2, b=4, c=2, d=6$ 이므로 $a+b+c+d=14$ 이다.

4 산화수 변화와 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ H의 산화수는 감소한다. 변하지 않는다
 ㉡ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 에서 Cr의 산화수는 +6이다.
 ㉢ $a+b+c+d=24$ 이다.

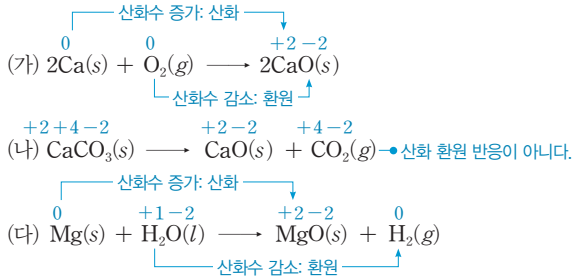
ㄴ. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 에서 Cr의 산화수는 +6이고, O의 산화수는 -2이다.

ㄷ. $a=1, b=14, c=2, d=7$ 이므로 $a+b+c+d=24$ 이다.

바로알기 ㄱ. H의 산화수는 +1로 반응 전후 변하지 않는다.

5 산화수 변화와 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)에서 Ca는 산화된다.
 ✕ (나)에서 CaCO_3 는 산화된다. 산화 환원 반응이 아니다
 ✕ (다)에서 H_2O 는 환원제이다. 산화제

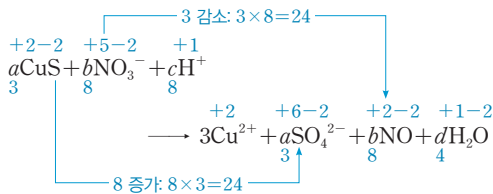
ㄱ. (가)에서 Ca는 산화수가 0에서 +2로 증가하여 산화된다.

바로알기 ㄴ. (나)에서 산화수가 변한 원자가 없으므로 (나)는 산화 환원 반응이 아니다.

ㄷ. (다)에서 H_2O 는 Mg를 산화시키고 자신은 환원했으므로 산화제이다.

6 산화수 변화와 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ CuS는 환원제이다.
 ㉡ $c+d > a+b$ 이다.
 ✕ NO_3^- 2몰이 반응하면 SO_4^{2-} 1몰이 생성된다. $\frac{3}{4}$ 몰

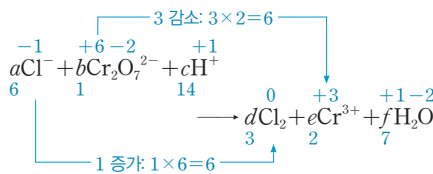
ㄱ. CuS는 NO_3^- 을 환원시키고 자신은 SO_4^{2-} 으로 산화되므로 환원제이다.

ㄴ. $a=3, b=8, c=8, d=4$ 이므로 $c+d > a+b$ 이다.

바로알기 ㄷ. NO_3^- 8몰이 반응하면 SO_4^{2-} 3몰이 생성되므로, NO_3^- 2몰이 반응하면 SO_4^{2-} $\frac{3}{4}$ 몰이 생성된다.

7 산화수 변화와 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ $a+b+c+d+e+f=33$ 이다.
 ✕ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 은 환원제이다. 산화제 $\frac{12}{7}$ 몰
 ✕ H_2O 2몰이 생성될 때 이동한 전자의 양(mol)은 $\frac{6}{7}$ 몰이다.

ㄱ. $a=6, b=1, c=14, d=3, e=2, f=7$ 이므로 $a+b+c+d+e+f=33$ 이다.

바로알기 ㄴ. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 은 자신은 환원되고, Cl^- 을 산화시키므로 산화제이다.

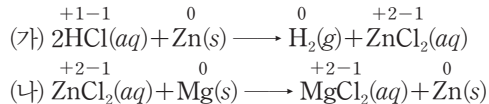
ㄷ. H_2O 7몰이 생성될 때 이동한 전자의 양(mol)은 6몰이므로, H_2O 2몰이 생성될 때 이동한 전자의 양(mol)은 $\frac{12}{7}$ 몰이다.

8 금속의 산화 환원 반응

선택지 분석

- ✕ (가)에서 Zn은 산화제이다. 환원제
 ㉡ (나)에서 수용액 속 이온의 총 수는 일정하다.
 ✕ (나)에서 Mg 막대의 질량은 반응 전후가 같다. 반응 후 증가한다

(가)와 (나)에서 일어나는 반응과 반응에서 각 원소의 산화수 변화는 다음과 같다.



ㄴ. (나)에서 Zn^{2+} 1몰이 반응할 때 Mg^{2+} 1몰이 생성되므로 수용액 속 이온의 총 수는 일정하다.

바로알기 ㄱ. (가)에서 Zn의 산화수는 0에서 +2로 증가하므로 Zn은 산화되고, H의 산화수는 +1에서 0으로 감소하므로 H는 환원된다. 환원제는 자신은 산화되고 다른 물질을 환원시키는 물질이므로 Zn은 환원제이다.

ㄷ. (나)에서 수용액 속에 존재하던 Zn^{2+} 이 Zn으로 환원되면서 Mg 막대에 석출된다. 이때 Zn이 Mg보다 원자량이 더 크므로 Mg 막대의 질량은 반응 후 증가한다.

9 금속과 금속염 수용액의 산화 환원 반응에서 양적 관계

자료 분석

[실험 결과]

• 각 과정 후 수용액에 들어 있는 양이온의 종류와 수

과정	(가)	(나)	(다)
양이온의 종류	$\text{A}^{a+}, \text{B}^{b+}$	$\text{A}^{a+}, \text{B}^{b+}, \text{C}^{2+}$	$\text{A}^{a+}, \text{C}^{2+}$
양이온의 수	7.2N, 4.8N	7.2N, 0.8N, 2N	7.2N, 2.4N
전체 양이온의 수	12N	10N	9.6N

• (가)보다 (나)에서 전체 양이온의 수가 줄었으므로 A^{a+} 이나 B^{b+} 중 C와 반응한 이온의 전하는 +1이다.

• (가)에서 수용액 속 이온 수는 $\text{A}^{a+} > \text{B}^{b+}$ 이다.

• (나)에서 넣어 준 C(s)는 모두 반응하였고, (다) 과정 후 남아 있는 C(s)의 질량은 x g이다.

선택지 분석

- ✕ $\frac{1}{4}w$ ㉡ $\frac{4}{15}w$ ✕ $\frac{2}{5}w$ ✕ $\frac{9}{4}w$ ✕ $\frac{12}{5}w$

(나)에서 C^{2+} 이 생성되면서 전체 양이온 수가 감소했으므로, A^{a+} 과 B^{b+} 중 C와 반응한 이온의 전하가 +1임을 알 수 있다. 또한 (다) 과정에서 (나)의 수용액에 C w g를 넣어 반응을 완결시킨 후에 C가 남아 있으므로 A^{a+} 과 B^{b+} 중 C와 반응한 이온이 모두 반응하고 더 이상 반응이 진행되지 않음을 알 수 있다. (나)에서 C w g를 넣었을 때 반응하여 생성된 C^{2+} 의 수를 n 이라고 하면 다음과 같은 양적 관계가 성립한다.

$$2(A^{a+} + B^{b+}) + C \longrightarrow 2(A \text{ 또는 } B) + C^{2+}$$

반응 전	12N	n	0	0
반응	-2n	-n	+2n	+n
반응 후	12N-2n	0	2n	n

$$\Rightarrow 12N - 2n + n = 10N \therefore n = 2N$$

따라서 (나)에서 A^{a+} 또는 B^{b+} 이 4N 반응하고, C^{2+} 은 2N이 생성된다.

(다)에서 C w g를 넣었을 때 생성된 C^{2+} 의 수를 m 이라고 하면 다음과 같은 양적 관계가 성립한다.

$$2(A^{a+} + B^{b+}) + C \longrightarrow 2(A \text{ 또는 } B) + C^{2+}$$

반응 전	8N	2N	4N	2N
반응	-2m	-m	+2m	+m
반응 후	8N-2m	2N-m	4N+2m	2N+m

$$\Rightarrow 8N - 2m + 2N + m = 9.6N \therefore m = 0.4N$$

따라서 (다) 과정까지 반응에 참여한 이온의 수는 $4N + 0.8N = 4.8N$ 이고, 반응하지 않고 남은 이온의 수는 $12N - 4.8N = 7.2N$ 이다. 주어진 자료에서 (가) 수용액 속 이온 수가 $A^{a+} > B^{b+}$ 이므로 반응에 참여한 이온은 B^{b+} 이고, (나) 과정 후 A^{a+} 의 수가 7.2N, (다) 과정 후 C^{2+} 의 수는 2.4N이다.

한편, (나) 과정에서 C w g가 모두 반응할 때 C^{2+} 이 2N 생성되었고, (다) 과정에서 C^{2+} 이 0.4N 생성되고 C가 x g 남았으므로

$$w g : 2N = x g : 1.6N \text{에서 } x = \frac{1.6}{2}w g \text{이다.}$$

$$\text{따라서 } \frac{\text{(다) 과정 후 } C^{2+} \text{ 수}}{\text{(나) 과정 후 } A^{a+} \text{ 수}} \times x = \frac{2.4N}{7.2N} \times \frac{1.6}{2}w = \frac{4}{15}w \text{이다.}$$

10 산화 환원 반응에서의 양적 관계

자료 분석

넣어 준 C(s)의 총 질량(g)	0	w	2w	3w	y
비커 속에 존재하는 고체 금속의 총 양(mol)	0	4n	$\frac{20}{3}n$	8n	9n
비커 속에 존재하는 양이온의 총 양(mol)	9n		x		9

C w g, 2w g, 3w g를 각각 넣었을 때 생성된 금속의 양(mol)으로부터 이온의 전하가 작은 B^{b+} 이 A^{a+} 보다 먼저 반응하였음을 알 수 있다.

선택지 분석

☒ $b=2$ 이다. $b=1$

☒ $x = \frac{19}{3}n$ 이다.

☒ $y = \frac{15}{4}w$ 이다.

ㄴ. 금속 이온의 반응 몰비는 $B^{b+} : C^{2+} = 2 : 1$ 이므로 C w g에 들어 있는 C 원자 수는 $2n$ 이다. C w g C 2w g를 넣었을 때 B^{b+} 과 반응한 C의 양을 n_1 몰, A^{3+} 과 반응한 C의 양을 n_2 몰이라고 할 때, $n_1 + n_2 = 2n$ 이다. 또한 생성된 B와 A의 양(mol)은 각각 $2n_1$ 몰, $\frac{2}{3}n_2$ 몰이므로 $2n_1 + \frac{2}{3}n_2 = \frac{20}{3}n - 4n = \frac{8}{3}n$ 이다. 따라서 $n_1 = n_2 = n$ 이고 C 2w g를 넣었을 때까지 생성된 B의 양(mol)은 $4n + 2n = 6n$ 몰, A의 양(mol)은 $\frac{2}{3}n$ 몰이므로 수용액에 들어 있는 A^{3+} 의 양(mol)은 $3n - \frac{2}{3}n = \frac{7}{3}n$ 몰이고, C^{2+} 의 양(mol)은 $4n$ 몰이다.

$$\text{따라서 } x = \frac{7}{3}n + 4n = \frac{19}{3}n \text{이다.}$$

ㄷ. C 3w g를 넣은 이후부터 C y g를 넣었을 때까지 반응한 A^{3+} 의 양(mol)은 n 몰이고, 반응 몰비는 $C : A^{3+} = 3 : 2$ 이므로 반응한 C의 양(mol)은 $\frac{3}{2}n$ 몰이다. 따라서 C $\frac{3}{2}n$ 몰의 질량은 $\frac{3}{4}w g$

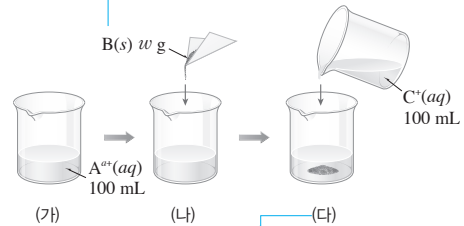
$$\text{이므로 } y = 3w + \frac{3}{4}w = \frac{15}{4}w \text{이다.}$$

바로알기 ㄱ. C w g와 반응한 이온의 양(mol)은 B^{b+} 이 4n몰, A^{a+} 이 $\frac{4}{3}n$ 몰이므로 이온의 전하비는 $b : a = 1 : 3$ 이다. 따라서 $a=3, b=1$ 이다.

11 금속과 금속염 수용액의 산화 환원 반응에서 양적 관계

자료 분석

[실험 과정] 반응하지 않은 금속 B의 원자 수를 x 라고 하면 (나)에는 금속 A 원자 6N, B 원자 x , B^{3+} 4N이 있다.



$C^+(aq)$ 100 mL에 들어 있는 C^+ 수를 y 라고 하면 $(4N+x) + (y-3x+12N) + 6N = 15N$ 이다.

[실험 결과]

각 과정 후 수용액에 들어 있는 양이온의 종류와 수

과정	(가)	(나)	(다)
양이온의 종류	A^{a+}	B^{b+}	A^{a+} 6N B^{b+} 4N+x C^{c+} y-3x-12N
양이온의 수	6N	4N	15N

• (다) 과정 후 비커에 들어 있는 금속은 1가지이다.

• $C^+(aq)$ 100 mL에 들어 있는 C^+ 수는 (다) 과정 후 수용액에 들어 있는 C^+ 수의 4배이다.

선택지 분석

☒ 14N

☒ 18N

☒ 15N

☒ 20N

☒ 17N

$A^{a+}(aq)$ 100 mL에 들어 있는 A^{a+} 수는 $6N$ 이고, 이 수용액에 금속 B(s) w g을 넣어 반응이 완결되었을 때 수용액에 들어 있는 양이온은 B^{b+} 뿐이므로 A^{a+} 과 B^{b+} 은 3:2의 개수비로 반응하므로 각 이온의 산화수비는 $A^{a+}:B^{b+}=2:3$ 이고, a, b 는 3 이하의 자연수이므로 $a=2, b=3$ 이다.

(나) 이후 반응하지 않은 금속 B의 원자 수를 x 라고 하면 비커 속에는 석출된 금속 A 원자 $6N$, 금속 B 원자 x , B^{3+} $4N$ 이 있다. 여기에 C^+ 을 넣었을 때 존재하는 금속은 1가지이고, 반응성은 $B>A$ 이므로 넣어 준 C^+ 은 금속 B와 먼저 반응하고, 이후 금속 A와 반응한다. 이때 $C^+(aq)$ 100 mL에 들어 있는 C^+ 수를 y 라고 하면 다음과 같은 양적 관계가 성립한다.

	$B(s)$	$+ 3C^+(aq)$	$\longrightarrow$	$B^{3+}(aq)$	$+ 3C(s)$
반응 전	x	y		$4N$	
반응	$-x$	$-3x$		$+x$	$+3x$
반응 후	0	$y-3x$		$4N+x$	$3x$

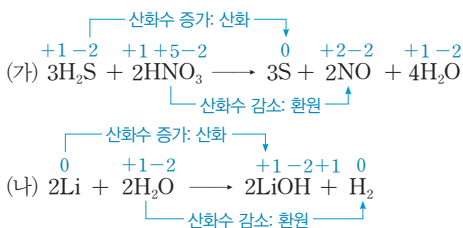
또, 금속 A와 C^+ 의 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(s)$	$+ 2C^+(aq)$	$\longrightarrow$	$A^{2+}(aq)$	$+ 2C(s)$
반응 전	$6N$	$y-3x$			$3x$
반응	$-6N$	$-12N$		$+6N$	$+12N$
반응 후	0	$y-3x-12N$		$6N$	$3x+12N$

(다) 이후 수용액에 들어 있는 C^+ 수는 $y-3x-12N$ 이고, 전체 양이온 수는 $(4N+x)+(y-3x-12N)+6N$ 이며, 이 값이 $15N$ 이므로 $y-2x=17N$ 이다. 또, (다) 과정 후 수용액에 들어 있는 C^+ 수는 $y-3x-12N$ 이고, $C^+(aq)$ 100 mL에 들어 있는 C^+ 수는 (다) 과정 후 수용액에 들어 있는 C^+ 수의 4배이므로 $4(y-3x-12N)=y$ 이고, 이 식을 정리하면 $y-4x=16N$ 이다. 따라서 두 식을 풀면 $y=18N$ 이다.

12 산화수 변화와 산화 환원 반응

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ (가)는 산화 환원 반응이다.
 ㉡ (나)에서 Li는 환원제이다.
 ㉢ (나)에서 H의 산화수는 모두 같다. **다르다**

㉠. (가)에서 S는 산화수가 -2 에서 0 으로 증가하고, N는 산화수가 $+5$ 에서 $+2$ 로 감소하므로 산화 환원 반응이다.

㉡. (나)에서 Li는 산화되고, H_2O 은 환원되었으므로, Li는 환원제이다.

바로알기 ㉢. (나)에서 H의 산화수는 H_2O 에서 $+1$, $LiOH$ 에서 $+1$, H_2 에서 0 이다.

17 화학 반응에서의 열의 출입

개념 확인

본책 185 쪽

- (1) 방출 (2) 흡수 (3) 올라, 내려 (4) ① 발열 ② 발열
 ③ 발열 ④ 흡열 ⑤ 흡열 (5) 비열 (6) 열량

수능 자료

본책 186 쪽

- 자료 ① 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ×
 자료 ② 1 ○ 2 × 3 ○ 4 ○ 5 ×

자료 ① 간이 열량계로 화학 반응에서 출입하는 열의 측정

2 $NaOH(aq)$ 의 질량은 $(a+4)$ g이다.

4 $NaOH(s)$ 4 g이 용해될 때 방출하는 열량(Q)= $NaOH(aq)$ 의 비열(c) $\times NaOH(aq)$ 의 질량(m) $\times NaOH(aq)$ 의 온도 변화(Δt)= $b(a+4)(t_2-t_1)$ J이다.

자료 ② 통열량계로 화학 반응에서 출입하는 열의 측정

2 통열량계 속 물이 얻은 열량= $c_{\text{물}} \times m_{\text{물}} \times \Delta t = 4.2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 2.0 \text{ kg} \times (16.0 - 12.0) ^\circ\text{C} = 33.6 \text{ kJ}$ 이다.

3 통열량계가 얻은 열량= $C_{\text{통열량계}} \times \Delta t = 11.6 \text{ kJ}/^\circ\text{C} \times (16.0 - 12.0) ^\circ\text{C} = 46.4 \text{ kJ}$ 이다.

4 X가 연소할 때 방출하는 열량(Q)은 물과 통열량계가 얻은 열량과 같으므로 $Q = 33.6 \text{ kJ} + 46.4 \text{ kJ} = 80 \text{ kJ}$ 이다.

5 X 1 g당 열량(kJ/g)= $\frac{\text{X가 연소할 때 방출하는 열량}(Q)}{\text{X } 6.0 \text{ g}} = \frac{80 \text{ kJ}}{6.0 \text{ g}} = 13.3 \text{ kJ/g}$ 이다.

수능 1점

본책 186 쪽

- 1 ㄱ, ㄴ 2 A, C 3 1285.2 J

1 ㄱ. 연소 반응은 발열 반응이다.

ㄴ. 산과 염기의 중화 반응은 발열 반응이다.

바로알기 ㄷ. 질산 암모늄의 용해 반응은 흡열 반응이다.

2 A와 C는 처음 온도보다 최종 온도가 올라갔으므로 주위로 열이 방출된 발열 반응이 진행되었다.

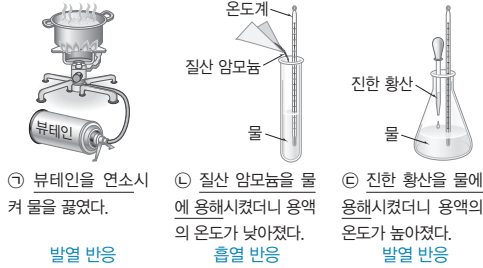
바로알기 B는 처음 온도보다 최종 온도가 내려갔으므로 주위로부터 열을 흡수한 흡열 반응이 진행되었다.

3 용액의 질량은 $102 (= 100 + 2)$ g이고, 온도 변화는 $3 (= 28 - 25) ^\circ\text{C}$ 이며, 비열은 $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$ 이므로 CaCl_2 이 물에 녹을 때 방출한 열량 $Q = 4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C}) \times 102 \text{ g} \times 3 ^\circ\text{C} = 1285.2 \text{ J}$ 이다.

- 1 ④ 2 ④ 3 ⑤ 4 ⑤ 5 ③ 6 ①
7 ③ 8 ①

1 발열 반응과 흡열 반응의 예

자료 분석



선택지 분석

- ⑦, ④, ⑤
④, ⑦, ⑤
⑤, ④, ⑤

⑦ 뷰테인이 연소할 때 방출하는 열을 이용하여 물을 끓이는 것으로 보아 뷰테인의 연소 반응은 발열 반응이다.

⑤ 진한 황산이 물에 용해될 때 용액의 온도가 높아지는 것으로 보아 열을 방출하는 발열 반응이다.

바로알기 ④ 질산 암모늄이 물에 용해될 때 용액의 온도가 낮아지는 것으로 보아 질산 암모늄의 용해 과정은 열을 흡수하는 흡열 반응이다.

2 화학 반응에서 출입하는 열의 측정

자료 분석

[학습 내용]

물질에 출입하는 열량 = 물질의 비열 × 물질의 질량 × 물질의 온도 변화

• 물이 흡수한 열량 $Q = c \times m \times \Delta t$ 와 같다.

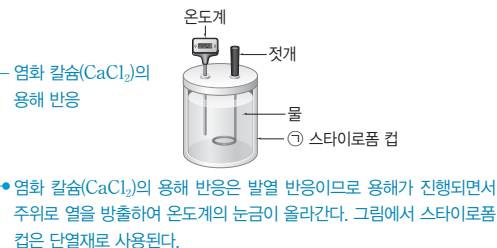
선택지 분석

- ① 열량계 속 물질 X가 줄어든 질량과 같다.
② 열량계 속 물질 X가 늘어난 질량과 같다.
③ 열량계 속 물이 방출한 열량과 같다.
④ 열량계 속 물이 흡수한 열량과 같다.
⑤ 열량계의 재질의 비열과 같다.

물질 X가 물에 용해되면서 발생한 열량은 열량계 속 물이 흡수한 열량과 같다. 물이 흡수한 열량 $Q = c \times m \times \Delta t$ 이다.

3 화학 반응에서 출입하는 열의 측정

자료 분석



선택지 분석

- A 열량계 내부의 온도 변화로 반응에서의 열의 출입을 알 수 있어.
B $\text{CaCl}_2(\text{s})$ 이 물에 용해되는 반응은 발열 반응이야.
C ⑦은 열량계 내부와 외부 사이의 열 출입을 막기 위해 사용해.

A. 열량계 속 반응이 진행되는 동안 내부의 온도 변화로부터 열량계 속 화학 반응이 발열 반응인지 또는 흡열 반응인지를 알 수 있다.

B. 수용액의 최고 온도가 처음 온도보다 높아졌으므로 염화 칼슘(CaCl_2)의 용해 반응은 용해가 진행되면서 주위로 열을 방출하는 발열 반응이다.

C. 열량계의 재질인 스타이로폼은 단열재로 사용된다.

4 화학 반응에서 출입하는 열의 측정

자료 분석

수용액	용질		온도 변화(°C)
	화학식량	질량(g)	
A(aq)	40	4	+t → 발열 반응
B(aq)	80	4	-t → 흡열 반응

선택지 분석

- ① A의 용해 과정은 발열 반응이다.
② B의 용해 과정은 흡열 반응이다.
③ A의 용해 과정에서 주위의 온도가 올라간다.
④ B의 용해 과정에서 주위의 온도가 내려간다.
⑤ 고체 1몰을 각각 녹였을 때 출입하는 열량은 A가 B보다 크다. **작다**

- ① A의 용해 과정에서 온도가 $t^\circ\text{C}$ 올라갔으므로 발열 반응이다.
② B의 용해 과정에서 온도가 $t^\circ\text{C}$ 내려갔으므로 흡열 반응이다.
③ A의 용해 과정은 발열 반응이므로 주위로 열을 방출하여 주위의 온도가 올라간다.
④ B의 용해 과정은 흡열 반응이므로 주위로부터 열을 흡수하여 주위의 온도가 내려간다.

바로알기 ⑤ A 1몰을 녹였을 때 출입하는 열량은 $4.2 \times 104 \times t \times \frac{1}{0.1}(\text{J})$ 이고, B 1몰을 녹였을 때 출입하는 열량은 $4.2 \times 104 \times t \times \frac{1}{0.05}(\text{J})$ 이므로, 고체 1몰을 각각 녹였을 때 출입하는 열량은 B가 A보다 크다.

5 수산화 나트륨의 용해 과정에서 출입하는 열의 측정

자료 분석

NaOH 이 용해하면서 출입하는 열량(Q) = 용액의 비열(c) × 용액의 질량(m) × 용액의 온도 변화(Δt)이다.

(가) 간이 열량계에 물을 채운다.

(나) NaOH 10 g을 간이 열량계에 넣는다.

(다) 첫개로 저어 주면서 용액의 최고 온도를 측정한다.



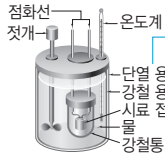
선택지 분석

- ㉠ 반응 전 물의 온도 ✕ 스타이로폼 컵의 부피
 ㉡ 물의 질량 ㉢ 용액의 비열
 ✕ 컵개의 질량

용액의 비열(c), 용액의 질량(m), 온도 변화(Δt)를 알아야 한다.
 용액의 질량(m)은 (나)에 용질의 질량이 주어졌으므로 용매인 물의 질량을 알면 되고, 용액의 온도 변화(Δt)는 (다)에 용액의 최고 온도가 주어졌으므로 반응 전 물의 온도를 알면 된다.

6 통열량계의 특징

자료 분석



단열이 잘 되도록 만들어져 있어 열 손실이 거의 없다. 따라서 화학 반응에서 출입하는 열은 모두 통열량계 속 물과 통열량계의 온도 변화에 이용된다고 가정한다.

선택지 분석

- ㉠ 통열량계를 이용하여 연소 반응 시 출입하는 열량을 구할 수 있다.
 ✕ 시료가 연소하면서 방출하는 열량은 통열량계 속 물이 흡수하는 열량과 같다. **다르다**
 ✕ 반응 전 물의 온도와 시료의 양이 같으면 종류에 관계없이 반응 후 최고 온도는 같다. **다르다**

ㄱ. 통열량계의 열용량, 물의 비열을 알면 통열량계를 이용하여 열량계 속 물의 질량 및 반응 전후 온도 변화를 측정하여 연소 반응 시 출입하는 열량을 구할 수 있다.

바로알기 ㄴ. 시료가 연소하면서 방출하는 열량은 통열량계 속 물이 흡수하는 열량과 통열량계가 흡수하는 열량의 합과 같다.
 ㄷ. 시료의 종류와 양에 따라 연소 반응 후 최고 온도는 다르다.

7 발열 반응

선택지 분석

- ㉠ 발열 반응은 화학 반응이 일어날 때 주위로 열을 방출하는 반응이야.
 ✕ 화학 반응은 모두 발열 반응이야. **발열 반응과 흡열 반응**
 ㉡ 메테인(CH_4)의 연소 반응은 발열 반응이야.

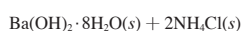
A. 화학 반응은 반응이 일어날 때 주위로 열이 방출되는 발열 반응과 주위로부터 열이 흡수되는 흡열 반응으로 나눌 수 있다.
 C. 메테인과 같은 화석 연료의 연소 반응은 발열 반응이다.

바로알기 B. 화학 반응에는 흡열 반응도 있다.

8 발열 반응과 흡열 반응

자료 분석

나무판 위의 물이 얼면서 나무판이 삼각 플라스크에 달라붙어 삼각 플라스크를 들어 올리면 나무판이 함께 들어 올려진다.



나무판 위의 물이 얼었으므로 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 과 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 의 반응은 흡열 반응이다.

선택지 분석

- ㉠ $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 과 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 의 반응은 흡열 반응이다.
 ✕ 반응이 일어나면서 나무판 위의 물로 열이 방출된다.
 ✕ $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 과 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 대신 염산과 수산화 나트륨 수용액으로 같은 실험 결과를 얻을 수 있다. **없다**

ㄱ. 나무판 위의 물이 얼었으므로 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 과 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 의 반응이 진행되면서 주위로부터 열을 흡수하는 흡열 반응이 진행된다.

바로알기 ㄴ. 반응이 일어나면서 나무판 위의 물로부터 열을 흡수하여 물의 온도가 내려간다.
 ㄷ. 염산과 수산화 나트륨 수용액의 반응은 중화 반응으로 발열 반응이다.

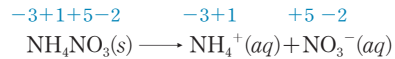
수능 3점

본책 189 쪽 ~ 191 쪽

1 ㉢	2 ㉡	3 ㉡	4 ㉢	5 ㉢	6 ㉢
7 ㉠	8 ㉢	9 ㉣	10 ㉢	11 ㉠	12 ㉡

1 질산 암모늄의 용해 과정에서 열의 출입과 산화수 변화

자료 분석



선택지 분석

- ㉠ NH_4NO_3 의 용해 반응은 흡열 반응이다.
 ㉡ NH_4^+ 에서 N의 산화수는 -3 이다.
 ✕ O의 산화수는 감소한다. **변화없다**

ㄱ. NH_4NO_3 이 용해되면서 팩이 차가워지므로 NH_4NO_3 의 용해 반응은 주위로부터 열을 흡수하는 흡열 반응이다.

ㄴ. NH_4^+ 에서 H의 산화수는 $+1$, N의 산화수는 -3 이다.

바로알기 ㄷ. O의 산화수는 반응 전후 -2 로 같으므로 산화수의 변화가 없다.

2 염화 칼슘의 용해에서 발생하는 열량 계산

선택지 분석

- ✕ CaCl_2 의 용해는 흡열 반응이다. **발열**
 ㉡ CaCl_2 1 g당 출입한 열량은 705.6 J/g 이다.
 ✕ (나)에서 추가로 CaCl_2 2 g을 더 넣어 녹이면 용액의 최고 온도는 33°C 보다 낮아진다. **높아진다**

ㄴ. CaCl_2 5 g이 물에 용해될 때 출입한 열량 $Q = c \times m \times \Delta t = 4.2 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)} \times (100 + 5) \text{ g} \times (33 - 25)^\circ\text{C} = 3528 \text{ J}$ 이다.

따라서 CaCl_2 1 g당 출입한 열량은 $\frac{3528 \text{ J}}{5 \text{ g}} = 705.6 \text{ J/g}$ 이다.

바로알기 ㄱ. CaCl_2 이 용해된 후 용액의 온도가 높아졌으므로 CaCl_2 의 용해는 발열 반응이다.

ㄷ. (나)에서 추가로 CaCl_2 2 g을 더 넣어 녹이면 용해 반응이 더 일어나서 열이 방출되므로 용액의 최고 온도는 33°C 보다 높아진다.

3 화학 반응에서 출입하는 열의 측정

자료 분석

w_1	w_2	t_1	t_2
100 g	100 g	20 °C	25 °C

$n = w_1 - w_2$ $\Delta t = t_2 - t_1$

선택지 분석

- ☐ 2.1 ☒ 4.2 ☐ 21 ☐ 42 ☐ 4200

혼합 수용액이 얻은 열량 $Q = c \times m \times \Delta t = 4.2 \times 200 \times (25 - 20) = 4200$ (J)이다. 따라서 혼합 수용액이 얻은 열량 $Q = 4.2$ kJ이다.

4 발열 반응과 흡열 반응의 구분

선택지 분석

- ☐ (가) '금속과 산의 반응'이다.
☒ (나)의 예로 '염산과 수산화 나트륨 수용액'의 반응이 적절하다.
☒ (다)는 흡열 반응의 예이다.

ㄱ. 금속과 산의 반응은 발열 반응이고, 금속과 산이 반응할 때 금속의 산화수는 0에서 (+)값으로 증가하고 산의 수소 이온의 산화수는 +1에서 0으로 감소하므로 (가)는 금속과 산의 반응이다.
 ㄴ. (나)는 '산과 염기의 중화 반응'이므로 (나)의 예로 '염산과 수산화 나트륨 수용액'의 반응은 적절하다.
 ㄷ. 화학 반응이 일어날 때 주위로 열을 방출하거나 주위에서 열을 흡수하는데, 질산 암모늄의 용해 반응은 주위에서 열을 흡수하는 흡열 반응이다.

5 수산화 나트륨의 용해에서 발생하는 열량 계산

자료 분석

- (가) 간이 열량계에 증류수 a mL를 넣고 온도를 측정하였더니 t_1 °C였다. • 물의 질량: $a \text{ mL} \times 1 \text{ g/mL} = a \text{ g}$
 (나) (가)의 열량계에 NaOH(s) 4 g을 넣어 모두 녹인 다음, NaOH(aq)의 최고 온도를 측정하였더니 t_2 °C였다. • 용액의 질량: $(a+4) \text{ g}$, 온도 변화: $(t_2 - t_1)$ °C
 (다) 참고 자료에서 NaOH(aq)의 비열 $b \text{ J/(g} \cdot \text{°C)}$ 를 찾고 NaOH(s) 4 g이 용해될 때 방출한 열량을 이용하여 NaOH(s) 1몰당 열량 Q (J/mol)를 구한다.
 NaOH의 화학식량은 40이므로 NaOH 4 g의 양(mol)은 0.1몰이다.
 $Q = c \times m \times \Delta t = b \text{ J/(g} \cdot \text{°C)} \times (a+4) \text{ g} \times (t_2 - t_1) \text{ °C}$
 $= b(a+4)(t_2 - t_1) \text{ J}$
 1몰당 열량 $Q = \frac{b(a+4)(t_2 - t_1) \text{ J}}{0.1 \text{ mol}} = 10b(a+4)(t_2 - t_1) \text{ J/mol}$

선택지 분석

- ☐ ① $10ab(t_2 - t_1)$ ☐ ④ $40ab(t_2 - t_1)$
☒ ③ $10b(a+4)(t_2 - t_1)$ ☐ ② $\frac{ab(t_2 - t_1)}{40}$
☐ ⑤ $\frac{b(a+4)(t_2 - t_1)}{40}$

NaOH이 용해될 때 방출하는 열량을 간이 열량계 속 용액이 모두 얻는다고 가정하면 '용액이 얻은 열량 = 용액의 비열 × 용액의 질량 × 용액의 온도 변화'이다. 따라서 NaOH 4 g이 용해될 때 용액이 얻은 열량 $Q = b(a+4)(t_2 - t_1) \text{ J}$ 이고, NaOH 4 g은 0.1 몰이므로 1몰당 열량 $Q = 10b(a+4)(t_2 - t_1) \text{ J/mol}$ 이다.

6 화학 반응에서 열의 출입

선택지 분석

- ☐ NH₄NO₃의 용해 반응은 흡열 반응이다.
☒ $t > 18$ 이다.
☒ NH₄NO₃의 용해 반응을 활용하여 냉찜질 팩을 만들 수 있다.

ㄱ. 용해 후 용액의 온도가 용해 전보다 낮아진 것으로 보아 NH₄NO₃의 용해 반응은 흡열 반응이다.
 ㄴ. 같은 양의 NH₄NO₃을 녹일 때 출입하는 열량은 같으므로 물의 양이 증가하면 용액의 온도는 높아진다. 따라서 $t > 18$ 이다.
 ㄷ. NH₄NO₃이 용해될 때 주위의 온도가 낮아지므로 NH₄NO₃의 용해 반응은 냉각 팩에 이용될 수 있다.

7 중화 반응에서 발생하는 열량 비교

자료 분석

구분	(가)	(나)
반응	온도계 젓개 0.2 M 염산 100 mL 4 g 수산화 나트륨	온도계 젓개 0.1 M 황산 100 mL 4 g 수산화 나트륨
반응 전 H ⁺ 의 양(mol)	$0.2 \text{ M} \times 0.1 \text{ L} = 0.02 \text{ mol}$	$2 \times 0.1 \text{ M} \times 0.1 \text{ L} = 0.02 \text{ mol}$
반응 전 OH ⁻ 의 양(mol)	$\frac{4 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0.1 \text{ mol}$	$\frac{4 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0.1 \text{ mol}$
반응 후 생성된 물의 양(mol)	0.02 mol	0.02 mol
열의 출입	발열 반응	발열 반응

선택지 분석

- ☒ 혼합 용액의 최고 온도는 (가)에서가 (나)에서보다 낮다. (가)와 (나)가 같다
☒ 출입한 열량은 (가)에서와 (나)에서가 같다.
☒ (가)는 발열 반응, (나)는 흡열 반응이다. 발열

ㄴ. (가)와 (나)에서 반응하는 H⁺과 OH⁻의 양(mol)이 같으므로 방출하는 열량이 같다.

바로알기 ㄱ. (가)와 (나)에서 방출하는 열량이 같으므로 혼합 용액의 최고 온도도 (가)와 (나)가 같다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모두 중화 반응이므로 발열 반응이다.

8 포도당의 연소에서 발생하는 열량 계산

자료 분석

체내에서 연소한 C₆H₁₂O₆은 45 g으로 $\frac{45 \text{ g}}{180 \text{ g/mol}} = 0.25$ 몰이다.

체중 70 kg인 사람의 열용량(kJ/°C)	286
체내에서 C ₆ H ₁₂ O ₆ 1몰이 연소할 때 발생한 열량(kJ/mol)	2860
체내에서 C ₆ H ₁₂ O ₆ 0.25몰이 연소할 때 발생한 열량(kJ)	715
C ₆ H ₁₂ O ₆ 의 분자량	180

선택지 분석

- ☒ 생성된 이산화 탄소(CO₂)는 3몰이다. 1.5몰
☒ C₆H₁₂O₆의 연소로 발생한 열량은 715 kJ이다.
☒ C₆H₁₂O₆의 연소로 체온은 0.5 °C 높아진다.

$C_6H_{12}O_6$ 연소 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.
 $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(g)$
 ∴ $C_6H_{12}O_6$ 45 g은 0.25몰이므로 $C_6H_{12}O_6$ 의 연소로 발생한 열량은 $2860 \text{ kJ/mol} \times 0.25 \text{ mol} = 715 \text{ kJ}$ 이다.
 ∴ 715 kJ 중 20 %인 143 kJ만 체온을 높이는 데 쓰이므로 $143 \text{ kJ} = 286 \text{ kJ/}^\circ\text{C} \times \Delta t$ 에서 $\Delta t = 0.5(^\circ\text{C})$ 이다.
 [바로알기] ∴ $C_6H_{12}O_6$ 과 CO_2 의 계수비는 1 : 6이므로 $C_6H_{12}O_6$ 45 g(0.25 몰)이 연소할 때 CO_2 1.5몰이 생성된다.

9 연소 반응에서 발생하는 열량 계산

자료 분석

물질 X의 화학식량	60.0	물질 X의 양(mol): $\frac{6.0 \text{ g}}{60.0 \text{ g/mol}} = 0.1 \text{ mol}$
연소된 물질 X의 질량(g)	6.0	
처음 물의 온도(°C)	12.0	물의 온도 변화: $(16.0 - 12.0)^\circ\text{C} = 4^\circ\text{C}$
나중 물의 온도(°C)	16.0	
물의 질량(kg)	2.0	물이 흡수한 열량: $4.2 \text{ kJ/(kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 2.0 \text{ kg} \times 4^\circ\text{C} = 33.6 \text{ kJ}$
물의 비열(kJ/(kg·°C))	4.2	
물을 제외한 통열량계의 열용량(kJ/°C)	11.6	통열량계가 얻은 열량: $11.6 \text{ kJ/}^\circ\text{C} \times 4^\circ\text{C} = 46.4 \text{ kJ}$

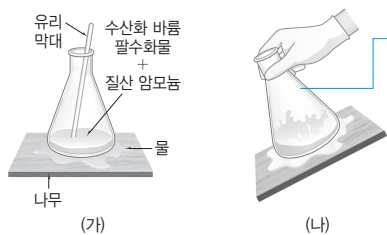
선택지 분석

- ☒ 80 ☒ 336 ☒ 464
☒ 800 ☒ 1600

물이 흡수한 열량 = $c_{\text{물}} \times m_{\text{물}} \times \Delta t = 4.2 \text{ kJ/(kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 2.0 \text{ kg} \times (16.0 - 12.0)^\circ\text{C} = 33.6 \text{ kJ}$ 이고, 통열량계가 얻은 열량 = $C_{\text{통열량계}} \times \Delta t = 11.6 \text{ kJ/}^\circ\text{C} \times (16.0 - 12.0)^\circ\text{C} = 46.4 \text{ kJ}$ 이므로 X 1몰을 연소시킬 때 발생하는 열량 $Q = \frac{(33.6 + 46.4) \text{ kJ}}{0.1 \text{ mol}} = 800 \text{ kJ/mol}$ 이다.

10 수산화 바륨 팔수화물과 질산 암모늄의 반응에서 열의 출입과 산화수 변화

자료 분석



● (나)에서 나무판의 물이 얼어서 나무판이 삼각 플라스크에 달라붙었으므로 수산화 바륨 팔수화물과 질산 암모늄이 반응하면 주위로부터 열을 흡수한다.

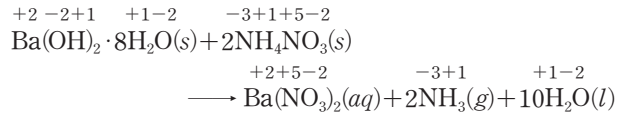
선택지 분석

- ☒ Ba(OH)₂·8H₂O과 NH₄NO₃이 반응하면서 나무판 위에 뿌려진 물로부터 열을 흡수한다.
☒ Ba는 산화수가 증가한다. 변화없다
☒ Ba(OH)₂·8H₂O 1몰이 반응하면 NH₃ 2몰이 생성된다.

∴ (나)에서 수산화 바륨 팔수화물과 질산 암모늄이 반응할 때 주위에서 열을 흡수하므로 삼각 플라스크 바닥의 물이 얼었다. 따라서 이 반응은 흡열 반응이다.
 ∴ 전체 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.
 $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O(s) + 2NH_4NO_3(s) \longrightarrow Ba(NO_3)_2(aq) + 2NH_3(g) + 10H_2O(l)$

Ba(OH)₂·8H₂O와 NH₃의 계수비는 1 : 2이므로 Ba(OH)₂·8H₂O 1몰이 반응하면 NH₃ 2몰이 생성된다.

[바로알기] ∴ 전체 반응의 화학 반응식과 물질을 이루는 원소의 산화수는 다음과 같다.



Ba(OH)₂·8H₂O에서 Ba의 산화수는 +2, Ba(NO₃)₂에서 Ba의 산화수는 +2이므로 산화수의 변화가 없다.

11 용해 반응에서 발생하는 열량 비교

자료 분석

[실험 결과]

물질	용액의 온도(°C)		온도 변화(°C) $t_2 - t_1$	열의 출입
	t_1	t_2		
X	23	27	4	발열 반응
Y	23	21	-2	흡열 반응
Z	23	25	2	발열 반응

• X~Z의 용해 시 출입하는 열량은 모두 같다.

선택지 분석

- ☒ 화학식량은 $X < Z$ 이다.
☒ Y의 용해 반응은 발열 반응이다. 흡열
☒ 물질 1g이 용해될 때 출입하는 열량은 Y가 Z보다 크다. Y와 Z가 같다

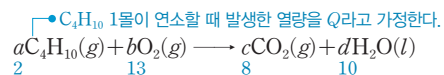
∴ $Q = c \times m \times \Delta t$ 에서 Q와 c가 같으므로 온도 변화가 작을수록 용액의 질량이 크다. 따라서 용액의 질량은 $X < Z$ 이며, 용매인 물의 질량은 100 g으로 일정하므로 용질의 질량은 $X < Z$ 인데, X와 Z의 양(mol)이 0.01몰로 같으므로 화학식량은 $X < Z$ 이다.

[바로알기] ∴ Y는 t_1 보다 t_2 가 낮으므로 흡열 반응이다.

∴ Y와 Z가 용해될 때 용액의 온도 변화가 같으므로 1g당 연소할 때 출입하는 열량은 Y와 Z가 같다.

12 뷰테인의 연소에서 발생하는 열량 비교

자료 분석



- O₂ 1몰이 소모될 때 발생한 열량: $Q_1 = \frac{2}{13}Q$
 • CO₂ 4몰이 생성될 때 발생한 열량: $Q_2 = Q$

선택지 분석

- ☒ 1 : 4 ☒ 2 : 13 ☒ 8 : 13
☒ 13 : 2 ☒ 13 : 8

C_4H_{10} 1몰이 연소할 때 발생한 열량을 Q라고 하면 O₂ 1몰이 소모될 때 C_4H_{10} $\frac{2}{13}$ 몰이 완전 연소하므로 $Q_1 = \frac{2}{13}Q$ 이다.
 또, CO₂ 4몰이 생성될 때 C_4H_{10} 1몰이 완전 연소하므로 $Q_2 = Q$ 이다. 따라서 $Q_1 : Q_2 = \frac{2}{13}Q : Q = 2 : 13$ 이다.