

개념 학습과 정리가 한번에 끝나는 기본서

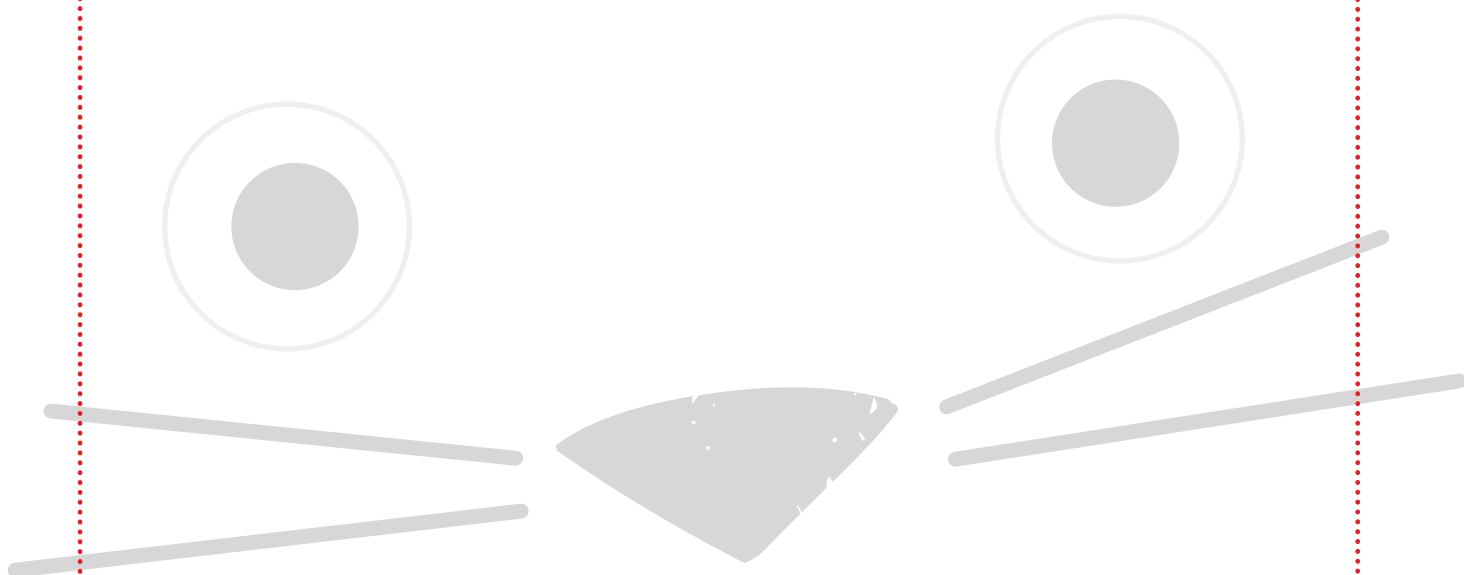
개념풀

— 화학 I —



의구심이 남지 않는 완벽한

정답과 해설





1 >>> 화학과 우리 생활

01~ 화학의 유용성

꼭꼭! 개념 확인하기

013쪽

✓ 잠깐 확인!

1 암모니아 2 살충제 3 합성 섬유 4 나일론 5 합성염료
6 철 7 시멘트

01 (1) × (2) ○ (3) ○ 02 L, C 03 합성 섬유 04 (1) ⊕
(2) ⊕ (3) ⊕ 05 ⊕ 철근, ⊕ 알루미늄

02 ㄱ. 화학 비료가 개발되기 전에는 식물의 퇴비나 동물의 분뇨와 같은 천연 비료가 사용되었다.

05 콘크리트 속에 철근을 넣어 콘크리트의 강도를 높인 건축 재료는 철근 콘크리트이고, 산화 알루미늄 광석인 보크사이트를 가열하여 액체 상태로 녹인 후 전기 분해하여 얻은 금속은 알루미늄이다.

탄탄! 내신 다지기

014쪽~015쪽

01 ② 02 ④ 03 암모니아 04 ⑤ 05 ③ 06 ②
07 ㉠ 나일론 ㉡ 폴리에스터 08 ② 09 콘크리트 10 ③
11 ㉠ 코크스, ㉡ 철근 콘크리트 12 ④

01 | 선택지 분석 |

- ① 살충제 개발
→ 잡초나 해충의 피해가 줄어 농산물의 질이 향상되었다.
- ② 제초제 과다 투여
적당량
→ 제초제를 과다 투여할 경우 토양 생태계를 파괴하고 지하수나 강을 오염시킨다.
- ③ 철제 농기구 이용
→ 철제 농기구를 사용함으로써 농업 생산성이 향상되었다.
- ④ 질소 비료의 합성
→ 식물 생장에 꼭 필요한 원소를 포함한 인공 비료를 개발함으로써 농업 생산량이 증대되었다.
- ⑤ 비료의 대량 생산 공정 기술
→ 질소 비료의 대량 합성이 가능해짐으로써 식량 문제를 해결할 수 있게 되었다.

02 | 선택지 분석 |

- ① 질소이다.
→ 암모니아를 구성하는 원소는 질소와 수소이다. 따라서 ㉠은 질소(N_2)이다.

- ② 공기 성분 중 하나이다.
→ 질소는 공기 중 78%를 차지하는 기체이다.
- ③ 식물 생장에 꼭 필요한 원소이다.
→ 식물의 단백질의 구성 원소로 질소는 꼭 필요한 원소이다.
- ④ 생명체의 호흡에 의해 발생하는 기체이다.
→ 생명체의 호흡에 의해 발생하는 기체는 이산화 탄소이다.
- ⑤ 식물의 퇴비나 동물의 분뇨에 포함된 원소이다.
→ 식물의 퇴비나 동물의 분뇨에는 질소(N) 원소가 포함되어 있다.

03 1906년 하버는 공기 중의 질소를 수소와 반응시켜 암모니아를 대량으로 합성하는 제조 공정을 개발함으로써 화학 비료를 대량 생산하게 되어 농업 생산량이 증대되었다.

04 | 선택지 분석 |

- ㄱ 하버에 의해 합성 방법이 개발되었다.
→ 암모니아는 1906년 하버에 의해 제조 공정이 개발되었다.
- ㄴ 공기 중의 질소를 수소와 반응시켜 합성한다.
→ 하버는 공기 중의 질소를 수소와 반응시켜 암모니아를 합성하였다.
- ㄷ 인공 합성으로 식량 생산 증대에 큰 공헌을 하였다.
→ 질소 비료의 인공 합성으로 화학 비료를 대량으로 생산하게 되어 농업 생산량이 증대되었다.

05 | 선택지 분석 |

- ① 슈퍼 섬유 개발
→ 고강도, 고탄성의 특성을 지닌 섬유가 개발되었다.
- ② 화석 연료로 합성 섬유 개발
→ 화석 연료를 원료로 하여 질기고 값이 싸며 대량 생산이 쉬운 합성 섬유를 개발하였다.
- ③ 식물에서 얻은 천연 섬유 의복 제작
→ 식물에서 얻은 면이나 마, 동물에서 얻은 비단과 같은 천연 섬유는 과거부터 사용되었으며 의류 문제를 해결한 화학의 역할에 해당하지 않는다.
- ④ 기능성 섬유를 이용한 기능성 의복 개발
→ 기능성 섬유나 첨단 소재의 섬유를 이용한 다양한 기능성 의복이 개발되었다.
- ⑤ 합성염료 개발로 다양한 색깔의 섬유 제작
→ 합성염료 개발로 원하는 색깔의 섬유와 옷감을 만들게 되었다.

06 | 선택지 분석 |

- ① 나일론은 최초의 합성 섬유이다.
→ 나일론은 1937년 미국의 캐러더스가 개발한 최초의 합성 섬유이다.
- ② 나일론은 소방복에 적합한 합성 섬유이다.
폴리아크릴
→ 나일론은 질기고 유연하며 신축성이 좋지만 열에 약하므로 소방복에 적합하지 않다.
- ③ 합성 섬유는 값이 싸고 대량 생산이 쉽다.
→ 합성 섬유는 공정 개발을 통해 값이 싸고 대량 생산이 쉽다.
- ④ 폴리에스터는 가장 널리 사용되는 합성 섬유이다.
→ 폴리에스터는 강하고 탄성과 신축성이 좋아 잘 구겨지지 않으므로 가장 널리 사용되는 합성 섬유이다.

- ⑤ 합성 섬유가 개발되면서 천연 섬유의 문제점을 보완하게 되었다.
 ➔ 합성 섬유는 천연 섬유의 문제점을 보완하고 값이 싸고 질 좋은 섬유의 대량 생산이 가능하게 되었다.

07 1937년 미국의 캐러더스는 최초의 합성 섬유인 나일론을 합성하였고, 폴리에스터는 강하고 탄성과 신축성이 좋아 가장 널리 사용되는 합성 섬유이다.

08 | 선택지 분석 |

- X** (가)는 대량 생산이 가능하다.
 ➔ (가)는 천연 섬유로서 대량 생산이 불가능하다.
- X** (나)는 쉽게 닳고 가격이 싸다.
 ➔ (나)는 합성 섬유로서 질기고 값이 싸다.
- ㉠** (나)는 (가)에 비해 질기고 신축성이 좋다.
 ➔ 합성 섬유인 나일론은 천연 섬유인 면에 비해 질기고 값이 싸며 신축성이 좋다.

09 콘크리트는 모래와 자갈 등에 시멘트를 섞어 반죽한 건축 재료이며, 이러한 콘크리트 속에 철근을 넣어 콘크리트의 강도를 높인 건축 재료는 철근 콘크리트로 대규모 건축물에 이용된다.

10 | 선택지 분석 |

- ㉠** 화석 연료는 가정에서 난방과 조리 등의 연료로 이용된다.
 ➔ 화석 연료는 가정에서 난방과 조리 등의 연료로 이용되며 인류 문명의 편리성을 가져왔다.
- ㉡** 단열재, 바닥재, 창틀 등 새로운 소재의 건축 재료가 개발되었다.
 ➔ 건축 재료의 성능이 점차 개량되고 단열재, 바닥재, 창틀, 외장재 등도 새로운 소재로 변화되고 있다.
- X** 나무, 흙, 돌과 같은 천연 재료 활용으로 대규모 건설이 가능해졌다.
 ➔ 나무, 흙, 돌과 같은 천연 재료를 이용하면 건축에 시간이 오래 걸리고 대규모 건축도 어렵다.

11 철은 산화 철이 주성분인 철광석을 코크스와 함께 용광로에서 높은 온도로 가열하여 얻는다. 이때 콘크리트 속에 철근을 넣어 강도를 높인 건축 재료는 철근 콘크리트로서 대규모 건축물에 이용된다.

12 | 선택지 분석 |

- ① 철
 ➔ 철광석을 코크스와 함께 용광로에서 높은 온도로 가열하여 얻으며, 단단하고 내구성이 뛰어나 현재 가장 많이 사용되는 금속이다.
- ② 시멘트
 ➔ 석회석을 가열해 생석회로 만든 후 점토를 섞은 건축 재료이다.
- ③ 콘크리트
 ➔ 모래와 자갈 등에 시멘트를 섞어 반죽한 건축 재료이다.

알루미늄

➔ 산화 알루미늄 광석인 보크사이트를 가열하여 액체 상태로 녹인 후 전기 분해하여 얻으며, 가볍고 단단하여 창틀, 건물 외벽 등에 이용한다.

스타이로폼

➔ 단열재로 이용하여 건물 내부의 열이 밖으로 빠져 나가는 것을 막아준다.

도전! 실력 올리기

016쪽~017쪽

01 ② 02 ② 03 ④ 04 ③ 05 ② 06 ②

07 ㉠ 염료, ㉡ 화석 연료

08 | 모범 답안 | 스타이로폼은 단열재로 건물 내부의 열이 빠져나가지 않게 하며, 철근 콘크리트는 철근에 콘크리트를 넣어 강도를 높인 것으로 튼튼하고 높은 건물을 지을 수 있다.

09 | 모범 답안 | 암모니아 합성을 통해 화학 비료를 대량 생산할 수 있었고, 살충제와 제초제가 개발되어 잡초와 해충으로부터 농작물을 보호할 수 있게 되었다. 또한, 비닐의 등장으로 계절과 관계없이 작물 재배가 가능해지면서 인류의 식량 문제를 해결할 수 있게 되었다.

01 | 선택지 분석 |

- X** 수소는 공기에서 무한정 얻을 수 있다.
 ➔ 공기에서 얻는 성분 기체는 질소이다.
- ㉡** 질소 비료를 대량 생산하는 공정 기술이다.
 ➔ 암모니아 합성법에 의해 질소 비료의 대량 생산이 가능하게 되었다.
- X** 수소 대신 산소를 넣어도 같은 질소 비료인 암모니아를 얻을 수 있다.
 ➔ 수소 대신 산소를 넣어 질소와 반응시키면 암모니아가 얻어지지 않고 질소 산화물이 얻어진다.

02 | 선택지 분석 |

- X** 맬서스의 인구론 주장이 현실로 드러났다.
 ➔ 맬서스의 인구론 주장은 틀린 것으로 드러났다.
- ㉡** 암모니아의 대량 합성으로 식량 부족이 해결되었다.
 ➔ 암모니아의 합성으로 화학 비료를 대량 생산하게 되어 농업 생산량이 증대되었다.
- X** 식량 부족 문제를 해결한 것은 가축의 분뇨와 식물의 퇴비이다.
 ➔ 가축의 분뇨나 식물의 퇴비에 의한 질소 비료의 한계점을 암모니아의 대량 합성을 통해 식량 부족 문제를 해결할 수 있었다.

03 | 선택지 분석 |

- X** 최초의 합성 섬유는 폴리에스터이다.
 ➔ 최초의 합성 섬유는 1937년 미국의 캐러더스가 개발한 나일론이다.
- ㉡** 천연 섬유에 비해 대량 생산이 가능하다.
 ➔ 천연 섬유에 비해 합성 섬유는 대량 생산이 쉽다.

- ㉔ 화학의 발달과 함께 다양한 기능의 의복 제작이 가능하게 되었다.
 ➔ 화학의 발달로 다양한 소재와 기능이 첨부된 섬유 제작이 가능하게 되었다.

04 | 선택지 분석 |

- ㉑ 최초의 합성염료이다.
 ➔ 모브는 영국의 퍼킨이 말라리아 치료제를 연구하던 중 발견한 최초의 합성염료이다.
- ㉒ 말라리아 치료제를 연구하던 중 발견되었다.
 ➔ 모브는 말라리아 치료제를 연구하던 중 영국의 퍼킨이 발견하였다.
- ✕ 일부 계층의 사람들만 다양한 색깔의 옷을 입게 되었다.
 많은 사람들이
 ➔ 합성염료의 개발로 많은 사람들이 다양한 색깔의 옷을 입을 수 있는 계기가 되었다.

05 | 선택지 분석 |

- ✕ 오래 유지될 정도로 튼튼하다.
 ➔ 천연 재료로 얻은 집은 오래 유지될 정도로 튼튼하지 못하다.
- ✕ 철근 콘크리트를 이용하여 지은 집에 비해 내구성이 뛰어나다.
 약하다
 ➔ 철근 콘크리트를 이용하면 콘크리트의 강도를 높여 내구성이 뛰어나지만 움집은 그에 비해 내구성이 약한 천연 재료로 구성된 주택이다.
- ㉔ 인류는 화학 반응을 통해 천연 재료로, 얻은 집보다 쾌적한 주거 생활을 할 수 있는 건축 재료를 개발하였다.
 ➔ 인류는 화학 반응을 통해 얻게 된 새로운 건축 재료로, 천연 재료로 얻은 집보다 쾌적한 주거 생활을 할 수 있게 되었다.

- 06 폴리에스터는 가장 널리 사용되는 합성 섬유로서 잘 구겨지지 않는 특징이 있고 본격적인 합성 섬유의 시대를 열게 되었다. 한편 철은 철기 시대부터 농기구로 만들어 이용하면서 식량 생산량 증대에 영향을 주었고, 현재에는 건축물의 골조나 배관 등 건축 자재로 이용된다.

- 07 합성염료에 의해 다양한 색깔의 의류를 많은 사람들이 입을 수 있었고, 화석 연료를 가정에서 이용하게 되면서 안락한 주거생활을 누릴 수 있게 되었다.

- 08 스티로폼은 단열재이고, 철근 콘크리트는 튼튼하고 높은 건물을 지을 수 있는 특징이 있다.

채점 기준	배점
인류의 주거 문제를 해결한 두 재료의 특징을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
인류의 주거 문제를 해결한 두 재료의 특징 중 한 가지만을 옳게 서술한 경우	50 %

- 09 비닐의 등장으로 계절에 관계없이 작물 재배가 가능해지면서 인류의 식량 문제를 해결할 수 있게 되었다.

채점 기준	배점
인류의 식량 생산 문제를 해결한 근거를 3가지 모두 언급하여 옳게 서술한 경우	100 %
인류의 식량 생산 문제를 해결한 근거를 2가지 언급하여 옳게 서술한 경우	60 %
인류의 식량 생산 문제를 해결한 근거를 1가지 언급하여 옳게 서술한 경우	30 %

02~ 탄소 화합물의 유용성

개념POOL

022쪽

- 01 ① 메테인 ② 가정용 연료 등 ③ CH_3COOH ④ 에탄올 ⑤ CH_3COCH_3 ⑥ 매니큐어 제거제, 용매 등 02 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○

꼭꼭! 개념 확인하기

023쪽

✓ 잠깐 확인!

- 1 탄소 화합물 2 탄화수소 3 알코올 4 카복실산 5 아세톤 6 플라스틱 7 아스피린

- 01 (1) × (2) ○ (3) ○ 02 ㉠ 4 ㉡ 공유 ㉢ 사슬 03 (1) ㉠ (2) ㉠ (3) ㉡ 04 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 하이드록시기 05 ㉠ 폼알데하이드 ㉡ 아세트산 ㉢ 카복실

- 02 탄소 원자는 원자가 전자가 4개이므로 최대 4개의 다른 원자와 공유 결합을 할 수 있고, 같은 탄소 원자끼리도 다양하게 결합할 수 있다.

- 04 에탄올은 에테인의 구조에서 수소 원자 1개 대신 하이드록시기($-\text{OH}$)가 결합한 구조이다.

- 05 폼알데하이드의 화학식은 HCHO 로 메탄올을 산화하여 얻게 되고, 식초의 성분 물질은 아세트산으로 카복실기($-\text{COOH}$)를 가진 카복실산에 해당한다.

탄탄! 내신 다지기

024쪽~025쪽

- 01 ② 02 ㉠ 탄소, ㉡ 수소, ㉢ 분별 종류 03 ③ 04 ③ 05 ④ 06 ③ 07 ㉠ 탄소, ㉡ 수소, ㉢ 산소, ㉣ 수소 이온 08 ① 09 ④ 10 ② 11 플라스틱 12 ㉠ 아스피린, ㉡ 살리산산

01 | 선택지 분석 |

- ✕ 탄소와 수소, 산소 원자로만 이루어진 물질이다.
 ➔ 탄소는 수소, 산소, 질소, 인, 할로젠 원소 등 다양한 비금속 원소와 공유 결합을 형성한다.

- ㉠ 탄소 원자는 다른 원자들과 최대 4개의 결합을 형성한다.
 ➔ 탄소는 원자가 전자가 4개로 다른 원자들과 최대 4개의 결합을 형성한다.
- ✗ 탄소 원자들은 사슬처럼 길게 연결된 구조로만 결합을 형성할 수 있다.
 ➔ 탄소 원자들은 사슬처럼 길게 연결되기도 하고, 고리 모양으로 연결되기도 하며 2중 또는 3중 결합을 형성하는 등 다양한 결합의 형태를 이룬다.

02 원유는 탄소와 수소로 이루어진 탄화수소의 혼합물이며, 분별 증류로 각 성분 물질을 분리해 내어 자동차나 가정에서 사용되는 다양한 연료를 얻는다.

03 | 선택지 분석 |

- ㉠ 탄소 원자는 최대 다른 원자 4개와 결합한다.
 ➔ 탄소는 원자가 전자가 4개이므로 다른 원자와 최대 4개의 결합을 형성한다.
- ✗ 탄소의 원자가 전자 수가 6개이므로 다양한 결합이 가능하다.
 ➔ 탄소의 원자 번호는 6번이고, 원자가 전자 수는 4개이다.
- ㉡ 탄소 원자는 다른 탄소 원자와 전자쌍을 공유하며 결합한다.
 ➔ 탄소는 다른 탄소 원자와 전자쌍을 공유하며 결합을 형성한다.

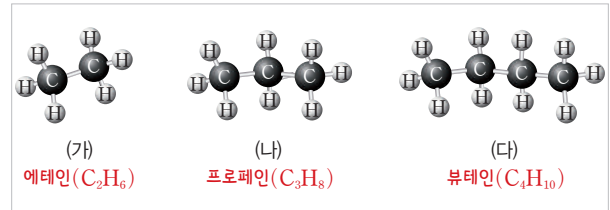
04 | 선택지 분석 |

- ㉠ 탄소의 원자가 전자 수가 4이다.
 ➔ 탄소의 원자가 전자 수는 4개로서 다른 비금속 원자와 최대 4개의 결합을 형성한다.
- ✗ 탄소는 금속 원자들과 안정한 이온 결합을 형성한다.
 ➔ 탄소는 다른 비금속 원자들과 안정한 공유 결합을 형성하며 다양한 화합물을 이룬다.
- ㉡ 탄소는 다른 탄소 원자와 결합하여 다양한 구조의 화합물을 형성할 수 있다.
 ➔ 탄소의 원자가 전자 수가 4개이므로 다른 탄소 원자와 결합하여 다양한 구조의 화합물을 만든다.

05 | 선택지 분석 |

- 프로페인(C_3H_8)
 ➔ 탄소 3개로 구성된 사슬 모양의 탄화수소이다.
- 포도당($C_6H_{12}O_6$)
 ➔ 식물의 광합성에 의해 생성된 물질로서 탄소 화합물이다.
- 아세트산(CH_3COOH)
 ➔ 에탄올의 발효 과정에 의해 생성되는 카복실산으로서 탄소 화합물이다.
- 염화 나트륨($NaCl$)
 ➔ 염화 이온(Cl^-)과 나트륨 이온(Na^+)으로 이루어진 이온 결합 물질로서 탄소 화합물이 아니다.
- 폼알데하이드($HCHO$)
 ➔ 플라스틱이나 가구용 접착제의 원료인 탄소 화합물이다.

06 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 화합물을 이루는 원소의 종류
 ➔ (가)는 에테인(C_2H_6), (나)는 프로페인(C_3H_8), (다)는 뷰테인(C_4H_{10})이다.
- ㉡ 완전 연소 시 발생하는 기체
 ➔ (가)~(다)는 탄소와 수소로만 이루어진 화합물이므로 완전 연소 시 발생하는 기체의 종류는 이산화 탄소와 물이다.
- ✗ 완전 연소 시 방출되는 열량의 크기
 ➔ (가)~(다)는 서로 다른 화합물이므로 완전 연소 시 방출되는 열량의 크기는 서로 다르다.

07 아세트산의 분자식은 CH_3COOH 으로 탄소, 수소, 산소로 이루어진 탄소 화합물이다. 아세트산은 일반적으로 에탄올을 발효시켜 얻게 되는데, 물에 녹아 수소 이온을 내놓는 약한 산성을 나타낸다.

08 | 선택지 분석 |

- ㉠ 액화 천연가스의 주성분이다.
 ➔ 메테인은 액화 천연가스(LNG)의 주성분이다.
- ✗ 매니큐어를 지우는 데 이용된다.
 ➔ 매니큐어를 지우는 데 이용되는 탄소 화합물은 아세톤이다.
- ✗ 연소할 때 많은 에너지를 흡수한다.
 ➔ 메테인은 연소 시 많은 에너지를 방출하므로 연료로 이용된다.

09 | 선택지 분석 |

- 메테인: 탄소와 수소로만 이루어진 가장 간단한 분자이다.
 ➔ 메테인의 분자식은 CH_4 로 탄소와 수소로만 이루어진 가장 간단한 분자이다.
- 에탄올: 술의 원료로 과일이나 곡물을 발효시켜 얻을 수 있다.
 ➔ 에탄올은 술의 원료로 과일이나 곡물 속 녹말이나 당이 효소에 의해 발효되어 생성된다.
- 아세트산: $17^\circ C$ 이하의 온도에서 고체 상태이다.
 ➔ 아세트산은 실온에서 액체 상태로 존재하지만 $17^\circ C$ 보다 낮은 온도에서는 고체 상태로 존재하여 빙초산이라고도 한다.
- 폼알데하이드: 3중 결합이 포함되어 있다.
 ➔ 폼알데하이드는 탄소 원자와 산소 원자 사이에 2중 결합이 존재한다.
- 아세톤: 탄소 화합물을 녹이는 용매로 이용된다.
 ➔ 아세톤은 물에 잘 녹을 뿐만 아니라 여러 탄소 화합물을 잘 녹이므로 용매로 이용된다.

10 | 선택지 분석 |

✗ (가)는 에탄올이다.

아세트산

⇒ (가)는 아세트산이고, (나)는 에탄올이다.

✗ (가)와 (나)의 액성은 산성이다.

⇒ (가)는 물에 녹아 수소 이온을 내므로 산성을 나타내지만, (나)는 물에 녹아 중성을 나타낸다.

㉡ (가)는 (나)의 발효에 의해 생성된 물질이다.

⇒ 아세트산은 에탄올의 발효에 의해 생성된 물질이다.

11 플라스틱은 분자 수 천개가 결합한 고분자 물질로 다양한 형태와 특성이 있는 플라스틱들이 개발되어 실생활 용품으로 많이 이용된다.

12 최초의 합성 의약품은 버드나무 껍질에서 분리한 살리실산으로부터 합성한 아세틸살리실산인 아스피린이다. 이 약품은 진통 및 해열제로 널리 이용된다.

도전! 실력 올리기

026쪽~027쪽

01 ① 02 ① 03 ③ 04 ② 05 ③ 06 ②

07 ㉠ OH, ㉡ 카복실산

08 | 모범 답안 | 탄소 수가 증가함에 따라 분자 사이의 인력이 증가하여 대체로 녹는점과 끓는점이 높아진다.

09 | 모범 답안 | 탄소의 원자가 전자 수는 4개로, 다른 원자와 최대 4개까지 공유 결합을 할 수 있어서, 탄소 원자끼리 다양한 길이와 구조로 결합을 할 수 있기 때문이다.

01 | 선택지 분석 |

④ 탄소는 지구에서 존재량이 가장 많은 원소이다.

⇒ 탄소는 지구에서 존재량이 가장 많지는 않다. 지구 전체를 구성하는 원소의 중량 비율로 볼 때 철이 가장 많이 있는 원소이다.

② 많은 수의 탄소 원자가 연속하여 결합할 수 있다.

⇒ 많은 수의 탄소 원자가 연속적으로 결합을 형성할 수 있다.

③ 분자식이 같지만 구조식이 다른 화합물이 존재한다.

⇒ 탄소는 결합하는 방식에 따라 분자식이 같지만 구조식이 다른 화합물이 존재할 수 있다.

④ 탄소는 여러 종류의 원자와 결합할 수 있다.

⇒ 탄소는 원자가 전자가 4개로서 수소, 산소, 질소, 황, 할로젠 등 여러 종류의 원자와 결합할 수 있어 다양한 형태의 탄소 화합물이 존재할 수 있다.

⑤ 탄소 원자들끼리 여러 가지 형태의 결합을 형성할 수 있다.

⇒ 탄소 원자들끼리 사슬 모양 또는 고리 모양의 결합을 형성하기도 하고, 단일 결합뿐만 아니라 2중 결합, 3중 결합이 가능하다.

02 | 선택지 분석 |

㉡ A의 주성분은 석유 가스이다.

⇒ 석유 가스는 프로페인과 뷰테인의 혼합물로 이루어졌으며 원유의 분별 증류 시 가장 먼저 얻어진다.

✗ 탄소 수는 B가 C보다 많다.

적다

⇒ 분별 증류탑에서 각 연료는 위로 갈수록 탄소 수가 적고 혼합물의 끓는점도 낮아 먼저 얻어진다.

✗ 혼합물의 끓는점은 D가 C보다 작다.

높다

⇒ 혼합물의 끓는점은 아래로 갈수록 높으므로 D의 끓는점은 C보다 높다.

03 | 선택지 분석 |

㉡ (가)와 (나)를 이루는 원소의 종류는 같다.

⇒ (가)의 분자식은 $C_6H_{12}O_6$ 이고, (나)의 분자식은 C_2H_5OH 로서 탄소, 수소, 산소로 이루어진 화합물이다.

✗ (가)와 (나)를 이루는 탄소의 개수는 같다.

다르다

⇒ (가)를 이루는 탄소의 개수는 6개이고, (나)를 이루는 탄소의 개수는 2개이다.

㉡ (나)는 (가)를 발효시켜 얻을 수 있다.

⇒ 에탄올은 포도당을 발효시켜 얻을 수 있다.

04 | 선택지 분석 |

✗ (가)와 (나)는 같은 물질이다.

다른

⇒ (가)와 (나)는 같은 수의 탄소와 수소로 이루어진 화합물이지만 구조가 다르므로 서로 다른 성질을 가진 물질이다.

㉡ (가)와 (나)는 분자식이 같다.

⇒ (가)와 (나)의 분자식은 C_6H_{10} 으로 같다.

✗ (가)와 (나)는 끓는점이 같다.

다르다

⇒ (가)와 (나)는 분자식은 같지만 서로 다른 구조를 나타내므로 분자 사이의 인력이 다르게 작용한다. 따라서 두 화합물의 끓는점은 다르다.

05 | 선택지 분석 |

㉡ (가)는 종이의 재료로 이용된다.

⇒ 셀룰로스는 섬유질로서 종이의 재료로 이용된다.

㉡ (다)는 최초의 합성 섬유이다.

⇒ 나일론은 미국의 캐러더스에 의해 합성된 최초의 합성 섬유이다.

✗ (가)~(다)는 탄소, 수소, 산소로만 이루어진 화합물이다.

⇒ (가)는 탄소, 수소, 산소로 이루어진 화합물이고, (나)는 탄소와 수소, (다)는 탄소, 수소, 산소, 질소로 이루어진 화합물이다.

06 | 선택지 분석 |

✗ 용매로 작용한다.

⇒ (가)는 아세톤, (나)는 포알데하이드, (다)는 아세트산으로 용매로 작용하는 화합물은 아세톤이다.

✗ 수용액의 액성은 산성이다.

⇒ 수용액의 액성이 산성인 물질은 (다)로서 물에 녹아 수소 이온을 내놓는다.

㉡ 탄소와 산소 사이의 2중 결합이 있다.

⇒ 탄소와 산소 사이의 2중 결합이 모두 존재한다.

07 알코올은 1개 이상의 하이드록시기($-OH$)가 결합된 화합물이고, 카복실산은 1개 이상의 카복실기($-COOH$)가 결합된 화합물이다.

08 탄소 수가 증가함에 따라 분자 사이의 인력이 증가하여 대체로 녹는점과 끓는점이 높아진다.

채점 기준	배점
탄소 수에 따른 녹는점과 끓는점 경향성변화와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
탄소 수에 따른 녹는점과 끓는점의 경향성만 옳게 서술한 경우	50 %

09 탄소의 원자가 전자 수가 4개이고, 다른 원자와 최대 4개 까지 공유 결합을 할 수 있다.

채점 기준	배점
까닭 2가지를 탄소의 특성을 언급하여 모두 옳게 서술한 경우	100 %
까닭 1가지를 탄소의 특성을 언급하여 옳게 서술한 경우	50 %

실전! 수능 도전하기

029쪽~030쪽

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

01 | 선택지 분석 |

- ㉠ ㉠에서는 화학적 변화가 일어난다.
→ (가)는 철의 제련 과정을 의미하며 화학 반응에 의해 철을 대량으로 얻을 수 있다.
- ㉡ ㉡은 인류의 식량 부족 문제를 해결하는 데 기여하였다.
→ (나)는 암모니아의 합성 과정으로 질소 비료의 대량 생산을 통해 인류의 식량 부족 문제를 해결하게 되었다.
- ㉢ (가)와 (나)를 통해 인류 문명의 발전 속도가 **감소**하였다.
→ (가)와 (나)를 통해 인류 문명의 발전 속도가 크게 **증가**하였다.

02 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)는 최초의 합성 섬유이다.
→ (가)는 나일론으로 캐러더스에 의해 개발된 최초의 합성 섬유이다.
- ㉡ (나)는 매우 질기고 신축성이 좋다.
→ (나)는 천연 섬유인 실크로 질기거나 신축성이 좋지 않다. 매우 질기고 신축성이 좋은 섬유는 합성 섬유인 나일론에 해당한다.
- ㉢ (가)와 (나)는 대량 생산이 가능하다.
→ (가)는 합성 섬유이므로 대량 생산이 가능하지만, (나)는 천연 섬유로 대량 생산이 불가능하다.

03 | 선택지 분석 |

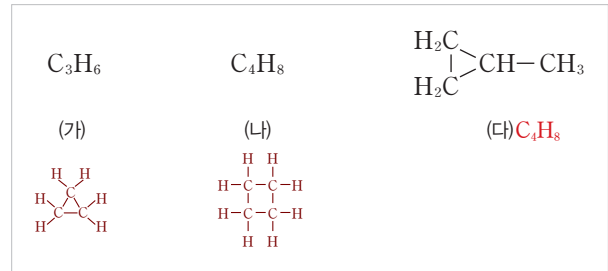
- ㉠ 암모니아와 철은 교통 발달에 기여하였다.
→ 암모니아는 식량 생산 증대에 기여하였지만 교통 발달에 기여하지 않았다.
- ㉡ 석유 가스와 철은 식량 생산 증대에 크게 기여하였다.
→ 화석 연료는 가정에서 난방과 조리 등의 연료로 이용되고, 철제 농기구의 발달로 식량 생산 증대에 기여하였다.
- ㉢ 암모니아 합성과 철의 제련 과정은 화학 반응이다.
→ 질소와 수소로 암모니아를 합성하는 과정과 산화 철에서 철을 얻는 제련 과정은 모두 화학 반응이다.

04 석유는 탄소 화합물의 혼합물로 연료나 산업 에너지원으로 사용되고 플라스틱, 합성 고무, 합성 섬유의 원료로 이용된다.

05 | 선택지 분석 |

- ㉠ 원유는 혼합물이다.
→ 원유는 탄소와 수소로 이루어진 탄소 화합물이다.
- ㉡ 화합물을 구성하는 탄소 원자의 수는 A가 B보다 **크다**.
→ 분별 증류탑에서 위로 올라갈수록 탄소 원자의 수가 작으므로 탄소 원자의 수는 A가 B보다 작다.
- ㉢ 분별 증류는 물질의 **끓는점** 차이를 이용한 것이다.
→ 분별 증류는 물질의 끓는점 차이를 이용하여 성분 물질로 분류하여 얻어내는 방법이다.

06 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ (가)~(다)는 모두 단일 결합으로 이루어져 있다.
→ (가)~(다)에서 탄소와 탄소 원자 사이에는 단일 결합으로 이루어져 있다.
- ㉡ 분자식이 같은 화합물은 (가)와 (나)이다.
→ 분자식이 같은 화합물은 (나)와 (다)이다.
- ㉢ $-CH_2-$ 의 수는 (나)가 (다)의 2배이다.
→ $-CH_2-$ 의 수는 (가)의 경우 3개, (나)의 경우 4개, (다)의 경우 2개이다.

07 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)는 화합물이다.
→ (가)는 탄소로만 이루어진 원소이므로 화합물이 아니다.
- ㉡ 액화 천연가스의 주성분은 (나)이다.
→ 액화 천연가스의 주성분은 메테인(CH_4)이다.
- ㉢ 탄소 원자는 4개의 다른 원자와 결합한다.
→ 탄소는 원자가 전자가 4개이므로 주위의 인접한 원자 4개와 결합한다.

08 | 선택지 분석 |

- ㉠ 단위 부피당 연소열은 A가 가장 크다.
→ 단위 부피당 연소열은 연소열(kJ/g)에 밀도(g/mL)를 곱한 값에 해당하므로 C가 가장 크다.

- ㄴ 한 분자의 탄소의 수는 C가 가장 많다.
 ➔ 한 분자를 이루는 탄소의 수가 많을수록 밀도가 크고, 분자 사이의 인력이 증가하여 끓는점이 높으므로 C가 가장 많다.
- ㄷ 밀도가 증가할수록 분자 간 인력이 증가한다.
 ➔ 밀도가 증가할수록 분자 간 인력이 증가하여 끓는점이 높아진다.

09 | 선택지 분석 |

- ✗ 물에 녹아 산성을 나타내는 화합물은 (가)이다.
 ➔ (가)는 물에 녹아 산성을 나타내는 수소 이온을 갖지 않으므로 중성을 나타낸다.
- ✗ 알코올에 해당하는 화합물은 (나)이다.
 ➔ 알코올에 해당하는 화합물은 하이드록시기($-OH$)를 갖는 (나)이다.
- ㄷ 세 화합물의 분자식은 같다.
 ➔ 세 화합물의 분자식은 C_4H_8O 로 같다.

- 10 물에 녹아 수소 이온을 내놓아 산성을 띠는 물질은 CH_3COOH (아세트산)이고, $HCHO$ 는 물에 녹아 수소 이온을 내놓지 않는다.

11 | 선택지 분석 |

- ㄱ A의 화학식은 C_3H_8 이다.
 ➔ 탄소 수와 수소 수의 비로부터 화학식의 경우 A는 C_3H_8 , B는 C_3H_6 , C는 C_3H_4 이다.
- ✗ 한 분자를 구성하는 원자 수가 가장 많은 분자는 B이다.
 ➔ 한 분자를 구성하는 원자 수가 가장 많은 분자는 A이다.
- ✗ 완전 연소시킬 때 한 분자 당 생성되는 H_2O 의 양은 C가 가장 많다.
 ➔ 완전 연소시킬 때 한 분자당 생성되는 H_2O 의 양이 가장 많은 분자는 수소 원자 수가 가장 많은 A이다.

12 | 선택지 분석 |

- ㄱ (가)와 (다)는 알코올에 해당한다.
 ➔ (가)와 (다)는 분자의 구조에서 하이드록시기($-OH$)를 포함하므로 알코올이다.
- ✗ (나)는 카복실산이다.
 ➔ (나)는 카복실기($-COOH$)를 갖지 않으므로 카복실산에 해당하지 않는다.
- ㄷ (가)~(다)의 분자식은 모두 같다.
 ➔ (가)~(다)의 분자식은 $C_4H_{10}O$ 로 모두 같다.

13 | 선택지 분석 |

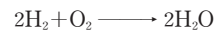
- ㄱ 카복실산에 해당한다.
 ➔ (가)와 (나)는 카복실기($-COOH$)를 가진 카복실산이다.
- ✗ 곡물을 발효시켜 얻을 수 있다.
 ➔ 곡물을 발효시켜 얻는 물질은 아세트산으로 (가)에 해당한다.
- ✗ 물에 녹으면 수산화 이온(OH^-)을 내놓는다.
 ➔ (가)와 (나)는 물에 녹아 수소 이온(H^+)을 내놓으며 산성을 나타낸다.

14 | 선택지 분석 |

- ㄱ 알케인과 알코올에서 분자간의 인력이 증가한다.
 ➔ 알케인과 알코올에서 탄소 수가 증가함에 따라 끓는점이 증가하므로 분자 간의 인력이 증가함을 알 수 있다.
- ㄴ 알케인 1g이 완전 연소하는데 필요한 산소량은 감소한다.
 ➔ (나)에서 알케인 1g이 완전 연소하는 데 필요한 산소의 양은 탄소 원자 수가 증가함에 따라 감소한다.
- ✗ 연소 시 알코올 분자에서 산소가 차지하는 질량비는 증가한다.
 ➔ 알코올 1g당 완전 연소하는 데 필요한 산소의 질량이 증가하므로 알코올 분자 자체에서 산소가 차지하는 질량비가 감소함을 알 수 있다.

15 | 자료 분석 |

(가) 수소를 연소시키면 물이 생성된다.



→ 물(H_2O)은 수소(H)와 산소(O)의 2가지 원소로 이루어진 화합물이다.

(나) 프로페인(C_3H_8)을 완전 연소시키면 이산화 탄소와 물이 생성된다.



→ 프로페인(C_3H_8)은 탄소(C)와 수소(H)의 2가지 원소로 이루어진 화합물이다.

물(H_2O)은 수소(H)와 산소(O)의 2가지 원소로 이루어진 화합물이며, H_2O 과 C_3H_8 은 모두 분자로 이루어진 화합물이다. 프로페인(C_3H_8)은 탄소(C)와 수소(H)의 2가지 원소로 이루어진 화합물이다.

16 | 선택지 분석 |

- ㄱ 자일리톨은 알코올에 해당한다.
 ➔ 자일리톨은 하이드록시기($-OH$)를 포함하고 있으므로 알코올에 해당한다.
- ✗ 자일로스는 카복실산에 해당한다.
 ➔ 자일로스는 카복실기($-COOH$)를 갖고 있지 않으므로 카복실산에 해당하지 않는다.
- ㄷ 자일로스와 자일리톨은 모두 물에 잘 녹는다.
 ➔ 두 화합물은 모두 하이드록시기($-OH$)를 갖고 있으므로 물에 잘 녹는다.



2 >>> 화학반응에서의 양적 관계

01~ 화학식량과 몰

개념POOL

038쪽

01 ㉠ 44, ㉡ 8, ㉢ 5.6 02 (1) × (2) ○ (3) ○

02 (3) 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 부피가 가장 작고 질량이 가장 큰 A의 밀도가 가장 크다.

꼭꼭! 개념 확인하기

039쪽

✓ 잠깐 확인!

1 원자량 2 분자량 3 화학식량 4 몰 5 아보가드로수
6 아보가드로 7 22.4

01 (1) × (2) ○ (3) × 02 ㉠ Z, ㉡ XY_4 , ㉢ 44 03 (1) ㉠,
(2) ㉡, (3) ㉢ 04 (1) 56 g (2) 16 g (3) 11 g (4) 17 g

02 X 원자 1개와 Y 원자 12개의 질량이 같고, X 원자 4개와 Z 원자 3개의 질량이 같으므로, 원자 1개의 질량비는 $X : Y : Z = 12 : 1 : 16$ 이다.

04 N_2 , O_2 , CO_2 , NH_3 , 1몰의 질량은 각각 28 g, 32 g, 44 g, 17 g이다.

탄탄! 내신 다지기

040쪽~041쪽

01 ㉡ 02 ㉠ 황(S), ㉡ 산소(O), ㉢ 2, ㉣ 64 03 ㉢
04 ㉢ 05 ㉡ 06 ㉢ 07 ㉠ 1.204×10^{24} , ㉡ $\frac{1}{3}$, ㉢ 6
08 ㉢ 09 ㉣ 10 ㉡ 11 2:1:4
12 (가) 물의 밀도, (나) 물 분자의 몰 질량, (다) 아보가드로수

01 | 선택지 분석 |

✗ 분자량은 분자를 구성하는 모든 원자의 원자량을 **곱한** 값이다.

→ 분자량은 분자를 구성하는 모든 원자의 원자량을 더한 값이다.

✗ 이온 결합 물질과 금속 결합 물질의 화학식량은 구할 수 **없다**.

→ 이온 결합 물질은 화합물을 이루는 모든 원자의 원자량을 더한 값이, 금속 결합 물질은 그 물질을 구성하는 원소의 원자량이 화학식량에 해당한다.

㉠ 원자의 질량이 매우 작아서 실제 값을 그대로 사용하는 것이 불편하므로 원자량을 사용한다.

→ 원자 1개의 실제 질량은 매우 작아서 그대로 사용하는 것이 불편하므로 특정 원자와 비교한 상대적인 질량을 원자량으로 사용한다.

02 이산화 황(SO_2)의 분자량은 황(S)의 원자량인 32와 산소(O)의 원자량인 16을 2배로 한 32를 더하여 구할 수 있으며, 그 값은 64이다.

03 | 선택지 분석 |

㉠ Z의 원자량은 40이다.

→ X의 원자량이 12일 때, Y와 Z의 원자량은 각각 24, 40이다.

㉡ XH_4 의 분자량은 16이다.

→ XH_4 의 분자량은 X의 원자량 12와 H의 원자량 1을 4배 한 값의 합에 해당하므로 16이다.

㉢ YO의 화학식량은 Z의 원자량과 같다.

→ YO의 화학식량은 Y와 O의 원자량의 합인 40이며, 이는 Z의 원자량과 같다.

04 | 선택지 분석 |

① H_2O —18

→ H의 원자량(1) × 2 + O의 원자량(16) = 18

② NH_3 —17

→ N의 원자량(14) + H의 원자량(1) × 3 = 17

③ CO_2 —28

→ C의 원자량(12) + O의 원자량(16) × 2 = 44

④ HNO_3 —63

→ H의 원자량(1) + N의 원자량(14) + O의 원자량(16) × 3 = 63

⑤ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ —180

→ C의 원자량(12) × 6 + H의 원자량(1) × 12 + O의 원자량(16) × 6 = 180

05 | 선택지 분석 |

✗ 질량은 **16 g**이다.

→ 메테인 1몰의 질량은 16 g이므로 0.5몰의 질량은 8 g에 해당한다.

㉠ 수소 원자의 수는 1.204×10^{24} 이다.

→ 메테인 1몰을 구성하는 수소 원자의 양(mol)은 4몰이므로 0.5몰 메테인에 포함된 수소 원자의 양(mol)은 2몰이며, 이는 수소 원자 1.204×10^{24} 개이다.

✗ 0°C, 1기압에서 부피는 **22.4 L**이다.

→ 0°C, 1기압에서 기체 1몰이 차지하는 부피는 22.4 L이므로 같은 온도와 압력에서 0.5몰이 차지하는 부피는 11.2 L이다.

06 | 선택지 분석 |

㉠ (가)와 (나)의 질량은 같다.

→ (가)는 0°C, 1기압에서 22.4 L의 부피를 가지므로 1몰에 해당하고, (나)는 3.01×10^{23} 개이므로 0.5몰에 해당한다. 이때 각 화합물을 구성하는 탄소와 수소의 원자 수가 (나)가 (가)의 2배이므로 1몰의 질량은 (나)가 (가)의 2배이다. 따라서 (가) 1몰의 질량과 (나) 0.5몰의 질량은 같다.

㉠ (나)의 부피는 11.2 L이다.

⇒ 0 °C, 1기압에서 기체 1몰이 차지하는 부피는 22.4 L이므로 0.5몰의 (나)가 차지하는 부피는 11.2 L이다.

✗ 완전 연소 시 발생하는 CO₂의 양(mol)은 (가)와 (나)의 2배이다.

⇒ 한 분자에 포함된 탄소 원자의 수는 (나)가 (가)의 2배이고, 기체의 양(mol)은 (가)가 (나)의 2배이므로 탄소 원자의 수는 (가)와 (나)가 같다. 따라서 완전 연소 시 발생하는 CO₂의 양(mol)은 같다.

07 | 선택지 분석 |

(가) H₂O 18g은 1몰의 질량이다. H₂O 1몰에 포함된 수소 원자의 양(mol)은 2몰이므로 원자 수는 1.204×10^{24} 이다.

(나) NH₃ 1몰에 포함된 수소 원자의 양(mol)은 3몰이므로 수소 원자 6.02×10^{23} 개, 즉 1몰을 포함하는 NH₃의 양(mol)은 $\frac{1}{3}$ 몰이다.

(다) 0 °C, 1기압에서 기체 1몰이 차지하는 부피는 22.4 L이므로 CH₄ 11.2 L의 양(mol)은 0.5몰이며, 탄소 원자 0.5몰의 질량은 6g이다.

08 | 선택지 분석 |

㉡ C의 분자량은 (가)의 2배이다.

⇒ 0 °C, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 22.4 L이므로 A는 0.75 몰, B는 0.5몰이다. 이때 A 0.75몰의 질량이 12g이므로 분자량 (가)는 16이다. 따라서 C의 분자량인 32는 (가)의 2배이다.

㉢ (나)는 14이다.

⇒ B는 0.5몰 존재하므로 질량 (나)는 분자량의 $\frac{1}{2}$ 인 14g이다.

✗ (다)는 B의 부피와 같다.

⇒ C는 0.25몰 존재하므로 0 °C, 1기압에서 차지하는 부피는 5.6 L로, B의 부피와 같지 않다.

09 | 선택지 분석 |

① H₂O 11.2 L

⇒ 0 °C, 1기압에서 기체 1몰이 차지하는 부피는 22.4 L이므로 H₂O 11.2 L의 양(mol)은 0.5몰이다.

② NH₃ 17 g

⇒ NH₃의 분자량은 17이므로 17g은 1몰의 질량에 해당한다. 따라서 NH₃ 17g의 양(mol)은 1몰이다.

③ CH₄ 16.8 L

⇒ 0 °C, 1기압에서 기체 1몰이 차지하는 부피는 22.4 L이므로 CH₄ 16.8 L의 양(mol)은 0.75몰이다.

④ N₂ 1.204×10^{24} 개

⇒ 기체 1몰에 포함된 분자의 개수는 6.02×10^{23} 개이므로 N₂ 1.204×10^{24} 개의 양(mol)은 2몰이다.

⑤ CO₂ 66 g

⇒ CO₂의 분자량은 44이므로 1몰의 질량은 44g이다. 따라서 CO₂ 66g의 양(mol)은 1.5몰이다.

10 | 선택지 분석 |

✗ 기체의 질량

⇒ O₂의 분자량은 32이므로 16g은 0.5몰에 해당한다. CO₂의 분자량은 44이므로 0.5몰의 질량은 22g이다. 따라서 두 기체의 질량은 같지 않다.

✗ 전체 원자의 양(mol)

⇒ A는 O₂ 0.5몰이므로 전체 원자의 양(mol)은 1몰이고, B는 CO₂ 0.5몰이므로 전체 원자의 양(mol)은 1.5몰이다.

㉤ 산소 원자의 수

⇒ A와 B에서 기체의 양(mol)이 같고, 각 분자를 구성하는 산소 원자의 수가 같으므로 A와 B의 산소 원자 수는 같다.

11 분자량 비는 1g 중의 분자 수비의 역수에 해당하므로 A₂:B₃:C₄=4:7:8이다. 따라서 A, B, C의 원자량을 각각 a, b, c라고 두면 2a:3a+b:c+4b=4:7:8이 성립한다.

따라서 원자량비는 a:b:c=2:1:4이다.

12 (가): 물의 부피를 이용하여 물의 질량을 알기 위해서는 물의 밀도를 알아야 한다.

(나): 물의 질량을 물의 몰 질량으로 나누면 물의 양(mol) 구할 수 있다.

(다): 물의 양(mol)에 1몰의 분자 수인 아보가드로수를 곱하면 물 분자 수를 구할 수 있다.

도전! 실력 올리기

042쪽~043쪽

01 ① 02 ③ 03 ① 04 ⑤ 05 ⑤ 06 ②

07 | 모범 답안 | 32, 같은 질량일 때 기체의 양(mol)은 분자량에 반비례하고 부피에는 비례하므로 A의 분자량을 M이라고 했을 때, H₂O의 양(mol):A의 양(mol)= $\frac{1}{18}:\frac{1}{M}$ =16:9가 성립한다. 따라서 M=32가 된다.

08 (1) X:A₂B, Y:AB₂, Z:A₂B₃

(2) | 모범 답안 | 화합물 X 1몰에 포함된 A 원자의 양(mol)과 화합물 Y 1몰에 포함된 B 원자의 양(mol)이 각각 2몰로 같으므로 각 물질 1g에 포함된 A 원자와 B 원자의 몰비는 분자량에 반비례한다. A와 B의 원자량 비가 7:8이므로 X와 Y의 분자량 비가 22:23이다. 따라서 1g에 포함된 A 원자의 양(mol):B 원자의 양(mol)=23:22이다.

01 | 선택지 분석 |

㉡ X₂Y의 분자량은 18이다.

⇒ (가)에서 탄소(C) 원자 1개의 질량은 X 원자 12개의 질량과 같고, (나)에서 탄소(C) 원자 4개의 질량은 Y 원자 3개의 질량과 같으므로 X의 원자량은 1, Y의 원자량은 16이다. 따라서 X₂Y의 분자량은 18이다.

✗ 0 °C, 1기압에서 X₂ 1g이 차지하는 부피는 $\frac{22.4}{11.2}$ L이다.

⇒ X₂ 1g은 0.5몰에 해당하므로 0 °C, 1기압에서 차지하는 부피는 11.2 L이다.

- ✗ Y₂ 2몰의 질량은 32g이다.
 $\rightarrow$ Y₂의 분자량이 32이므로 Y₂ 2몰의 질량은 64g이다.

02 | 선택지 분석 |

- ㄱ 기체의 밀도는 (가)가 (나)보다 크다.
 $\rightarrow$ 온도와 압력이 같을 때 같은 양(mol)의 기체가 차지하는 부피는 같으므로 기체의 밀도는 분자량에 비례한다. 따라서 밀도는 (가)가 (나)보다 크다.
- ㄴ 1g에 포함된 원자 수는 (나)가 (가)보다 크다.
 $\rightarrow$ 1g에 있는 원자의 양(mol)은 (가)의 경우 $\frac{1}{17} \times 4$ (mol)이고, (나)의 경우 $\frac{1}{16} \times 5$ (mol)이므로 1g에 있는 원자의 수는 (나)가 (가)보다 크다.
- ✗ (가) 16g이 차지하는 부피는 22.4 L이다.
 $\rightarrow$ (가) 16g에 포함된 분자의 양(mol)은 1몰보다 작으므로 0°C, 1기압에서 차지하는 부피는 22.4 L보다 작다.

03 | 선택지 분석 |

- ㄱ 흑연(C) 6g에 포함된 탄소 원자(C) 수는 $\frac{N_A}{2}$ 개이다.
 $\rightarrow$ 흑연(C) 1몰의 질량은 12g이므로 6g의 양(mol)은 0.5몰이다. 흑연(C) 0.5몰에 포함된 탄소 원자(C)의 수는 $\frac{N_A}{2}$ 개이다.
- ✗ 질소(N₂) 2몰에 포함된 질소 원자(N) 수는 $2N_A$ 개이다.
 $\rightarrow$ 질소(N₂) 1몰에 있는 질소 원자(N) 수는 $2N_A$ 개이므로 질소 2몰에 포함된 질소 원자(N) 수는 $4N_A$ 개이다.
- ✗ 암모니아(NH₃) N_A 개에 포함된 원자 수는 4개이다.
 $\rightarrow$ 암모니아(NH₃) N_A 개는 1몰의 개수이며, 암모니아 1몰에는 암모니아를 구성하는 원자 $4N_A$ 개가 포함되어 있다.

- 04 25°C, 1기압에서 2V L에 포함된 H₂의 양(mol)이 0.5몰이므로 V L에 포함된 O₂의 양(mol)은 0.25몰, 2V L에 들어 있는 XO₃의 양(mol)은 0.5몰이 된다.

| 선택지 분석 |

- ㄱ (가)에서 H₂는 0.5몰이다.
 $\rightarrow$ H₂의 질량은 1g이므로 수소의 양(mol)은 0.5몰이다.
- ㄴ (나)에서 w는 8이다.
 $\rightarrow$ 25°C, 1기압에서 2V L에 포함된 수소의 양(mol)이 0.5몰이며, 아보가드로 법칙에 의해 25°C, 1기압, V L에 포함된 O₂의 양(mol)은 0.25몰이 된다. w는 O₂ 0.25몰의 질량인 8g이다.
- ㄷ X의 원자량은 O의 2배이다.
 $\rightarrow$ 25°C, 1기압에서 2V L에 들어 있는 XO₃의 양(mol)은 0.5몰이고, 질량은 40g이므로 XO₃ 1몰의 질량은 80g이다. 따라서 X의 원자량은 32이고, 이는 O의 원자량의 2배이다.

05 | 선택지 분석 |

- ㄱ A는 O₂이다.
 $\rightarrow$ 같은 질량의 O₂와 O₃의 몰비는 3:2이므로 기체가 차지하는 부피비도 3:2이다. 따라서 A는 O₂, B는 O₃이다.
- ㄴ 기체 A와 B의 밀도비는 2:3이다.
 $\rightarrow$ A와 B의 질량이 같고 부피비가 3:2이므로 밀도비는 2:3이다.

- ㄷ 단위 부피당 산소 원자(O)의 수는 기체 B가 A보다 크다.
 $\rightarrow$ A와 B에서 압력과 온도가 같으므로 단위 부피당 들어 있는 기체의 양(mol)은 같지만, 기체 분자를 구성하는 원자 수는 B가 A보다 크다.

06 | 선택지 분석 |

- ✗ (가)의 분자식은 CH₂이다.
 $\rightarrow$ (가)에서 C와 H의 몰비는 1:2이므로 (가)의 실험식량은 14이다. 이때 분자량이 42이므로 분자식은 C₃H₆이다.
- ✗ (나)의 $\frac{C \text{ 원자 수}}{H \text{ 원자 수}} = \frac{1}{3}$ 이다.
 $\rightarrow$ (나)에서 분자량은 54이고 H 원자 수가 60이므로 C 원자 수는 4임을 알 수 있다. 따라서 (나)의 분자식은 C₄H₆이다.
- ㄷ $x:y=8:1$ 이다.
 $\rightarrow x:y$ 는 탄소와 수소의 질량비이므로 $48:6=8:1$ 이다.

- 07 서로 다른 기체가 같은 질량만큼 있을 때 기체의 양(mol)은 분자량에 반비례하고 부피에는 비례한다.

채점 기준	배점
분자량을 옳게 구하고 몰이 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
몰이 과정만 옳게 서술한 경우	60 %

08 | 자료 분석 |

화합물	분자당 구성 원자 수	성분 원소의 질량비 (A:B)
X A ₂ B	3	7:4
Y AB ₂	3	7:16
Z A ₂ B ₃	5	7:12

- X와 Y의 분자당 구성 원자 수가 3이므로 X와 Y는 A₂B 또는 AB₂이다. 이때 성분 원소의 질량비(A:B)에서 X보다 Y에서 B의 질량비가 더 크므로 X보다 Y에 포함된 B 원자의 수가 더 많다. $\rightarrow$ X: A₂B, Y: AB₂
- A의 원자량을 a, B의 원자량을 b라 하면 X는 A₂B이므로 성분 원소의 질량비는 A:B=2a:b=7:4이다. 그러므로 $8a=7b$ 이다. $\rightarrow$ A와 B의 원자량 비=7:8

- (1) X와 Y의 분자당 구성 원자 수가 3이므로 X와 Y는 A₂B 또는 AB₂이다. 이때 성분 원소의 질량비(A:B)에서 X보다 Y에서 B의 질량비가 더 크므로 X보다 Y에 포함된 B 원자의 수가 더 많다. 따라서 X는 A₂B, Y는 AB₂이다. 또한, Z의 분자당 구성 원자 수는 5이고, 성분 원소의 질량비(A:B)=7:12이다. 이때 A와 B의 원자량 비는 7:8이므로 Z는 A₂B₃이다.
- (2) 서로 다른 물질이 같은 질량만큼 있을 때 물질의 양(mol)은 분자량에 반비례한다.

채점 기준	배점
분자량 비를 언급하여 몰비를 옳게 서술한 경우	100 %
분자량 비를 언급하지 않고 몰비만 옳게 서술한 경우	30 %

02~ 화학 반응식과 양적 관계

개념 POOL

047쪽

01 (1) × (2) ○ (3) ×

01 주어진 화학 반응식을 완성하면

$2\text{CH}_3\text{OH}(l) + 3\text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$ 이 된다.

(3) H_2O 36 g은 2몰이므로 이를 생성하는 데 필요한 O_2 의 양(mol)은 1.5몰이다.

탐구 POOL

048쪽

01 1 L 02 0.02몰

01 탄산 칼슘 4.0g은 0.04몰이며, 반응한 탄산 칼슘과 생성된 이산화 탄소의 몰비는 1 : 1이므로 생성된 이산화 탄소의 양(mol)도 0.04몰이다. 따라서 이산화 탄소 0.04몰의 부피는 $0.04 \text{ mol} \times 25 \text{ L/mol} = 1 \text{ L}$ 이다.

꼭꼭! 개념 확인하기

049쪽

✓ 잠깐 확인!

1 화학 반응식 2 계수비 3 화학식량 4 22.4 5 g
6 l 7 aq

01 (1) × (2) ○ (3) ×

02 ㉠ 0.5, ㉡ 0.4, ㉢ 13.2, ㉣ 2.24, ㉤ 6.72

03 ㉠ ㉡, ㉢ ㉣, ㉤ ㉥ 04 ㉠ 1.5, ㉡ 22.4, ㉢ 27

02 화학 반응식의 계수비는 몰비와 같으므로 ㉠은 0.5, ㉡은 0.4이다. 이산화 탄소의 분자량은 44인데, 0.3몰이 생성되었으므로 ㉢은 13.2이다. 0 °C, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 22.4 L이므로 각 물질의 양(mol)에 해당하는 기체의 부피를 계산하면 ㉣은 2.24, ㉤은 6.72이다.

04 화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g) + 3\text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{CO}_2(g) + 3\text{H}_2\text{O}(l)$

에탄올 23 g은 0.5몰이므로 이때 필요한 O_2 의 양(mol)은 1.5몰이고, 생성된 CO_2 와 H_2O 의 양(mol)은 각각 1몰과 1.5몰이다.

탄탄! 내신 다지기

050쪽~051쪽

01 ㉠ 02 ㉠ 2, ㉡ 7, ㉢ 4, ㉣ 6, ㉤ 4, ㉥ 3, ㉦ 2

03 ㉤ 04 ㉢ 05 (1) 반응물: AB 와 B_2 , 생성물: AB_2

(2) $2\text{AB}(g) + \text{B}_2(g) \longrightarrow 2\text{AB}_2(g)$ 06 ㉢ 07 ㉣ 08 ㉡

09 $\text{CaCO}_3(s) + 2\text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g)$

10 ㉠ 11 ㉤

01 | 선택지 분석 |

㉠ 화학 반응 전후 원자의 종류와 수가 같다.

⇒ 화학 반응 전후 원자의 종류와 수가 같으며, 이를 이용하여 화학 반응식을 완성할 수 있다.

✗ 반응물과 생성물이 기체인 경우 화학 반응식의 계수비는 **몰도**와 같다.

⇒ 화학 반응식의 계수비는 몰비, 분자 수비와 같으며 기체의 부피비와도 같다.

✗ 화학 반응식에서 반응물의 상태와 생성물의 상태는 항상 같다.
같은 것은 아니다

02 화학 반응식에서 반응물과 생성물에 있는 원자의 종류와 수가 같도록 화학 반응식의 계수를 맞춘다.

(가) $2\text{C}_2\text{H}_6(g) + 7\text{O}_2(g) \longrightarrow 4\text{CO}_2(g) + 6\text{H}_2\text{O}(l)$

(나) $4\text{Fe}(s) + 3\text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3(s)$

03 | 선택지 분석 |

㉠ 반응물은 모두 이원자 분자이다.

⇒ 반응물은 N_2 와 H_2 로서 원자 2개로 이루어진 분자이다.

㉡ 반응하는 N_2 와 H_2 의 질량의 합은 생성된 NH_3 의 질량의 합과 같다.

⇒ 화학 반응에서 반응물과 생성물 사이에는 질량 보존 법칙이 성립하므로 반응물의 질량의 합은 생성물의 질량의 합과 같다.

㉢ 온도와 압력이 일정할 때 반응하는 N_2 와 H_2 의 부피비는 1 : 3이다.

⇒ 화학 반응식의 계수비는 반응하는 기체의 부피비와 같다.

04 | 선택지 분석 |

㉠ 반응물 전체의 양(mol)과 생성물 전체의 양(mol)은 같다.

⇒ 화학 반응식을 완성하면 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 이다. 반응물 CH_4 과 O_2 의 계수는 각각 1, 2이고, 생성물 CO_2 와 H_2O 의 계수는 각각 1, 2이므로 반응물 전체의 양(mol)과 생성물 전체의 양(mol)은 같다.

㉡ 반응하는 CH_4 과 O_2 의 질량비는 1 : 4이다.

⇒ 반응하는 O_2 의 양(mol)이 2몰일 때 CH_4 은 1몰 반응하므로 O_2 64 g이 반응할 때 CH_4 은 16 g이 반응한다. 따라서 반응하는 CH_4 과 O_2 의 질량비는 1 : 4이다.

✗ 생성물의 종류는 **3가지**이다.

⇒ 생성물은 CO_2 와 H_2O 의 2가지이다.

05 (1) 반응한 물질은 AB 와 B_2 이고, 반응 후에 생성된 물질은 AB_2 이다.

(2) 화학 반응식에서 반응물과 생성물의 원자의 종류와 수는 같아야 하고, 계수비는 가장 간단한 정수비로 나타낸다.

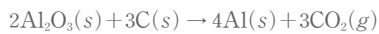
06 | 선택지 분석 |

㉠ 반응하는 Al_2O_3 의 양(mol)은 **0.1**몰이다.

⇒ Al_2O_3 의 화학식량은 102이므로 Al_2O_3 10.2 g은 0.1몰이다.

② 반응하는 C의 질량(g)은 ~~18 g~~이다.

→ 화학 반응식의 계수를 맞춘 완성된 반응식은 다음과 같다.



따라서 0.1몰의 Al_2O_3 과 반응하는 C의 양(mol)은 0.15몰이다.

ⓐ Al은 0.2몰이 생성된다.

→ 0.1몰의 Al_2O_3 이 반응할 때 0.2몰의 Al이 생성된다.

④ 0 °C, 1기압에서 생성된 CO_2 의 부피는 ~~33.6 L~~이다.

→ 0.1몰의 Al_2O_3 이 반응할 때 생성되는 CO_2 의 양(mol)은 0.15몰이며, 0 °C, 1기압에서 기체 0.15몰의 부피는 3.36 L이다.

⑤ 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수의 합은 ~~같다~~.

→ 반응물의 계수의 합은 5이고, 생성물의 계수의 합은 7로, 같지 않다.

07 | 선택지 분석 |

✗ 화학 반응식은 $\text{A}(g) + \text{B}(g) \rightarrow \text{C}(g)$ 이다.

→ (가)와 (나)에서 A는 4개에서 2개가 되고, B는 4개에서 3개가 되며, C는 0개에서 2개가 생성되므로 화학 반응에서 반응하는 A와 B, 생성되는 C의 계수비는 2:1:2임을 알 수 있다. 따라서 화학 반응식은 $2\text{A}(g) + \text{B} \rightarrow 2\text{C}(g)$ 이다.

ㄴ (다)에서 기체 A는 모두 반응하였다.

→ 화학 반응식은 $2\text{A}(g) + \text{B}(g) \rightarrow 2\text{C}(g)$ 이다. (가)에서 A는 4개, B는 4개가 존재하고, A와 B는 반응식의 계수비인 2:1의 비로 반응하므로 (다)에서 A는 모두 반응한다.

ㄷ 전체 기체의 분자 수비는 (가):(다) = 4:3이다.

→ (가)에는 A 4개, B 4개가 존재한다. (다)에는 C 4개와 반응하지 않고 남은 B 2개가 존재하므로 전체 기체의 분자 수비는 (가):(다)=4:3이다.

08 | 선택지 분석 |

✗ 생성물의 화학식은 XY_2 이다.

→ 생성물은 X 원자 1개와 Y 원자 2개로 이루어져 있으므로 화학식은 XY_2 이다.

✗ 화학 반응식은 $2\text{X}_2 + \text{Y}_2 \rightarrow 2\text{XY}_2$ 이다.

→ 반응 전과 후 X_2 는 4개에서 2개가 되고, Y_2 는 4개에서 0개가 되며, XY_2 가 4개가 생성되므로 반응물과 생성물의 입자 수비는 $\text{X}_2:\text{Y}_2:\text{XY}_2 = 1:2:2$ 이다. 따라서 화학 반응식은 $\text{X}_2 + 2\text{Y}_2 \rightarrow 2\text{XY}_2$ 이다.

ㄷ 온도와 압력이 일정할 때, 반응하는 Y_2 의 부피와 생성물의 부피는 같다.

→ 반응물 Y_2 와 생성물 XY_2 의 계수가 서로 같으므로 온도와 압력이 일정할 때 부피가 서로 같다.

09 탄산 칼슘과 묽은 염산이 반응하면 염화 칼슘과 물, 이산화 탄소가 생성된다.

10 | 선택지 분석 |

ㄱ 반응 후 전체 질량은 2.2 g 감소한다.

→ 반응한 CaCO_3 5.0 g은 0.05몰이므로 발생한 CO_2 의 양(mol)도 0.05몰이다. 따라서 반응 후 빠져나간 CO_2 로 인해 감소한 질량은 CO_2 0.05몰의 질량인 2.2 g이다.

✗ 발생한 CO_2 의 부피는 0 °C, 1기압에서 ~~11.2 L~~이다.

→ 0 °C, 1기압에서 CO_2 0.05몰의 부피는 1.12 L이다.

✗ 생성된 H_2O 의 질량은 ~~0.09 g~~이다.

→ 생성된 물의 양(mol)은 0.05몰이므로 질량은 0.9 g이다.

11 | 선택지 분석 |

ㄱ 반응 전 기체의 분자 수는 반응 후의 2배이다.

→ 반응하는 기체의 분자 수비는 A:B:C=1:3:2이므로 반응 전 기체의 분자 수는 반응 후의 2배이다.

ㄴ A 1몰과 반응하는 B의 양(mol)은 3몰이다.

→ A 1몰이 반응할 때 B 3몰이 반응한다.

ㄷ C 분자 1개를 구성하는 원자 수는 4개이다.

→ C 분자는 A를 구성하는 원자 1개와 B를 구성하는 원자 3개가 결합하여 2몰만큼 생성되어야 하므로 C 분자 1개를 구성하는 원자 수는 4개이다.

도전! 실력 올리기

052쪽~053쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ① 04 ④ 05 ④ 06 ⑤

07 (1) $2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(l)$

(2) | 모범 답안 | H_2 1몰, O_2 0.25몰, 반응 후 남은 기체의 양(mol)은 0.5몰인데, O_2 0.5몰은 16 g이므로 남은 기체가 O_2 라면 처음 혼합 기체의 질량과 맞지 않게 된다. 따라서 남은 기체는 H_2 0.5몰, 즉 1 g이다. 따라서 반응한 혼합 기체의 질량은 총 9 g이고 반응하는 H_2 와 O_2 의 질량비는 1:8이므로 반응 전 H_2 2 g, 즉 1몰과 O_2 8 g, 즉 0.25몰이 있었음을 알 수 있다.

08 | 모범 답안 | $(\frac{x}{22.4} \times 44 + 32y) - z$, 반응 전 반응물의 질량은 $\frac{x}{22.4} \times 44 + 32y$ 이고, 이는 질량 보존 법칙에 의해 반응 후 생성물의 질량과 같다. 이때 생성된 CO_2 의 질량이 z이므로 X의 질량은 $(\frac{x}{22.4} \times 44 + 32y) - z$ 이다.

01 | 선택지 분석 |

ㄱ CO_2 는 0.08몰이 생성된다.

→ C_4H_{10} 의 연소 반응에 대한 화학 반응식은 다음과 같다.



0.02몰의 C_4H_{10} 이 모두 반응하면 CO_2 는 0.08몰이 생성된다.

ㄴ 반응 후 남은 O_2 의 양(mol)은 0.07몰이다.

→ 반응 전 O_2 의 양(mol)은 0.20몰이고, 반응하는 양(mol)은 0.13몰이므로 반응 후 남은 양(mol)은 0.07몰이다.

ㄷ 실린더 내부의 부피비는 반응 전:반응 후=22:25이다.

→ 반응 전 실린더 속 기체의 양(mol)은 0.22몰이고, 반응 후 기체의 양(mol)은 O_2 0.07몰, CO_2 0.08몰, H_2O 0.10몰로, 총 0.25몰이다. 실린더 내부의 부피는 기체의 양(mol) 비례하므로 실린더 내부의 부피비는 22:25이다.

02 | 선택지 분석 |

ㄱ $a+c=b$ 이다.

→ 화학 반응 전과 후 원자의 종류와 수는 같아야 하므로 $a=1$, $b=3$, $c=2$ 이다.

㉠ 반응 후 남은 기체는 Y_2 이다.
 ➔ 반응 전 X_2 는 1몰, Y_2 는 4몰이고, 화학 반응식의 계수비만큼 반응하게 되므로 반응 후 남은 기체는 Y_2 1몰이다.

✗ 전체 기체의 밀도비는 반응 전 : 반응 후 = $5:3$ 이다.
 ➔ 반응 전 기체의 양(mol)은 5몰이고, 반응 후 기체의 양(mol)은 Y_2 1몰과 XY_3 2몰로 총 3몰이다. 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하여 5:3이고, 반응 전후의 질량은 일정하므로 밀도비는 3:5이다.

03 | 선택지 분석 |

㉠ O_2 기체 0.1몰을 얻기 위해 필요한 H_2O_2 의 질량은 6.8 g이다.
 ➔ 화학 반응식에서 H_2O_2 와 O_2 의 계수비는 2:1이므로 O_2 0.1몰을 얻기 위해 필요한 H_2O_2 의 양(mol)은 0.2몰로, 6.8 g이다.

✗ 1몰의 H_2O_2 가 완전히 분해되었을 때 발생하는 O_2 의 부피는 0 °C, 1기압에서 11.2 L이다.
 ➔ 1몰의 H_2O_2 가 완전히 분해되었을 때 생성되는 O_2 의 양(mol)은 0.5몰로, 이는 0 °C, 1기압에서 11.2 L이다.

✗ 0.2몰의 H_2O_2 가 반응할 때 생성되는 H_2O 의 질량은 3.6 g이다.
 ➔ 0.2몰의 H_2O_2 가 반응할 때 생성되는 H_2O 의 양(mol)은 0.2몰로, 3.6 g이다.

04 | 선택지 분석 |

✗ 반응 전 H_2 의 양(mol)은 N_2 의 2배이다.
 ➔ 반응 전 N_2 의 양(mol)은 0.5몰이고, H_2 의 양(mol)은 3몰로, H_2 의 양은 N_2 의 6배이다.

㉠ 반응하지 않고 남은 H_2 의 질량은 3 g이다.
 ➔ N_2 와 H_2 는 1:3으로 반응하므로 N_2 0.5몰과 반응하는 H_2 의 양(mol)은 1.5몰이다. 따라서 반응하지 않고 남은 H_2 의 양(mol)은 1.5몰이므로 3 g에 해당한다.

㉡ 생성된 NH_3 의 질량은 17 g이다.
 ➔ 생성된 NH_3 의 양(mol)은 1몰이므로 질량은 17 g이다.

05 | 선택지 분석 |

✗ 발생한 CO_2 의 질량은 $(w_1 - w_2)$ g이다.
 ➔ 발생한 CO_2 의 질량은 반응 전 총질량에서 반응 후 총질량을 뺀 값에 해당한다. 반응 전 총질량은 $(w_1 + 1.0)$ g이고, 반응 후 총질량은 w_2 g이다. 따라서 발생한 CO_2 의 질량은 $(w_1 + 1.0 - w_2)$ g이다.

㉠ 반응한 $HCl(aq)$ 의 양(mol)은 0.02몰이다.
 ➔ $CaCO_3$ 의 화학식량이 100이므로 반응한 $CaCO_3$ 1.0 g은 0.01몰에 해당한다. 화학 반응식에서 $CaCO_3$ 과 $HCl(aq)$ 의 계수비가 1:2이므로 0.01몰의 $CaCO_3$ 은 0.02몰의 $HCl(aq)$ 과 반응한다.

㉡ 0 °C, 1기압에서 생성된 CO_2 의 부피는 0.224 L이다.
 ➔ 0.01몰의 $CaCO_3$ 이 반응하면 CO_2 는 0.01몰이 생성된다. 0 °C, 1기압에서 CO_2 0.01몰이 차지하는 부피는 0.224 L이다.

06 | 선택지 분석 |

㉠ $a = b + c$ 이다.
 ➔ (가)와 (나)에서 화학 반응식의 계수를 맞추면 다음과 같다.
 (가) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$
 (나) $2NH_3(g) + CO_2(g) \rightarrow CO(NH_2)_2(s) + H_2O(l)$
 따라서 $a = 3, b = 2, c = 1$ 이다.

㉡ (가)에서 생성된 NH_3 의 질량은 17 g이다.
 ➔ (나)에서 생성된 $CO(NH_2)_2$ 30 g은 0.5몰에 해당하므로 반응한 NH_3 는 1몰이어야 한다. 따라서 (가)에서 생성된 NH_3 의 질량은 1몰 질량에 해당하므로 17 g이다.

㉢ (나)에서 반응한 CO_2 의 양(mol)은 0.5몰이다.
 ➔ (나)에서 생성된 $CO(NH_2)_2$ 는 0.5몰이고, $CO(NH_2)$ 와 CO_2 의 계수비는 1:1이므로 반응한 CO_2 의 양(mol)도 0.5몰이다.

07 | 선택지 분석 |

- 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같도록 화학 반응식을 완성한다.
- 반응 후 남은 기체의 양(mol) 0.5몰인데, O_2 0.5몰은 16 g이므로 남은 기체가 O_2 라면 처음 혼합 기체의 질량과 맞지 않게 된다. 따라서 남은 기체는 H_2 0.5몰, 즉 1 g이다. 따라서 반응한 혼합 기체의 질량은 총 9 g이다. 이때 반응하는 H_2 와 O_2 의 질량비는 1:8이므로 반응한 H_2 는 1 g, 반응한 O_2 는 8 g이다.

채점 기준	배점
반응 전 각 기체의 양(mol)을 옳게 구하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
반응 전 각 기체의 양(mol)만을 옳게 구한 경우	30 %

08 질량 보존 법칙에 의해 반응한 물질의 질량의 합과 생성된 물질의 질량의 합은 같다.

채점 기준	배점
질량 보존 법칙을 언급하여 까닭을 옳게 서술하고 X의 질량을 x, y, z 를 모두 사용하여 옳게 나타낸 경우	100 %
X의 질량만 x, y, z 를 모두 사용하여 옳게 나타낸 경우	50 %

03~ 물 농도

개념POOL

057쪽

01 10 mL 02 0.6 M

01 0.05 M 염화 나트륨 수용액 200 mL를 만드는 데 필요한 염화 나트륨의 양(mol)은 0.01몰이므로 1 M 염화 나트륨 수용액 0.01 L = 10 mL가 필요합니다.

02 10 % 포도당 수용액 90 g에 포함된 포도당의 질량은 9 g이며, 이는 0.05몰이다. 1 M 포도당 수용액 10 mL에 포함

된 포도당의 양(mol)은 0.01몰이다. 따라서 혼합 용액에 포함된 용질의 양(mol)은 $0.05 + 0.01 = 0.06$ mol이 된다. 이때 용액의 밀도가 1.0 g/mL이므로 혼합 용액의 부피는 0.1 L이다. 따라서 혼합 용액의 몰 농도는 $\frac{0.06 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.6 \text{ M}$ 이 된다.

탐구POOL

058쪽

01 1.8 g 02 0.02 M

01 0.2 M 포도당 수용액 50 mL에 포함된 포도당의 양(mol)은 0.01몰이므로 질량은 1.8 g이다.

02 0.1 M 포도당 수용액 100 mL에 녹아 있는 포도당의 양(mol)은 0.01몰이고, 포도당 수용액의 부피는 0.5 L이므로 이 수용액의 몰 농도는 0.02 M이다.

꼭꼭! 개념 확인하기

059쪽

✓ 잠깐 확인!

1 용해 2 용액 3 용매 4 용질 5 농도 6 퍼센트 농도 7 몰 농도

01 (1) × (2) ○ (3) × 02 ㉠ 100, ㉡ 40, ㉢ 0.5 03 (1) ㉠ (2) ㉡, (3) ㉢ 04 ㉠ 부피 플라스크, ㉡ 0.2, ㉢ 작아

02 (나)에서는 $\frac{20/\text{㉠}}{0.2} = 1 \text{ M}$ 이므로 ㉠은 100이다. (가)에서는 $\frac{4}{\text{㉡}} \times 100 = 10 \%$ 이므로 ㉡은 40이다. (다)에서는 $\frac{45/180}{0.5} = \text{㉢} \text{ M}$ 이므로 ㉢은 0.5이다.

04 NaOH 4 g은 0.1몰이고, 수용액의 부피가 0.5 L이므로 용액의 몰 농도는 0.2 M이다. 용액의 온도를 높이면 용액의 부피가 증가하므로 몰 농도는 감소한다.

탄탄! 내신 다지기

060쪽~061쪽

01 ㉠ 02 ㉠ 18%, ㉡ 1 M 03 ㉢ 04 ㉡ 05 ㉠ 500, ㉡ $\frac{1}{d} \%$ 06 ㉤ 07 ㉡ 08 ㉢ 09 $a=1, b=2$ 10 ㉠ 11 0.5 M

01 | 선택지 분석 |

㉠ x는 96이다.

→ 용액의 질량이 100 g이고, 퍼센트 농도가 4 %이므로 용질의 질량이 4 g이다. 따라서 용매의 질량은 96 g이다.

✗ 용액의 퍼센트 농도는 (가)와 (나)가 같다.
(가)가 (나)보다 크다

→ (가)와 (나)에서 용질의 질량은 같지만, 용매의 질량이 (가)가 (나)보다 작으므로 퍼센트 농도는 (가)가 (나)보다 크다.

✗ (나)의 온도를 50 °C로 높이면 퍼센트 농도는 감소한다.
변하지 않는다
→ 퍼센트 농도는 질량을 기준으로 한 농도이므로 (나)의 온도를 50 °C로 높여도 퍼센트 농도는 변하지 않는다.

02 수용액의 퍼센트 농도는 $\frac{18 \text{ g}}{(18+82) \text{ g}} \times 100 = 18 \%$ 이고, 몰 농도는 $\frac{18 \text{ g}}{180 \text{ g/mol}} \times \frac{1}{0.1 \text{ L}} = 1 \text{ M}$ 이다.

03 | 선택지 분석 |

㉠ 용액의 퍼센트 농도는 용질의 질량과 용매의 질량을 알면 구할 수 있다.

→ 용액의 퍼센트 농도는 용액의 질량과 용질의 질량을 알면 구할 수 있고, 용액의 질량은 용질의 질량과 용매의 질량의 합과 같다.

㉡ 용액의 몰 농도는 용질의 양(mol)과 용액의 부피를 알면 구할 수 있다.

→ 용질의 양(mol)과 용액의 부피를 알면 용액의 몰 농도 $\left(\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}} \right)$ 를 구할 수 있다.

✗ 서로 다른 두 수용액의 퍼센트 농도가 같으면 몰 농도는 같다.

→ 서로 다른 두 수용액의 경우 퍼센트 농도가 같을지라도 용질의 화학식량이 다르면 용질의 양(mol)이 서로 다르므로 몰 농도는 같지 않다.

04 | 선택지 분석 |

✗ 몰 농도가 같다.
(가) > (나)이다

→ (나)의 온도가 (가)보다 높으므로 수용액의 부피가 커져 몰 농도는 (가)가 (나)보다 크다.

㉡ 퍼센트 농도가 같다.

→ (가)와 (나)는 용질과 용액의 질량비가 같으므로 퍼센트 농도는 같다.

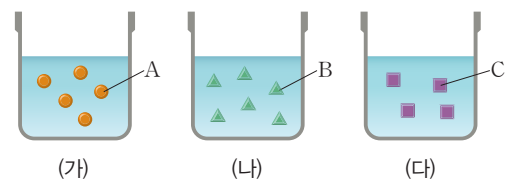
✗ 용질의 양(mol)이 같다.
(가) > (나)이다

→ 포도당의 질량이 (가)가 (나)보다 크므로 용질의 양(mol)은 (가)가 (나)보다 많다.

05 ㉠: $0.1 \text{ M} = \frac{5/100}{x/1000} \text{ M}$ 이므로 $x=500$ 이다.

㉡: 500 mL 수용액의 질량이 500d(g)이므로 퍼센트 농도는 $\frac{5}{500d} \times 100 = \frac{1}{d} \%$ 이다.

06 | 자료 분석 |



• (가)~(다)에 용해된 용질의 질량이 같다.

→ 용액의 퍼센트 농도는 (가)=(나)=(다)

• 같은 질량을 용해했을 때 용질의 입자 수가 $B > A > C$

→ 분자량의 크기는 $C > A > B$

→ 몰 농도는 (나) > (가) > (다)

| 선택지 분석 |

- ㉠ 퍼센트 농도는 (가)~(다)에서 모두 같다.
 ➔ (가)~(다)는 모두 용액의 질량과 용질의 질량이 같으므로 퍼센트 농도는 모두 같다.
- ㉡ 분자량이 가장 큰 용질은 C이다.
 ➔ 용질의 질량이 같으므로 분자량이 클수록 용질의 양(mol)이 적어진다. 따라서 용질의 모형 수가 가장 작은 C의 분자량이 가장 크다.
- ㉢ 물 농도가 가장 큰 수용액은 (나)이다.
 ➔ 수용액의 밀도가 모두 같으므로 용질의 양(mol)이 가장 많은 (나)의 물 농도가 가장 크다.

07 | 선택지 분석 |

- ✗ (가)의 몰 농도는 0.04 M이다.
 1 M
 ➔ (가)의 용액은 1 M 포도당 수용액을 묽히기 전의 용액이므로 농도는 1 M이다.
- ✗ (나)의 퍼센트 농도는 45 %이다.
 ➔ (가)에서 1 M 포도당 수용액 20 mL에는 3.6 g의 포도당이 용해되어 있고, (나)에서 포도당 5.4 g이 추가되었으므로 포도당의 질량은 9 g이다. 따라서 (나)의 퍼센트 농도는 $\frac{9}{25.4} \times 100$ 이므로 45 %가 아니다.
- ㉠ (다) 수용액의 온도를 높이면 농도는 0.1 M보다 작아진다.
 ➔ (다)에서는 용질인 포도당 9 g, 즉 0.05몰이 용해되어 있으며 용액의 부피가 500 mL이므로 용액의 몰 농도는 0.1 M이다. 이때 (다) 수용액의 온도를 높이면 용액의 부피가 증가하므로 몰 농도는 0.1 M보다 작아진다.

08 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)의 퍼센트 농도는 4 %이다.
 ➔ (가)에는 0.1몰의 NaOH이 용해되어 있으며, 이는 NaOH 4 g에 해당한다. 또한 용액의 밀도가 1.0 g/mL이므로 용액의 질량은 100 g이다. 따라서 퍼센트 농도는 $\frac{4}{100} \times 100 = 4$ %이다.
- ㉡ 용질의 질량은 (가)가 (나)의 2배이다.
 ➔ NaOH의 질량은 (가)의 경우 0.1몰인 4 g, (나)의 경우 2 g이므로 용질의 질량은 (가)가 (나)의 2배이다.
- ✗ 물의 질량은 (가)와 (나)가 같다.
 (나)가 (가)보다 크다
 ➔ (가)와 (나)의 용액의 질량이 모두 100 g인 반면, 용질의 질량은 (가)가 4 g, (나)가 2 g이므로 용매인 물의 질량은 (나)가 (가)보다 크다.

09 (가)에서 용액의 몰 농도(M)와 부피(L)의 곱은 용질의 양(mol)이므로 용질의 양(mol)은 0.025몰이다. 용질의 화학식량이 40이므로 용질의 질량인 a는 1이다. (나)에서 용액의 퍼센트 농도는 4 %이고, 용액의 질량이 50 g이므로 용질의 질량인 b는 2이다.

10 | 선택지 분석 |

- ㉠ x는 2.5이다.
 ➔ 0.1 M의 KHCO₃ 수용액 250 mL에 들어 있는 KHCO₃의 양(mol)은 0.025몰이므로 2.5 g이다. 따라서 x는 2.5이다.

✗ ㉡은 등근바닥 플라스크이다.
 부피 플라스크

➔ 특정 몰 농도의 용액을 제조할 때는 부피 플라스크를 사용한다.

✗ 증류수 250 mL에 KHCO₃ 2.5 g을 용해하면 수용액의 몰 농도는 0.1 M이다.
 보다 작다

➔ 증류수 250 mL에 KHCO₃ 2.5 g을 녹이면 수용액의 부피가 250 mL보다 커지므로 몰 농도는 0.1 M보다 작다.

11 (다)에서 물이 증발하면 삼각 플라스크에는 NaCl만 남게 되므로 수용액 속 NaCl의 질량은 $w_1 - w_2$ 이다. 따라서 수용액 속 NaCl의 질량은 5.85 g이며, 이는 NaCl 0.1몰이다. 따라서 용액의 몰 농도(M) = $\frac{0.1 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 0.5 \text{ M}$ 이다.

도전! 실력 올리기

062쪽~063쪽

01 ② 02 ⑤ 03 ① 04 ④ 05 ③ 06 ⑤

07 | 모범 답안 | (가) 수용액에서 NaOH의 양(mol)은 10^{-3} 몰이므로 용액의 몰 농도는 10^{-2} M이고, (나) 수용액에서 NaOH의 양(mol)은 10^{-5} 몰이므로 용액의 몰 농도는 10^{-4} M이다.

08 | 모범 답안 | (가)에서 0.1 M 수용액 1 L에 용해된 NaOH의 양(mol)은 $0.1(\text{M}) \times 1(\text{L}) = 0.1 \text{ mol}$ 이다. 이는 질량 4 g에 해당하므로 $x = 4$ 이다. (나)에서 0.005 M 수용액 200 mL에 포함된 NaOH의 양(mol)은 $0.005(\text{M}) \times 0.2(\text{L}) = 0.001 \text{ mol}$ 이다. 0.001몰에 해당하는 용질을 얻기 위해 필요한 (가) 수용액의 부피는 10 mL이므로 $y = 10$ 이다.

01 | 선택지 분석 |

✗ ㉠은 바커이다.
 부피 플라스크

㉡ 실험 과정을 순서대로 배열하면 (다) - (나) - (가)이다.
 ➔ 일정한 몰 농도의 수용액을 만들기 위해서는 일정량의 용질을 비커에 담긴 물에 넣고 녹여 부피 플라스크에 넣고, 비커에 남은 용액도 증류수로 씻어 부피 플라스크에 넣은 다음 표선까지 증류수를 넣어 준다.

✗ x는 58.5이다.
 5.85

➔ 0.1 M NaCl 수용액 1000 mL를 만들기 위해 필요한 NaCl은 0.1몰이므로 5.85 g에 해당한다.

02 | 선택지 분석 |

㉠ 용질의 질량은 (가)가 (나)의 10배이다.
 ➔ 퍼센트 농도가 (가)가 (나)의 10배이므로 용질의 질량도 (가)가 (나)의 10배이다.

㉡ 용액의 부피는 (나)가 (가)의 1.2배이다.
 ➔ 용액의 부피는 밀도에 반비례하고, 밀도는 (가)가 (나)의 1.2배에 해당하므로 부피는 (나)가 (가)의 1.2배이다.

- ㉔ 용액의 몰 농도는 (가)가 (나)의 12배이다.
 ➡ 용액 (가)와 (나)의 질량이 같으므로 이를 M 으로 놓고, (가) 용액에 포함된 용질의 질량을 x g이라고 하면 (가)의 퍼센트 농도는 $\frac{x}{M} \times 100 = 34\%$ 로 나타낼 수 있다. 따라서 $x = 0.34M$ (g)이다. 용질의 분자량이 34이므로 (가)에 포함된 용질의 양(mol)은 $M \times 0.01$ 몰이다. 이때 (가)의 부피는 $\frac{M}{1200}$ L이므로 (가)의 몰 농도는 $\frac{M \times 0.01}{M/1200} = 12$ M이다. (나)에 포함된 용질의 질량은 (가)의 $\frac{1}{10}$ 배이고, (나)의 부피는 $\frac{M}{1000}$ L이므로 (나)의 몰 농도는 1 M이다.

03 | 자료 분석 |

X 수용액	(가)	(나)
농도	10 %	1 M
용액의 질량(g)	100	100
X의 질량(g)	x	y

- (가)의 질량이 100 g이고, 농도가 10 %이므로 용해된 용질은 10 g이다. ➡ $x = 10$ (g)
- (나)의 질량이 100 g이고, 밀도가 1.1 g/mL이므로 (나)의 부피는 $\frac{100}{1.1} \times 10^{-3}$ (L)이다. 또한, 용질 X의 화학식량이 100이므로 (나)에 용해된 용질의 양(mol)은 $\frac{y}{100}$ 몰이다. 이때 (나)의 몰 농도가 1 M이므로 $1 \text{ M} = \frac{y/100(\text{mol})}{(100/1.1) \times 10^{-3}(\text{L})}$ 이다. ➡ $y = \frac{100}{11}$ (g)

| 선택지 분석 |

- ㉑ x 는 y 보다 크다.
 ➡ X의 질량인 x 는 10 g이고, (나)에서 용질의 양(mol)은 $\frac{1}{11}$ 몰이므로 y 는 $\frac{100}{11}$ 이다.
- ✕ 용액의 몰 농도는 (가)와 (나)가 같다.
 (가)가 (나)보다 크다
 ➡ (가)와 (나)의 용액의 질량은 같지만, 용질의 질량이 (가)가 (나)보다 크므로 몰 농도는 (가)가 (나)보다 크다.
- ✕ 수용액 속 용질의 양(mol)은 (가)와 (나)가 같다.
 (가)가 (나)보다 많다
 ➡ 용질의 질량이 (가)가 (나)보다 크므로 수용액 속 용질의 양(mol)은 (가)가 (나)보다 많다.

04 | 선택지 분석 |

- ✕ 용액의 질량은 (가)가 (나)보다 크다.
 와 같다
 ➡ 온도가 변해도 용액의 질량은 일정하므로 용액의 질량은 (가)와 (나)가 같다.
- ㉒ 용액의 몰 농도는 (나)가 (가)보다 크다.
 ➡ (가)에 비해 (나)는 온도가 감소하여 용액의 부피가 작아졌으므로 몰 농도는 커진다.
- ㉓ 용액의 퍼센트 농도는 (가)와 (나)가 같다.
 ➡ 온도가 변해도 용액의 질량과 용질의 질량이 일정하므로 퍼센트 농도는 (가)와 (나)가 같다.

05 | 선택지 분석 |

- ㉑ x 는 200이다.
 ➡ (나)에 녹아 있는 NaOH의 양(mol)은 0.5몰이므로 NaOH의 질량은 20 g이 녹아 있다. NaOH 20 g이 녹아 있는 (가)의 농도가 10 %이므로 용액의 질량(x)은 200 g이다.
- ㉒ 추가된 증류수의 질량은 $(500d - x)$ g이다.
 ➡ (가)와 (나)에서 수용액의 질량은 각각 x g과 $500d$ g이므로 추가된 증류수의 질량은 그 차이에 해당하는 $(500d - x)$ g이다.
- ✕ (나)의 퍼센트 농도는 $\frac{2}{5d} \%$ 이다.
 $\frac{4}{d} \%$
 ➡ (나)에서 용액의 질량은 $500d$ 이고, 용질의 질량은 20 g이므로 퍼센트 농도는 $\frac{20}{500d} \times 100 = \frac{4}{d} \%$ 이다.

06 | 선택지 분석 |

- ㉑ (가)의 퍼센트 농도는 20 %이다.
 ➡ (가)에서 용액의 질량은 100 g이고, 용질 X의 질량은 20 g이므로 퍼센트 농도는 20 %이다.
- ㉒ (나)의 몰 농도는 0.04 M이다.
 ➡ (가) 10 g에 녹아 있는 용질 X의 질량은 2 g이므로 (나)의 몰 농도는 $\frac{0.02 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.04$ M이다.
- ㉓ (다)에 녹아 있는 X의 양(mol)은 0.11몰이다.
 ➡ (가) 50 g에 녹아 있는 X의 양은 10 g이고, (나) 250 mL에 녹아 있는 X의 양은 1 g이므로 (다)에 녹아 있는 X의 질량은 11 g이다. 따라서 (다)에 녹아 있는 X의 양(mol)은 0.11몰이다.

07 용액의 몰 농도(M)는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용질의 부피(L)}}$ 이다.

채점 기준	배점
각 수용액 속 용질의 양(mol)을 언급하여 (가)와 (나) 수용액의 몰 농도를 옳게 서술한 경우	100 %
각 수용액 속 용질의 양(mol)을 언급하지 않고 (가)와 (나) 수용액의 몰 농도만 옳게 서술한 경우	50 %

08 용액을 혼합하거나 희석할 때 용액에 포함된 용질의 총량은 변하지 않는다는 것을 이용하여 농도를 계산할 수 있다.

채점 기준	배점
각 수용액 속 용질의 양(mol)을 언급하여 x , y 를 옳게 서술한 경우	100 %
각 수용액 속 용질의 양(mol)을 언급하지 않고 x , y 의 값만 옳게 서술한 경우	50 %

실전! 수능 도전하기

065쪽~067쪽

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

01 | 자료 분석 |

$\bullet$ $XY_4 : Y_2Z : XZ_2$ 의 밀도비는 $\frac{2}{3} : \frac{3}{4} : \frac{22}{12} = 8 : 9 : 22$
 $\Rightarrow$ 분자량 비와 같다.

| 선택지 분석 |

- $\textcircled{ㄱ}$ (나)와 (다)의 밀도비는 9 : 22이다.
 $\Rightarrow$ 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 (나)와 (다)의 밀도비는 $\frac{3}{4} : \frac{22}{12} = 9 : 22$ 이다.
- $\times$ Z의 원자량은 Y의 8배이다.
 $\Rightarrow$ 일정한 온도와 압력에서 기체의 밀도는 분자량에 비례하므로 XY_4, Y_2Z, XZ_2 의 분자량 비는 8 : 9 : 22이다. X의 원자량을 x , Y의 원자량을 y , Z의 원자량을 z 라고 하면
 $x + 4y : 2y + z : x + 2z = 8 : 9 : 22$ 이다. 이를 계산하면 X, Y, Z의 원자량 비는 12 : 1 : 16이다.
- $\textcircled{ㄷ}$ XY_4 와 Z_2 의 분자량 비는 1 : 2이다.
 $\Rightarrow$ X, Y, Z의 원자량 비는 12 : 1 : 16이므로 XY_4 와 Z_2 의 분자량 비는 16 : 32 = 1 : 2이다.

02 | 선택지 분석 |

- $\textcircled{ㄱ}$ ㉠과 ㉡은 같은 화합물이다.
 $\Rightarrow$ ㉠과 ㉡은 CO_2 로, 같은 화합물이다.
- $\textcircled{ㄴ}$ $a + b + c = 8$ 이다.
 $\Rightarrow$ 화학 반응식에서 반응 전과 후 원자의 종류와 수는 같으므로 $a = 3, b = 2, c = 3$ 이다.
- $\textcircled{ㄷ}$ 반응 후 전체 기체의 양(mol)이 증가하는 반응은 (가)이다.
 $\Rightarrow$ (가)의 경우 반응물에는 기체가 존재하지 않지만 반응 후 기체가 생성되므로 전체 기체의 양(mol)이 증가하게 된다. (나)의 경우 반응물의 기체와 생성물의 기체의 계수가 동일하므로 전체 기체의 양(mol)이 일정하게 유지된다.

03 | 자료 분석 |

$\bullet$ (가)에서 A와 B가 차지하는 부피가 같으므로 A와 B의 양(mol)이 같다.

$\bullet$ (나)에서 A와 B, C의 혼합 기체가 차지하는 부피의 비가 1 : 30이다. 이때 A와 B의 양(mol)은 같으므로 C의 양(mol)은 A, B의 2배이다. $\Rightarrow$ A, B, C의 몰비 = 1 : 1 : 2

$\bullet$ 각 물질의 분자량 비는 같은 양(mol)에 해당하는 질량을 비교해야 하므로 2 : 1 : 0.5이다. $\Rightarrow$ A, B, C의 분자량 비 = 4 : 2 : 1

| 선택지 분석 |

- $\textcircled{ㄱ}$ (가)에서 A와 B의 양(mol)은 같다.
 $\Rightarrow$ (가)에서 기체 A와 B가 차지하는 부피가 같고, 기체의 부피는 양(mol)에 비례하므로 (가)에서 A와 B의 양(mol)은 같다.
- $\times$ (나)에서 B와 C의 양(mol)은 같다.
 $\Rightarrow$ (가)와 (나)에서 A, B, C의 양(mol)은 1 : 1 : 20이다. 따라서 C의 양(mol)은 B의 20배이다.
- $\textcircled{ㄷ}$ 기체의 분자량 비는 A : B : C = 4 : 2 : 1이다.
 $\Rightarrow$ 기체 A, B, C의 분자량을 각각 M_A, M_B, M_C 라 두면
 $1 : 1 : 2 = \frac{2}{M_A} : \frac{1}{M_B} : \frac{1}{M_C}$ 이어야 한다. 따라서
 $M_A = 2M_B = 4M_C$ 이므로 분자량 비는
 $M_A : M_B : M_C = 4 : 2 : 1$ 이다.

04 | 선택지 분석 |

- $\textcircled{ㄱ}$ 원자량은 B > A이다.
 $\Rightarrow$ (가)는 실험식도 AB_2C 이고, (나)의 실험식은 CB 이다. 따라서 (가)와 (나)의 실험식량인 65와 35의 차이는 A와 B의 원자량의 합과 같다. 따라서 $A + B = 30$ 이다. 이때 (다)의 분자식이 실험식과 같다면 (다)의 분자식은 AB_2 이므로 A의 원자량은 14, B의 원자량은 16이 된다.
 반면에 화합물 (다)의 분자식이 실험식 $\times 2$ 로 A_2B_4 라면 분자량은 $2A + 4B = 46$ 이므로 $A + 2B = 23$ 이다. 이것을 $A + B = 30$ 과 함께 풀었을 때 B의 값이 음수가 되므로 옳지 않으며, 따라서 (다)의 실험식은 분자식과 같다는 것을 알 수 있다.
- $\times$ 실험식량은 (가)가 가장 크다.
 $\Rightarrow$ (가)의 실험식은 AB_2C , (나)의 실험식은 CB , (다)의 실험식은 AB_2 이므로 실험식량이 가장 큰 화합물은 (가)이다.
- $\times$ 1몰에 들어 있는 B의 원자 수는 (나) > (가)이다.
 $\Rightarrow$ (가)~(다)의 분자식에서 B의 입자 수가 모두 같으므로 각 물질 1몰에 들어 있는 B의 원자 수도 모두 같다.

05 | 선택지 분석 |

- $\textcircled{ㄱ}$ x 는 2.20이다.
 $\Rightarrow$ 실험 I에서 반응한 $CaCO_3$ 의 양(mol)이 0.01몰일 때, 생성된 기체 A의 양이 0.44 g, 즉 0.01몰인 것을 통해 반응한 $CaCO_3$ 과 생성된 기체 A의 몰비가 1 : 1임을 알 수 있다. 실험 V에서 반응한 $CaCO_3$ 의 양(mol)이 0.05몰이므로 생성된 기체 A의 양도 0.05몰이다. 따라서 x 는 2.20이다.
- $\times$ 생성된 A의 질량은 $(w_1 - w_3)$ 이다.
 $\Rightarrow$ 반응한 A의 질량은 $HCl(aq)$ 이 들어 있는 삼각 플라스크의 질량과 $CaCO_3$ 의 질량을 합한 값에서 반응 후 삼각 플라스크의 질량을 빼서 구할 수 있다.
- $\times$ 반응한 $CaCO_3$ 과 생성된 A의 몰비는 1 : 2이다.
 $\Rightarrow$ 화학 반응식의 계수비로부터 반응한 $CaCO_3$ 과 생성된 A의 몰비는 1 : 1이다.

- 06** 반응이 완결되었다는 것은 반응물 A와 B가 둘 다 모두 반응하였거나, 둘 중 한 가지의 반응물이 모두 반응하였음을 뜻한다. A의 양은 x L로 I과 II에서 같은데, I보다 II에서 B의 부피가 더 많았으므로 I에서는 B가, II에서는 A가 모두 반응했다고 가정하여 양적 관계를 계산하면

[실험 I]

	2A	+bB	→	C	+2D
반응 전	x	4		0	0
반응	$-\frac{4 \times 2}{b}$	-4		$+\frac{4}{b}$	$+\frac{8}{b}$
반응 후	$x - \frac{4 \times 2}{b}$	0		$\frac{4}{b}$	$\frac{8}{b}$

[실험 II]

	2A	+bB	→	C	+2D
반응 전	x	9		0	0
반응	-x	$-\frac{x}{2}b$		$+\frac{x}{2}$	+x
반응 후	0	$9 - \frac{x}{2}b$		$\frac{x}{2}$	x

으로, 온도와 압력이 일정한 조건에서 기체의 양(mol)은
기체의 부피에 비례하므로 I에서 $\frac{\text{전체 기체의 양(mol)}}{\text{C의 양(mol)}}$

$$= \frac{\left(x - \frac{8}{b}\right) + \frac{4}{b} + \frac{8}{b}}{\frac{4}{b}} = 4 \text{로 } xb = 12 \text{이고,}$$

$$\text{II에서 } \frac{\text{전체 기체의 양(mol)}}{\text{C의 양(mol)}} = \frac{\left(9 - \frac{x}{2}b\right) + \frac{x}{2} + x}{\frac{x}{2}} = 4 \text{로}$$

$18 - xb = x$ 이다. 따라서 $x = 6$, $b = 2$ 이므로 $\frac{x}{b} = 3$ 이다.

07 | 선택지 분석 |

㉠ X는 H_2 이다.

⇒ 마그네슘이 묶은 염산과 반응하면 수소 기체가 발생한다.

㉡ X 24 mL가 발생했을 때 반응하는 Mg의 양(mol)은 1몰이다.

0.001몰

⇒ X 24 mL는 0.001몰이므로 이때 반응하는 Mg의 양(mol)도 0.001몰이다.

㉢ Mg을 넣기 전 HCl(aq) 0.1 L에 들어 있는 H^+ 의 양(mol)은 0.006몰이다.

⇒ X가 최대 발생했을 때의 부피가 72 mL이므로 0.003몰에 해당한다. 따라서 반응하기 전 HCl(aq) 에 들어 있는 H^+ 의 양(mol)은 0.006몰이다.

08 | 선택지 분석 |

㉠ ㉡은 10이다.

⇒ X와 Y의 질량이 같으므로 (나) 수용액에는 10 g의 Y가 녹아 있고, 용액의 밀도가 1.0 g/mL이므로 퍼센트 농도는 $\frac{10 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 100 = 1\%$ 이다.

㉢ ㉣은 50이다.

⇒ 0.2 M 1 L의 (나) 수용액에 들어 있는 Y의 양(mol)은 0.2몰 이고, 이는 Y 10 g에 해당하므로 Y의 몰 질량은 $\frac{10 \text{ g}}{0.2 \text{ mol}} = 50 \text{ g/mol}$ 로, Y의 분자량은 50이다.

㉤ 온도를 40 °C로 높이면 (가)와 (나)의 퍼센트 농도는 모두 감소한다.
변하지 않는다
⇒ 온도를 40 °C로 높여도 질량을 기준으로 한 (가)와 (나)의 퍼센트 농도는 변하지 않는다.

09 | 선택지 분석 |

㉠ (가)의 수용액의 몰 농도는 0.1 M이다.

⇒ (가)에서 KHCO_3 의 양(mol)은 0.01몰이므로 몰 농도는 0.1 M이다.

㉡ $x = 10$ 이다.

5

⇒ 500 mL 부피 플라스크에 $1 \times 10^{-3} \text{ M}$ 수용액을 만들기 위해서는 KHCO_3 5×10^{-4} 몰이 필요하다. 이때, (가) 수용액은 0.1 M이므로 x 는 5 mL에 해당한다.

㉢ (나)에서 만든 수용액의 퍼센트 농도는 $\frac{1}{100d}\%$ 이다.

⇒ (나)에서 만든 수용액에 포함된 용질의 양(mol)은 5×10^{-4} 몰이다. KHCO_3 의 화학식량이 100이므로 용질의 질량은 $5 \times 10^{-2} \text{ g}$ 이다. 따라서 이 용액의 퍼센트 농도는 $\frac{5 \times 10^{-2} \text{ g}}{500 d} \times 100 = \frac{1}{100d}\%$ 이다.

10 | 자료 분석 |

피스톤		
	연소 전	연소 후
	C_mH_n 1몰 O_2 5몰	CO_2 2몰 H_2O 2x몰 O_2 x몰

반응 전후 원자의 종류와 수가 일정해야 하므로 이 반응의 화학 반응식은 $\text{C}_m\text{H}_n + \left(m + \frac{n}{4}\right)\text{O}_2 \rightarrow m\text{CO}_2 + \frac{n}{2}\text{H}_2\text{O}$ 로 나타낼 수 있다.

이 반응의 양적 관계를 살펴보면

	C_mH_n	$+\left(m + \frac{n}{4}\right)\text{O}_2$	$\rightarrow m\text{CO}_2$	$+\frac{n}{2}\text{H}_2\text{O}$
연소 전	1몰	5몰	0몰	0몰
연소	-1몰	$-\left(m + \frac{n}{4}\right)\text{몰}$	+m몰	$+\frac{n}{2}\text{몰}$
연소 후	0몰	$5 - \left(m + \frac{n}{4}\right)\text{몰}$ = x몰	m몰 = 2몰	$\frac{n}{2}\text{몰}$ = 2x몰

이다. 이로부터

$$\text{O}_2: 5 - \left(m + \frac{n}{4}\right)\text{몰} = x\text{몰}$$

$$\text{CO}_2: m\text{몰} = 2\text{몰} \rightarrow m = 2$$

$$\text{H}_2\text{O}: \frac{n}{2}\text{몰} = 2x\text{몰}$$

이므로, 이를 계산하면 $m = 2$, $n = 6$, $x = 1.5$ 이다.

| 선택지 분석 |

㉠ $m+n=8$ 이다.

→ C_mH_n 의 연소 반응에서 C_mH_n 1몰이 연소할 때 CO_2 m 몰이 생성된다. 주어진 자료에서 C_mH_n 1몰이 연소하여 생성된 CO_2 가 2몰이므로 $m=2$ 이다. C_mH_n 1몰이 연소할 때 필요한 산소의 양(mol)은 $\left(m + \frac{n}{4}\right)$ 몰이며, 반응 후 남은 산소의 양(mol)은 $5 - \left(m + \frac{n}{4}\right)$ 몰로, 이는 자료에 x 로 제시되었다. C_mH_n 1몰이 연소할 때 생성된 H_2O 의 양(mol)은 $\frac{n}{2}$ 몰이며, 이는 자료에 $2x$ 로 제시되었다. 이를 계산하면 $n=6$, $x=1.5$ 이다.

✗ $x=3$ 이다.
1.5

✗ 기체의 밀도비는 연소 전 : 연소 후 = ~~12:13~~이다.
13:12

→ 반응 전 기체의 양(mol)은 6몰이고, 반응 후 기체의 양(mol)은 6.5몰이다. 기체의 부피는 기체의 입자 수에 비례하므로, 연소 전과 연소 후 기체의 부피비는 12:13이다. 이때 반응 전 후 질량이 일정하므로 기체의 밀도는 부피에 반비례하여 기체의 밀도비는 연소 전 : 연소 후 = 13:12이다.

11 | 선택지 분석 |

㉠ $b=2a$ 이다.

→ B_2 의 양(mol)은 6몰로 일정하고, A_2 의 양(mol)이 3몰 이상 일 때부터 생성물 X의 양(mol)이 일정해지므로 이때 A_2 와 B_2 의 반응이 완결되었다는 것을 알 수 있다. 반응이 완결된 지점에서 A_2 , B_2 , X의 몰비가 3:6:6이므로 반응식에서 A_2 의 계수(a)=1, B_2 의 계수(b)=2라는 것을 알 수 있다.

✗ X의 화학식은 A_2B 이다.
 AB_2

→ 화학 반응식은 $A_2 + 2B_2 \rightarrow 2X$ 이므로 X는 AB_2 이다.

✗ 반응하고 남은 B_2 의 양(mol)은 (가)가 (나)의 3배이다.
2배

→ 반응하고 남은 B_2 의 양(mol)은 (가)는 4몰, (나)는 2몰이므로 (가)가 (나)의 2배이다.

12 | 선택지 분석 |

㉠ $a \times b = c \times d$ 이다.

→ 반응 전후 원자의 종류와 수가 같도록 화학 반응식을 완성하면 $a=3$, $b=2$, $c=6$, $d=10$ 이다. 따라서 $a \times b = c \times d$ 이다.

㉡ 0.3몰의 Ag_2S 과 반응하는 Al의 질량은 5.4 g이다.

→ 0.3몰의 Ag_2S 과 반응하는 Al의 양(mol)은 0.2몰이므로 질량은 5.4 g이다.

㉢ 0.02몰의 Al이 반응할 때 생성되는 Ag의 양(mol)은 0.06몰이다.

→ 화학 반응식의 계수비는 반응하는 물질의 몰비와 같으므로 0.02몰의 Al이 반응할 때 생성되는 Ag의 양(mol)은 0.06몰이다.

한번에 끝내는 대단원 문제

070쪽~073쪽

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

13 (1) A: C_2H_6 , B: C_2H_4 , C: C_3H_6 , D: C_4H_6

(2) | 모범 답안 | B와 C, 탄소의 원자가 전자 수는 4이므로 다른 원자와 4개의 결합을 가지게 되므로 2중 결합을 가진 화합물은 B와 C에 해당한다.

14 (1) $a=1$, $b=3$, $c=2$

(2) | 모범 답안 | 화학 반응식의 계수비는 반응하는 입자의 몰비와 같으므로 X_2 는 1몰, Y_2 는 3몰이 반응하게 되어 (나)에서 1몰의 Y_2 가 남고, 2몰의 XY_3 가 생성된다. 따라서 (가)에서는 총 5몰의 기체가 존재하고, (나)에서는 총 3몰의 기체가 존재하므로 (가)와 (나)에서 전체 기체의 몰비는 5:3이 된다.

15 (1) 80 g (2) 11.2 L

16 (1) $\frac{w_1}{M}$ (2) $(w_1 + w_2 - w_3) g$

(3) | 모범 답안 | 화학 반응식에서 계수비는 반응하는 입자의 몰비와 같다. 따라서 반응한 $CaCO_3$ 과 생성된 CO_2 의 몰비는 1:1이다. CO_2 의 분자량을 X 라 하면 생성된 CO_2 의 양(mol)은 $\frac{w_1 + w_2 - w_3}{X}$ 몰이므로 $\frac{w_1}{M} = \frac{w_1 + w_2 - w_3}{X}$ 의 식이 성립한다. 따라서 $X = \frac{w_1 + w_2 - w_3}{w_1} \times M$ 이다.

01 | 선택지 분석 |

㉠ A에는 탄소와 수소를 포함하고 있다.

→ 화석 연료는 탄소와 수소로 이루어져 있다.

㉡ B는 이산화 탄소이다.

→ 화석 연료의 연소 생성물인 B는 이산화 탄소이다.

㉢ (가)와 (나)는 주거 문제를 개선하는 데 영향을 준 화학 반응이다.

→ 화석 연료를 이용함에 따라 주거 시설의 난방이 가능해졌고 철은 건축물의 골조나 배관 등에 사용되었다.

02 | 선택지 분석 |

㉠ 화학 물질은 혼합물이다.

→ 화학 물질은 탄소와 수소로 이루어진 혼합물이다.

㉡ 끓는점 차이를 이용하여 화학 물질을 분리한다.

→ 끓는점 차이를 이용하여 끓는점이 낮은 물질부터 분별 증류탑 위에서 차례대로 얻어진다.

✗ 증류탑의 위쪽으로 갈수록 탄소 수가 많은 탄화수소가 분리되어 나온다.

→ 원유의 분별 증류탑 아래로 갈수록 탄소 수가 많은 탄화수소가 분리되어 나오고, 아래쪽으로 갈수록 분리되어 나오는 물질의 끓는점이 높다.

03 | 선택지 분석 |

㉠ 저장과 운반이 상대적으로 가장 어려운 성분은 A이다.

→ A는 끓는점이 가장 작고 밀도가 낮아 액화시키기 어렵고 저장 및 운반이 어렵다.

- ㉔ 25 °C에서 액체 상태로 존재하는 연료는 D이다.
 → 25 °C에서 A, B, C는 기체 상태로 존재하고, D는 액체 상태로 존재한다.
- ㉕ B와 C로 이루어진 연료는 가스 경보기를 바닥 쪽에 설치해야 한다.
 → B와 C는 공기보다 밀도가 크므로 노출되었을 때 바닥상태에 가라앉게 되므로 가스 경보기를 바닥 쪽에 설치하는 것이 좋다.

04 | 선택지 분석 |

- ㉖ 1몰의 질량
 → (가)~(라)는 분자식이 모두 C_6H_{12} 로서 1몰의 질량이 같다.
- ㉗ 1기압에서의 끓는점
 → (가)~(라)는 분자식은 모두 같지만 구조식이 다른 물질로 1기압에서의 끓는점이 모두 다르다.
- ㉘ 완전 연소 시 CO_2 와 H_2O 이 생성된다.
 → (가)~(라)가 완전 연소되면 CO_2 와 H_2O 이 생성된다.

05 | 선택지 분석 |

- ㉙ (가)에 의해 철제 농기구를 사용하게 되면서 식량 생산량이 증가하였다.
 → (가)는 철의 제련 과정에 대한 화학 반응식으로 철을 사용하게 되면서 식량 생산량이 증가하였다.
- ㉚ (나)에 의해 농업 생산력이 증대되면서 인류의 식량 문제를 해결하였다.
 → (나)는 암모니아 합성과 관련된 화학 반응식으로 질소 비료의 합성이 가능함에 따라 인류의 식량 문제를 해결할 수 있었다.
- ㉛ Fe 558 g을 얻기 위해 필요한 CO의 질량은 420 g이다.
 → Fe 558 g은 10몰에 해당하므로 이를 얻기 위해 필요한 CO는 15몰이다. 따라서 CO 1몰의 질량이 28이므로 15몰에 해당하는 질량은 420 g이다.

06 | 선택지 분석 |

- ㉜ 전체 원자 수는 (가)가 (나)의 $\frac{4}{3}$ 배이다.
 → (가)~(다)는 같은 온도, 같은 압력, 같은 부피 속에 같은 양(mol)의 기체가 들어 있으므로 (나)를 통해 모두 2몰씩 들어 있음을 알 수 있다. 이때 한 분자를 구성하는 원자 수는 (가)는 8개, (나)는 6개이므로 전체 원자 수는 (가)가 (나)의 $\frac{4}{3}$ 배이다.
- ㉝ 기체의 질량은 (가)가 (다)의 $\frac{15}{8}$ 배이다.
 → (가)에서 C_2H_6 2몰의 질량은 60 g이고, (다)에서 CH_4 2몰의 질량은 32 g이다.
- ㉞ (가)~(다)에 들어 있는 기체의 분자 수는 각각 6.02×10^{23} 개이다.
 → (가)~(다)에서 기체는 2몰씩 존재하므로 각 용기에 1.204×10^{24} 개의 분자가 존재한다

07 | 선택지 분석 |

- ㉟ (가)에서 반응 후 실린더 내부의 밀도는 반응 전 실린더 내부의 밀도와 같다.
 → (가)에서 반응 전과 후 기체의 양(mol)은 변화가 없으므로 기체가 차지하는 실린더 내부의 부피는 일정하다.

- ㊱ (나)에서 반응하고 남은 O_2 의 양(mol)은 0.25몰이다.
 → (나)에서 Mg 12 g은 0.5몰이며 Mg과 O_2 의 반응 몰비는 2:1이므로 반응한 O_2 의 양(mol)이 0.25몰이다. 따라서 반응 후 남은 O_2 의 양(mol)은 0.75몰이다.
- ㊲ 반응 후 실린더 내부의 부피비는 (가):(나)=4:3이다.
 → 실린더 내부의 부피비는 기체의 몰비와 같다. (가)의 경우 생성된 CO_2 1몰이 있고, (나)의 경우 반응 후 생성된 O_2 0.75몰이 있으므로 부피비는 4:3이 된다.

08 | 선택지 분석 |

- ㊳ $x > y + z$ 이다.
 → 기체의 양(mol)은 온도와 압력이 같을 때 부피에 비례하므로 $A_2B:AC_3:C_2B=2:2:30$ 이다. 따라서 분자량 비는 $x:y:z=44:17:180$ 이다. 따라서 $x > y + z$ 이다.
- ㊴ 원자량이 가장 큰 원소는 B이다.
 → 분자량 비는 $A_2B:AC_3:C_2B=44:17:180$ 이므로 각 분자를 구성하는 원자량 비는 $A:B:C=14:16:10$ 이다.
- ㊵ 원자의 양(mol)이 가장 많은 분자는 C_2B 이다.
 → 기체의 몰비가 $A_2B:AC_3:C_2B=2:2:30$ 이므로 원자의 양(mol)의 비는 6:8:90이다. 따라서 C_2B 의 원자의 양(mol)이 가장 많다.

09 | 선택지 분석 |

- ㊶ $a + b$ 는 c 보다 크다.
 → $a=2, b=8, c=100$ 이므로 $a + b$ 는 c 와 같다.
- ㊷ 반응 후 남은 O_2 의 양(mol)은 0.12몰이다.
 → 반응한 C_4H_{10} 이 0.02몰이므로 반응한 O_2 의 양(mol)은 0.13몰이다. 질량이 일정할 때 밀도는 부피에 반비례하므로 반응 후 남은 O_2 의 양(mol)은 0.12몰이다.
- ㊸ 실린더 내부의 밀도비는 반응 전:반응 후=10:9이다.
 → 반응 전과 후 기체의 몰비는 $0.27:0.30=9:10$ 이고, 기체의 부피는 양(mol)에 비례하므로 부피비는 반응 전:반응 후=9:10이다. 질량이 일정할 때 밀도는 부피에 반비례하므로 밀도비는 반응 전:반응 후=10:9이다.

10 | 선택지 분석 |

- ㊹ 퍼센트 농도는 $\frac{2x}{50+x} \%$ 이다.
 → 용액의 질량이 $(50+x)$ g이고, 용질의 질량이 x g이므로 퍼센트 농도는 $\frac{x}{(50+x)} \times 100 = \frac{100x}{(50+x)} \%$ 이다.
- ㊺ 몰 농도는 $\frac{1000xd}{M(50+x)}$ M이다.
 → 용액의 밀도가 d g/mL이므로 용액의 부피는 $\frac{(50+x)}{1000d}$ L이고, 용질의 양(mol)은 $\frac{x}{M}$ 몰이므로 몰 농도는 $\frac{1000xd}{M(50+x)}$ M이다.
- ㊻ 물 50 g을 추가하면 퍼센트 농도는 $\frac{1}{2}$ 배가 된다.
 → 물 50 g을 추가하여도 용액 전체의 질량이 2배가 되는 것이 아니므로 퍼센트 농도는 절반이 되지 않는다.

11 | 자료 분석 |

실험	반응 전		반응 후		
	X ₂ 의 부피(L)	Y ₂ 의 부피(L)	X ₂ 의 질량(g)	Y ₂ 의 질량(g)	전체 기체의 부피(L)
I	11.2	V ₁	0	0.5	16.8
II	V ₂	11.2	21	0	22.4



반응 전	0.5몰	m몰	0몰
	-0.5몰	-1몰	+0.5몰
반응 후	0몰	(m-1)몰	0.5몰
	$\Rightarrow (m-1) + 0.5 = 0.75$ ← 반응 후 전체 기체의 양(mol) $m = 1.25$ ← 반응 전 Y ₂ 양(mol)		



반응 전	n몰	0.5몰	
	-0.25몰	-0.5몰	+0.25몰
반응 후	(n-0.25)몰	0몰	0.25몰
	$\Rightarrow (n-0.25) + 0.25 = 1$ ← 반응 후 전체 기체의 양(mol) $m = 1$ ← 반응 전 X ₂ 의 양(mol)		

| 선택지 분석 |



a+b는 3이다.

→ 화학 반응 전과 후 원자의 종류와 수가 같아야 하므로 a=2, b=1이다.



V₁과 V₂는 각각 22.4L로 같다.

→ V₁은 1.25몰의 부피에 해당하므로 28 L이고, V₂는 1몰의 부피에 해당하므로 22.4 L이다.



원자량은 X가 Y의 14배이다.

→ I에서 반응 후 남은 Y₂의 질량인 0.5 g에 해당하는 Y₂의 양(mol)이 0.25몰이므로 Y₂의 분자량은 20이고, II에서 반응 후 남은 X₂의 질량인 21 g에 해당하는 X₂의 양(mol)이 0.75몰이므로 X₂의 분자량은 28이다. 따라서 X의 원자량은 14, Y의 원자량은 10이다.

12 | 선택지 분석 |



수용액에 녹아 있는 A의 질량은 (가)가 (나)의 4배이다.

→ (가)에 녹아 있는 A의 양(mol)은 $2 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 0.2 \text{ mol}$ 이다. A의 화학식량이 40이므로 (가)에 녹아 있는 A의 질량은 8g으로, (나)에 녹아 있는 A의 질량인 2g의 4배이다.



퍼센트 농도는 (가)가 (나)의 4배보다 작다.

→ 용질의 질량은 (가)가 (나)의 4배인데, 용액의 질량은 (가)가 102 g, (나)가 100 g이므로 퍼센트 농도는 (가)가 (나)의 4배보다 작다.



(가)와 (나)를 혼합한 용액의 밀도가 1.0 g/mL라면 혼합 용액의 몰 농도는 1.25 M보다 작다.

→ (가)와 (나)를 혼합한 용액의 밀도가 1.0 g/mL인 경우 혼합 용액의 부피가 202 mL이므로 몰 농도는

$$\frac{10/40 \text{ mol}}{202/1000 \text{ L}} \approx 1.24 \text{ M} \text{로 } 1.25 \text{ M보다 작다.}$$

13 (1) A : C₂H₆, B : C₂H₄, C : C₃H₆, D : C₄H₆

(2) 탄소의 원자가 전자 수는 4개이므로 다른 원자와 4개의 결합을 가지게 된다.

채점 기준	배점
탄소의 원자가 전자 수를 언급하여 2중 결합을 포함한 화합물을 옳게 고른 경우	100 %
탄소의 원자가 전자 수를 언급하고 까닭을 옳게 서술하였으나, 2중 결합을 포함한 화합물을 옳게 고르지 못한 경우	50 %
2중 결합을 포함한 화합물만을 옳게 고른 경우	40 %

14 (1) 반응 전과 후 원자의 종류와 수가 같도록 계수를 맞춘다.

(2) 화학 반응식의 계수비는 반응하는 입자의 몰비와 같다.

채점 기준	배점
각 기체의 양(mol)을 언급하여 몰비를 옳게 서술한 경우	100 %
몰비만 옳게 구한 경우	50 %

15 (1) C₃H₈ 22 g의 양(mol)은 0.5몰이므로 이를 완전 연소시키기 위해 필요한 O₂의 양(mol)은 2.5몰이다. O₂ 1몰의 질량은 32 g이므로 2.5몰의 질량은 80 g이다.

(2) 화학 반응식에서 계수비는 반응하는 입자의 몰비와 같으므로 CO₂ 1.5몰을 생성하기 위해 필요한 C₃H₈의 양(mol)은 0.5몰이다. 아보가드로 법칙에 의해 0 °C, 1 기압에서 C₃H₈의 0.5몰 부피는 11.2 L이다.

16 (1) 탄산 칼슘의 양(mol)은 질량을 화학식량으로 나눈 값에 해당한다.

(2) 탄산 칼슘의 질량과 묶은 염산이 든 비커의 질량을 합한 값에서 이산화 탄소 기체가 빠져 나간 후의 플라스크 질량을 뺀 값이 이산화 탄소의 질량에 해당한다.

(3) 화학 반응식에서 계수비는 반응하는 입자의 몰비, 입자 수비와 같으며 기체의 경우 부피비와도 같다.

채점 기준	배점
화학 반응식에서 계수비=몰비임을 언급하여 분자량을 옳게 서술한 경우	100 %
분자량만 옳게 구한 경우	40 %
화학 반응식에서 계수비=몰비임을 옳게 서술하였으나 분자량을 옳게 구하지 못한 경우	30 %



1 >>> 원자의 구조

01 ~ 원자의 구조

꼭꼭! 개념 확인하기

080쪽

✓ 잠깐 확인!

1 원자핵 2 전자 3 양성자 4 중성자 5 질량수 6 2, 2
7 동위 원소 8 평균 원자량

01 (1) 질량을 가진 입자 (2) 직진성 (3) 음전하를 가진 입자

02 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ○ (6) × (7) ○

03 양성자, 전자 04 ⑦ 6, ③ 6, ③ 10, ③ 9

05 (1) ○ (2) × (3) ○ 06 ^{35}Cl

02 톰슨은 음극선 실험으로 전자를 발견하였고, 러더퍼드는 알파(α) 입자 산란 실험으로 원자핵을 발견하였다.

04 $^{12}_6\text{C}$ 의 질량수는 12이므로 양성자수, 중성자수, 전자 수 모두 6이고, $^{19}_9\text{F}$ 의 질량수는 19이므로 중성자수는 10, 전자 수는 9이다.

06 평균 원자량이 35.453이므로 ^{37}Cl 보다 ^{35}Cl 의 질량수에 가깝다. 따라서 자연 존재 비는 ^{35}Cl 가 ^{37}Cl 보다 크다.

탄탄! 내신 다지기

081쪽~083쪽

01 ② 02 ④ 03 ④ 04 ① 05 ③ 06 (가) 음극선 실험, 전자 (나) 알파(α) 입자 산란 실험, 원자핵 07 ④ 08 ⑤
09 (가) 양성자, (나) 중성자, (다) 전자, 0, -1 10 ^2_1X , ^3_1Y , ^3_2Z
11 ③ 12 ⑤ 13 ④ 14 (가), (나) 15 80
16 (가)와 (나)의 자연계 존재 비율 17 ①

01 | 선택지 분석 |

① 전자

→ 전자는 톰슨의 음극선 실험으로 발견되었다.

② 원자핵

→ 러더퍼드의 알파(α) 입자 산란 실험 결과 원자핵의 존재가 밝혀지게 되었다.

③ 양성자

→ 러더퍼드가 수소 기체를 넣은 방전관에서 발견되는 양극선이 수소 원자핵(H^+)인 양성자의 흐름이라는 것을 밝혀냈다.

④ 중성자

→ 중성자는 채드윅이 Be에 알파(α) 입자를 통과시키는 실험으로 발견하게 되었다.

⑤ 쿼크

→ 쿼크는 원자핵의 양성자와 중성자를 이루는 입자이다.

02 | 선택지 분석 |

① 중성자는 전하를 띠지 않는다.

→ 원자핵의 구성 입자 중 중성자는 전기적으로 중성이다.

② (+)전하를 띤 입자는 양성자이다.

→ 원자핵의 구성 입자 중 (+)전하를 띤 입자는 양성자이다.

③ 음극선 실험으로 발견된 입자는 전자이다.

→ 톰슨은 음극선 실험으로 전자를 발견하였다.

④ 원자를 이루는 입자들의 질량은 거의 비슷하다.

양성자와 중성자의

→ 원자의 질량은 양성자+중성자>전자이다.

⑤ 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있다.

→ 원자핵은 원자의 중심에 위치하면서 원자 질량의 대부분을 차지하고 있으며, 양성자와 중성자로 이루어져 있다.

03 | 선택지 분석 |

① 음극선은 (-)전하를 띤 입자의 흐름이다.

→ 전압을 걸었을 때 음극선이 (+)극 쪽으로 휘는 것으로 보아 (-)전하를 띤 입자의 흐름이다.

② 음극선을 이루는 입자는 원자핵보다 질량이 크다.

→ 음극선을 이루는 입자는 전자이므로 원자핵의 질량보다 훨씬 작다.

③ 음극선은 (-)극에서 나와 (+)극 쪽으로 이동한다.

→ 음극선은 (-)극에서 튀어나오는 (-)전하를 띤 입자로 (+)극 쪽으로 이동한다.

04 | 선택지 분석 |

① 전자는 음극선 실험으로 발견되었다.

→ 음극선 실험으로 (-)전하를 띤 입자의 흐름을 알게 되었고, 이 입자를 전자라고 하였다.

② 음극선 실험으로 돌턴의 원자설이 수정되게 되었다.

→ 돌턴의 원자설은 원자는 더 이상 쪼개지지 않는 입자라고 하였지만 음극선 실험으로부터 전자가 발견되면서 돌턴의 원자설이 수정되게 되었다.

③ 알파(α) 입자 산란 실험으로 양성자가 발견되었다.→ 알파(α) 입자 산란 실험은 원자핵을 발견한 실험이다.

④ 양성자와 중성자로 이루어진 입자가 원자 부피의 대부분을 차지한다.

→ 양성자와 중성자로 이루어진 원자는 질량의 대부분을 원자핵이 차지한다.

05 | 선택지 분석 |

① 대부분의 알파(α) 입자는 통과하였다.→ 러더퍼드의 알파(α) 입자 산란 실험에서 대부분의 알파(α) 입자는 통과하여 원자의 대부분은 비어 있음을 알게 되었다.② 극소수의 알파(α) 입자가 튕겨나왔다.→ 극소수의 알파(α) 입자가 튕겨나오거나 휘는 것을 통해 원자의 중심에 부피가 아주 작고 밀도가 큰 입자가 있음을 알게 되었고, 이를 원자핵이라고 하였다.

③ 휘는 입자는 존재하지 않았다.

→ 튕겨져 나오는 알파(α) 입자를 통해 밀도가 큰 입자임을 알게 되었고, (+)전하를 띤 알파(α) 입자가 휘어지는 것을 통해 (+)전하를 띠고 있음을 알게 되었다.

06 (가)는 전자를 발견한 톰슨이 제안한 모형이고, (나)는 원자핵을 발견한 러더퍼드가 제안한 모형이다. (가)는 전자를 발견하여 제안한 모형이므로 음극선 실험을 통해 제안되었음을 알 수 있다. (나)는 원자핵이 존재하므로 알파(α) 입자 산란 실험을 통해 원자핵이 발견된 이후 제안된 모형임을 알 수 있다.

07 | 선택지 분석 |

☒ 이 실험 결과 발견된 입자는 **원자핵**이다.

→ 이 실험은 골트슈타인의 양극선 실험으로, 발견된 입자는 양성자이다.

☐ 실험에서 음극선이 빠져나온다.

→ 실험에서 연결된 금속 판에 고전압을 걸어주므로 음극선이 빠져나온다. 빠져나온 음극선이 수소 기체를 양성자(H^+)로 만들고, 이 입자들이 구멍을 빠져나와 반대쪽 형광 스크린에 빛을 나타내게 된다.

☐ 모든 원자는 이 실험 결과에서 발견된 입자를 포함하고 있다.

→ 이 실험 결과 발견된 입자는 양성자이므로 이 실험 결과에서 발견된 입자는 모든 원자에 존재한다.

08 | 선택지 분석 |

☐ A는 전자이다.

→ A를 발견하게 된 실험 장치는 음극선 실험 장치로 이 과정에서 발견된 입자는 전자이다. 따라서 A는 전자이다.

☐ 원자에 비하여 B의 크기는 매우 작다.

→ (나)에서 소수의 알파(α) 입자가 튕겨나오므로 원자에 비하여 원자핵은 매우 작다.

☐ 질량은 B가 A보다 크다.

→ 원자핵은 원자 질량의 대부분을 차지하므로 질량은 B가 A보다 크다.

09 원자에서 (+)전하를 띠는 입자는 양성자이고, 양성자와 질량이 비슷한 입자는 중성자로 전하를 띠지 않는다. 양성자보다 질량이 매우 작은 전자는 (-)전하를 띤다.

10 중성 원자는 양성자수와 전자 수가 같아야 한다. 또한, 질량수 = 양성자수 + 중성자수이다. 이로부터 X~Z의 양성자수, 중성자수, 전자 수는 다음과 같다.

중성 원자	X	Y	Z
양성자수	1	1	2
중성자수	1	2	1
전자 수	1	1	2

11 | 선택지 분석 |

☐ X와 Y는 원자 번호가 같다.

→ X와 Y는 양성자수가 1로 같으므로 원자 번호가 같다.

☐ Y와 Z는 질량수가 같다.

→ 질량수는 양성자수와 중성자수의 합이다. 따라서 질량수는 Y와 Z가 3으로 같다.

☒ Z는 4He 와 중성자수가 같다.

→ Z의 중성자수는 1이므로 원자 번호 2번인 4He 의 중성자수인 2보다 작다.

12 | 선택지 분석 |

☐ $^{11}_5B$ 의 전자수는 5이다.

→ $^{11}_5B$ 의 원자 번호는 5이므로 양성자수는 5이다. 중성 원자에서는 양성자수와 전자 수가 같으므로 $^{11}_5B$ 의 전자 수는 5이다.

☐ $^{23}_{11}Na$ 의 양성자수는 $^{11}_5B$ 의 질량수와 같다.

→ $^{23}_{11}Na$ 의 양성자수는 11이고, $^{11}_5B$ 의 질량수는 11이므로 서로 같다.

☐ 중성자수는 $^{23}_{11}Na$ 이 $^{11}_5B$ 의 2배이다.

→ 중성자수는 $^{23}_{11}Na$, $^{11}_5B$ 가 각각 12, 6이다. 따라서 중성자수는 $^{23}_{11}Na$ 이 $^{11}_5B$ 의 2배이다.

13 (가)와 (나)의 양성자수는 각각 6, 18이고, 중성자수는 6, 22이므로, 질량수는 각각 12, 40이다. 원자 표시 방법에 따라 (가)는 $^{12}_6C$, (나)는 $^{40}_{18}Ar$ 이다.

14 동위 원소는 양성자수는 같은데 중성자수가 달라서 질량수가 다른 원소이다. (가)는 질량수가 1인데 중성자수가 0이므로 양성자수가 1이고, (나)는 중성자수가 1이고 질량수가 2이므로 양성자수가 1이다. (다)는 중성자수가 2이고 질량수가 4이므로 양성자수가 2이다. 따라서 (가)와 (나)는 동위 원소이다.

15 Br_2 의 분자량의 종류가 3가지인 것으로부터 Br의 원자량은 2가지 종류가 있음을 알 수 있다. 이중 158은 원자량이 작은 2개의 원소가 결합한 것이고, 162는 원자량이 큰 2개의 원소가 결합한 것이다. 따라서 Br은 원자량이 79, 81인 동위 원소가 1:1의 존재 비율로 존재함을 알 수 있다. 따라서 Br의 평균 원자량은 80이다.

16 평균 원자량은 동위 원소의 원자량과 자연계 존재 비율로부터 구할 수 있다. 따라서 주어진 동위 원소 (가)와 (나)의 원자량에 각각의 존재 비율을 곱한 값을 모두 더한 다음 100으로 나누어 평균 원자량을 구할 수 있다.

17 | 선택지 분석 |

☐ (가)의 질량수는 35이다.

→ 질량수는 양성자수와 중성자수의 합이므로 (가)의 질량수는 $17 + 18 = 35$ 이다.

☒ X의 평균 원자량은 36보다 **크다**.

→ 질량수는 원자량과 거의 같은 값을 나타내는데 X의 질량수는 35, 37의 2종류이다. 이중 질량수 35의 존재 비율이 더 많으므로 평균 원자량은 35와 37의 중간값인 36보다 작다.

☒ 분자량이 다른 X_2 의 개수는 **4**가지이다.

→ X_2 는 X 원자 2개가 결합하여 생성되는 분자이므로 X_2 의 분자량으로 가능한 것은 질량수 35와 37의 X가 결합하여 생성되는 70, 72, 74의 3가지 종류이다.

01 ③ 02 ③ 03 ② 04 ③ 05 ③ 06 ④ 07 ④

08 | 모범 답안 | 동위 원소는 양성자수는 같지만 중성자수가 달라 질량수가 다르다. 따라서 녹는점, 끓는점, 밀도 등과 같은 물리적 성질이 달라진다. 하지만 화학적 성질을 결정하는 전자 수(=양성자수)가 같으므로 화학적 성질은 같다.

09
$$\frac{(x \times 98.9) + (y \times 1.1)}{100}$$

10 | 모범 답안 | 시료 속 H, O의 원자량과 존재 비율로부터 평균 원자량을 구하면 H, O는 각각 1.4, 16.4이다. 따라서 H₂O의 평균 분자량은 (1.4×2)+16.4=19.2이다.

01 톰슨 모형에서 러더퍼드 모형으로의 변화는 러더퍼드의 알파(α) 입자 산란 실험으로 원자핵이라는 입자가 발견되어 모형에 원자핵이 생성된 것이다.

| 선택지 분석 |

- ㉠ (+)전하를 띤다.
⇒ 원자핵은 원자의 중심에 (+)전하를 띤 입자이다.
- ㉡ 음극선 실험으로 발견되었다.
⇒ 원자핵은 러더퍼드의 알파(α) 입자 산란 실험으로부터 발견되었다.
- ㉢ 원자 질량의 대부분을 차지한다.
⇒ 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어진 원자 질량의 대부분을 차지하는 입자이다.

02 | 선택지 분석 |

알파(α) 입자 산란 실험을 통해 발견된 입자는 원자핵이다.

- ㉠ 알파(α) 입자와 같은 전하를 띤다.
⇒ 알파(α) 입자는 ${}^4_2\text{He}^{2+}$ 으로 (+)전하를 띤 입자이다. 원자핵도 알파(α) 입자와 같은 전하를 띠기 때문에 실험 결과 휘어지는 알파(α) 입자들을 발견할 수 있다. 따라서 알파(α) 입자와 원자핵은 두 입자 모두 (+)전하를 띤다.
- ㉢ 원자 질량의 대부분을 차지한다.
⇒ 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어진 입자로 부피는 매우 작지만 원자 질량의 대부분을 차지하고 있다.
- ㉡ 전자와 같은 입자 수로 원자에 존재한다.
원자의 중심에 위치하여
⇒ 원자핵이라는 입자는 원자의 중심에 존재하고, 전자는 원자 번호에 따라 다양하게 존재하므로 전자와 같은 입자 수로 존재하지는 않는다.

03 | 선택지 분석 |

- ㉡ 모든 원자는 A와 B의 개수가 같다.
⇒ 원자에서 양성자수와 중성자수는 같을 수도 있고, 다를 수도 있다.
- ㉢ A~C의 전하를 모두 합하면 0이다.
⇒ 원자핵은 양전하를 나타내고, 전자는 음전하를 나타내므로 A~C의 전하를 모두 합하면 0이다.

㉠ 모든 원자에서 A의 질량은 C보다 작다.

⇒ 원자에서 양성자와 중성자의 질량은 거의 같고, 전자의 질량은 양성자나 중성자에 비해 무시할 수 있을 정도로 작다. 따라서 모든 원자에서 A의 질량은 C보다 크다.

04 | 자료 분석 |

원자 또는 이온	X	Y	(+)전하를 띤 양이온 Z
양성자수	6	(나) 14-8=6	7
중성자수	(가) 12-6=6	8	8
전자 수	6	6	6
질량수	12	14	(다) 7+8=15

| 선택지 분석 |

- ㉠ X~Z 중 이온은 1가지이다.
⇒ X와 Y는 양성자수가 각각 6이고, 전자 수도 각각 6이므로 중성 원자이다. Z는 양성자수가 7이고, 전자 수가 6이므로 (+)의 전하를 띤 양이온이다. 따라서 X~Z 중 이온은 1가지이다.
- ㉡ (가)와 (나)의 합은 (다)보다 크다.
⇒ 질량수는 양성자수와 중성자수의 합이다. 따라서 (가)는 6, (나)는 6이므로 (가)와 (나)의 합은 (다)인 15보다 작다.
- ㉢ X와 Y의 화학적 성질은 같다.
⇒ X와 Y는 양성자수가 같고 중성자수가 다른 동위 원소이므로 화학적 성질이 같다.

05 | 자료 분석 |

원자	X	Y	Z
원소 기호	Li	C	(${}^{14}_6\text{C}$)
중성자수	$\frac{4}{3}$	1 (= $\frac{6}{6}$)	$\frac{4}{3}$ (= $\frac{8}{6}$)
양성자수			
전자 수	3	6	6

X~Z는 중성 원자이므로 양성자수와 전자 수가 같다. (가)~(다)를 표시하기 위해서 원자 번호, 질량수가 필요하므로 이를 나타내면 다음과 같다.

원자	X	Y	Z
원소 기호	Li	C	C
원자 번호	3	6	6
질량수	7	12	14

따라서 (가)는 ${}^7_3\text{Li}$, (나)는 ${}^{12}_6\text{C}$, (다)는 ${}^{14}_6\text{C}$ 이다.

06 a는 원자 번호(=전자 수=양성자수), b는 질량수(=양성자수+중성자수)이다.

중성자수 = 질량수 - 원자 번호 = b - a

07 | 선택지 분석 |

- ㉠ ①으로는 동위 원소가 적절하다.
⇒ ①에 있는 자료는 원자 번호는 같고, 질량수가 다른 동위 원소에 대한 자료이므로 ①으로는 동위 원소가 적절하다.

✗ 전자 수는 ^{13}C 가 ^{12}C 보다 크다.
와 같다

→ 원자 번호는 같고 질량수가 다른 동위 원소 관계이므로, 전자 수는 6개로 같다.

㉠ 중성자수는 ^{13}C 와 ^{14}N 가 같다.

→ ^{13}C 는 양성자수가 6, 중성자수가 7이고, ^{14}N 은 양성자수가 7, 중성자수가 7이다. 따라서 두 원소는 중성자수가 7로 같다.

08 원소의 화학적 성질은 전자 수와 관련이 높다. 동위 원소는 중성자수가 달라서 물리적 성질은 다르지만 전자 수가 같아 화학적 성질은 같다.

채점 기준	배점
중성자수와 전자 수를 토대로 물리적, 화학적 성질을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
중성자수나 전자 수 중 1가지만을 이용하여 성질을 옳게 서술한 경우	50 %

09 평균 원자량은 질량수가 아닌 원자량을 이용하여 구한다. 평균 원자량은 각 동위 원소의 원자량과 존재 비율(%)을 곱한 값을 모두 더한 다음 100으로 나누어 구하므로 $\frac{(x \times 98.9) + (y \times 1.1)}{100}$ 이다.

10 평균 원자량은 동위 원소의 원자량에 존재 비율을 곱하여 구할 수 있다. 물 분자에는 H 원자 2개와 O 원자 1개가 들어 있으므로 각 원자의 평균 원자량을 구하여 물의 평균 분자량을 구하면 된다. 시료 속 H, O의 원자량과 존재 비율로부터 평균 원자량을 구하면 H, O는 각각 1.4, 16.4이다. 따라서 H_2O 의 평균 분자량은 $(1.4 \times 2) + 16.4 = 19.2$ 이다.

채점 기준	배점
평균 분자량을 구하는 과정에 오류가 없고 정확하게 서술한 경우	100 %
과정이 표현되지 않고 평균 분자량만 나타낸 경우	50 %

02 현대의 원자 모형

꼭꼭! 개념 확인하기

092쪽

✓ 잠깐 확인!

1 전자 껍질 2 바닥상태 3 전자 구름 모형 4 s 오비탈
5 주 양자수 6 방위 양자수 7 자기 양자수

01 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ 02 주 양자수(n)가 클수록 에너지 준위가 크다. 에너지 준위가 불연속적이다. 03 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) × (6) ○ (7) × 04 (1) $n=1, l=0$ (2) $n=3, l=1$ (3) $n=3, l=0$ 05 $1s < 2s < 2p$

02 보어의 원자 모형에 따르면 수소의 선 스펙트럼으로부터 수소 원자의 에너지 준위가 불연속적임을 알 수 있고, 에너지 준위는 주 양자수가 증가할수록 커진다.

03 (3) s 오비탈은 공 모양으로 핵으로부터 거리만 같으면 방향에 관계없이 전자가 발견될 확률이 같다.

(7) 주 양자수는 오비탈의 크기를 결정하는 양자수로 $n=1, 2, 3 \dots$ 으로 나타낸다.

05 주 양자수 $n=1$ 인 오비탈에는 1s 오비탈이 존재하고, $n=2$ 인 오비탈에는 2s, 2p 오비탈이 존재한다. 오비탈의 에너지 준위는 $n+l$ 이 클수록 크다.

탄탄! 내신 다지기

093쪽~095쪽

01 ④ 02 $K < L < M < N \dots$ 03 ② 04 ④ 05 ①
06 ④ 07 양자수, 4가지 08 ② 09 ① 3, ④ 1, ⑤ 1s,
⑥ 3p 10 p 오비탈 11 ③ 12 (가) $-1, 0, +1$ (나) $+\frac{1}{2},$
 $-\frac{1}{2}$ 13 ③ 14 ② 15 ④ 16 $n=2$ 이상 17 ⑤
18 $\dots 3p < 4s < 3d \dots$ 19 (가) < (다) < (나)

01 선택지 분석

- 수소의 선 스펙트럼을 설명할 수 있다.
→ 보어의 수소 원자 모형은 수소의 선 스펙트럼을 설명하기 위해 제안된 모형이다.
- 수소 원자의 전자가 갖는 에너지는 불연속적이다.
→ 보어의 수소 원자 모형은 선 스펙트럼으로 수소 원자의 전자가 갖는 에너지가 불연속적임을 통해 제안되었다.
- 원자핵 주위의 전자는 전자 껍질을 돌고 있다.
→ 보어의 수소 원자 모형은 전자가 특정한 에너지 준위인 전자 껍질에서 원자핵 주위를 돌고 있다고 설명한다.
- 각 궤도의 중간 부분에 전자가 존재한다.
→ 각 궤도의 중간 부분에는 전자가 존재하지 않는다.
- 전자 껍질의 에너지 준위는 원자핵으로부터 멀어질수록 커진다.
→ 보어의 수소 원자 모형에서 핵에 가까울수록 에너지가 낮고, 핵에서 멀어질수록 에너지가 높다고 설명한다.

02 원자핵에 가장 가까운 순서대로 K, L, M, N...이고, 이 순서대로 에너지 준위가 높아진다.

03 원자핵에 가장 가까운 전자 껍질은 K이고, 주 양자수 $n=1$ 이다. 이곳에 전자가 있을 때 에너지가 가장 낮고 안정한 상태인 바닥상태이다.

04 전자 전이 중 에너지를 방출하는 것은 에너지 준위가 높은 전자 껍질에서 에너지 준위가 낮은 전자 껍질로 이동하는 것이다. 에너지 준위는 $M > K$ 이다.

05 보어의 원자 모형으로는 수소의 선 스펙트럼은 설명할 수 있었으나, 다전자 원자의 선 스펙트럼은 설명할 수 없었다. 또한, 전자의 위치와 속도는 확률 분포로 현대 원자 모형에서 설명하고 있다.

06 | 선택지 분석 |

- ① s 오비탈은 공 모양이다.
 ➔ s 오비탈은 방향성이 없는 공 모양을 나타낸다. 따라서 거리에 따라 전자가 발견될 확률이 같다.
- ② 전자의 존재 확률이 90 %인 공간을 나타낸다.
 ➔ 오비탈은 전자의 존재 확률이 90 %인 점들을 모아서 나타낸 공간이다.
- ③ 전자가 발견될 확률을 점으로 찍어 표현할 수 있다.
 ➔ 오비탈은 전자가 발견될 확률이 90 %인 지점들을 모아서 나타낸 현대 원자 모형이다.
- ④ s 오비탈은 방향성이 있으나 p 오비탈은 방향성이 없다.
 ➔ s 오비탈은 공 모양으로 방향성이 없고, 핵으로부터의 거리만 같으면 전자가 발견될 확률이 같다.
- ⑤ K 껍질에 존재하는 오비탈은 1s 오비탈이다.
 ➔ K 전자 껍질은 주 양자수가 1이므로 1s 오비탈이 존재한다.
- ⑥ 현대 원자 모형에서 전자를 설명하기 위해 도입된 것은 전자가 위치하는 공간의 모양이다.
 ➔ 오비탈은 전자의 위치와 속도를 한꺼번에 나타낼 수 없는 불확정성의 원리에 따라 현대 원자 모형에서 전자가 존재할 확률을 나타낸 것이다.

07 양자수는 양자의 세계에 존재하는 전자를 나타내기 위해 도입한 숫자 체계로 주 양자수(n), 방위 양자수(부 양자수)(l), 자기 양자수(m_l), 스핀 자기 양자수(m_s)의 4가지가 있다.

08 (가)는 방향성이 없는 s 오비탈이고, (나)는 x축 아령 모양을 나타내는 p_x 오비탈이다.

09 방위 양자수가 0, 1, 2가 있는 주 양자수는 3이다. 주 양자수가 2이면 방위 양자수는 0과 1을 갖는다. 주 양자수가 1이고, 방위 양자수가 0인 오비탈은 1s이다. 주 양자수가 3이고 방위 양자수가 1인 오비탈은 3p이다.

10 방위 양자수가 1이고, 자기 양자수가 -1, 0, 1로 3가지가 가능하므로 이 오비탈은 p_x, p_y, p_z 의 3가지 종류를 갖는 p 오비탈이다.

11 | 선택지 분석 |

- ㉠ 방향성이 있다
 ➔ p 오비탈은 특정한 방향에서만 전자가 발견될 수 있어서 방향성이 있다. 한편 s 오비탈은 방향에 관계없이 거리에 따라 전자가 발견될 확률이 같으므로 방향성이 없다.

✗ 주 양자수(n)와 방위 양자수(l)가 같다.
다르다

➔ $2p_z$ 오비탈의 주 양자수는 $n=2$ 이고, 방위 양자수는 1이다. 따라서 주 양자수와 방위 양자수는 다르다.

㉡ 에너지 준위가 같은 오비탈이 2개 더 있다.

➔ $2p_z$ 오비탈 외에 에너지가 같고 방향이 다른 $2p_x, 2p_y$ 오비탈이 존재한다.

12 (가)는 오비탈의 방향을 결정하는 양자수이므로 자기 양자수(m_l)이고, (나)는 전자의 운동 방향에 따라 결정되는 양자수로 스핀 자기 양자수(m_s)이다. $3p_x$ 오비탈은 주 양자수 $n=3$ 이고, 오비탈의 종류를 결정하는 방위 양자수 $l=1$ 이다. 자기 양자수(m_l)는 오비탈의 방향성을 결정하므로 -1, 0, +1이 가능하고, 스핀 자기 양자수(m_s)는 $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ 이 가능하다.

13 | 선택지 분석 |

㉠ (가)는 3s 오비탈이다.

➔ (가)는 주 양자수가 $n=3$ 이면서 방향성이 없는 오비탈이므로 3s 오비탈이다.

✗ (나)의 방위 양자수는 2이다.
1

➔ (나)는 $3p_x$ 오비탈로 방위 양자수가 1인 오비탈이다.

㉡ 에너지 준위는 (나)=(다)=(라)이다.

➔ $3p_x, 3p_y, 3p_z$ 오비탈은 방위 양자수 $l=1$ 로 같은 오비탈로 에너지 준위가 서로 같다.

14 | 선택지 분석 |

㉠ M 전자 껍질이다.

➔ s, p, d의 오비탈을 모두 갖는 전자 껍질은 M 전자 껍질이다.

㉡ 주 양자수(n)는 3이다.

➔ M 전자 껍질의 주 양자수 $n=3$ 이다.

✗ 오비탈의 총수는 18이다.
9

➔ M 전자 껍질의 오비탈은 3s 1개, 3p 3개, 3d 5개로 총 9개이다.

15 | 선택지 분석 |

① 주 양자수(n)가 같다.

는 각각 1, 2, 3이다

➔ 오비탈의 종류 앞에 붙은 숫자가 주 양자수를 나타낸다. 따라서 주 양자수는 각각 1, 2, 3이다.

② 에너지 준위가 같다.

다르다

➔ 주 양자수가 다르면 에너지 준위가 다르다. 에너지의 크기는 $3s > 2s > 1s$ 이다.

③ 방위 양자수(부 양자수)(l)가 $+\frac{1}{2}$ 이다.

0

➔ s 오비탈의 방위 양자수(l)는 0이다. 방위 양자수가 1인 오비탈은 p 오비탈이다.

㉠ 핵으로부터의 거리가 같으면 전자가 발견될 확률이 같다.

➔ s 오비탈은 방향성이 없으므로 거리가 같으면 전자가 발견될 확률이 같다.

- ⑤ 전자가 발견될 확률이 ~~100%~~^{90%}인 공간을 나타낸 것이다.
 ➔ 오비탈은 전자를 발견할 확률이 90%인 공간을 나타내는 경계면의 그림을 그려 나타낸다.

16 p 오비탈은 방위 양자수(l)가 1인 오비탈이다. 주 양자수 $n=2$ 이상이어야 방위 양자수를 1로 가질 수 있다.

17 | 선택지 분석 |

- ㉠ X의 전자 수는 1이다.
 ➔ 주 양자수가 같은 오비탈의 에너지 준위가 모두 같으므로 원자 X는 수소 원자이다. 따라서 수소 원자의 전자 수는 1이다.
- ㉡ 주 양자수(n)가 같으면 에너지 준위가 같다.
 ➔ $2s=2p$ 등의 에너지 크기로 보아 주 양자수가 같으면 에너지 준위가 같다.
- ㉢ 보어의 원자 모형에서 전자 껍질의 순서와 에너지 준위 순서가 같다.
 ➔ 보어의 원자 모형에서 전자 껍질의 순서는 주 양자수의 순서와 같으므로 에너지 준위의 순서와 같다.

18 다전자 원자 오비탈의 에너지 준위는

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d \dots$ 로 $3d$ 오비탈과 $4s$ 오비탈의 에너지 준위가 역전되어 있다. 참고로 $4d$ 오비탈과 $5s$ 오비탈도 에너지 준위가 역전되어 있다.

19 (가)는 $n=2, l=1$ 이므로 $2p$ 오비탈을 나타낸다.

(나)는 $n=3, l=2$ 이므로 $3d$ 오비탈을 나타낸다.

(다)는 $n=4, l=0$ 이므로 $4s$ 오비탈을 나타낸다.

다전자 원자 오비탈의 에너지 준위는

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p \dots$ 이다. 따라서 에너지 준위의 크기는 (가) < (다) < (나)이다.

도전! 실력 올리기

096쪽~097쪽

01 ② 02 ⑤ 03 ② 04 ④ 05 ① 06 ③

07 오비탈 08 $n=2, l=0, m_l=0, m_s=+\frac{1}{2}$ 또는 $n=2,$

$l=0, m_l=0, m_s=-\frac{1}{2}$

09 | 모범 답안 | 오비탈은 크기와 방향에 따라서 다양하게 존재하기 때문에 오비탈의 공간적 성질과 전자의 운동을 나타내기 위해서이다.

10 | 모범 답안 | $4s$ 오비탈은 $n=4, l=0$ 이고, $3d$ 오비탈은 $n=3, l=2$ 이다. 오비탈의 에너지 준위는 $n+l$ 의 값이 클수록 크므로 $3d$ 오비탈보다 $4s$ 오비탈의 에너지 준위가 낮다.

01 | 선택지 분석 |

- ㉠ 에너지를 흡수해야 한다.
 ➔ 바닥상태의 전자가 에너지를 흡수하여 다른 전자 껍질로 이동하게 된 것이다.

㉡ 바닥상태에서 들뜬상태가 된 것이다.

➔ 전자의 이동 전에 핵에서 가장 가까운 상태에 있었으므로 바닥 상태에 있던 전자가 들뜬상태가 된 것이다.

㉢ L 전자 껍질에서 M 전자 껍질로 전자가 이동하였다.

➔ 전자 껍질은 원자핵에서 가까운 상태부터 K, L, M, N ...으로 나타내므로 $K \rightarrow L$ 로의 전자 전이이다.

02 | 선택지 분석 |

㉠ (가)는 주 양자수의 변화라고 할 수 있다.

➔ 전자 껍질 L의 주 양자수 $n=2$ 이고, K는 주 양자수 $n=1$ 이다.

㉡ (가)에서 전자는 바닥상태로 전이한다.

➔ (가)에서 전이 후 전자 껍질이 K이고, 주 양자수 $n=1$ 이므로 바닥상태로의 전자 전이이다.

㉢ (나)에서 에너지 변화는 흡수이다.

➔ 전자 껍질 K의 주 양자수 $n=1$ 이고, N의 주 양자수 $n=4$ 이므로 에너지를 흡수하는 전자 전이이다.

03 | 선택지 분석 |

㉠ 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명할 수 있다.

➔ 현대 원자 모형은 보어의 원자 모형으로 설명 가능한 수소의 선 스펙트럼 외에도 다전자 원자의 선 스펙트럼을 설명하기 위해 도입된 것이다.

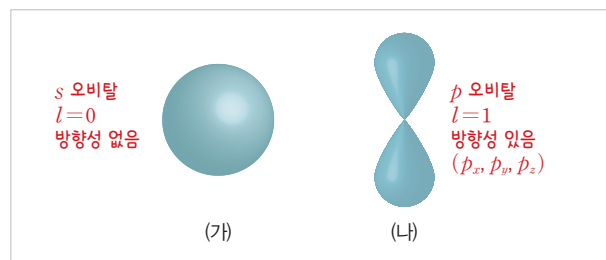
㉡ 전자가 존재할 수 있는 공간을 확률 분포로 나타낸 것이다.

➔ 전자의 위치와 속도를 동시에 알 수 없으므로 전자가 존재할 수 있는 공간을 확률 분포로 나타낸 것이다.

㉢ 전자가 발견될 확률은 표시된 공간 안에서 모두 같다.

➔ 전자가 발견될 확률은 점이 많으면 높고 점이 적으면 낮다.

04 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

㉠ (가)와 (나)는 모두 방향성이 있다.

(가)는 방향성이 없고, (나)는

➔ (가)는 방향성이 없는 s 오비탈이고, (나)는 방향성이 있는 p 오비탈이다.

㉡ 수소 원자에서 (가)와 (나) 오비탈의 주 양자수가 같으면 에너지 준위가 같다.

➔ 수소 원자에서는 전자 껍질이 같으면 에너지 준위가 같으므로 주 양자수(n)가 같으면 에너지 준위가 같다.

㉢ 방위 양자수(부 양자수)는 (나)가 (가)보다 크다.

➔ 방위 양자수(l)는 (가)가 0, (나)가 1이다.

05 | 선택지 분석 |

해설: 전자 껍질 M의 d 오비탈의 전자가 최대 가질 수 있는 자기 양자수(m_l)는 5가지 종류야.

→ 전자 껍질 M은 주 양자수(n)가 3으로 방위 양자수의 최댓값은 2이다. 따라서 자기 양자수는 $-2, -1, 0, +1, +2$ 를 가질 수 있다.

오답: 주 양자수(n)가 2인 오비탈의 종류는 총 8가지가 있어.

→ 주 양자수 $n=2$ 인 오비탈은 $2s, 2p_x, 2p_y, 2p_z$ 로 총수는 4이다

오답: 주 양자수(n)가 3이고, 방위 양자수(l)가 2인 오비탈에는 $3p_x, 3p_y, 3p_z$ 가 있어.

→ $n=3, l=1$ 인 오비탈은 $3p$ 오비탈로 $3p_x, 3p_y, 3p_z$ 가 있고, $n=3, l=2$ 인 오비탈은 $3d$ 오비탈로 5가지 종류가 있다.

06 | 선택지 분석 |

정답: (가)와 (나)의 방위 양자수(l)는 같다.

→ (가)와 (나)는 s 오비탈이므로 방위 양자수가 0으로 같다.

오답: (가)와 (라)의 주 양자수(n)는 같다.

→ (가)의 주 양자수는 $n=4$ 이고, (라)의 주 양자수는 $n=3$ 이다.

정답: (다)의 자기 양자수(m_l)는 $-1, 0, +1$ 이다.

→ (다)는 $4p$ 오비탈이므로 방위 양자수(l)가 1이므로 자기 양자수(m_l)로는 $-1, 0, +1$ 을 가질 수 있다.

07 오비탈은 원자핵 주위에서 전자가 존재할 수 있는 공간을 확률 분포로 나타낸 것이다. 또한, 오비탈은 전자를 발견할 확률이 높은 공간의 모양을 의미하기도 한다.

09 전자가 발견될 확률이 높은 점들을 모아서 나타내면 일정한 모양의 공간이 생겨나게 된다. 오비탈은 크기와 방향에 따라서 다양하게 존재하기 때문에 오비탈의 공간적 성질과 전자의 운동을 나타내기 위해서 양자수를 사용할 수 있다.

채점 기준	배점
오비탈의 종류가 다양함을 나타내고, 오비탈의 공간적 성질이나 전자의 운동을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
3가지 중 2가지만 옳게 서술한 경우	60 %
3가지 중 1가지만 옳게 서술한 경우	30 %

10 오비탈의 에너지 준위는 주 양자수(n)와 방위 양자수(l)의 합이 클수록 높다. $4s$ 오비탈은 $n=4, l=0$ 이므로 $n+l=4$ 이고, $3d$ 오비탈은 $n=3, l=2$ 이므로 $n+l=5$ 이다. 따라서 $3d$ 오비탈이 $4s$ 오비탈보다 에너지 준위가 높다.

채점 기준	배점
n 과 l 의 합을 이용하여 에너지 준위의 크기 비교를 설명하고, 이를 $3d$ 와 $4s$ 에 적용하여 옳게 서술한 경우	100 %
n 과 l 의 합을 이용하여 에너지 준위의 크기 비교만 옳게 서술한 경우	50 %

03~ 원자의 전자 배치

꼭꼭! 개념 확인하기

101쪽

✓ 잠깐 확인!

1 쌓음 원리 2 파울리 배타 원리 3 홀전자 4 훈트 규칙
5 바닥상태 6 원자가 전자 7 원자가 전자

01 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ 02 (1) ○ (2) ○ (3) ×

03 파울리 배타 원리 04 ① 홀전자, ② 최대

05 ① $1s^2 2s^2 2p^2$, ② 2 06 ① 높은, ② 원자가 전자, ③ 낮은

01 (1), (2) (가)는 오비탈의 종류, (나)는 오비탈에 들어있는 전자 수, (다)는 주 양자수, (라)는 오비탈의 방향에 해당한다.
(3) d 오비탈은 주 양자수가 3 이상인 경우부터 존재한다.

03 파울리 배타 원리에 따르면 한 오비탈에 들어있는 전자는 스핀 방향이 반대이어야 한다.

05 쌓음 원리, 훈트 규칙에 따른 전자 배치는 바닥상태 전자 배치이며, C 원자의 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 $2p$ 에 각각 1개씩 2개이다.

06 양이온은 원자가 전자를 잃고, 음이온은 전자를 얻어 18족 원소와 같은 전자 배치가 된다.

탄탄! 내신 다지기

102쪽~103쪽

01 ①, ② 02 ③ 03 쌓음 원리 04 ②, ③ 05 ② 06 ⑤
07 산소(O) 08 ③ 09 ④ 10 2배 11 ③ 12 ③
13 $1s^2 2s^2 2p^6$

01 전자 수가 3인 Li의 바닥상태 전자 배치는 쌓음 원리와 파울리 배타 원리에 따라 $1s^2 2s^1$ 이다. 따라서 전자가 배치된 오비탈은 $1s, 2s$ 오비탈이다.

02 | 선택지 분석 |

① 1개 오비탈에는 전자가 최대 2개 채워진다.

→ 파울리 배타 원리에 따르면 1개 오비탈에 배치될 수 있는 전자 수는 2개로 이 전자들은 서로 스핀 방향이 반대이다.

② p 오비탈에는 전자를 최대 6개 채울 수 있다.

→ p 오비탈에는 p_x, p_y, p_z 의 3가지 종류의 오비탈이 있으므로 각 오비탈에 전자 2개를 채울 수 있으므로 최대 6개의 전자를 채울 수 있다.

정답: 파울리 배타 원리에 어긋난 전자 배치는 들뜬상태이다.
불가능한 전자 배치

→ 파울리 배타 원리에 어긋난 전자 배치는 불가능한 전자 배치이다.

④ 1개의 오비탈에 같은 방향의 스핀을 갖는 전자가 배치될 수 없다.

→ 스핀 방향은 서로 반대이어야 한다.

⑤ 1개의 오비탈에 배치된 2개의 전자는 스핀 방향이 반대이어야 한다.

→ 파울리 배타 원리에서 한 오비탈의 전자는 스핀 방향이 반대이다.

03 쌓음 원리는 바닥상태에 있는 원자의 전자는 에너지가 작은 오비탈부터 채워야 한다. 따라서 이 전자 배치는 $2s$ 오비탈부터 채워야 하는 원리를 위배하였으므로 쌓음 원리를 위배한 것이다.

04 C의 바닥상태 전자 배치는 6개의 전자를 전자 배치 원리에 따라 배치하면 된다. $1s^2 2s^2 2p^2$ 이므로 $1s$ 와 $2s$ 오비탈에는 전자가 모두 채워지고, $2p$ 오비탈에는 훈트 규칙에 따라 2개의 오비탈에 전자가 각각 1개씩 채워진 바닥상태 전자 배치가 된다. 따라서 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$ 또는 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_z^1$ 또는 $1s^2 2s^2 2p_y^1 2p_z^1$ 이 해당한다.

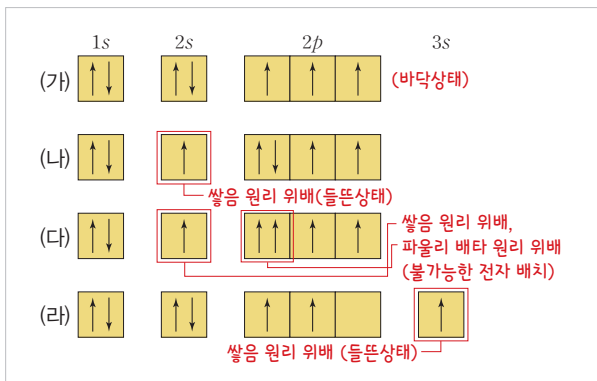
05 | 선택지 분석 |

- ☒ 원자 번호가 5번이다.
 → 오비탈에 배치된 전자의 총수가 5이므로 이는 양성자수와 같아서 원자 번호가 5번인 원자이다.
- ☒ 쌓음 원리를 만족한다.
 → 전자 배치는 바닥상태 전자 배치이므로 에너지 준위가 낮은 오비탈부터 채우는 쌓음 원리를 만족한다.
- ☒ 파울리 배타 원리를 위배한 것이다.
 안쪽
 → 파울리 배타 원리는 한 오비탈에 전자가 최대 2개씩 반대 스핀 방향으로 채워지는 것이므로 $1s$, $2s$ 오비탈에 전자가 옳게 채워진 전자 배치이다.

06 학생이 나타낸 질소 원자의 전자 배치는 $2p$ 오비탈에 홀전자가 1개로 배치된 것이므로, 같은 에너지 준위를 갖는 오비탈에 전자가 배치될 때 홀전자 수가 최대가 되도록 하는 훈트 규칙을 위배한 들뜬상태의 전자 배치이다. 학생이 나타낸 전자 배치를 바닥상태로 나타내려면 $2p$ 오비탈 3개에 전자가 각각 1개씩 채워지면 된다. 따라서 바닥상태 질소 원자의 홀전자 수는 3이다.

07 바닥상태에서 전자가 배치된 오비탈 수가 5이고, 홀전자 수가 2인 원소는 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ 의 전자 배치를 만족하면 된다. 따라서 이 원소는 전자를 8개 갖는 원소이므로 원자 번호 8번인 산소(O)이다.

08 | 자료 분석 |



(가)는 전자 배치 원리에 의해 옳게 배치된 것이므로 바닥상태이고, (다)는 쌓음 원리, 파울리 배타 원리에 위배된 전자 배치이므로 불가능한 전자 배치이다. (나)와 (라)는 쌓음 원리에 위배된 들뜬상태의 전자 배치이다.

09 | 선택지 분석 |

- ① (가)는 훈트 규칙에 위배되는 전자 배치이다.
 → $2p_x^2$ 의 전자 배치로 보아 홀전자 수가 최대로 배치되는 훈트 규칙에 위배된 전자 배치이다. 바닥상태가 되려면 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ 의 전자 배치가 되어야 한다.
- ② (나)는 바닥상태 전자 배치이다.
 → (나)는 3가지 전자 배치의 원리에 따라서 옳게 배치된 전자 배치이므로 바닥상태 전자 배치이다.
- ③ $2p$ 오비탈의 전자 사이의 반발력은 (가)가 (나)보다 크다.
 → (가)는 $2p_x$ 오비탈에 전자가 2개 채워져 있으므로 전자 사이의 반발력이 크다. 따라서 바닥상태인 (나)보다 에너지가 높은 (가)는 들뜬상태이다.
- ☒ (가)가 에너지를 방출하면 (라)의 전자 배치가 될 수 있다.
 (가) (라)
 → (가)는 들뜬상태의 전자 배치이므로 에너지를 방출하면 바닥상태인 (라)의 전자 배치가 될 수 있다.
- ⑤ (나)의 $2p$ 오비탈의 전자는 모두 홀전자이다.
 → (나)의 $2p$ 오비탈에는 전자가 각각 1개씩 들어있다.

10 ${}_8\text{O}$ 와 ${}_5\text{B}$ 의 바닥 상태 전자 배치는 각각 $1s^2 2s^2 2p^4$, $1s^2 2s^2 2p^1$ 이다. 따라서 원자가 전자 수는 ${}_8\text{O}$ 가 6이고, ${}_5\text{B}$ 가 3이므로 원자가 전자 수는 ${}_8\text{O}$ 가 ${}_5\text{B}$ 의 2배이다.

11 바닥상태 ${}_6\text{C}$, ${}_9\text{F}$, ${}_{12}\text{Mg}$ 의 전자 배치는 각각 $1s^2 2s^2 2p^2$, $1s^2 2s^2 2p^5$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 이다. 따라서 바닥상태 ${}_6\text{C}$ 원자의 p 오비탈의 전자 수는 2이고, 바닥상태 ${}_9\text{F}$ 원자의 원자가 전자 수는 7이며, 바닥상태 ${}_{12}\text{Mg}$ 원자의 s 오비탈의 전자 수는 6이다. 따라서 $x+y+z=2+7+6=15$ 이다.

12 | 선택지 분석 |

- ① A의 바닥상태 전자 배치는 ${}_{10}\text{Ne}$ 과 같다.
 A^+
 → A의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이므로 Ne보다 전자가 1개 더 많은 전자 배치이다.
- ② 원자 A의 전자 수는 12 이다.
 11
 → A^+ 은 전자를 1개 잃은 상태이고, 전자를 1개 잃은 상태의 전자 수가 10이므로 A의 전자 수는 11이고, 원자 번호는 11이다.
- ☒ A의 원자가 전자 수는 1이다.
 → A는 주 양자수가 가장 큰 $3s$ 오비탈에 전자가 1개 들어 있으므로 원자가 전자 수는 1이다.
- ④ 바닥상태 원자 A의 홀전자 수는 2 이다.
 1
 → 바닥상태 원자 A는 $3s$ 오비탈에 홀전자가 1개 있다.
- ⑤ $2s$ 오비탈의 전자의 방위 양자수(l)는 0 이다.
 0
 → $2s$ 오비탈은 주 양자수 $n=2$, 방위 양자수가 $l=0$ 이다.

- 13 A는 바닥상태 전자 배치에서 3s 오비탈에 2개, 3p 오비탈에 1개의 전자가 있으므로 원자가 전자 수가 3이다. 따라서 이온이 되면 원자가 전자 3개를 잃고 양이온이 되므로 A^{3+} 이 된다.

도전! 실력 올리기

104쪽~105쪽

01 ④ 02 ③ 03 ① 04 ⑤ 05 ① 06 ④ 07 ①

08 ㉠ 2, ㉡ 6, ㉢ 3p

09 | 모범 답안 | 학생 A가 나타난 전자 배치는 3s 오비탈에 전자가 배치되므로 쌓음 원리에 위배되는 전자 배치이다. 따라서 바닥상태 전자 배치는 2p 오비탈에 3개의 전자가 각각 들어있는 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ 의 형태로 고쳐야 한다.

10 | 모범 답안 | 바닥상태 원자에서 오비탈의 스핀 자기 양자수의 합이 0이려면, 오비탈에 전자가 모두 2개씩 채워진 상태이어야 한다. 따라서 He, Be, Ne, Mg, Ar, Ca의 6가지 종류이다.

01 | 선택지 분석 |

✗ (가)의 원자가 전자 수는 2개이다.

→ (가)의 원자가 전자 수는 가장 바깥 전자 껍질인 L 전자 껍질 ($n=2$)에 존재하는 전자 수에 해당하므로 2s 오비탈과 2p 오비탈에 있는 4개이다.

㉠ (다)의 전자 배치는 훈트 규칙에 위배된다.

→ 훈트 규칙에 따르면 에너지 준위가 같은 여러 개의 오비탈에 전자가 채워질 때, 쌍을 이루지 않은 홀전자 수가 많은 배치가 더 안정하다. 그런데 (다)의 전자 배치는 2p 오비탈의 각 오비탈에 전자가 1개씩 고르게 배치되지 않아 훈트 규칙에 위배된다.

㉡ 바닥상태의 전자 배치는 2가지이다.

→ 바닥상태의 전자 배치는 (가)와 (나)의 2가지이다.

02 | 자료 분석 |

	1s	2s	2p	
(가)	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	훈트 규칙 위배 (들뜬 상태)
(나)	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↑	파울리 배타 원리 위배 (불가능한 전자 배치)
(다)	↑↓	↑↓	↑↓ ↑ ↑ ↑	바닥상태

| 선택지 분석 |

㉠ 산소 원자의 에너지는 (가)가 (다)보다 크다.

→ (가)는 들뜬상태의 전자 배치이고, (다)는 바닥상태 전자 배치이므로 에너지는 (가)가 (다)보다 크다.

✗ (나)는 쌓음 원리에 위배되는 전자 배치이다.

→ (나)는 파울리 배타 원리에 위배되는 전자 배치이다.

㉡ (다)의 모든 전자의 방위 양자수 합은 4이다.

→ 전자들의 방위 양자수는 1s에서 0, 2s에서 0, 2p에서 +1이므로 (다)는 4개의 전자가 2p에 있으므로 합은 4이다.

- 03 바닥상태 $_{15}\text{P}$ 과 $_{8}\text{O}$ 의 전자 배치는 각각 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, $1s^2 2s^2 2p^4$ 이다.

| 선택지 분석 |

㉠ 홀전자 수

→ 홀전자 수는 $_{15}\text{P}$ 과 $_{8}\text{O}$ 가 각각 3, 2이다.

✗ 원자가 전자 수

→ 원자가 전자 수는 $_{15}\text{P}$ 과 $_{8}\text{O}$ 가 각각 5, 6이다.

✗ s 오비탈의 전자의 스핀 자기 양자수 합

→ 바닥상태 $_{15}\text{P}$ 과 $_{8}\text{O}$ 는 s 오비탈의 전자가 모두 채워져 있으므로 스핀 자기 양자수의 합은 0이다.

- 04 M의 전자 배치는 바닥상태에서 3p 오비탈에 전자가 4개 배치되어야 하므로 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ 이며, $3p^4$ 는 $3p_x^2 3p_y^1 3p_z^1$ 이다.

① 총 전자 수는 16개이므로 양성자수는 16개이고, 원자 번호는 16이다.

②, ③ 홀전자 수는 2개이며, 원자가 전자 수는 주 양자수가 3인 M 전자 껍질에 있는 6개이다.

④ 전자를 2개 얻으면 Ar의 전자 배치를 이루며 음이온이 된다.

㉠ 전자가 채워진 오비탈은 1s, 2s, $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$, 3s, $3p_x$, $3p_y$, $3p_z$ 으로 9개이다.

05 | 자료 분석 |

A~C는 원자 번호 1~10번 원소 중 하나이므로 주어진 자료에 따라 바닥상태 전자 배치를 하면 다음과 같다.

원자	전자가 들어있는 오비탈 수	홀전자 수	바닥상태 전자 배치
A	3	1	$1s^2 2s^2 2p^1$
B	5	2	$1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$
C	5	3	$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$

| 선택지 분석 |

㉠ A의 원자가 전자 수는 3이다.

→ A의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^1$ 이므로, 원자가 전자 수는 3이다.

✗ 원자 번호는 $C > B > A$ 이다

→ B의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$ 이고, C의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^3$ 이므로 원자 번호는 $B > C > A$ 이다.

✗ B는 p 오비탈의 모든 전자의 스핀 자기 양자수가 같다.

→ B는 2p 오비탈의 전자가 4개로 쌍을 이룬 전자가 있어서 스핀 자기 양자수가 다르다.

06 | 선택지 분석 |

✗ 원자 번호는 $A > B > C > D$ 이다.

$B > A > C > D$

→ 이온의 전하로 보아 원자가 전자의 전자 배치는 A~D가 각각 $3s^1$, $3s^2$, $2s^2 2p^5$, $2s^2 2p^4$ 임을 알 수 있다. 따라서 원자 번호는 $B > A > C > D$ 이다.

- ㉠ 바닥상태 전자 배치에서 A와 C는 홀전자 수가 같다.
 ➔ 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 A와 C가 모두 1이다.
- ㉡ 원자가 전자 수는 D가 B의 3배이다.
 ➔ 원자가 전자 수는 D가 6, B가 2이다.

07 | 선택지 분석 |

- ✗ 원자가 전자의 주 양자수(n)는 B가 A보다 크다.
 ➔ 원자가 전자의 주 양자수는 A와 B가 모두 $n=3$ 이다.
- ㉠ B의 홀전자의 방위 양자수(l)는 모두 같다.
 ➔ B에는 홀전자가 2개 존재하는데 모두 $3p$ 오비탈에 존재하므로 방위 양자수는 $l=1$ 로 같다.
- ✗ 안정한 이온의 전자 배치는 A와 B가 같다.
 ➔ 안정한 이온의 전자 배치는 18족 원소와 같은 전자 배치를 하게 되므로 A는 전자를 1개 잃고 양이온이 되어 $1s^2 2s^2 2p^6$, B는 2개의 전자를 얻어 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ 이다.

08 바닥상태 $_{16}S$ 의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ 이다. 따라서 바닥상태 $_{16}S$ 의 홀전자 수는 2이고, 원자가 전자 수는 6이다. 이온이 되면 18족 원소와 같은 전자 배치를 해야 하므로 2개의 전자를 얻어 $3p$ 오비탈에 전자가 2개 채워지게 된다.

09 바닥상태 전자 배치는 쌍을 원리에 따라 $2p$ 오비탈에 3개의 전자가 각각 들어 있는 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ 의 형태로 고쳐야 한다.

채점 기준	배점
쌍을 원리의 위배됨을 나타내고 옳게 고친 경우	100 %
위배된 원리 또는 고친 것 중 1가지만 옳게 서술한 경우	50 %

10 바닥상태 원자에서 오비탈의 스핀 자기 양자수의 합이 0이려면, 오비탈에 전자가 모두 2개씩 채워진 상태이어야 한다.

He $1s^2$

Be $1s^2 2s^2$

Ne $1s^2 2s^2 2p^6$

Mg $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

Ar $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Ca $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

따라서 He, Be, Ne, Mg, Ar, Ca의 6가지 종류이다.

채점 기준	배점
6가지임을 구하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
조건에 맞는 원자의 종류나 그 까닭 중 1가지만 옳게 서술한 경우	50 %

실전! 수능 도전하기

107쪽~110쪽

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

01 | 선택지 분석 |

- ㉠ (−)전하를 띤다.
 ➔ (−)극에서 입자의 흐름이 생겨나고, 전압을 걸었을 때 (+)극 쪽으로 휘므로 (−)전하를 띤다.
- ✗ 원자의 중심에 위치한다.
 원자핵 주위
 ➔ 전자는 원자핵 주위에서 발견된다. 원자의 중심에 위치하는 것은 원자핵이다.
- ㉡ 중성 원자에서 (+)전하를 띤 입자와 같은 개수로 존재한다.
 ➔ 중성 원자에서 (+)전하를 띤 입자는 양성자이다. (−)전하를 띤 전자는 양성자와 같은 수로 존재하여 원자는 전기적으로 중성을 띤다.

02 | 자료 분석 |



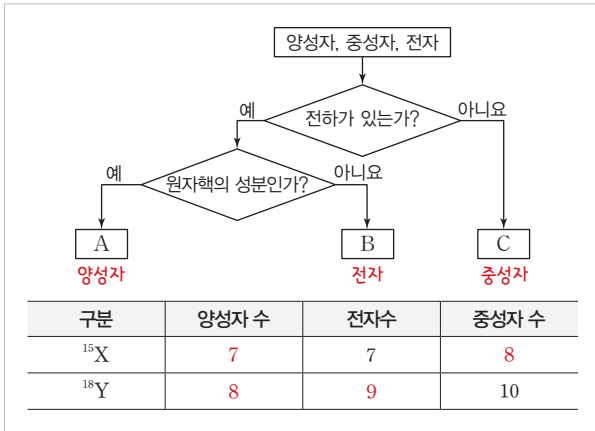
| 선택지 분석 |

- ㉠ (가)의 원자 모형은 음극선 실험으로 제안되었다.
 ➔ (가)는 통선의 원자 모형으로, 음극선 실험으로 발견된 전자를 포함하는 모형이다.
- ㉡ (나)와 (다)의 모형에서는 원자핵이 존재한다.
 ➔ (나)와 (다)에는 원자의 중심에 (+)전하를 띤 원자핵이 존재한다.
- ㉢ (가)~(다) 중 수소 선 스펙트럼을 설명할 수 있는 모형은 (다)이다.
 ➔ 보어의 원자 모형은 전자 껍질로 원자 모형을 설명하는데, 이는 수소 선 스펙트럼을 설명하기 위해 제안된 모형이다.

03 | 선택지 분석 |

- ㉠ (+)전하를 띤다.
 ➔ 러더퍼드의 알파(α) 입자 산란 실험으로 발견된 입자는 원자핵이다. 원자핵에는 양성자가 있어서 (+)전하를 띤다.
- ✗ 원자 번호를 결정하는 입자이다.
 ➔ 원자 번호를 결정하는 입자는 양성자이므로 양성자와 중성자가 함께 존재하는 원자핵이 원자 번호를 결정하는 입자는 아니다.
- ✗ 원자 부피의 대부분을 차지한다.
 질량
 ➔ 원자핵은 원자를 구성하는 입자 중 가장 질량이 큰 양성자와 중성자로 이루어져 있으므로 원자 질량의 대부분을 차지한다. 부피는 매우 작아서 원자핵은 밀도가 매우 크다.

04 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ A는 양성자이다.
 → A는 원자핵의 성분이며 전하가 있으므로 양성자이다.
- ㉡ X의 원자 번호는 8이다.
 → X는 중성 원자이므로 전자 수인 B와 양성자수인 A가 같다. 따라서 양성자수는 7이 되어 원자 번호는 7이다.
- ㉢ $a+d=b+c$ 이다.
 → X의 질량수는 15이고, 전자인 B의 수가 7이므로 양성자 A의 수인 $a=7$ 이고, 중성자 C의 수 $b=8$ 이다. ^{18}Y 은 중성자인 C의 수가 10이므로 양성자 A의 수인 $c=8$ 이고, 전자 수 $d=9$ 이다.

05 | 선택지 분석 |

- ㉠ X와 Y는 동위 원소이다.
 → X와 Y는 양성자인 $\bullet$ 의 수가 1개로 같고, 중성자인 $\circ$ 의 수가 다르므로 동위 원소이다.
- ㉡ Y를 원자 표시 방법으로 나타내면 ^3_1Y 이다.
 → Y는 양성자수가 1, 중성자수가 2이므로 질량수가 3이다.
- ㉢ 질량수는 $\text{Y}=\text{Z}>\text{X}$ 이다.
 → 질량수는 원자핵을 구성하는 입자인 양성자와 중성자수의 합이므로 $\text{X}\sim\text{Z}$ 는 각각 2, 3, 3이다.

06 | 선택지 분석 |

- ㉡ (가)의 평균 원자량은 25이다.
 → (가)의 동위 원소 중 A의 질량수는 24이고 존재 비율이 79%이므로 평균 원자량은 25보다 작다.
- ㉠ D와 E의 전자 수는 같다.
 → D와 E는 동위 원소이므로 전자 수는 같다.
- ㉢ A와 D로 이루어진 화합물과 C와 E로 이루어진 화합물의 화학적 성질은 같다.
 → 화학적 성질은 원자가 전자 수에 의해 결정되므로 A와 D로 이루어진 화합물과 C와 E로 이루어진 화합물은 화학적 성질이 같다.

07 | 선택지 분석 |

- ① 원자 번호는 A가 B보다 크다.
 → 원자 번호는 양성자수와 같으므로 A는 1, B는 10이다.

② $x=\frac{1}{2}$ 이다.

→ C는 질량수가 10이므로 양성자만 1개 존재하고, 중성자가 존재하지 않는다.

③ C는 중성 원자이다.

→ C는 양성자수가 1이고, 전자 수가 0이므로 +1의 전하를 띠는 양이온이다.

㉠ D와 E는 동위 원소이다.

→ 질량수에서 중성자수를 빼면 양성자수를 알 수 있다. 따라서 D와 E는 양성자수가 6으로 서로 같은 동위 원소이다.

⑤ E를 원자 표시 방법으로 나타내면 $^{13}_{6}\text{E}$ 이다.

→ E는 양성자수가 6이고 질량수가 13이며, 전자 수가 6이므로 중성 원자이다. 따라서 원자 표시 방법으로 나타내면 $^{13}_{6}\text{E}$ 이다.

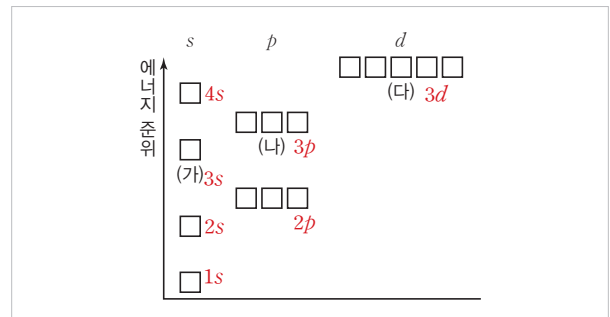
08 | 선택지 분석 |

- ㉠ Cl의 평균 원자량은 35.5이다.
 → Cl의 평균 원자량은 $(35 \times 0.75) + (37 \times 0.25) = 35.5$ 이다.
- ㉠ 동위 원소의 중성자수 차이는 Cl과 Br이 같다.
 → 동위 원소는 중성자수 차이가 질량수 차이와 같으므로 Cl과 Br의 동위 원소는 모두 질량수 차가 2이다.
- ㉡ 분자량이 다른 BrCl 분자의 수는 4가지이다.
 → BrCl 분자가 가질 수 있는 분자량은 114, 116, 118의 3가지이다.

09 | 선택지 분석 |

- ㉠ 전자가 핵에서 멀어지면 에너지 준위가 증가한다.
 → 수소 원자의 에너지 준위는 $E_n \propto -\frac{1}{n^2}$ 이므로 주 양자수가 증가하면서 핵에서 멀어지면 에너지 준위가 증가한다.
- ㉡ a는 전자 껍질 M에서 K로의 전자 전이이다.
 → $n=2$ 는 L 전자 껍질이고, $n=1$ 은 K 전자 껍질이다.
- ㉢ $a \sim c$ 중 에너지를 방출하는 것은 2가지이다.
 → 에너지를 방출하는 전자 전이는 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 일어난다. 따라서 에너지를 방출하는 전자 전이는 a, b이다.

10 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉡ (가)~(다) 오비탈의 주 양자수(n) 합은 10이다.
 → (가)~(다)의 오비탈의 주 양자수는 모두 3이므로 합은 9이다.

㉞ 방위 양자수는 (다)가 (나)보다 크다.
 → $3d$ 오비탈의 방위 양자수는 $+2$, $3p$ 오비탈의 방위 양자수는 $+1$ 이다.

✗ (나)의 오비탈은 방향성이 없다.
 → (나)의 오비탈은 $3p$ 오비탈이다. $3p$ 오비탈은 방향성이 있는 오비탈이다. 방향성이 없는 오비탈은 s 오비탈이다.

11 | 선택지 분석 |

㉞ (가)의 A에 해당하는 에너지는 수소 원자의 이온화 에너지와 같다.

→ A에 해당하는 전자 전이는 바닥상태의 전자에서 $n=\infty$ 로의 전자 전이이므로 이온화시키는 데 필요한 에너지와 같다. 따라서 이 때 필요한 에너지는 수소 원자의 이온화 에너지와 같다.

㉞ (가)의 B에서 빛이 방출된다.

→ B는 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로의 전자 전이이므로 에너지를 방출하게 된다.

㉞ (나)의 $2s$ 와 $2p_x$ 오비탈의 에너지 준위는 (가)에서 $n=2$ 의 에너지 준위와 같다.

→ 수소 원자는 주 양자수가 같으면 에너지 준위가 같다. 따라서 $2s$, $2p$ 오비탈의 에너지는 서로 같고, 이는 전자 껍질 모형에서 $n=2$ 의 주 양자수를 갖는 에너지 준위와 에너지가 같다.

12 | 선택지 분석 |

✗ 원자가 전자들의 에너지 준위는 모두 같다.
 $2p$ 오비탈

㉞ $2s$ 에 있는 전자들의 자기 양자수(m_l)는 0이다.

→ s 오비탈의 방위 양자수와 자기 양자수는 모두 0이다.

✗ $2p$ 에 있는 전자들의 스핀 자기 양자수의 합은 0이다.
 0이 아니다

→ $2p$ 에 있는 전자는 총 4개인데 이 중 3개는 스핀 자기 양자수가 같고, 1개는 부호가 다르므로 그 합은 $+1$ 또는 -1 이다.

13 | 선택지 분석 |

① (가)는 쌍음 원리를 만족한다.

→ 오비탈의 에너지 준위는 $1s < 2s < 2p$ 이고, 낮은 에너지 준위의 오비탈부터 전자가 채워졌으므로 (가)는 쌍음 원리를 만족한다.

② (나)는 들뜬상태의 전자 배치이다.

→ (나)는 $2s$ 오비탈에 전자가 쌍을 이루지 않고 $2p$ 에 전자가 배치되었으므로 쌍음 원리에 위배되어 들뜬상태의 전자 배치이다.

㉞ (다)는 훈트 규칙을 만족한다.

→ (다)는 $2p$ 오비탈에 쌍을 이룬 전자가 들어있는 오비탈에도 홀 전자가 존재해야 하므로 훈트 규칙을 위배한 들뜬상태의 전자 배치이다.

④ (라)는 파울리 배타 원리에 어긋난다.

→ (라)의 $2p$ 오비탈에 스핀 방향이 서로 같은 전자가 배치되어 있으므로 이는 파울리 배타 원리에 어긋난 것이다.

⑤ 바닥상태의 전자 배치는 1가지이다.

→ 바닥상태 전자 배치는 (가) 1가지이다.

14 | 선택지 분석 |

✗ B의 전자 배치는 훈트 규칙을 위배한 것이다.

→ B의 전자 배치는 에너지 준위가 낮은 $2s$ 오비탈에 전자를 먼저 채우지 않고, $2p$ 오비탈에 전자를 채운 것이므로 쌍음 원리를 위배한 것이다.

㉞ 바닥상태 C^- 과 D^+ 은 전자 배치가 같다.

→ C^- 은 전자를 1개 얻어 $2p$ 오비탈의 전자가 모두 채워진 것이므로 D^+ 과 전자 배치가 같다.

㉞ 바닥상태 홀전자 수는 A가 D의 3배이다.

→ D는 바닥상태에서 $3s$ 에 전자가 1개 더 배치되어야 하므로, 바닥상태 홀전자 수는 A가 3, D가 1이다.

15 | 자료 분석 |

• X에서 $2s$ 오비탈과 $2p$ 오비탈의 에너지 준위는 같다.

→ $2s$ 오비탈과 $2p$ 오비탈의 에너지 준위가 같은 원소는 수소(H)이다.

• X와 Y는 같은 주기 원소이다.

→ X가 수소이므로 같은 주기 원소인 Y는 헬륨(He)이다.

• aX , bY , cZ 각각에서 $\frac{\text{중성자수}}{\text{양성자수}}=10$ 이다.

• $a+b=c$ 이다.

→ $a=2$, $b=4$ 이므로 $c=6$ 이고, Z는 원자 번호가 3인 Li이다.

| 선택지 분석 |

✗ X는 2주기 원소이다.

→ X는 수소이므로 1주기 원소이다.

✗ Y와 Z는 같은 족 원소이다.

→ Y는 18족, Z는 1족 원소이다.

㉞ aX 와 cZ 의 중성자수의 합은 bY 의 전자 수의 2배이다.

→ 중성자수는 aX 와 cZ 각각 1, 30이므로 그 합은 40이다. bY 의 양성자수는 20이므로 전자 수는 20이다.

16 | 자료 분석 |

• 홀전자 수는 X와 Y가 같다.

→ 2주기 원소의 홀전자 수를 원자 번호 순서대로 나타내면 다음과 같다.
 1, 0, 1, 2, 3, 2, 1, 0

• 전자가 들어있는 오비탈 수 비는 X : Y = 2 : 50이다.

→ 2주기 원소의 전자가 들어있는 오비탈 수를 원자 번호 순서대로 나타내면 다음과 같다.
 2, 2, 3, 4, 5, 5, 5, 5
 따라서 X는 Li, Y는 F이다.

| 선택지 분석 |

㉞ 원자 번호는 Y가 X의 3배이다.

→ 원자 번호는 X, Y가 각각 3, 9이다.

✗ s 오비탈의 전자 수는 X와 Y가 같다.
 X가 Y보다 작다

→ 바닥상태 전자 배치는 X가 $1s^2 2s^1$ 이고, Y가 $1s^2 2s^2 2p^5$ 이므로 s 오비탈의 전자 수는 X가 Y보다 작다.

✗ Y가 안정한 이온이 될 때 방위 양자수가 $+1$ 인 오비탈 수가 증가한다.
 는 변화 없다

→ Y가 안정한 이온이 되면 Y^- 이 된다. 따라서 전자 1개가 $2p$ 오비탈에 채워지는 것이므로 방위 양자수가 $+1$ 인 $2p$ 오비탈의 수는 변화없다.



II. 원자의 세계

2 >>> 원소의 주기적 성질

01 ~ 주기율표

개념 POOL

116쪽

- 01** (1) $1s^2$, 1주기, 18족 (2) $2s^22p^6$, 2주기, 18족
(3) $2s^1$, 2주기, 1족 (4) $3s^1$, 3주기, 1족
(5) $2s^22p^5$, 2주기, 17족 (6) $3s^23p^5$, 3주기, 17족
02 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×

꼭꼭! 개념 확인하기

117쪽

✓ 잠깐 확인

1 멘델레예프 2 모즐리 3 주기 4 족 5 비금속
6 알칼리 금속 7 비활성 기체

- 01** ㉠ 세 쌍 원소 ㉡ 옥타브 ㉢ 원자량 ㉣ 원자 번호
02 주기율 **03** (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × **04** ㉠ 금속성
㉡ 비금속성 ㉢ 준금속 **05** (1) ㉡ (2) ㉠ (3) ㉢

01 되베라이너의 세 쌍 원소설, 뉴랜즈의 옥타브 법칙, 멘델레예프와 모즐리 등의 주기율표는 현대 주기율표를 완성하는 데 기여하였다.

04 전자를 잃고 양이온이 되기 쉬운 원소들을 금속 원소라고 하고, 전자를 얻어 음이온이 되기 쉬운 원소를 비금속 원소라고 한다.

탄탄! 내신 다지기

118쪽~119쪽

- 01** ③ **02** ④ **03** ③ **04** ⑤ **05** (C, H), (D, G)
06 금속 원소: B, C, D / 비금속 원소: A, F, G, H **07** ⑤
08 알칼리 금속: Li, Na, K / 할로젠 원소: F, Cl **09** ②
10 ③ **11** ㉠ 비활성 기체(또는 18족 원소), ㉡ 0 **12** ②

01 | 선택지 분석 |

- ① 빛, 열, 산소, 질소, 수소를 기체로 분류할 수 있다.
⇒ 이와 같은 분류는 라부아지에가 하였다.
② 원소들을 원자량 순서대로 배열하면 8번째마다 화학적 성질이 비슷한 원소가 나타난다.
⇒ 이는 옥타브설로 뉴랜즈가 제안한 것이다.

- ③ 화학적 성질이 비슷하면서 중간 원소의 원자량이 두 원소의 원자량의 평균값과 비슷한 세 원소가 있다.
⇒ 되베라이너의 세 쌍 원소설이다. 되베라이너의 세 쌍 원소설에 해당하는 원소로는 Ca, Sr, Ba 또는 Cl, Br, I 등이 있었다.
④ 원소들을 원자량 순서대로 나열하면 비슷한 원소가 주기적으로 나타난다.
⇒ 원자량 순서대로 나타난 것은 멘델레예프이다.
⑤ 원소들을 원자 번호 순서대로 나열하면 비슷한 원소가 주기적으로 나타난다.
⇒ 원자 번호 순서대로 나타난 것은 모즐리이다.

02 멘델레예프는 원소를 원자량 순서대로 나열한 다음, 당시 발견되지 않은 원소가 존재할 것임을 예측하기도 하였다.

03 멘델레예프가 제안한 주기율표에서는 원자량 순서대로 원소들을 나타내었으나, 일부 원소가 원자량 순서와 주기적 성질이 맞지 않았다. 이를 보완하기 위해 모즐리는 원자 번호 순서대로 원소들을 나열하였다.

04 같은 족 원소는 원자가 전자 수가 같아서 화학적 성질이 비슷하다. 같은 족에서는 원자 번호가 커짐에 따라 물리적 성질이 규칙적으로 증가한다. 예를 들어 1족 원소인 알칼리 금속들은 화학적 성질이 비슷하고 원자 번호가 증가할수록 녹는점이 낮아지는 규칙성이 나타난다.

05 | 자료 분석 |

주기\족	1	2	3~12	13	14	15	16	17	18
1	A 수소(H)							헬륨(He) B	
2	C 리튬(Li)					플루오린(F) D			
3		E 마그네슘(Mg)				F 인(P)		G 염소(Cl)	
4	H 칼륨(K)								

화학적 성질이 비슷한 원소들은 원자가 전자 수가 같아서 같은 족에 나타낼 수 있다. A는 비금속이라서 C, H와 같은 족이지만 같은 성질을 나타내지는 않는다.

06 금속 원소는 주기율표의 왼쪽 아래에 위치하고, 비금속 원소는 주기율표의 오른쪽 위에 주로 위치한다. E 부분은 준금속 원소이다.

07 | 선택지 분석 |

- ㉠ B, Si, Ge 등이 있다.
⇒ 준금속 원소이다.
㉡ 금속과 비금속의 중간적인 성질을 가진다.
⇒ 준금속 원소들은 붕소(B), 규소(Si), 저마늄(Ge), 비소(As) 등이 있는데, 이들은 금속과 비금속의 중간적인 성질을 가진다.
㉢ 반도체나 태양 전지의 주재료로 사용된다.
⇒ 반도체의 주재료로 Si, Ge 등이 사용된다.

08 알칼리 금속은 1족 원소, 할로젠 원소는 17족 원소이다. 따라서 1~20번 원소 중 알칼리 금속들은 Li, Na, K이 있고, 할로젠 원소로는 F, Cl가 있다.

09 | 선택지 분석 |

- ㉠ 18족 원소를 제외하면 원자가 전자 수는 족 번호의 일의 자릿수와 같다.
 - ⇒ 18족 원소는 원자가 전자 수가 0이고, 나머지 원소들은 족 번호의 일의 자리가 원자가 전자 수이다.
- ㉡ 같은 족 원소는 원자가 전자 수가 같아서 화학적 성질이 비슷하다.
 - ⇒ 원소의 화학적 성질은 원자가 전자 수가 결정하는데 같은 족 원소는 원자가 전자 수가 같으므로 화학적 성질이 비슷하다.
- ✕ 같은 주기 원소는 원자 번호가 커질수록 원자가 전자 수가 증가한다.
 - 증가하다가 18족 원소가 되면 0이다
 - ⇒ 같은 주기에서는 18족 원소를 제외하고 원자 번호가 커질수록 원자가 전자 수가 증가한다.

10 | 선택지 분석 |

- ㉠ B와 D는 원자가 전자 수가 1이다.
 - ⇒ B와 D는 1족 원소인 알칼리 금속이므로 원자가 전자 수가 1이다.
- ✕ A, C, E는 전자를 얻어 양이온이 되기 쉽다.
 - ⇒ A, C, E는 17족 원소로 전자 1개를 얻어 18족 원소와 같은 전자 배치를 갖는 음이온이 된다.
- ㉡ A와 B의 안정된 이온의 전자 배치는 같다.
 - ⇒ A는 2주기 17족 원소이고, B는 3주기 1족 원소이므로 안정된 이온이 되면 2주기 18족 원소와 같은 전자 배치를 하게 된다.

11 18족 원소인 비활성 기체는 가장 큰 주 양자수를 갖는 오비탈에 전자가 모두 채워진 상태이므로 원자가 전자 수가 0이다.

12 | 자료 분석 |

중성 원자	전자 배치	주기과 족
A	$1s^2 2s^2$	2주기 2족
B	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	3주기 2족
C	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	4주기 2족

| 선택지 분석 |

- ㉠ 2족 원소이다.
 - ⇒ A~C는 모두 원자가 전자 수가 2이므로 2족 원소이다.
- ㉡ 원자가 전자 수가 2이다.
 - ⇒ A~C는 모두 가장 큰 주 양자수의 전자 수가 2이므로 원자가 전자 수가 2이다.
- ✕ 산화물을 형성할 때, 원자 1몰당 결합하는 산소 원자 수가 2몰이다.
 - ⇒ A~C는 2족 원소이므로 산화물을 형성할 때 산소 원자에게 전자 2개를 주어 +2의 전하를 갖는 양이온이 된다. 따라서 산화물을 형성할 때 1:1의 몰비로 결합하게 된다.

도전! 실력 올리기

120쪽~121쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ③ 05 ① 06 ①

07 3

08 | 모범 답안 | 금속성이 가장 큰 원소는 19번 K이고, 비금속성이 가장 큰 원소는 9번 F이다. 그 까닭은 금속성은 주기율표에서 왼쪽 아래로 갈수록 증가하고, 비금속성은 18족 원소를 제외하고 오른쪽 위로 갈수록 증가하기 때문이다.

09 | 모범 답안 | A~D는 순서대로 I, Br, Cl, F이다. 그 까닭은 A~D는 모두 -1의 전하를 띠는 음이온이 되므로 금속이 양이온이 되면 서로 결합하여 화합물을 이룰 수 있는 17족 원소이기 때문이다.

01 원소들을 분류한 과학자들을 시대 순서대로 나타내면 라부아지에의 원소 분류(18세기 말) → 되베라이너의 세 쌍 원소설(19세기 초) → 뉴랜즈의 옥타브 법칙(19세기 말) → 멘델레예프의 주기율표(19세기 말) → 모즐리의 주기율표(1913년)이다.

02 | 선택지 분석 |

- ✕ 원소를 원자 번호 순서대로 나열하였다.
 - ⇒ 멘델레예프는 원소를 원자량 순서대로 나열하였다.
- ㉠ 에카알루미늄은 이후 발견된 갈륨(Ga)과 성질이 비슷하였다.
 - ⇒ 멘델레예프는 당시 발견되지 않은 원소의 성질을 예측하였는데 그 중 에카알루미늄이라 불리운 원소는 이후 발견된 갈륨과 성질이 비슷하였다.
- ㉡ 일부 원소가 원자량 순서와 주기적 성질이 맞지않았다.

03 | 선택지 분석 |

- ㉠ 금속 원소는 4가지이다.
 - ⇒ 금속 원소는 주기율표의 왼쪽 아래에 위치하므로 A, B, E, F의 4가지이다.
- ㉡ A는 2주기 1족 원소이다.
 - ⇒ A는 주기율표에서 2주기 1족에 속하는 원소인 Li이다.
- ㉢ 바닥상태에서 전자 껍질 수가 3개인 원소는 3가지이다.
 - ⇒ 바닥상태에서 전자 껍질 수가 3개인 원소는 3주기 원소인 B, C, D이다.

04 | 선택지 분석 |

- ㉠ E는 B보다 반응성이 크다.
 - ⇒ B와 E는 1족 원소인 알칼리 금속이다. 알칼리 금속은 원자 번호가 클수록 반응성이 크므로 반응성은 E > B이다.
- ✕ A는 비금속성이 가장 크다.
 - ⇒ A는 비활성 기체이므로 화학 반응을 하지 않아서 비금속성은 판단하지 않는다.
- ㉡ D와 F는 원자가 전자 수가 같다.
 - ⇒ D와 F는 17족 원소로 원자가 전자 수가 7로 같다.

05 | 자료 분석 |

중성 원자	전자 배치	원소	주기과 족
A	$1s^1$	H	1주기 1족
B	$1s^2 2s^1$	Li	2주기 1족
C	$1s^2 2s^2 2p^5$	F	2주기 17족
D	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	Cl	3주기 17족

| 선택지 분석 |

- ㄱ 원자가 전자 수는 D가 B보다 많다.
 → 원자가 전자 수는 D가 7, B가 1이다.
- ✗ A~D 중 금속 원소는 2가지이다.
 1
 → A, C, D는 비금속 원소이고, B는 금속 원소이다.
- ✗ 2주기 17족 원소는 D이다.
 C
 → 전자가 들어 있는 가장 바깥 전자 껍질의 주 양자수는 주기와 같으므로 D는 3주기 17족 원소이고, C가 2주기 17족 원소이다.

06 | 선택지 분석 |

- ✗ A, C, H는 알칼리 금속이다.
 → A는 수소이므로 비금속 원소이고, C와 H는 알칼리 금속이다.
- ㄴ D와 E는 안정한 이온의 전자 배치가 같다.
 → D와 E는 안정한 이온이 되면 각각 D^- , E^{2+} 이 되므로 전자 배치가 Ne과 같다.
- ✗ A~H 중 원자가 전자 수가 가장 큰 것은 B이다.
 D, G
 → 18족 원소인 B는 원자가 전자 수가 0이다. 원자가 전자 수가 가장 큰 것은 D, G로 7이다.

07 알칼리 금속은 1족 원소이고, 원자가 전자 수가 1개이다. 또한 이온이 되면 +1의 전하를 갖는 양이온이 되는 화학적 성질이 비슷하다.

08 금속성은 전자를 잃고 양이온이 되려는 성질이고, 비금속성은 전자를 얻어 음이온이 되려는 성질이다. 금속성은 전자를 잃기 쉬어야 하므로 원자가 전자의 수가 작고 핵으로부터 전자가 멀리 떨어져 있는 원소가 유리하다. 반대로 비금속성은 전자를 얻어야 하므로 전자 껍질이 작으면서 전자를 잘 받아들일 수 있는 원소이어야 한다. 따라서 금속성이 가장 큰 원소는 19번 K이고, 비금속성이 가장 큰 원소는 9번 F이다. 그 까닭은 금속성은 주기율표에서 왼쪽 아래로 갈수록 증가하고, 비금속성은 18족 원소를 제외하고 오른쪽 위로 갈수록 증가하기 때문이다.

채점 기준	배점
주기율표를 이용하여 금속성과 비금속성의 가장 큰 원소를 옳게 쓰고, 그 까닭도 옳게 서술한 경우	100 %
2가지 중 1가지만 옳게 서술한 경우	50 %

09 A~D는 음이온이 되면 -1의 전하를 띠므로 전자를 1개 얻어 18족 원소와 같은 전자 배치를 하는 17족 할로젠 원소이다. 할로젠 원소는 F, Cl, Br, I이 있으며, 이는 각각 2~5주기에 속한다. 따라서 A~D는 각각 I, Br, Cl, F이 된다.

채점 기준	배점
원소를 모두 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
원소만 모두 옳게 쓴 경우	50 %

02~ 원소의 주기적 성질(1)

꼭꼭! 개념 확인하기

125쪽

✓ 잠깐 확인

1 가려막기 2 유효 핵전하 3 원자 반지름 4 유효 핵전하, 감소 5 전자 껍질 수, 증가 6 등전자 이온 7 양이온

01 (1) ○ (2) × (3) × (4) × (5) ○ 02 ㉠ 가려막기, ㉡ 유효 핵전하 03 (1) > (2) < (3) < (4) >

04 $Na > Mg > Li$ 05 C, B, A 06 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○

02 유효 핵전하는 전자가 실질적으로 원자핵의 양성자로부터 느낄 수 있는 인력이다.

03 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 감소하고, 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 증가한다.

06 (4) 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 이온 반지름은 증가하고, 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 이온 반지름은 감소한다.

탄탄! 내신 다지기

126쪽~127쪽

01 ㉠ 02 ㉠ 03 (가) 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하 (나) 원자 반지름 04 ㉠ 05 A: F, B: Cl, C: Na, D: K

06 ㉠ 07 ㉠ 08 ㉠

09 $O^{2-} > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$ 10 ㉠ 11 ㉠ 증가, ㉡ 전자 껍질 12 ㉡

01 | 선택지 분석 |

㉠ 수소 원자의 전자는 가려막기 효과로 유효 핵전하가 1보다 작다.

→ 수소 원자는 전자가 1개이고 양성자가 1개이므로 가려막기 효과가 존재하지 않고, 핵전하가 그대로 전자를 끌어당기는 인력으로 작용한다.

② 가려막기 효과는 안쪽 전자 껍질에 있는 전자에게서만 나타난다.

➡ 가려막기 효과는 같은 전자 껍질에 있는 전자에게서도 나타난다.

③ 유효 핵전하는 전자 껍질이 서로 다른 전자에게 서로 **같은 크기로** 나타난다.

➡ 유효 핵전하는 안쪽 전자 껍질의 전자가 바깥쪽 전자 껍질의 전자보다 가려막기 효과가 작아서 더 크게 나타나게 된다.

④ 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 증가한다.

➡ 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 원자핵의 양성자수가 증가하므로 유효 핵전하가 증가한다.

⑤ 같은 **족**에서 원자 번호가 커질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 **감소**한다.

➡ 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 증가하지만, 핵전하의 증가가 더 큰 영향을 주므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 증가한다.

02 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 원자핵의 양성자 수 증가가 가려막기 효과보다 더 크게 기여하게 되어 유효 핵전하가 증가한다.

03 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 증가하고, 유효 핵전하가 증가하므로 원자가 전자가 더 강한 인력으로 핵 쪽으로 끌어당겨지므로 원자 반지름은 작아진다.

04 | 선택지 분석 |

X 1족~18족 원소들이 주기성을 나타낸다.

➡ 18족 원소는 원자 반지름을 측정하는 방법이 다르므로, 주로 1~17족 원소만으로 원자 반지름의 주기성을 판단한다.

㉠ 같은 종류의 두 원자가 결합한 상태에서 두 원자핵 사이의 거리의 반이다.

➡ 같은 종류의 두 원자가 결합했을 때 그 두 원자의 원자핵 사이의 거리를 측정하고, 그 거리의 절반을 원자 반지름으로 정의한다.

㉡ 같은 족 원소들은 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 증가한다.

➡ 같은 족에서는 원자 번호가 커짐에 따라 전자 껍질 수가 증가하므로 원자 반지름이 커진다.

05 원자 반지름은 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 증가하여 원자 반지름이 작아지고, 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 증가하여 원자 반지름이 커진다. 따라서 2주기 원소인 F의 원자 반지름이 가장 작고, 3주기 원소 중에서 원자 반지름은 $\text{Na} > \text{Cl}$ 이며, 4주기 K의 원자 반지름이 가장 크다.

06 | 선택지 분석 |

㉢ 원자 반지름은 ${}_{11}\text{Na} > {}_{17}\text{Cl}$ 이다.

➡ Na와 Cl는 3주기 원소이다. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 감소한다.

㉠ 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 증가한다.

➡ 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 증가하여 원자 반지름이 커진다.

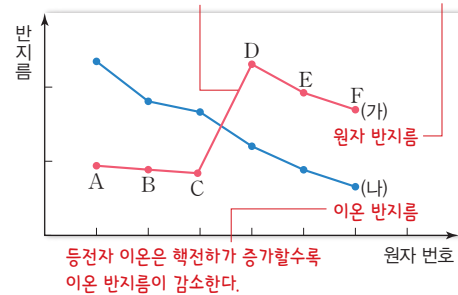
㉡ 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 감소한다.

➡ 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 증가하여 원자 반지름이 작아진다.

07 원자 반지름은 3주기 1족 원소인 Na이 2주기 17족 원소인 F보다 크고, 두 원자가 이온이 되면 같은 전자 수를 갖게 되므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 작은 F^- 이 Na^+ 보다 이온 반지름이 크다.

08 | 자료 분석 |

주기가 바뀌면 전자 껍질 수가 증가하여 원자 반지름이 갑자기 커진다. 따라서 A~C는 2주기, D~F는 3주기 원소이다.



A는 질소(N), B는 산소(O), C는 플루오린(F), D는 나트륨(Na), E는 마그네슘(Mg), F는 알루미늄(Al)이다.

| 선택지 분석 |

㉢ (나)는 이온 반지름이다.

➡ 원자 번호가 연속인 원소들이 원자 번호가 커지면서 감소하는 것은 등전자 이온의 이온 반지름이다. 따라서 (나)는 2주기 음이온들과 3주기 양이온들의 이온 반지름을 나타낸 것이다.

X 이온 반지름은 D가 C보다 크다.

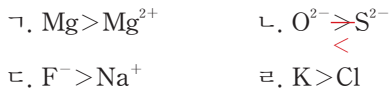
➡ D는 양이온이 되는 원소로 이온 반지름이 원자 반지름보다 작고, C는 음이온이 되는 원소로 이온 반지름이 원자 반지름보다 크다. 따라서 이온 반지름은 C가 D보다 크다.

X 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 A가 C보다 크다.

➡ A와 C는 같은 주기 원소이고, 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가하므로 C가 A보다 크다.

09 주어진 원소들은 이온이 되면 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다. 따라서 이온식은 O^{2-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} 이다. 등전자 이온은 원자 번호가 커질수록 핵전하가 증가하게 되므로 이온 반지름의 크기는 작아진다.

10 원자 반지름은 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 증가하여 원자 반지름이 작아지고, 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 증가하여 원자 반지름이 커진다.



11 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 증가하여 이온 반지름이 증가한다.

12 | 선택지 분석 |

- ㉠ A는 F이다.
 ➔ 이온 반지름이 원자 반지름보다 크므로 A와 C는 음이온이다. 원자 반지름은 $Cl > F$ 이므로 A는 F이다.
- ㉡ 원자 번호는 $C > B$ 이다.
 ➔ B는 ${}_4Be$, C는 ${}_{17}Cl$ 이므로 원자 번호는 $C > B$ 이다.
- ㉢ D와 A는 18족 원소와 같은 전자 배치를 갖는 안정한 이온의 전자 수가 같다.
 ➔ D는 Li, A는 F이며, D와 A의 이온은 등전자 이온이 아니다.

도전! 실력 올리기

128쪽~129쪽

01 ④ 02 ⑤ 03 ③ 04 ④ 05 ③ 06 ④

07 | 모범 답안 | $A > B > C$, 3주기 금속 원소는 Na, Mg, Al이다. 이 원소들은 안정한 이온이 되었을 때 전자 수가 같으므로 원자 번호가 커질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 증가하게 되어 이온 반지름이 작아진다. 따라서 원자 번호는 $A > B > C$ 이므로 유효 핵전하도 이에 따라 $A > B > C$ 이다.

08 | 모범 답안 | $C > B > A$, 같은 주기의 원소들은 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 감소한다. 따라서 원자 번호가 $A > B > C$ 이므로 원자 반지름은 $C > B > A$ 이다.

09 (1) 등전자 이온

(2) | 모범 답안 | 제시된 이온들은 전자 수가 같은 등전자 이온이므로 유효 핵전하(원자핵의 전하량)가 클수록 이온 반지름의 크기가 작아진다.

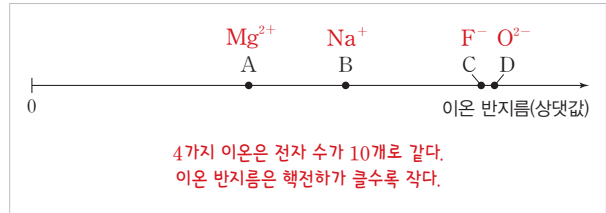
01 | 선택지 분석 |

- ㉠ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $A > B > C$ 이다.
 $C > B > A$
 ➔ A는 2주기 1족, B는 2주기 13족, C는 2주기 17족 원소이다. 따라서 원자 번호는 $C > B > A$ 이고, 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가하므로 $C > B > A$ 이다.
- ㉡ 원자 반지름은 $A > B > C$ 이다.
 ➔ 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 감소하므로 원자 반지름은 $A > B > C$ 이다.

㉢ 이온 반지름은 $C > A$ 이다.

➔ A는 이온이 되면 원자가 전자 1개를 잃고, $1s^2$ 의 전자 배치를 갖게 되고, C는 이온이 되면 전자 1개를 얻어 $1s^2 2s^2 2p^6$ 의 전자 배치를 갖게 되므로 이온 반지름은 $C > A$ 이다.

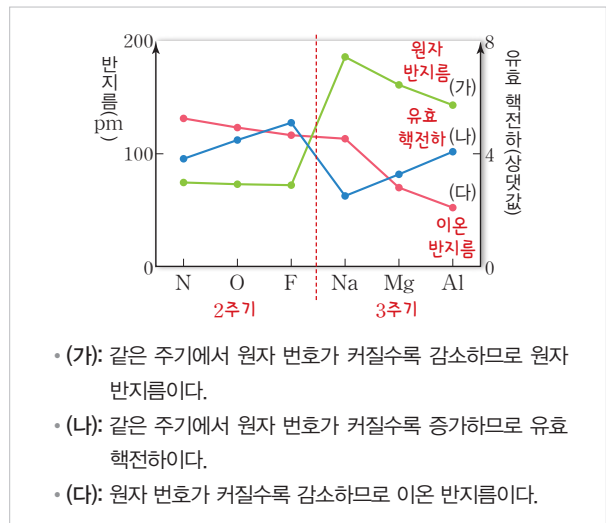
02 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 원자 번호는 $A > B$ 이다.
 ➔ A는 Mg이고, B는 Na이므로 원자 번호는 $A > B$ 이다.
- ㉡ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $C > D$ 이다.
 ➔ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 커질수록 증가하므로 $C > D$ 이다.
- ㉢ 원자 번호 17번의 이온 반지름은 C보다 크다.
 ➔ Cl는 원자 번호 17번으로 원소 C와 같은 17족 원소이므로 이온이 되면 전자 껍질 수가 1개 더 존재하여 원소 C의 이온보다 이온 반지름이 크다.

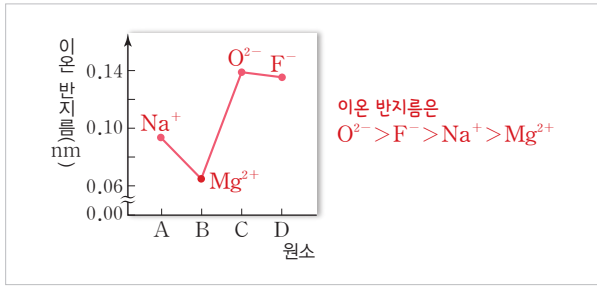
03 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ (다)는 이온 반지름이다.
 ➔ (가)는 원자 반지름, (나)는 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하, (다)는 이온 반지름이다.
- ㉡ 금속 원소는 $\frac{(다)}{(가)} < 1$ 이다.
 ➔ 금속 원소는 양이온이 되므로 이온 반지름이 원자 반지름보다 작다.
- ㉢ Na보다 Mg의 (나)가 큰 까닭은 전자 껍질 수 때문이다.
 ➔ Na보다 Mg의 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 큰 까닭은 원자핵의 양성자수 증가에 의한 핵전하 증가가 가려막기 효과보다 크기 때문이다.

04 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

X A~D 중 원자 반지름은 **C**가 가장 크다.

→ A는 Na, B는 Mg, C는 O, D는 F이다. 따라서 원자 반지름은 3주기 1족 원소인 A가 가장 크다.

ㄴ 바닥상태 원자에서 홀전자 수는 A와 D가 같다.

→ 바닥상태 전자 배치는 A가 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이고, D가 $1s^2 2s^2 2p^5$ 이다. 따라서 A와 D는 홀전자 수가 1개로 같다.

ㄷ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 D가 C보다 크다.

→ 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가하므로 D(F)가 C(O)보다 크다.

05 | 선택지 분석 |

A는 2주기 17족 원소에 해당하는 플루오린(F)이고, B^{2-} 과 C^+ 이 네온(Ne)의 전자 배치를 이루므로 B는 산소(O), C는 나트륨(Na)이다.

ㄱ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 A > B이다.

→ 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가하므로 A > B이다.

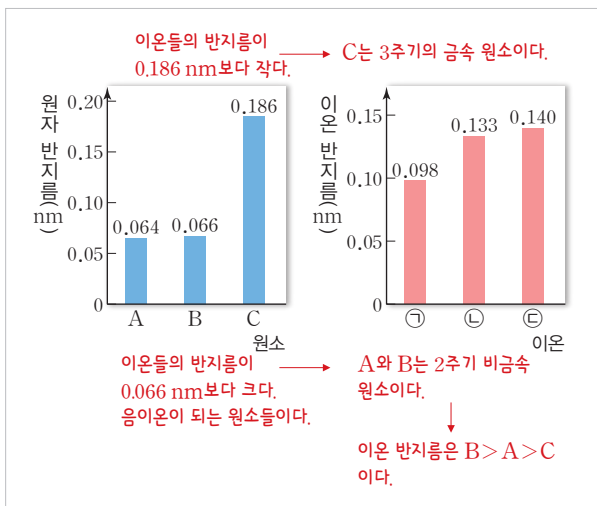
X 이온 반지름은 **C > A**이다.

→ C^+ 과 A의 이온(A^+)은 같은 전자 수를 갖는데 핵전하는 원자 번호가 큰 C가 크므로 이온 반지름은 $C < A$ 이다.

ㄷ 이온 반지름 원자 반지름은 B > C이다.

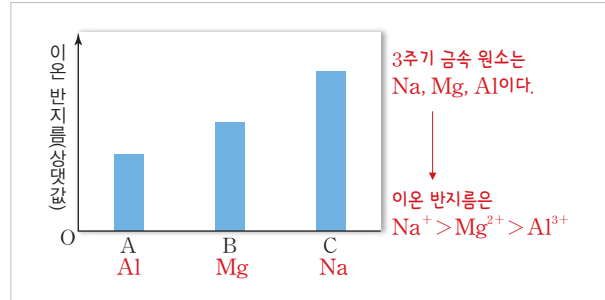
→ B는 이온이 되면 반지름이 커지고, C는 이온이 되면 반지름이 작아진다.

06 | 자료 분석 |



C의 원자 반지름 크기보다 이온 반지름의 크기가 작으므로 C는 3주기의 금속 원소이다. A와 B는 이온이 되면서 반지름이 커지는데 원자 반지름의 크기가 $B > A$ 이므로 원자 번호는 $A > B$ 이고, 같은 전자 수를 갖는 음이온의 반지름은 $B > A$ 이다. 따라서 등전자 이온들의 이온 반지름은 $B > A > C$ 가 되어 **ㄱ**은 C, **ㄴ**은 A, **ㄷ**은 B이다.

07~08 | 자료 분석 |



07 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가한다. 따라서 원자 번호가 $C < B < A$ 이므로 유효 핵전하는 $A > B > C$ 이다

채점 기준	배점
유효 핵전하의 크기 비교와 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
유효 핵전하의 크기만 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	50 %

08 같은 주기에서 원자 반지름은 원자 번호가 커질수록 증가한다. 따라서 원자 번호가 $A > B > C$ 이므로 원자 반지름은 $C > B > A$ 이다.

채점 기준	배점
원자 반지름의 크기 비교와 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
원자 반지름의 크기만 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	50 %

09 O^{2-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} 은 전자 수가 10개로 같고, S^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} 은 전자 수가 18개인 등전자 이온이므로 이온 반지름의 크기는 유효 핵전하가 증가할수록 작아진다.

채점 기준	배점
등전자 이온이면서, 이온 반지름 차이가 유효 핵전하(원자핵의 전하량) 때문임을 옳게 서술한 경우	100 %
전자 수가 같음만 나타내고 그 까닭을 옳게 서술하지 못한 경우	50 %

03~ 원소의 주기적 성질(2)

개념 POOL

132쪽

- 01** (1) $F > O > N, Al > Mg > Na$
 (2) $Na > Mg > Al > N > O > F$
 (3) $N^{3-} > O^{2-} > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$
 (4) $F > N > O > Mg > Al > Na$
02 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ (5) ○

02 (1) 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가한다.

- (5) $\frac{E_2}{E_1}$ 는 1족 원소가 안쪽 전자 껍질의 전자를 떼어 내야 하므로 2족 원소보다 크다.

꼭꼭! 개념 확인하기

133쪽

✓ 잠깐 확인!

1 이온화 에너지 2 유효 핵전하, 증가 3 전자 껍질, 감소
 4 순차적 이온화 에너지 5 원자가 전자

- 01** ㉠ 증가, ㉡ 감소, ㉢ 양, ㉣ 1, ㉤ 18 **02** (1) > (2) >
 (3) < (4) > **03** K **04** ㉠ M^+ ㉡ M^{2+} ㉢ M^{3+} **05** (1)
 × (2) ○ (3) × (4) ○

01 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 증가하여 이온화 에너지가 증가한다.

03 이온화 에너지가 작으면 전자를 잃기 쉽고, 양이온이 되기 쉬우며, 금속성이 크다. 따라서 금속성이 가장 큰 원소는 양이온이 되기 가장 쉬워야 하므로 K(칼륨)이다.

04 기체 상태의 중성 원자에서 전자를 1개씩 순차적으로 떼어낼 때 각 단계에서 필요한 에너지를 순차적 이온화 에너지라고 한다.

05 X는 $E_3 \ll E_4$ 이므로 원자가 전자 수가 3인 13족 원소이다.

탄탄! 내신 다지기

134쪽~135쪽

- 01** ③ **02** ④ **03** Li, Be, B 또는 C, N, O **04** ⑤ **05** ②
06 ③ **07** X: Mg, Y: Si, Z: Cl **08** A: N, B: O **09** ②
10 ①

01 | 선택지 분석 |

- ① 이온화 에너지가 클수록 전자를 잃기 쉽다.
 ② 이온화 에너지가 작을수록 양이온이 되기 쉽다.
 ③ 같은 주기 원소에서 1족 원소가 가장 이온화 에너지가 작다.
 ➡ 같은 주기의 1족 원소는 원자 반지름이 가장 크면서 원자가 전자가 1개이므로 이온화 에너지가 가장 작다.
 ④ 18족 원소는 원자 번호가 커질수록 이온화 에너지가 증가한다.
 ⑤ 코체 상태 원자에서 전자 1개를 떼어 내어 기체 상태 양이온으로 만드는 데 필요한 에너지이다.

02 원자 모형으로 보아 전자 수는 A~D가 각각 3, 8, 10, 11이다. 따라서 A~D는 각각 Li, O, Ne, Na이다. A~D 중 3주기 1족 원소인 D의 이온화 에너지가 가장 작고, 안정한 전자 배치를 갖는 2주기 18족 원소인 C의 이온화 에너지가 가장 크다. 같은 주기에서 일반적으로 이온화 에너지는 16족 원소가 1족 원소보다 크므로 $B > A$ 이다. 따라서 이온화 에너지의 크기는 $C(Ne) > B(O) > A(Li) > D(Na)$ 이다.

03 이온화 에너지는 원자 번호가 커질수록 대체로 증가하는데, 2, 13족 또는 15, 16족 원소들에서 이온화 에너지 크기의 예외가 존재한다. 따라서 Y와 Z가 2, 13족 또는 15, 16족이면 되므로 X~Z는 각각 Li, Be, B 또는 C, N, O이다.

04 | 선택지 분석 |

- ㉠ 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 이온화 에너지는 감소한다.
 ➡ 이온화 에너지는 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 증가하므로 감소한다.
 ㉡ B의 이온화 에너지가 A보다 작은 까닭은 2p 오비탈에 전자가 배치되기 때문이다.
 ➡ B는 2주기 13족 원소로 2p 오비탈에 홀전자가 존재하여 2족 원소보다 이온화 에너지가 작다.
 ㉢ C는 18족 원소이다.
 ➡ C는 원자 번호 10번으로 2주기 원소 중에서 이온화 에너지가 가장 크므로 18족 원소이다.

05 | 선택지 분석 |

- ㉠ 제1 이온화 에너지는 이온화 에너지와 같다.
 ➡ 이온화 에너지는 기체 상태의 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어내어 기체 상태의 +1가 양이온으로 만드는 데 필요한 에너지이므로 순차적 이온화 에너지 중 제1 이온화 에너지와 같다.

㉠ 순차적 이온화 에너지가 급격하게 증가한 것을 통해 원자가 전자의 수를 알 수 있다.
 ➡ 순차적 이온화 에너지가 급격하게 증가하기 전까지 떼어 낸 전자의 수가 원자가 전자의 수이다

✗ ${}_3\text{Li}$ 은 $\frac{E_3}{E_2}$ 가 $\frac{E_2}{E_1}$ 보다 크다.
 작다

➡ Li은 원자가 전자 수가 1이므로 1개의 전자를 떼어 낸 후에 2번째의 전자를 떼어 낼 때 안쪽 전자 껍질의 전자를 떼어 내야 하므로 이온화 에너지가 급격하게 증가하게 된다. 따라서 $\frac{E_3}{E_2}$ 가 $\frac{E_2}{E_1}$ 보다 작다.

06 제1 이온화 에너지는 기체 상태의 중성 원자 1개로부터 원자가 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 에너지이다.

07 X는 $E_2 \ll E_3$ 이고, Y는 $E_4 \ll E_5$ 이며, Z는 $E_7 \ll E_8$ 이므로 원자가 전자 수는 X~Z가 각각 2, 4, 7임을 알 수 있다. X~Z가 모두 3주기 원소이므로 X~Z는 각각 Mg, Si, Cl이다.

08 | 자료 분석 |

원소	순차적 이온화 에너지(E_n , 10^3 kJ/mol)						
	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7
A	1.4	2.9	4.6	7.5	9.4	53.3	64.4
B	1.3	3.4	5.3	7.5	11.0	13.3	71.3

순차적 이온화 에너지가 급격하게 증가하기 전까지 떼어 낸 전자의 수가 원자가 전자의 수이다. A는 15족, B는 16족 원소이므로 A는 N(질소), B는 O(산소)이다.

09 | 선택지 분석 |

A는 금속 원소이고, B는 비금속 원소인데 주어진 자료에 따르면 A는 $E_2 \ll E_3$ 이고, B는 $E_7 \ll E_8$ 이므로 A는 2족, B는 17족 원소임을 알 수 있다. 또한, A와 B의 안정한 이온의 전자 배치가 같다고 하였으므로 A는 2주기 금속 원소가 될 수 없고, B도 3주기 비금속 원소가 될 수 없다. 따라서 A는 3주기 2족 원소이고, B는 2주기 17족 원소이다.

㉠ A는 3주기 원소이다.

➡ A와 B는 안정한 이온의 전자 배치가 Ne과 같을 것이므로 A는 3주기 2족 원소이다.

㉡ B의 원자가 전자 수는 7이다.

➡ B는 $E_7 \ll E_8$ 이므로 원자가 전자 수가 7이다.

✗ 안정한 화합물의 화학식은 AB이다.

➡ A는 양이온이 되면 원자가 전자 2개를 잃고 A^{2+} 이 되고, B는 음이온이 되면 전자 1개를 얻어 B^- 이 되므로 안정한 화합물의 화학식은 AB_2 이다.

10 | 선택지 분석 |

㉠ Be의 원자가 전자 수는 2이다.

➡ Be은 $E_2 \ll E_3$ 이므로 원자가 전자 수가 2이다.

✗ $z > y > x$ 이다.
 $y > z > x$

➡ 2주기 1, 2, 13족 원소의 이온화 에너지는 2족 > 13족 > 1족이므로 이온화 에너지는 $y > z > x$ 이다.

✗ ${}_{11}\text{Na}$ 의 E_1 는 x 보다 크다.
 작다

➡ Na은 3주기 1족 원소이므로 2주기 1족 원소인 Li보다 전자 껍질이 1개 더 있어서 이온화 에너지가 작다. 따라서 Na의 E_1 는 x 보다 작다.

도전! 실력 올리기

136쪽~137쪽

01 ㉠ 02 ㉢ 03 ㉤ 04 ㉣ 05 ㉤ 06 ㉠

07 A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, B: $1s^2 2s^2 2p^4$, C: $1s^2 2s^2 2p^5$

08 | 모범 답안 | A는 1, B는 2이다. 순차적 이온화 에너지가 급격하게 증가하는 것이 A는 $E_1 \ll E_2$ 이고, B는 $E_2 \ll E_3$ 이다. 순차적 이온화 에너지가 급격하게 증가하기 전까지 떼어 낸 전자의 수가 원자가 전자의 수이다.

09 | 모범 답안 | 2189 kJ/mol, 기체 상태의 원자 B가 안정한 이온이 되려면 전자 2개를 떼어 내야 하므로 $E_1 + E_2$ 에 해당하는 에너지가 필요하므로 $738 + 1451 = 2189 \text{ kJ/mol}$ 의 에너지가 필요하다.

01 | 선택지 분석 |

㉠ 같은 족 원소는 3가지이다.

➡ A, B, C는 원자가 전자 수가 모두 10이므로 1족 원소이고, D는 원자가 전자 수가 6이므로 16족 원소이다.

✗ 이온화 에너지는 $C > D$ 이다.
 $D > C$

➡ 이온화 에너지는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가하므로 이온화 에너지는 $D > C$ 이다.

㉡ 이온화 에너지 / 전자 수 는 $B > C$ 이다.

➡ B와 C는 각각 전자 수가 3, 11이므로 B는 C보다 전자 수가 적고, 이온화 에너지는 크다.

02 같은 주기에서 이온화 에너지는 원자 번호가 커질수록 증가하지만 2, 13족과 15, 16족 사이에는 그 값의 역전이 존재하므로 ㉠에는 이와 관련된 예가 나타나면 된다. $\text{Be} > \text{B}$ 또는 $\text{N} > \text{O}$ 또는 $\text{Mg} > \text{Al}$ 또는 $\text{P} > \text{S}$ 가 이에 해당한다.

03 | 선택지 분석 |

㉠ C는 2주기 15족 원소이다.

➡ 이온화 에너지가 가장 큰 F는 2주기 18족 원소이므로 C는 2주기 15족 원소이다.

㉡ F의 이온화 에너지는 He보다 작다.

➡ F는 Ne이므로 2주기 18족 원소이다. F는 He보다 전자 껍질 수가 많으므로 이온화 에너지가 작다.

- ㉔ 제2 이온화 에너지는 D가 E보다 크다.
 ⇒ D와 E의 제2 이온화 에너지는 각각 C와 D의 제1 이온화 에너지의 경향과 비슷한 모습을 나타내므로 제2 이온화 에너지는 D가 E보다 크다.

04 | 선택지 분석 |

- ✗ A는 3족 원소이다.
¹³
 ⇒ A는 E_3 에서 E_4 로 갈 때 값이 크게 증가하므로 원자가 전자 수가 3인 13족 원소이다.
- ㉒ 원자 번호는 $C > B$ 이다.
 ⇒ B는 1족, C는 2족 원소이므로 원자 번호는 $C > B$ 이다.
- ㉔ 제1 이온화 에너지는 $C > A$ 이다.
 ⇒ 제1 이온화 에너지는 13족 원소가 2족 원소보다 작다. 따라서 $C > A$ 이다.

05 | 자료 분석 |

	F	O	Na
원자	A	B	C
제2 이온화 에너지	2.0	2.6	9.2
제1 이온화 에너지			

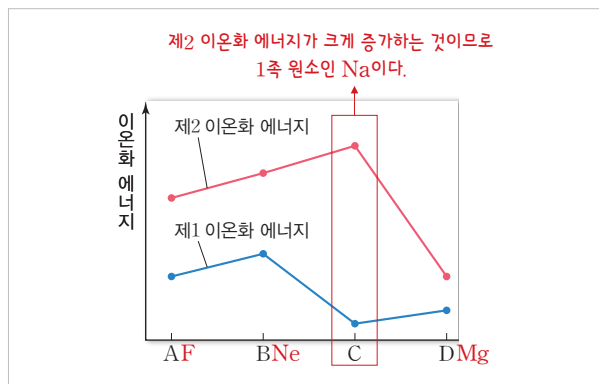
제2 이온화 에너지: $O > F$
 제1 이온화 에너지: $O < F$

제2 이온화 에너지가 크게 증가하는 것이므로 1족 원소인 Na이다.

| 선택지 분석 |

- ㉒ A는 F이다.
 ⇒ $\frac{E_2}{E_1}$ 가 가장 큰 것은 Na으로 C이다. 따라서 A와 B는 O와 F 중 하나인 것을 알 수 있다. F는 O보다 제1 이온화 에너지가 크고, 제2 이온화 에너지가 작으므로 A는 F이고, B는 O이다.
- ㉒ C의 원자가 전자 수는 1이다.
 ⇒ C는 Na이므로 원자가 전자 수가 1이다.
- ㉔ B와 C의 안정한 화합물의 화학식은 C_2B 이다.
 ⇒ B의 이온은 B^{2-} 이고, C의 이온은 C^+ 이므로 안정한 화합물의 화학식은 C_2B 이다.

06 | 자료 분석 |



- ㉒ A~D 중 금속 원소는 2가지이다.
 ⇒ 원자 번호가 연속이면서 C는 제1 이온화 에너지와 제2 이온화 에너지의 차이가 크므로 C는 1족 원소인 Na이다. 따라서 금속 원소는 C와 D 2가지이다.

- ✗ 원자가 전자의 수는 A가 D의 6배이다.

^{3.5}
 ⇒ A는 17족 원소이므로 원자가 전자 수가 7이고, D는 2족 원소이므로 원자가 전자 수가 2이다. 따라서 원자가 전자의 수는 A가 D의 3.5배이다.

- ✗ 이온 반지름의 크기는 $D > A$ 이다.
^{D < A}

⇒ D와 A는 이온이 되면 Ne의 전자 배치를 갖는데 핵전하의 크기가 $D > A$ 이므로 이온 반지름은 $D < A$ 이다.

- 07 A는 15족 원소이므로 같은 주기 원소라면 B는 A보다 이온화 에너지가 작아야 한다. B의 이온화 에너지가 A보다 크므로 B는 2주기 16족 원소이고, A는 3주기 15족 원소이며, C는 2주기 17족 원소이다.

- 08 A는 $E_1 \ll E_2$ 이고, B는 $E_2 \ll E_3$ 이다. 따라서 A는 1족, B는 2족 원소이다. 원자가 전자 수는 1족 원소가 1, 2족 원소가 2이다.

채점 기준	배점
원자가 전자 수와 그렇게 구한 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
원자가 전자 수와 그 까닭 중 1가지만 옳게 서술한 경우	50 %

- 09 B는 2족 원소이므로 안정한 이온이 되기 위해서는 전자 2개를 떼어 내어 B^{2+} 이 되어야 한다. 따라서 $E_1 + E_2$ 에 해당하는 에너지를 가해야 안정한 이온이 될 수 있다.

채점 기준	배점
필요한 에너지와 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
필요한 에너지와 그 까닭 중 1가지만 옳게 서술한 경우	50 %

실전! 수능 도전하기

139쪽~141쪽

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

01 | 선택지 분석 |

- ✗ B는 Mg이다.
^{Na}

⇒ 같은 주기 원소에서 원자 반지름은 원자 번호가 커질수록 작아지므로 A~D는 각각 Mg, Na, F, O이다.

- ㉒ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 A가 B보다 크다.
 ⇒ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 같은 주기 원소에서 원자 번호가 커질수록 증가하므로 $A > B$ 이다.

- ㉔ 이온화 에너지는 C가 D보다 크다.
 ⇒ 이온화 에너지는 F가 O보다 크므로 $C > D$ 이다.

02 | 선택지 분석 |

- ✗ A는 Cl이다.
^S

⇒ O, F, S, Cl 중 S와 Cl은 3주기 원소인데 같은 주기에서 원자 번호가 작을수록 원자 반지름이 크므로 A는 S이고, B는 Cl이다.

- ㉒ 이온 반지름의 크기는 C가 D보다 크다.

⇒ C와 D는 O와 F 중 하나인데, C의 원자 반지름이 크므로 원자 번호가 작은 O가 이에 해당한다. C와 D는 이온의 전자 배치가 Ne과 같으므로 핵전하가 작은 C의 이온 반지름이 D보다 크다.

- ㉔ 제1 이온화 에너지의 크기는 B가 A보다 크다.
 ➔ A는 16족, B는 17족 원소이므로 제1 이온화 에너지의 크기는 B>A이다.

03 원자 번호 8, 9, 11, 12인 O, F, Na, Mg의 이온 반지름은 $O^{2-} > F^- > Na^+ > Mg^{2+}$ 이다. 따라서 A~D는 각각 Mg, Na, F, O이다.

| 선택지 분석 |

✗ 원자 반지름의 크기는 A>B이다.
 B>A

➔ A는 Mg, B는 Na이므로 원자 반지름의 크기는 B>A이다.

㉔ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 C>D이다.

➔ 같은 주기에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 커질수록 증가하므로 유효 핵전하는 C(F)>D(O)이다.

㉔ A~D 중 제1 이온화 에너지 크기는 B가 가장 작다.

➔ Mg, Na, F, O 중에서 제1 이온화 에너지의 크기가 가장 작은 것은 3주기 1족 원소인 Na이다. 따라서 B가 가장 작다.

04 | 선택지 분석 |

✗ C는 Na이다.
 O

➔ O, F, Na, Mg의 이온 반지름은 $O^{2-} > F^- > Na^+ > Mg^{2+}$ 이다. 따라서 A~D는 각각 Na, Mg, O, F이다.

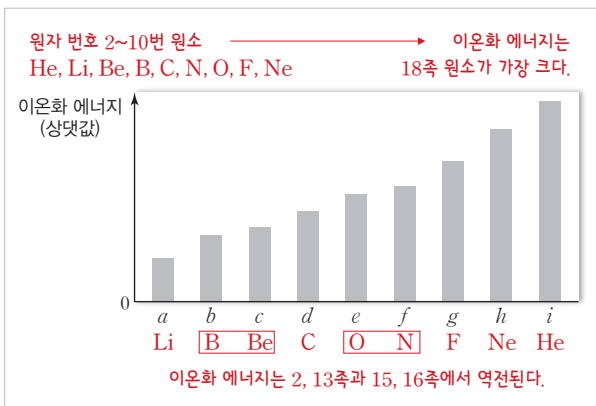
㉔ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 B>A이다.

➔ 같은 주기에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 커질수록 증가하므로 유효 핵전하는 B(Mg)>A(Na)이다.

㉔ C와 D는 같은 주기 원소이다.

➔ C는 O, D는 F이므로 2주기의 원소이다.

05 | 자료 분석 | 7



| 선택지 분석 |

✗ c는 B이다.
 Be

➔ c는 b보다 이온화 에너지가 크므로 2족 원소인 Be이다.

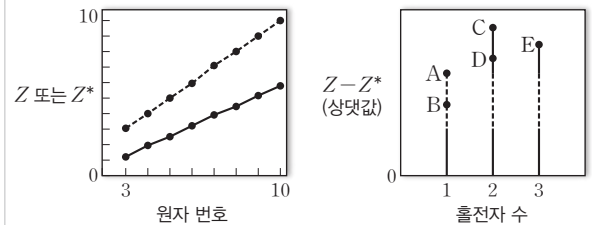
㉔ a~g 중 원자 반지름이 가장 큰 것은 a이다.

➔ a~g는 같은 주기의 원소이므로 원자 반지름은 Li인 a가 가장 크다.

㉔ h와 i는 같은 족 원소이다.

➔ h는 Ne, i는 He이므로 18족 원소이다.

06 | 자료 분석 |



2주기 원소는 원자 번호가 커질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 증가한다.

2주기 원소 중 홀전자 수가 1이고 Z-Z*가 가장 큰 F(플루오린)은 나타내지 않았다.

| 선택지 분석 |

✗ A는 플루오린(F)이다.
 붕소(B)

➔ A는 홀전자 수가 1이고, Z-Z*의 값이 가장 큰 것이 아니므로 플루오린(F)은 아니고, 붕소(B)이다.

㉔ 제1 이온화 에너지는 E>C이다.

➔ E는 질소(N)이고, C는 산소(O)이다. E는 15족, C는 16족 원소이므로 이온화 에너지는 E>C이다.

㉔ 바닥상태 원자에서 전자가 들어있는 오비탈의 수는 D가 B의 2배이다.

➔ 바닥상태 전자 배치는 D(C)가 $1s^2 2s^2 2p^2$ 이고, B(Li)가 $1s^2 2s^1$ 이다. 따라서 전자가 들어있는 오비탈 수는 D가 4이고, B가 2이므로 D가 B의 2배이다.

07 | 선택지 분석 |

㉔ ㉔은 B 이온의 반지름이다.

➔ A는 2주기 원소, B는 3주기 원소인데 원자 반지름의 크기가 $R_A > R_B$ 이므로 A는 2주기 금속 원소이고, B는 3주기 비금속 원소이다. 따라서 이온 반지름은 B>A가 되어 ㉔은 B의 이온 반지름이고, ㉔은 A의 이온 반지름이다.

㉔ 금속성은 A>B이다.

➔ A는 2주기 금속 원소이고, B는 3주기 비금속 원소이다.

✗ A 이온과 B 이온의 전자 배치는 같다.
 다르다

➔ A는 2주기 금속 원소이므로 A 이온은 He의 전자 배치를 갖고, B는 3주기 비금속 원소이므로 B 이온은 Ar의 전자 배치를 갖는다.

08 Li, Be, B, C의 제1 이온화 에너지 크기는 C>Be>B>Li

이므로 a~d는 각각 Li, B, Be, C이다.

㉔ 원자 반지름은 c>b이다.

➔ 같은 주기의 원소는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 작아지므로 원자 반지름은 c(Be)>b(B)이다.

✗ 이온 반지름은 c>a이다.
 a>c

➔ c와 a의 이온은 He의 전자 배치를 나타내므로 이온 반지름은 핵전하가 작은 a가 c보다 크다.

㉔ a~d 중 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 d가 가장 크다.

➔ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가하므로 a~d 중 원자 번호가 가장 큰 d가 유효 핵전하가 가장 크다.

09 | 선택지 분석 |

㉠ C는 Na이다.

⇒ O, F, Na 중 Na는 제1 이온화 에너지를 가해 양이온이 되면 18족 원소인 Ne와 같은 전자 배치를 갖게 되므로 제2 이온화 에너지가 큰 쪽으로 증가하게 된다. 따라서 C는 Na이다.

㉡ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $A > B$ 이다.

⇒ 제1 이온화 에너지는 $F > O$ 이고, 제2 이온화 에너지는 $O > F$ 이므로 $\frac{\text{제2 이온화 에너지}}{\text{제1 이온화 에너지}}$ 는 $O > F$ 이다. 따라서 A는 플루오린(F)이고, B는 산소(O)이다. 원자 번호는 $A > B$ 이므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $A > B$ 이다.

✕ Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 A 이온이 가장 크다.

⇒ A~C는 모두 이온이 되면 Ne의 전자 배치를 갖게 되므로 핵전하량이 클수록 이온 반지름의 크기가 작아진다. 따라서 이온 반지름의 크기는 $B^{2-} > A^- > C^+$ 이다.

10 • (가) 제1 이온화 에너지가 가장 작은 원소는 전자 껍질 수가 가장 많고, 원자가 전자 수가 가장 적어야 하므로 4주기 1족 원소인 K이다. K의 원자 번호는 19이다.

• (나) 원자 반지름은 같은 족에서는 전자 껍질 수가 많을수록 크고, 같은 주기에서는 원자 번호가 작을수록 크므로 4주기 1족 원소인 K가 가장 크며, 원자 번호는 19이다.

• (다) 유효 핵전하는 원자 번호가 커질수록 증가하므로 3주기 원소 중에서 유효 핵전하가 가장 큰 원소는 3주기 18족 원소인 Ar이다. Ar의 원자 번호는 18이다.

11 | 선택지 분석 |

㉠ 제2 이온화 에너지는 D가 가장 크다.

⇒ A~E는 각각 N, O, F, Na, Al이다. D는 1개의 전자를 떼어 내면 He와 같은 전자 배치가 되므로 제2 이온화 에너지가 가장 크다.

✕ 원자 반지름은 E가 가장 크다.

⇒ 원자 반지름은 3주기 원소 중 원자 번호가 가장 작은 것이 클 것이므로 D가 가장 크다.

㉡ 안정한 이온의 반지름은 A가 가장 크다.

⇒ A~E는 안정한 이온이 되었을 때 전자 배치가 Ne와 같으므로 등전자 이온이다. 핵전하가 가장 작은 A의 이온 반지름이 가장 크다.

12 | 자료 분석 |

	출전자 수가 2인 원소가 1인 원소보다 E_1이 크다. ↓ X는 리튬(Li), Y는 탄소(C)이다. ↓ Z는 붕소(B), W는 베릴륨(Be)이다.			
원자	W	X	Y	Z
바닥상태 원자의 출전자 수	0	1	2	a
제1 이온화 에너지 (상댓값)	b	1	2.1	1.5

2주기 원소의 출전자 수					
Li	Be	B	C	N	O
1	0	1	2	3	2
X	W	Z	Y		

| 선택지 분석 |

✕ $a=3$ 이다.

$a=1$

⇒ a는 Z(B)의 출전자 수이므로 1이다.

㉠ $b > 1.5$ 이다.

⇒ b는 W(Be)의 제1 이온화 에너지이므로 Z(B)보다 크고 Y(C)보다 작아야 한다. 따라서 $b > 1.5$ 이다.

㉡ 원자가 전자의 유효 핵전하는 Y가 가장 크다.

⇒ 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가하므로 원자 번호가 가장 큰 Y(C)의 유효 핵전하가 가장 크다.

한번에 끝내는 대단원 문제

144쪽~147쪽

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

14 | 모범 답안 | 원자의 구조는 원자핵이 원자의 중심에 작은 크기로 존재하고, 주위에 전자가 돌고 있다.

15 | 모범 답안 | 바닥상태는 쌓음 원리, 훈트 규칙, 파울리 배타 원리를 모두 만족하는 전자 배치이어야 하므로 (다)이다. (나)는 2s 오비탈에 전자가 먼저 채워지지 않고 2p 오비탈부터 채워졌으므로 쌓음 원리를 위배한 들뜬상태의 전자 배치이고, (라)는 2p 오비탈에 전자가 채워지지 않고 3s 오비탈부터 채워졌으므로 쌓음 원리를 위배한 들뜬상태의 전자 배치이다. (가)는 2s 오비탈에 전자가 3개 배치되었으므로 파울리 배타 원리를 위배한 불가능한 전자 배치이다.

16 A는 Na, B는 Mg, C는 O, D는 F이다.

17 | 모범 답안 | $A > B > C > D$, 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 감소하므로 $A > B$, $C > D$ 이다. A와 B는 3주기 금속 원소이므로 2주기 비금속 원소인 C, D보다 원자 반지름이 크다. 따라서 원자 반지름은 $A > B > C > D$ 이다.

18 | 모범 답안 | (가) O, (나) C, (다) F, (라) Li, (마) N이다. Li, C, N, O, F의 바닥상태 출전자 수는 1, 2, 3, 2, 1이다. (가)와 (나)는 출전자 수가 같으므로 각각 Li, F 또는 C, O가 가능하다. 원자가 전자 수로부터 원자 번호는 (다) > (가) > (나)이므로 (가)는 O, (나)는 C, (다)는 F임을 알 수 있다. 제1 이온화 에너지는 (마) > (가)이므로 (마)는 N가 되고, (라)는 Li가 된다.

01 | 선택지 분석 |

㉠ (가)는 양이온이다.

⇒ (가)는 양성자수가 3, 전자 수가 2이므로 양이온이다.

㉡ 질량수는 (가)와 (나)가 같다.

⇒ 질량수는 (가)와 (나)가 7로 같다.

㉢ (나)는 ${}^7\text{Be}^+$ 이다.

⇒ (나)는 원자 번호 4번, 질량수 7, 전자 수 3이므로 +1의 전하를 갖는 양이온이다.

02 | 선택지 분석 |

☒ A와 B는 동위 원소이다.

⇒ 질량수 - 중성자수 = 양성자수이므로 양성자수는 A가 $16 - 8 = 8$ 이고, B가 $15 - 8 = 7$ 이다. 따라서 A와 B는 양성자수가 다른 서로 다른 원소이다. 양성자수는 C가 $18 - 10 = 8$ 이므로 A와 C가 동위 원소이다.

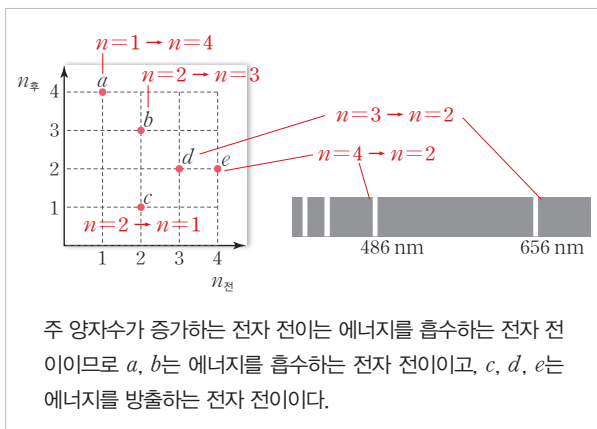
☐ 양성자수는 $C > B$ 이다.

⇒ A~C의 양성자수는 각각 8, 7, 8이므로 양성자수는 $C > B$ 이다.

☒ C의 전자 수는 9이다.

⇒ C의 양성자수가 8이므로 C의 전자 수는 8이고 C^- 의 전자 수가 9이다.

03 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

☐ 486 nm의 선은 e에 해당한다.

⇒ 486 nm의 선은 가시광선 영역의 선 스펙트럼 중에서 에너지가 두 번째로 가장 작은 것이므로 $n=4 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이에 방출하는 선 스펙트럼이다. 따라서 이는 e에 해당한다.

☐ a~e 중 에너지를 흡수하는 전자 전이는 2가지이다.

⇒ 에너지를 흡수하는 전자 전이는 전이 전보다 전이 후의 주 양자수가 커야 하므로 a, b의 2가지이다.

☐ c와 d에서 흡수하거나 방출하는 에너지 크기의 비는 27 : 5이다.

⇒ c와 d에서 흡수하거나 방출하는 에너지의 크기는 $\frac{3}{4} : \frac{5}{36} = 27 : 5$ 이다.

04 A~D에서 방출하는 전자 전이의 에너지는 다음과 같다.

전자 전이	에너지(kJ/mol)
A $n=2 \rightarrow n=1$	$E = -1312 \left(\frac{1}{2^2} - 1^2 \right) = 1312 \frac{3}{4}$
B $n=3 \rightarrow n=1$	$E = -1312 \left(\frac{1}{3^2} - 1^2 \right) = 1312 \frac{8}{9}$
C $n=3 \rightarrow n=2$	$E = -1312 \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{2^2} \right) = 1312 \frac{5}{36}$
D $n=\infty \rightarrow n=1$	$E = -1312 \left(\frac{1}{\infty^2} - \frac{1}{1^2} \right) = 1312$

따라서 방출하는 에너지의 크기는 $D > B > A > C$ 이다.

05 | 선택지 분석 |

☐ I~IV 중 발머 계열은 2가지이다.

⇒ 발머 계열은 $n=2$ 로 전자 전이가 일어나는 경우이므로 II와 III이 이에 해당한다

☐ $x > y + z$ 이다.

⇒ $y + z$ 의 에너지를 방출하는 전자 전이는 $n=3 \rightarrow n=1$ 이므로 $n=4 \rightarrow n=1$ 로 방출하는 에너지인 x보다 에너지가 작다.

☐ 방출하는 빛의 파장은 IV가 II보다 짧다.

⇒ 빛의 파장은 에너지에 반비례한다. IV는 $n=2 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이에서 나오는 선 스펙트럼이므로 ①이 어떤 주 양자수가 오더라도 자외선 영역에 속하여 II보다 에너지가 크므로 파장은 짧다.

06 [선택지 분석]

☐ (가)의 모양을 띠는 오비탈의 방위 양자수는 0이다.

⇒ (가)는 s 오비탈로 방위 양자수(l)는 0이다.

☐ (나)의 주 양자수는 방위 양자수보다 크다.

⇒ (나)는 p_x 오비탈로 방위 양자수가 1이다. 방위 양자수는 0, 1, ... $n-1$ 의 수를 가지므로 주 양자수(n)는 방위 양자수보다 항상 크다.

☐ 주 양자수가 같은 (다)와 (라)는 에너지 준위가 같다.

⇒ (다)와 (라)는 각각 p_y, p_z 인데 주 양자수가 같으면 두 오비탈의 에너지 준위는 같다.

07 N의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^3$ 이다.

☐ 주 양자수가 2이고, 방위 양자수가 0인 오비탈에 전자를 2개 배치해야 한다.

⇒ 주 양자수가 2이고, 방위 양자수가 0인 오비탈은 2s 오비탈이다. 2s 오비탈에는 전자 2개가 배치되어야 한다.

☒ 주 양자수가 2이고, 방위 양자수가 1인 오비탈 2개에 전자를 3개 배치해야 한다.

⇒ 주 양자수가 2이고, 방위 양자수가 1인 오비탈은 2p 오비탈이다. 훈트 규칙에 따라 N는 바닥상태 전자 배치에서 $2p_x, 2p_y, 2p_z$ 오비탈에 각각 1개의 전자가 배치되어야 한다.

☐ 주 양자수가 2이고, 방위 양자수가 1인 오비탈 3개에 전자를 하나씩 배치해야 한다.

⇒ 훈트 규칙에 따라 N는 바닥상태 전자 배치에서 $2p_x, 2p_y, 2p_z$ 오비탈에 각각 1개의 전자가 배치되어야 한다.

08 원자 번호 10번 Ne의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6$ 이다.

각 이온의 전하를 통해 각 원소의 전자 수를 나타내고 바닥상태 전자 배치를 나타내면 다음과 같다.

원자	전자 수	바닥상태 전자 배치
A	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
B	12	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
C	13	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
D	9	$1s^2 2s^2 2p^5$
E	8	$1s^2 2s^2 2p^4$

09 A~E의 전자 수는 각각 11, 12, 13, 9, 8이므로 원자 번호는 $E < D < A < B < C$ 이다.

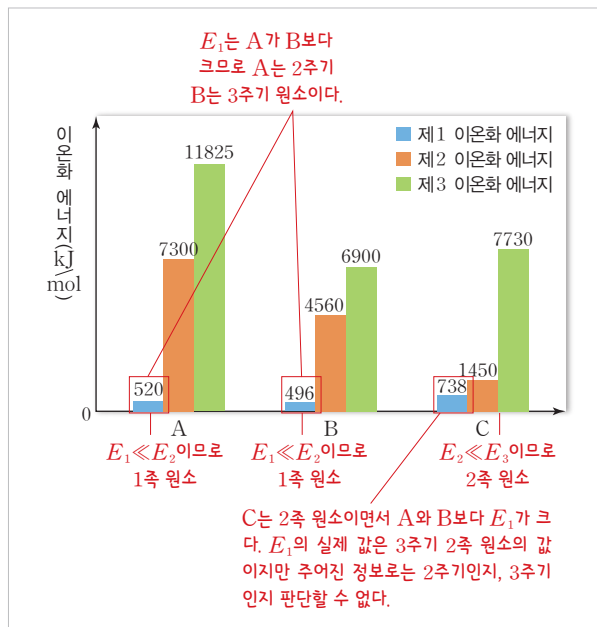
10 | 선택지 분석 |

- ① 비금속성이 가장 큰 원소는 **A**이다.
D
- ② B는 1족 **바금속** 원소이다.
금속
- ③ C는 원자가 전자 수가 **16**이다.
6
- ④ D는 안정한 이온이 될 때 전자 1개를 얻는다.
⇒ D는 2주기 17족 원소로 전자 1개를 얻어 안정한 이온인 D^- 이 된다.
- ⑤ E는 B보다 전자 껍질 수가 **작다**.
크다
⇒ E는 3주기 원소이므로 2주기 원소인 B보다 전자 껍질 수가 크다.

11 | 선택지 분석 |

- ✗ A는 **K**이다.
Ca
⇒ S, Cl, K, Ca은 안정한 이온이 되었을 때 전자 배치가 Ar과 같다. 따라서 핵전하가 작을수록 이온 반지름이 작으므로 A~D는 각각 Ca, K, Cl, S이다.
- Ⓒ 원자가 전자 수는 D가 A의 3배이다.
⇒ D는 S이므로 원자가 전자 수가 6이고, A는 Ca이므로 원자가 전자 수가 2이다. 따라서 원자가 전자 수는 D가 A의 3배이다.
- ✗ 제1 이온화 에너지는 **D > C**이다.
C > D
⇒ 제1 이온화 에너지는 17족 원소인 Cl가 16족 원소인 S보다 크므로 $C > D$ 이다.

12 | 선택지 분석 |



| 선택지 분석 |

- Ⓒ A와 B는 원자가 전자 수가 같다.
⇒ A와 B는 $E_1 \ll E_2$ 이므로 1족 원소이다. 따라서 원자가 전자 수는 1로 같다.

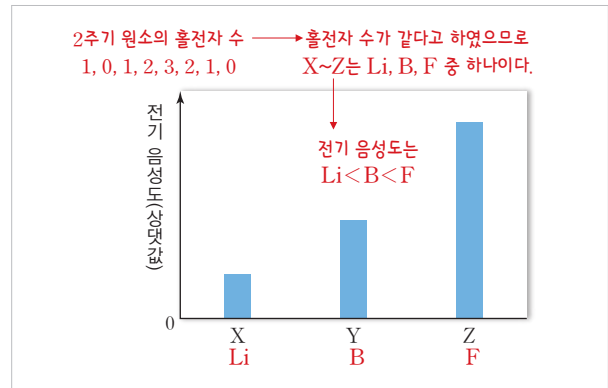
Ⓒ B는 3주기 원소이다.

⇒ 제1 이온화 에너지의 크기가 B가 A보다 작으므로 같은 족 원소인 A와 B 중 전자 껍질 수가 큰 B가 3주기 원소임을 알 수 있다.

✗ C가 안정한 이온이 되는 데 필요한 에너지는 **1450 kJ/mol**이다.
 $738 + 1450 = 2188$

⇒ C는 안정한 이온이 될 때 원자가 전자 2개를 잃으므로 $738 + 1450 = 2188 \text{ kJ/mol}$ 의 에너지가 필요하다.

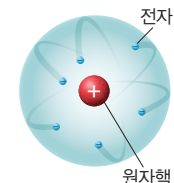
13 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- Ⓒ Y는 13족 원소이다.
⇒ 전기 음성도는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가하므로 X는 두 번째 원자 번호 순서인 B이다. 따라서 Y는 13족 원소이다.
- Ⓒ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $Z > Y > X$ 이다.
⇒ 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 증가하므로 $Z > Y > X$ 이다.
- Ⓒ 제2 이온화 에너지는 $X > Z > Y$ 이다.
⇒ X는 1족 원소이므로 X^+ 이 18족 원소와 같은 전자 배치를 갖는다. 따라서 E_2 가 가장 크고, E_2 의 경향성을 E_1 과 비교해 보면 E_2 는 $Z > Y$ 이다.

14 러더퍼드의 알파(α) 입자 산란 실험에서는 극히 일부의 알파(α) 입자들이 휘거나 튕겨나오게 된다. 이를 토대로 러더퍼드는 원자의 중심에 밀도가 크고 단단한 (+)전하를 띠는 원자핵이 있는 원자 모형을 제안하였다. 러더퍼드의 원자 모형에서 전자들은 태양계 행성들과 같이 나타내진다.



▲ 러더퍼드의 원자 모형

채점 기준	배점
발견된 입자와 원자 구조를 핵과 전자로 나누어 구체적으로 옳게 서술한 경우	100 %
발견된 입자를 쓰지 못하고, 원자 구조를 옳게 서술한 경우	50 %

15 바닥상태 전자 배치는 쌍음 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 모두 만족해야 한다. 이 중 파울리 배타 원리를 위반하면 불가능한 전자 배치이고, 쌍음 원리와 훈트 규칙을 위반하면 들뜬상태의 전자 배치이다.

(가): $2s$ 오비탈의 전자 3개가 배치되어 파울리 배타 원리를 위반한 불가능한 전자 배치이다.

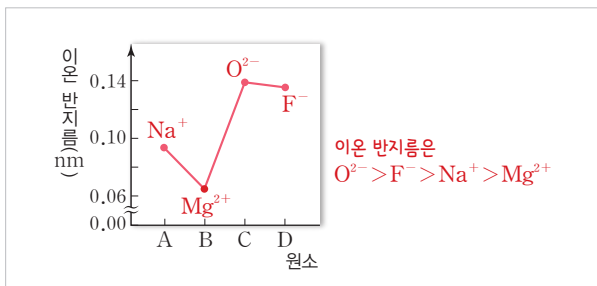
(나): $2s$ 오비탈에 전자가 먼저 채워지지 않고 $2p$ 오비탈부터 채워졌으므로 쌍음 원리를 위반한 들뜬상태의 전자 배치이다.

(다): 바닥상태 전자 배치이다.

(라): $2p$ 오비탈에 전자가 채워지지 않고 $3s$ 오비탈부터 채워졌으므로 쌍음 원리를 위반한 들뜬상태의 전자 배치이다.

채점 기준	배점
(가)~(라)의 전자 배치 상태와 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
(가)~(라)의 전자 배치 상태만 모두 옳게 쓴 경우	50 %

16~17 | 자료 분석 |



16 주어진 원소의 안정한 이온은 전자 배치가 Ne과 같다. 이온의 핵전하가 클수록 이온 반지름은 작으므로 이온 반지름이 가장 작은 B가 Mg이고, A가 Na, C가 O, D가 F이다.

17 원자 반지름은 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 감소한다. 3주기 금속 원소들은 2주기 비금속 원소들보다 원자 반지름이 크다. 또한 3주기 금속 원소들은 2주기 비금속 원소들보다 전자 껍질 수가 1개 더 있으므로 원자 반지름이 크다. 따라서 3주기 금속 원소들이 2주기 비금속 원소들보다 원자 반지름이 더 크다.

채점 기준	배점
원자 반지름의 주기적 성질과 전자 껍질 수를 이용하여 옳게 서술한 경우	100 %
원자 반지름의 크기가 전자 껍질 수 때문이라는 것만 옳게 설명한 경우	50 %

18 | 자료 분석 |

- 바닥상태 전자 배치의 홀전자 수: Li, C, N, O, F이 각각 1, 2, 3, 2, 1이다.
- 원자가 전자 수: Li, C, N, O, F가 각각 1, 4, 5, 6, 7이다.
- 제1 이온화 에너지: 15족, 16족이 역전되므로 $\text{Li} < \text{C} < \text{O} < \text{N} < \text{F}$ 이다.

(가)와 (나)는 바닥상태 전자 배치의 홀전자 수가 같으므로 Li, F 또는 C, N가 가능하다. 원자가 전자 수는 (가) > (나)이므로 (가)는 O, (나)는 C이다. (다)는 (가)보다 원자가 전자 수가 많으므로 (다)는 F이다. 제1 이온화 에너지가 (마) > (가)이므로 (마)는 N가 되고 (라)는 Li이다.

채점 기준	배점
세 가지 조건에 맞추어 (가)~(마)를 옳게 정하고, 그 까닭도 옳게 서술한 경우	100 %
(가)~(마)의 원소를 1가지만 옳게 정한 경우	각 20 %



1 >>> 화학 결합

01 ~ 화학 결합의 전기적 성질

탐구POOL

152쪽

01 $H_2:O_2=2:1$ 02 꺼져 가는 향불을 대어본다.

01 온도와 압력이 일정할 때 기체의 양(mol)은 기체의 부피에 비례한다. 생성되는 기체의 부피비가 $H_2:O_2=2:1$ 이므로, 몰비도 $H_2:O_2=2:1$ 이다.

02 산소는 조연성 기체이므로 꺼져 가는 향불을 대면 향불이 다시 활발히 타오른다.

꼭꼭! 개념 확인하기

153쪽

✓ 잠깐 확인

1 전기 분해 2 수용액 3 용융액 4 전해질 5 비활성
6 2, 8

01 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ 02 (1) ○ (2) × (3) ○
03 ㉠ 산화 ㉡ 환원 04 옥텟 규칙 05 (1) ○ (2) ○ (3) ×

01 (1), (2) 물은 공유 결합 물질로 전기 전도성이 없으므로 물에 전류가 흐르게 하기 위해 황산 나트륨(Na_2SO_4)과 같은 전해질을 소량 넣어 준다.

03 전기 분해가 일어날 때 (+)극에서는 전자를 잃는 반응인 산화 반응이 일어나고, (-)극에서는 전자를 얻는 반응인 환원 반응이 일어난다.

05 (3) 마그네슘은 3주기 2족 원소이므로 전자를 2개 잃어 안정한 이온이 되면 2주기의 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 이룬다.

탄탄! 내신 다지기

154쪽~155쪽

01 ⑤ 02 ④ 03 물에 전류가 흐르게 하기 위해서이다.
04 ④ 05 ⑤ 06 ③ 07 ㉠ ns^2np^6 ㉡ L 08 ① 09 ③,
⑤ 10 전자를 얻거나 다른 원자와 전자를 공유한다. 11 ④
12 ④

01 물은 공유 결합 물질로 이온이나 자유롭게 움직일 수 있는 전자가 없으므로 전기 전도성이 없다. 물을 전기 분해할 때 전류가 흐르는 것은 함께 넣어 준 전해질 때문이다.

02 | 선택지 분석 |

㉠ 화합물이다.

→ X, Y를 각각 전기 분해했을 때 2가지 원소가 생성되었으므로 X, Y는 모두 화합물이다.

㉡ 화학식을 구성하는 원자 수는 2이다. 알 수 없다

→ 화학식을 구성하는 원자 수는 전기 분해 생성물만으로는 알 수 없다.

㉢ 구성 원소의 가짓수는 2가지이다.

→ X는 수소와 산소로, Y는 나트륨과 염소로 분해되므로 2가지 원소로 구성되어 있다.

03 물은 공유 결합 물질로 자유롭게 움직일 수 있는 전자나 이온이 없으므로 전류가 흐르지 않는다. 따라서 전기 분해할 때에는 물에 전류를 흐르게 하기 위해 황산 나트륨과 같은 전해질을 소량 넣어야 한다.

04 이온 결합 물질의 용융액에는 양이온과 음이온이 있는데, 전기 분해할 때 음이온이 (+)극으로 이동하여 전자를 잃고 기체가 되어 발생한다. 따라서 화합물에 포함된 음이온의 종류가 같은 물질은 용융 전기 분해시 (+)극에서 생성되는 물질의 종류가 같다.

05 | 선택지 분석 |

① 물은 이온으로 구성된 물질이다. 물질이 아니다

→ 물은 공유 결합 물질이다.

② (-)극에서 발생한 기체는 산소이다. 수소

→ (-)극에서 물이 전자를 얻는 반응이 일어나므로 수소 기체가 발생한다.

③ (+)극에서 가연성 기체가 발생한다. 조연성

→ (+)극에서 물이 전자를 잃는 반응이 일어나므로 산소 기체가 발생하며, 산소 기체는 조연성 기체이다.

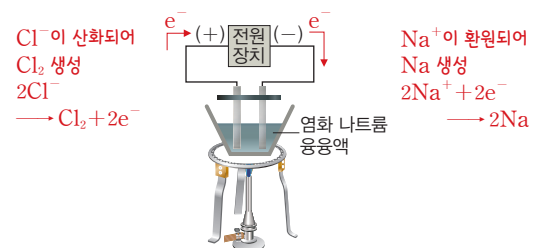
④ 발생한 기체의 몰비는 (+)극 : (-)극 = 2 : 1이다. 1 : 2

→ 물을 구성하는 수소와 산소의 원자 수비가 2 : 1이므로 생성되는 기체의 몰비도 2 : 1이다. 따라서 발생한 기체의 몰비는 (+)극 : (-)극 = 1 : 2이다.

㉠ 전기 분해할 때, 물에 소량의 전해질을 넣어야 한다.

→ 물은 자유롭게 움직일 수 있는 전자나 이온이 없으므로 전기 전도성이 없다. 따라서 물을 전기 분해할 때에는 소량의 전해질을 넣어 주어야 한다.

06 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ① (+)극에서 염소 기체가 발생한다.
 ➔ (+)극에서 Cl^- 이 전자를 잃고 Cl_2 가 생성된다.
- ② (-)극에서 전자를 얻는 반응이 일어난다.
 ➔ 전기 분해가 일어날 때 (+)극에서 전자를 잃는 반응이 일어나고 (-)극에서 전자를 얻는 반응이 일어난다.
- ③ ☒ 염화 나트륨 용융액에서 전자가 이동한다.
 ➔ 용융액 내에서 직접 전자가 이동하는 것이 아니라 전자는 (+)극 → 전지 → (-)극으로 이동하며, 용융액 내에서 이온이 반대 전하를 띤 전극으로 이동한다.
- ④ 액체 상태에서 염화 나트륨은 전기 전도성이 있다.
 ➔ 액체 상태에서 전류가 흐르므로 전기 전도성이 있다.
- ⑤ 이 실험을 통해 염화 나트륨의 생성에 전자가 관여함을 알 수 있다.
 ➔ 전기 분해가 일어날 때 전자가 이동하였으므로 결합이 형성될 때에도 전자가 이동한다. 따라서 이 실험을 통해 염화 나트륨 생성에 전자가 관여함을 알 수 있다.

07 18족 원소들은 가장 바깥 전자 껍질에 있는 s 오비탈과 p 오비탈에 전자가 모두 채워져 있어 ns^2np^6 의 전자 배치를 가지며, 반응성이 작아 결합을 거의 형성하지 않고 일원자 분자로 존재한다.

08 금속 원소는 원자가 전자 수만큼 전자를 잃으면 18족 원소와 전자 배치가 같아지고, 비금속 원소는 (8-원자가 전자 수)만큼 전자를 얻으면 18족 원소와 전자 배치가 같아진다. Al은 13족 원소이므로 18족 원소와 같은 전자 배치가 되기 위해 3개의 전자를 잃으므로, 네온(Ne)과 같은 전자 배치가 되기 위해 가장 많은 수의 전자를 잃는다. Mg은 전자 2개를, Na은 전자 1개를 잃으면 Ne과 전자 배치가 같아지며, O는 전자 2개를, F은 전자 1개를 얻으면 Ne과 전자 배치가 같아진다.

09 | 선택지 분석 |

- ① A는 전자 1개를 잃는 것보다 7개를 얻는 것이 ^{어렵다} 쉽다.
 ➔ A는 원자가 전자 수가 1이므로 전자 7개를 얻는 것보다 1개를 잃는 것이 더 쉽다.
- ② B는 전자 1개를 얻으면 ^{Ne} Ar과 전자 배치가 같아진다.
 ➔ 2주기 17족 원소인 B는 원자가 전자 수가 3이므로 전자 1개를 얻어 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 갖는 이온이 된다.
- ③ ☒ C는 전자 2개를 얻으면 안정한 전자 배치를 이룬다.
 ➔ 2주기 16족 원소인 C는 원자가 전자 수가 4이므로 전자 2개를 얻어 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 갖는 이온이 된다.
- ④ B와 C가 결합할 때 B는 전자를 잃고 옥텟 규칙을 만족하는 전자 배치를 이룬다.
 ➔ B와 C는 모두 비금속 원소이므로 전자를 공유하여 결합을 형성한다.
- ⑤ ☒ A~C가 옥텟 규칙을 만족하는 이온이 될 때 전자 배치는 모두 같다.

➔ A는 금속 원소의 원자, B와 C는 비금속 원소의 원자이다. A는 전자 1개를 잃고, B와 C는 각각 전자 1개, 2개를 얻어 네온(Ne)과 같은 전자 배치가 된다.

10 염소는 원자가 전자가 7개이므로 부족한 전자 1개를 얻어 -1가의 음이온이 되거나 다른 원자와 전자쌍 1개를 공유하여 비활성 기체인 아르곤과 같은 전자 배치를 이룬다.

11 | 선택지 분석 |

- ① ☒ 원소들은 18족 원소의 전자 배치를 이루어 안정해지려는 경향이 있다.
 ➔ 18족 원소 이외의 원소는 18족 원소와 같이 가장 바깥 전자 껍질에 전자를 모두 채워 18족 원소의 전자 배치를 이루려는 경향이 있다.
- ② ☒ 원소들은 안정한 전자 배치를 이루기 위해 항상 전자를 공유하여 화학 결합을 형성한다.
 ➔ 18족 원소 이외의 원소는 전자를 잃거나 얻어서 또는 전자를 공유하여 화학 결합을 형성함으로써 18족 원소와 같은 전자 배치를 이룬다.
- ③ ☒ 3주기 1족, 2족 원소는 원자가 전자를 모두 잃어 Ne과 같은 전자 배치가 된다.
 ➔ 3주기 1족, 2족 원소는 금속 원소로 전자를 잃고 양이온이 되면 네온과 같은 전자 배치를 갖는다.

12 | 자료 분석 |

	1s	2s	2p	3s
A	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	
A는 전자가 8개이므로 O이며, O는 전자 2개를 얻어 옥텟 규칙을 만족한다.				
B	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑	
B는 전자가 9개이므로 F이며, F는 전자 1개를 얻어 옥텟 규칙을 만족한다.				
C ⁺	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	
C는 전자 1개를 잃어 Ne과 같은 전자 배치가 되었으므로 Na이다.				
D	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓
D는 전자가 12개이므로 Mg이며, Mg은 전자 2개를 잃어 옥텟 규칙을 만족한다.				

| 선택지 분석 |

- ① ☒ B는 전자 1개를 얻으면 옥텟 규칙을 만족한다.
 ➔ B는 전자 1개를 얻어 18족 원소인 Ne과 같은 안정한 전자 배치를 가진다.
- ② ☒ C의 원자가 전자는 ^{1개} 7개이다.
 ➔ C는 전자 1개를 잃고 안정한 이온이 되었으므로 원자가 전자가 1개이다.
- ③ ☒ A와 D가 결합하여 안정한 화합물을 형성할 때 전자 배치는 모두 Ne과 같다.
 ➔ A는 전자 2개를 얻어 옥텟 규칙을 만족하며, D는 전자 2개를 잃어 옥텟 규칙을 만족한다. 이때 전자 배치는 모두 18족 원소인 Ne과 같다.

01 ③ 02 ③ 03 ⑤ 04 ① 05 ③ 06 ③

07 ① 수소 ② 산소 ③ 2:1

08 | 모범 답안 | (나)에서 산소 기체가 생성되며, 산소 기체는 항불을 대었을 때 활발하게 타오르는 것을 통해 확인할 수 있다.

09 | 모범 답안 | 알루미늄은 원자가 전자 수가 3이므로 전자 3개를 잃고 Al^{3+} 이 되고, 산소는 원자가 전자 수가 6이므로 전자 2개를 얻어 O^{2-} 이 된다.

01 | 선택지 분석 |

㉠ X의 화학식은 AB이다.

⇒ A는 금속 원소의 원자로 안정한 이온은 A^+ , B는 비금속 원소의 원자로 안정한 이온은 B^- 이므로 A와 B는 이온 결합으로 화합물 AB를 형성한다.

㉡ X의 용융액을 전기 분해하면 (-)극에서 금속 A가 생성된다.

⇒ X는 이온 결합 물질이므로, X의 용융액을 전기 분해하면 A^+ 이 (-)극으로 끌려가 전자를 얻어 금속 A가 생성된다.

✗ X에서 구성 입자의 전자 배치는 서로 같다.

⇒ A^+ 의 전자 배치는 Ne과 같고, B^- 의 전자 배치는 Ar과 같다.

02 | 선택지 분석 |

㉠ 화합물 D_2B 에서 구성 입자의 전자 배치는 모두 네온과 같다.

⇒ B와 D가 결합을 형성할 때 D는 전자를 잃고, B는 전자를 얻어 네온과 같은 전자 배치가 된다.

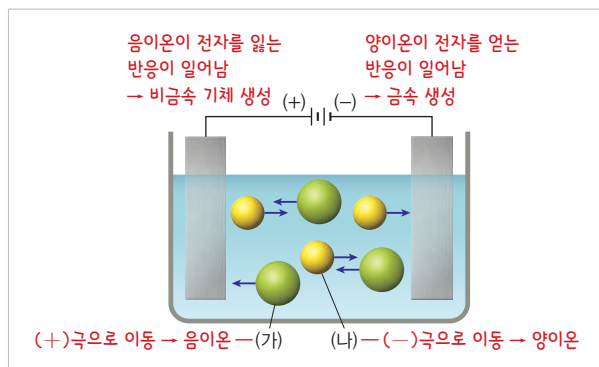
✗ $A_2B(l)$ 와 $DC(l)$ 를 전기 분해하면 (-)극에서 모두 기체가 생성된다.

⇒ $A_2B(l)$ 는 공유 결합 물질이므로 전기 분해할 때 생성되는 물질은 모두 기체이고, $DC(l)$ 는 이온 결합 물질의 용융액이므로 전기 분해할 때 (-)극에서 금속 D가 생성된다.

㉡ $A_2B(l)$ 와 $DC(l)$ 를 전기 분해할 때 (+)극에서 생성되는 물질은 모두 2주기 원소이다.

⇒ $A_2B(l)$ 와 $DC(l)$ 를 전기 분해하면 각각 (+)극에서 B_2 와 C_2 가 생성되며, B와 C는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 2인 2주기 원소이다.

03 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

㉠ (가)는 Ar과 전자 배치가 같다.

⇒ 용융액에서 (가)는 (+)극으로 이동하고 (나)는 (-)극으로 이동하므로 (가)는 음이온, (나)는 양이온이다. 비금속 원소가 안정한 음이온으로 될 때는 같은 주기의 비활성 기체의 전자 배치와 같아지므로 (가)는 3주기 18족 원소인 Ar과 전자 배치가 같다.

㉡ (나)는 (-)극에서 전자를 얻는다.

⇒ (나)는 양이온이므로 (-)극에서 전자를 얻어 환원된다.

㉢ (가)와 (나)의 전하량의 절댓값은 같다.

⇒ (가)와 (나)는 수용액에서 1:1의 개수비로 존재하므로 (가)와 (나)의 전하량의 절댓값은 같다.

04 | 자료 분석 |

원소	A Na	B O	C Ca
전자 배치	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$1s^2 2s^2 2p^4$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
원자가 전자 수	$x=1$	6	2
s 오비탈의 전자 수	5	4	$y=8$
전자가 들어 있는 전자 껍질 수	3	2	4

| 선택지 분석 |

㉠ $x+y=9$ 이다.

⇒ A는 s 오비탈의 전자 수가 5이므로 3주기 1족 원소이고, B는 2주기 16족 원소, C는 4주기 2족 원소이다. $x=1, y=8$ 이므로 $x+y=9$ 이다.

✗ B와 C의 안정한 이온의 전자 배치는 네온과 같다.

⇒ B의 안정한 이온은 B^{2-} 로 전자 배치가 네온과 같고, C의 안정한 이온은 C^{2+} 로 전자 배치가 아르곤과 같다.

✗ A와 B는 전자를 공유하여 안정한 화합물을 형성한다.

⇒ A는 금속 원소, B는 비금속 원소이므로 A와 B는 전자를 주고받아 안정한 화합물을 형성한다.

05 | 선택지 분석 |

㉠ (+)극에서 발생한 기체는 광합성에서도 생성된다.

⇒ 물을 전기 분해하면 (+)극에서 산소 기체가 발생하며, 산소 기체는 광합성에서도 생성된다.

㉡ (-)극과 (+)에서 발생한 기체는 물에 녹지 않는다.

⇒ 수소와 산소 기체는 물에 녹지 않으므로 물에서 빠져나와 플라스틱 관 위쪽에 모인다.

✗ 생성된 기체의 몰비는 (+)극:(-)극=2:1이다.

⇒ 발생한 기체의 부피비는 (+)극:(-)극=1:2이다. 온도와 압력이 일정할 때 기체의 몰비는 기체의 부피비에 비례한다.

06 | 선택지 분석 |

㉠ X를 물에 녹이면 이온화한다.

⇒ X를 물에 녹였을 때 전류가 흘렀으므로 X를 물에 녹이면 이

온화한다.

④ X의 구성 원소는 2가지이다.

→ X의 용융액을 전기 분해할 때 2가지 원소가 생성되었으므로 X는 A와 B 두 가지 원소로 구성된 화합물이다.

❌ 생성되는 C_2 와 D_2 의 부피비는 $\frac{2}{1} : \frac{1}{2}$ 이다.

→ 물을 전기 분해하면 (+)극에서 $O_2(g)$ 가 생성되고 (-)극에서 $H_2(g)$ 가 생성되므로 $C_2(g)$ 는 $O_2(g)$, $D_2(g)$ 는 $H_2(g)$ 이다. 따라서 생성되는 C_2 와 D_2 의 부피비는 1:2이다.

07 물을 전기 분해하면 (-)극과 (+)극에서 수소 기체와 산소 기체가 2:1의 부피비로 발생한다. 온도와 압력이 일정할 때 기체의 몰비는 부피비와 같다.

08 물을 전기 분해하면 (-)극에서 수소 기체가, (+)극에서 산소 기체가 발생한다. 제시된 자료에서 (가)에서가 (나)에서보다 발생하는 기체의 양이 더 많으므로 (가)에서 수소 기체가, (나)에서 산소 기체가 발생한다. 수소는 가연성 기체이고, 산소는 조연성 기체이다.

채점 기준	배점
(나)에서 발생하는 기체를 확인할 수 있는 방법을 옳게 서술한 경우	100 %
(나)에서 발생하는 기체만 옳게 쓴 경우	30 %

09 18족 원소 이외의 원소가 전자를 얻거나 잃어서 또는 전자를 공유하여 18족 원소의 전자 배치를 이루려는 경향을 옥텟 규칙이라고 한다.

금속 원소의 원자는 원자가 전자를 잃고 옥텟 규칙을 만족하는 안정한 전자 배치를 이루고, 비금속 원소의 원자는 (8-원자가 전자 수)만큼 전자를 얻어 옥텟 규칙을 만족하는 안정한 전자 배치를 이룬다.

채점 기준	배점
Al과 O가 안정한 이온이 되는 과정을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
Al과 O가 안정한 이온이 되는 과정을 1가지만 옳게 서술한 경우	50 %

02~이온 결합

개념POOL

162쪽

- 01** (1) ○ (2) ○ (3) ○ **02** ㉠ 인력 ㉡ 반발력
03 (1) < (2) > (3) >

01 (1) 양이온과 음이온이 결합할 때 반발력과 인력이 균형을 이루는 지점인 r_0 에서 이온 결합이 형성된다.
(2) r_0 는 이온 간 거리이므로 이온 반지름이 클수록 커진다.

(3) E_0 의 크기는 이온 결합력이 클수록 커지고, 이온 결합력은 이온의 전하의 곱에 비례한다. MgO가 NaCl보다 이온의 전하의 곱이 크므로 이온 결합력이 크다. 따라서 E_0 의 크기는 MgO이 NaCl보다 크다.

02 이온 간 거리가 r_0 보다 작으면 전자 사이의 반발력과 원자핵 사이의 반발력이 크게 작용하므로 에너지가 급격히 증가한다.

03 (1) F과 Cl는 17족 원소로 원자 번호가 Cl가 F보다 크다. 따라서 이온 반지름은 $Cl^- > F^-$ 이므로 이온 간 거리는 NaCl이 NaF보다 크다.

(2) 이온 결합력은 이온 간 거리가 짧을수록 커지므로 이온 결합력은 NaF이 NaCl보다 강하다. 따라서 이온 결합이 형성될 때 방출하는 에너지의 크기(E_0)는 NaF이 NaCl보다 크다.

(3) 이온 결합력이 NaF(s)이 NaCl(s)보다 크므로 녹는 점은 NaF(s)이 NaCl(s)보다 높다.

꼭꼭! 개념 확인하기

163쪽

✓ 잠깐 확인!

1 양이온 **2** 이온 결합 **3** 인력, 반발력 **4** 0 **5** 반발력
6 액체 **7** 짧을, 클

- 01** (1) ○ (2) × (3) ○ **02** (1) A^{2+}, B^- (2) Ne, Ne (3) AB_2
03 (1) A (2) B (3) 커진다. **04** (1) ○ (2) × (3) × (4) ○

01 (2) 금속 원소는 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 원자가 전자를 잃고 양이온으로 되므로 전 주기의 18족 원소와 전자 배치가 같아진다.

02 (3) 이온 결합 물질은 양이온의 총 전하량과 음이온의 총 전하량이 같아지는 이온 수비로 결합한다. 따라서 A^{2+} 과 B^- 은 1:2의 이온 수비로 결합한다.

03 (1) 이온 간 거리가 B보다 가까워지면 반발력이 인력보다 우세하게 작용하므로 에너지가 높아져 불안정해진다.

(2) B에서 인력과 반발력이 균형을 이루어 이온 결합이 형성된다.

(3) 이온 간 거리는 $NaF < NaCl$ 이므로 이온 결합력은 $NaF > NaCl$ 이다. 따라서 NaF가 형성될 때에는 E_0 의 크기가 커진다.

04 (2) 이온 결합 물질에 힘을 가하면 이온 층이 밀려 같은 전하를 띤 이온 사이에 반발력이 작용하므로 쉽게 부서진다.

(3) 이온 결합 물질은 고체 상태에서는 이온들이 자유롭게 움직일 수 없으므로 전기 전도성이 없다.

- 01 ④ 02 (1) X^{3-} (2) Y^{3+} 03 ② 04 ④ 05 L, R, B
06 ① 07 ④ 08 ⑤ 09 ④ 10 ①, ③
11 ㉠ 인력 ㉡ 짧을 12 ⑤

01 2, 3주기 1, 2족 원소는 원자가 전자 수만큼 전자를 잃어 옥텟 규칙을 만족하는 이온이 되며, 이온이 될 때 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 감소하므로 주기가 1 감소한다. 또한 2, 3주기 16족, 17족 원소는 (8-원자가 전자 수)만큼 전자를 얻어 옥텟 규칙을 만족하는 이온이 되며, 이온이 될 때 전자 껍질 수는 변하지 않으므로 주기도 변하지 않는다.

- 02 (1) 원자 X가 n 개의 전자를 얻으면 전자 수가 양성자수보다 n 만큼 많으므로 $n-$ 의 전하를 띤다.
(2) 3주기 13족 원소는 원자가 전자 수만큼 전자를 잃으면 옥텟 규칙을 만족하는 이온이 된다.

03 | 자료 분석 |

- A는 3주기 1족 원소이다.
 - ➔ 원자가 전자 수 1
 - ➔ 전자 1개를 잃고 +1가의 양이온 형성
 - ➔ Ne과 전자 배치가 같다.
- B는 원자가 전자 수가 7이다.
 - ➔ 17족 원소
- A 이온과 B 이온의 전자 배치는 서로 같다.
 - ➔ B 이온의 전자 배치는 Ne과 같다.
 - ➔ B는 2주기 17족 원소이다.

| 선택지 분석 |

- ① A의 안정한 이온의 전하는 +1이다.
➔ A는 3주기 1족 원소이므로 A 이온은 +1의 전하를 갖고 전자 배치는 네온과 같다.
- ② B는 3주기 원소이다.
2주기
➔ B는 2주기 17족 원소이다.
- ③ A와 B는 이온 결합을 형성한다.
➔ A 이온은 양이온, B 이온은 음이온이므로 A와 B는 이온 결합을 형성한다.
- ④ A와 B가 결합할 때 전자는 A에서 B로 이동한다.
➔ A가 전자를 잃고 B가 전자를 얻으므로 전자는 A에서 B로 이동한다.
- ⑤ A와 B의 안정한 이온의 전자 배치에서 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 같다.
➔ A 이온과 B 이온의 전자 배치가 같으므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 같다.

04 금속 원소는 전자를 잃으면 전자 껍질 수가 감소하므로 양이온은 전 주기 18족 원소와 전자 배치가 같아지고, 비금

속 원소는 전자를 얻어도 전자 껍질 수는 변하지 않으므로 음이온은 같은 주기 18족 원소와 전자 배치가 같아진다. 각 화합물에서 Li^+ 은 He, O^{2-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} 은 Ne, Cl^- , K^+ , Ca^{2+} 은 Ar과 전자 배치가 같다.

05 이온 결합은 금속 원소와 비금속 원소 사이에 이루어지는 결합이다. A, C, E는 비금속 원소이고, B, D, F는 금속 원소이다. A, C, E와 B, D, F가 서로 만나면 이온 결합을 형성한다.

06 | 선택지 분석 |

- ㉠ B가 B 이온이 될 때 전자 1개를 얻는다.
➔ A와 B가 이온 결합을 형성할 때 A는 전자 1개를 잃고 B는 전자 1개를 얻는다.
- ㉡ 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 A 이온이 A보다 크다.
크다
잘다
➔ A가 A 이온이 될 때 전자를 잃으면서 전자 껍질 수가 감소하므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 A가 A 이온보다 크다.
- ㉢ 화합물에서 A 이온과 B 이온의 전자 배치는 서로 같다.
➔ A 이온의 전자 배치는 네온과 같고, B 이온의 전자 배치는 아르곤과 같다.

07 X의 안정한 이온은 -2가의 음이온으로 전자 배치가 3주기 18족 원소인 Ar과 같으므로 X는 3주기 16족 원소이다. Y의 안정한 이온은 +1가의 양이온으로 전자 배치가 2주기 18족 원소인 Ne과 같으므로 Y는 2주기 1족 원소인 Na이다.

- ㉠ 원자가 전자 수는 X가 Y보다 6 크다.
5
➔ X의 원자가 전자 수는 1, Y의 원자가 전자 수는 6이다.

㉡ X, Y는 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.
➔ X, Y는 3주기 원소이므로 전자가 들어 있는 전자 껍질 수가 같다.

㉢ XY_2 는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
➔ XY_2 는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

08 이온 결합 물질은 고체 상태에서는 이온들이 강하게 결합하여 이온들이 자유롭게 움직일 수 없으므로 전기 전도성이 없지만, 가열하여 액체 상태가 되면 이온 사이의 거리가 멀어져 자유롭게 움직일 수 있으므로 전기 전도성을 나타낸다. 이온 결합 물질은 NaCl이다. Cu는 금속 결합 물질로 고체 상태에서 전기 전도성이 있다. S_8 , I_2 , SiO_2 는 공유 결합 물질로 상태에 관계없이 전기 전도성이 없다.

09 | 선택지 분석 |

- ① A는 금속 원소이다.
➔ A는 전자를 잃고 양이온이 되었으므로 금속 원소이다.
- ② AB는 물에 잘 녹는다.
➔ A와 B는 3주기 원소이므로 AB는 NaCl이다. 따라서 물에 잘 용해된다.

- ③ AB에 힘을 가하면 잘 부서진다.
 ➔ AB에 힘을 가하면 이온 층이 밀리면서 같은 전하를 띤 이온 층이 맞닿아 반발력이 작용하므로 잘 부서진다.
- ④ AB에서 A와 B의 전자 배치는 같다.
 ➔ A와 B는 3주기 원소이므로 A는 전자를 잃고 양이온이 될 때 전자 껍질 수가 감소하므로 Ne과 전자 배치가 같고, B는 전자를 얻어 음이온이 될 때 전자 껍질 수가 변하지 않으므로 Ar과 전자 배치가 같다.
- ⑤ AB는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
 ➔ AB는 액체 상태에서 이온 사이의 거리가 멀어져 자유롭게 움직일 수 있으므로 전기 전도성이 있다.

10 염화 나트륨과 염화 구리(II)를 물에 녹이면 이온들이 결정에서 떨어져 나와 자유롭게 움직일 수 있으므로 수용액에서 전기 전도성이 있다. 그러나 설탕과 포도당은 물에 용해되지만 분자 상태로 존재하므로 전기 전도성이 없으며, 식용유는 물에 용해되지 않는 물질이므로 수용액이 될 수 없다.

11 정전기적 인력은 두 이온의 전하량의 곱에 비례하고 이온 사이의 거리의 제곱에 반비례한다. 또한 이온 결합 물질은 정전기적 인력이 클수록 녹는점이 높다.

12 | 자료 분석 |

물질	이온 전하의 곱	이온 사이의 거리 (pm)	녹는점 (°C)
LiF	1	207	870
LiCl	1	255	614
MgO	4	212	2800
SrO	4	256	2430

- 이온 사이의 거리가 녹는점에 미치는 영향
 ➔ 이온 |전하의 곱|이 같은 LiF과 LiCl 또는 MgO과 SrO를 비교한다.
 ➔ 이온 사이의 거리가 짧을수록 녹는점이 높다.
- 이온 |전하의 곱|이 녹는점에 미치는 영향
 ➔ 이온 사이의 거리가 비슷한 LiF과 MgO 또는 LiCl과 SrO를 비교한다.
 ➔ 이온 |전하의 곱|이 클수록 녹는점이 높다.

| 선택지 분석 |

- ① 음이온의 반지름은 $\text{Cl}^- > \text{F}^-$ 이다.
 ➔ LiF과 LiCl을 비교해 보면 이온 사이의 거리가 LiCl이 더 크므로 음이온의 반지름은 $\text{Cl}^- > \text{F}^-$ 이다.
- ② 양이온의 반지름은 $\text{Sr}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ 이다.
 ➔ MgO과 SrO를 비교해 보면 이온 사이의 거리가 SrO가 더 크므로 양이온의 반지름은 $\text{Sr}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ 이다.
- ③ 이온 |전하의 곱|이 같을 때, 이온 사이의 거리가 멀수록 녹는점이 낮다.
 ➔ LiF과 LiCl을 비교해 보면 이온 |전하의 곱|은 같지만 이온 사이의 거리가 짧은 LiF의 녹는점이 더 높다는 것을 알 수 있다.

따라서 이온 |전하의 곱|이 같을 때, 이온 사이의 거리가 짧을수록 녹는점이 높다.

- ④ 이온 사이의 거리가 비슷할 때, 이온 |전하의 곱|이 클수록 녹는점이 높다.
 ➔ LiF과 MgO를 비교해 보면 이온 사이의 거리는 비슷하지만 이온 |전하의 곱|이 큰 MgO의 녹는점이 더 높음을 알 수 있다.
- ⑤ LiBr(s)의 녹는점은 614°C 보다 높고 870°C 보다 낮을 것이다.
 ➔ LiBr의 이온 간 거리는 LiCl보다 크므로 LiBr(s)의 녹는점은 614°C 보다 낮을 것이다.

도전! 실력 올리기

166쪽~167쪽

01 ③ 02 ③ 03 ④ 04 ③ 05 ③ 06 ④

07 ㉠ 나트륨 ㉡ 염소 ㉢ 정전기적 인력

08 | 모범 답안 | $\text{NaX}(s) > \text{NaY}(s)$, 전하량이 같을 때 이온 결합력은 이온 간 거리가 짧을수록 커지는데, NaX가 NaY보다 이온 간 거리가 짧아 이온 결합력이 더 크므로 녹는점은 $\text{NaX}(s) > \text{NaY}(s)$ 이다.

09 | 모범 답안 | 이온 결합 화합물은 전기적으로 중성이므로 양이온의 총 전하량과 음이온의 총 전하량이 같아지는 이온 수비로 결합한다. 따라서 Al^{3+} 과 O^{2-} 이 2:3의 개수비로 결합하여 Al_2O_3 의 산화 알루미늄을 생성한다.

01 | 선택지 분석 |

- ㉠ B 이온의 전하는 -2 이다.
 ➔ B는 전자 2개를 얻었으므로 -2 가의 음이온이 된다.
- ㉡ A 이온과 B 이온의 전자 배치는 같다.
 ➔ A와 B는 모두 3주기 원자이므로 A 원자는 원자가 전자 수만큼 전자를 잃어 전자 껍질 수가 감소하므로 Ne과 같은 전자 배치가 되고, B 원자는 $(8 - \text{원자가 전자 수})$ 만큼 전자를 얻어 Ar과 같은 전자 배치가 된다.
- ㉢ A 이온과 B 이온으로 이루어진 안정한 화합물의 화학식은 A_2B 이다.
 ➔ 이온 결합 물질은 양이온과 음이온의 총 전하량의 합이 0이 되는 이온 수비로 결합한다. A 이온은 $+1$ 가의 양이온이고 B 이온은 -2 가의 음이온이므로 2:1의 개수비로 결합하여 A_2B 를 형성한다.

02 A는 금속 원소의 원자로 A의 안정한 이온은 $+1$ 가의 양이온이고, B와 C는 모두 비금속 원소의 원자로 B의 안정한 이온은 -1 가의 음이온, C의 안정한 이온은 -2 가의 음이온이다.

| 선택지 분석 |

- ㉠ 녹는점은 Y(s)가 X(s)보다 높다.
 ➔ 녹는점은 음이온의 전하량이 큰 Y(s)가 X(s)보다 높다.
- ㉡ 전기 전도성은 Y(s)가 X(s)보다 크다.
 ➔ 이온 결합 물질은 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.

- ㉔ 화학식을 구성하는 원자 수는 Y가 X보다 크다.
 ➔ 이온 결합 물질은 전기적으로 중성이므로 양이온과 음이온의 총 전하량이 같아지는 이온 수비로 결합한다. 따라서 X의 화학식은 AB, Y의 화학식은 A_2C 이므로 화학식을 구성하는 원자 수는 Y가 X보다 크다.

03 | 자료 분석 |

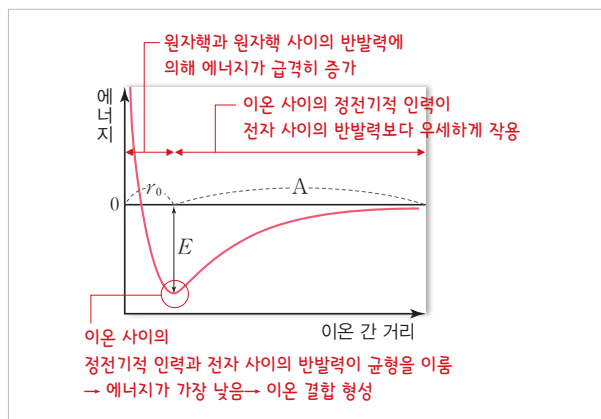
구분	A	B	C	D
양성자수	8	9	11	12
전자 수	10	10	10	10
전하	-2	-1	+1	+2

- A~D의 이온은 Ne과 전자 배치가 같다.
- ➔ 전자 수가 같은 이온의 경우 양성자수가 많을수록 이온 반지름이 작다.
- ➔ 이온 반지름: $A > B > C > D$

| 선택지 분석 |

- ✗ 이온 반지름은 B의 이온이 가장 크다.
 ➔ 등전자 이온에서 이온 반지름은 원자 번호가 작을수록 크므로 A의 이온이 가장 크다.
- ㉔ B와 D의 안정한 화합물의 화학식은 DB_2 이다.
 ➔ B는 -1가 음이온, D는 +2가의 양이온이므로 안정한 화합물의 화학식은 DB_2 이다.
- ㉔ 녹는점은 DA(s)가 CB(s)보다 높다.
 ➔ 전하량의 곱이 DA(s)가 CB(s)보다 크므로 정전기적 인력도 DA(s)가 CB(s)보다 크다. 따라서 녹는점은 DA(s)가 CB(s)보다 높다.

04 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

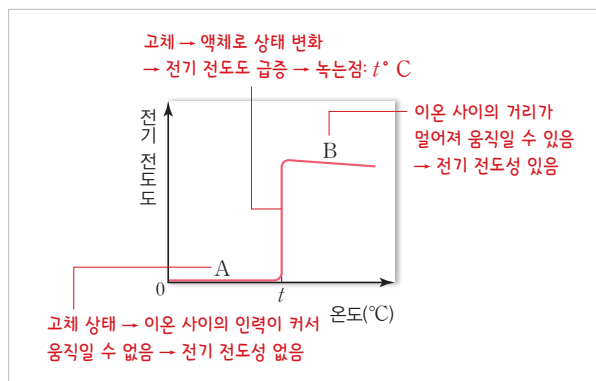
- ㉔ M의 원자 번호가 클수록 r_0 가 커진다.
 ➔ M의 원자 번호가 커질수록 양이온 반지름이 증가하므로 r_0 가 커진다.
- ✗ M의 원자 번호가 클수록 E가 커진다.
 ➔ E는 이온의 전하량이 클수록, 이온 간 거리가 짧을수록 커진다. M의 원자 번호가 클수록 양이온 반지름이 증가하여 r_0 가 커지므로 E는 작아진다.

- ㉔ A 구간에서는 정전기적 인력이 반발력보다 우세하게 작용한다.
 ➔ A 구간에서는 양이온과 음이온이 결합을 하기 위해 서로 접근하는 구간이므로 정전기적 인력이 반발력보다 우세하게 작용한다.

05 | 선택지 분석 |

- ㉔ 성분 원소는 2종류 이상이다.
 ➔ X는 고체 상태에서는 전류가 흐르지 않지만 액체 상태에서는 전류가 흐르므로 이온 결합 물질이다. 이온 결합 물질은 금속 원소와 비금속 원소로 이루어지므로 성분 원소는 최소 2종류 이상이다.
- ㉔ X 수용액은 전류가 흐른다.
 ➔ X를 물에 녹이면 양이온과 음이온이 떨어져 나와 물 분자에 둘러싸여 자유롭게 이동할 수 있으므로 X 수용액은 전류가 흐른다.
- ✗ 고체 X를 가열하여 녹이면 이온이 생성된다.
 ➔ 이온 결합 물질을 가열하여 녹일 때 이온이 생성되는 것이 아니라 이온 사이의 거리가 멀어져 자유롭게 이동할 수 있으므로 전류가 흐른다.

06 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉔ MX(s)의 녹는점은 $t^\circ\text{C}$ 이다.
 ➔ MX(s)를 가열할 때 $t^\circ\text{C}$ 에서 전기 전도도가 갑자기 증가한 것은 상태가 변하여 이온이 움직일 수 있는 상태가 되었기 때문이다. A에서는 MX가 고체 상태이고 B에서는 MX가 액체 상태이므로 $t^\circ\text{C}$ 에서 상태가 변한 것이다. 따라서 MX(s)의 녹는점은 $t^\circ\text{C}$ 이다.
- ✗ MX(s)에 힘을 가하면 넓게 퍼진다.
 ➔ 이온 결합 물질에 힘을 가하면 같은 전하를 띤 이온 층이 맞닿게 되어 반발력이 작용하므로 쉽게 부서진다.
- ㉔ 이온 사이의 평균 거리는 B에서가 A에서보다 멀다.
 ➔ B에서 전기 전도성이 있는 까닭은 이온 사이의 거리가 멀어져 이온들이 자유롭게 움직일 수 있기 때문이다.

07 양이온과 음이온 사이에는 정전기적 인력이 작용하므로 이 힘에 의해 이온 결합이 형성된다.

08 이온 결합 물질의 녹는점은 이온 결합력과 관련이 있고, 이온 결합력은 두 이온의 전하의 곱에 비례하고 이온 간 거리의 제곱에 반비례한다.

따라서 이온 결합력은 전하량이 같을 때는 이온 간 거리가 짧을수록 커지고, 이온 간 거리가 비슷할 때는 이온의 전하량이 클수록 커진다.

채점 기준	배점
녹는점을 옳게 비교하고 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
녹는점만 옳게 비교한 경우	30 %

09 이온 결합 화합물은 전기적으로 중성이므로 양이온의 총 전하량과 음이온의 총 전하량이 같아지는 이온 수비로 결합한다. 알루미늄은 원자가 전자 3개를 잃어 +3가의 양이온이 되고, 산소는 전자 2개를 얻어 -2가의 음이온이 된다.

채점 기준	배점
산화 알루미늄의 화학식과 생성 과정을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
산화 알루미늄의 화학식만 옳게 쓴 경우	30 %

03~ 공유 결합과 금속 결합

개념POOL

172쪽

01 ① 공유 결합 ② 정전기적 인력 ③ 자유 전자 ④ 없다.
⑤ 있다. ⑥ 없다. ⑦ 있다. **02** (1) × (2) ○ (3) ○

02 (1) 분자 결정은 공유 결합으로 형성되므로 비금속 원소의 원자로 구성된다.
(3) 금속은 자유 전자가 있어 외부에서 힘을 가해도 자유 전자가 빠르게 재배열되어 금속 결합을 유지시켜 준다. 따라서 금속은 땀힘성과 퍼짐성이 있다.

탐구POOL

173쪽

01 (1) × (2) ○ (3) ○ **02** 수용액의 전기 전도성 측정하기

01 (1) 이온 결정은 이온으로 구성되어 있으나 고체 상태에서는 이온이 단단하게 결합하여 이동할 수 없으므로 전류가 흐르지 않는다. 즉, 염화 나트륨이 물에 녹을 때 이온이 생성되는 것은 아니다.
(3) 설탕은 물에 용해되어도 전하를 띤 입자로 나누어지지 않고 분자 상태로 존재하므로 전기 전도성이 없다.

02 이온 결합 물질인 소금은 수용액에서 전기 전도성이 있고, 공유 결합 물질인 설탕은 수용액에서 전기 전도성이 없으므로, 수용액의 전기 전도성 실험으로 두 물질을 구별할 수 있다.

꼭꼭! 개념 확인하기

174쪽

✓ 잠깐 확인!

1 공유 **2** 2중 **3** 3, 3중 **4** 분자 **5** 금속
6 자유 전자 **7** 퍼짐성

01 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × **02** (1) C (2) D (3) 74 pm
03 (1) ○ (2) ○ (3) × **04** ① 자유 전자 ② 금속 결합
05 (1) ○ (2) × (3) ○

01 (1) 공유 결합은 비금속 원소의 원자들이 전자를 공유하여 형성하는 결합이다.
(4) NH_3 에서 N 원자 1개는 H 원자 3개와 각각 전자쌍 1개씩을 공유하여 결합하므로 NH_3 에는 단일 결합이 3개 있다.

02 (2) 수소 원자가 공유 결합을 할 때 전자 사이의 반발력과 전자쌍과 원자핵 사이의 인력이 서로 균형을 이루어 에너지가 가장 낮은 지점에서 공유 결합이 형성된다.

03 (3) 공유 결합 물질 중 원자들이 분자를 이루지 않고 공유 결합으로 연결되어 결정을 이룬 것은 공유 결정이다. 공유 결합 물질 중 승화성이 있는 것은 분자 결정이다.

05 (2) 금속은 자유 전자와 금속 양이온 사이의 정전기적 인력에 의해 결합되어 있으므로, 외부에서 힘을 가해도 자유 전자의 빠른 재배열에 의해 금속 결합이 유지되므로 부서지지 않고 모양만 변형된다.

탄탄! 내신 다지기

175쪽~177쪽

01 ① 1 ② 공유 결합 **02** A, D, E, F **03** D **04** ③
05 ④ **06** ④ **07** ④ **08** ① 분자 ② 공유 **09** ⑤ **10** ③
11 ③ **12** ① **13** ⑤ **14** ③ **15** 퍼짐성(또는 전성)
16 (1) ㄷ (2) ㄱ (3) ㄹ **17** (1) (가), (라) (2) (나), (다) **18** ⑤

01 수소 원자 2개와 산소 원자 1개가 각각 단일 결합을 하여 물 분자를 생성하며, 물 분자에서 산소 원자는 네온과 전자 배치가 같아 옥텟 규칙을 만족한다.

02 B는 비활성 기체인 헬륨으로 안정한 전자 배치를 가지고 있어 결합을 거의 하지 않으며, C는 금속 원소이므로 전자를 얻는 것보다 잃어서 안정한 전자 배치를 하기 때문에 공유 결합을 하지 않는다.

03 D는 원자가 전자 수가 5이므로 옥텟 규칙을 만족하기 위해서는 3개의 전자를 공유해야 한다. 따라서 D와 결합하는 A의 수가 3으로 가장 크다. E와 결합하는 A의 수는 2이고, F와 결합하는 A의 수는 1이다.

04 A_2 , F_2 , A_2E 는 모두 단일 결합으로만 이루어진 분자이고, D_2 는 3중 결합으로 이루어진 분자이다. E는 원자가 전자 수가 6이므로 E가 이원자 분자 E_2 를 형성할 때는 전자쌍 2개를 공유하여 2중 결합을 형성한다.

05 H와 Cl는 전자쌍 1개를 공유하여 공유 결합을 형성하므로 HCl에는 공유 전자쌍이 1개 있다.

06 | 선택지 분석 |

- ① A는 2주기 원소이다.
→ A의 전자 껍질 수는 2이므로 2주기 원소이다.
- ② B는 원자가 전자 수가 7이다.
→ B는 공유하지 않은 전자 6개와 공유한 전자쌍 1개가 있으므로 원자가 전자 수가 7이다.
- ③ AB_2 에서 A와 B는 모두 옥텟 규칙을 만족한다.
→ AB_2 에서 A와 B는 모두 가장 바깥 전자 껍질에 8개의 전자가 있으므로 옥텟 규칙을 만족한다.
- ④ AB_2 에는 2중 결합이 있다.
→ AB_2 는 단일 결합이 2개 있으며 2중 결합은 없다.
- ⑤ AB_2 는 공유 전자쌍 수가 2이다.
→ A 원자 1개는 B 원자 2개와 각각 전자쌍 1개를 공유하여 결합하므로 AB_2 는 공유 전자쌍 수가 2이다.

07 | 선택지 분석 |

- ① 공유 결합 반지름은 74 pm이다.
→ 수소 분자에서 공유 결합 반지름은 원자핵 간 거리의 $\frac{1}{2}$ 이므로 37 pm이다.
- ② 수소 원자가 수소 분자를 형성할 때 에너지를 흡수한다.
→ 원자들이 공유 결합을 형성할 때 에너지가 낮아지므로 에너지를 방출한다.
- ③ A에서는 원자핵과 전자 사이의 인력만 작용한다.
→ A에서 인력과 반발력이 모두 작용하나 원자가 서로 가까워지면서 원자핵과 전자 사이의 인력이 우세하게 작용하여 에너지가 낮아지는 과정이다.
- ④ B에서 공유 결합을 형성한다.
→ 수소 원자는 인력과 반발력이 균형을 이루어 에너지가 가장 낮은 B에서 공유 결합을 형성한다.
- ⑤ C에서 반발력과 인력이 균형을 이룬다.
→ C에서는 원자 사이의 거리가 너무 가까워져 반발력이 인력보다 우세하게 작용하여 에너지가 높아진다.

08 공유 결합 물질은 분자가 규칙적으로 배열되어 이루어진 분자 결정과 원자들이 연속적으로 공유 결합하여 그물처럼 연결되어 이루어진 공유(원자) 결정으로 나눌 수 있다.

09 | 선택지 분석 |

- ① 녹는점과 끓는점이 낮다.
→ 분자로 구성된 공유 결합 물질은 분자 사이의 힘에 의해 물질이 형성되므로 다른 물질에 비해 녹는점과 끓는점이 낮다.

- ② 힘을 가하면 잘 부스러진다.
→ 약한 분자 사이의 힘에 의해 형성된 물질이므로 외부에서 힘을 가하면 잘 부스러진다.
- ③ 고체와 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.
→ 자유롭게 움직일 수 있는 이온이나 자유 전자가 없으므로 고체와 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.
- ④ 분자 사이의 인력이 약해 승화성을 나타내기도 한다.
→ 분자 결정은 분자 사이의 인력은 약한 편이므로 드라이아이스, 얼음, 아이오딘과 같이 승화성을 나타내기도 한다.
- ⑤ 원자 사이의 공유 결합으로 그물 구조를 이루어 물질을 형성한다.
→ 원자 사이의 공유 결합으로 그물 구조로 이루어진 물질은 분자를 형성하지 않고 원자 상태로 존재하는데, 이를 공유 결정이라고 한다.

10 (가) A는 원자가 전자가 1개, B는 원자가 전자가 4개이므로 B 원자 1개는 A 원자 4개와 각각 단일 결합을 이루어 화합물 BA_4 을 형성한다.

(나) A는 원자가 전자가 1개, C는 원자가 전자가 7개이므로 각각 전자 1개씩을 내놓아 단일 결합을 이루어 AC 분자를 생성한다.

| 선택지 분석 |

- ㉠ 모두 단일 결합으로만 이루어져 있다.
→ BA_4 와 AC에서 원자 사이의 결합은 모두 단일 결합이다.
- ㉡ 공유 전자쌍 수는 (가)가 (나)보다 많다.
→ 공유 전자쌍 수는 BA_4 가 4, AC가 1이다.
- ㉢ 액체 상태에서 전기 전도성은 (나)가 (가)보다 크다.
→ (가)와 (나)는 모두 공유 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.

11 (가)는 이산화 탄소 분자 사이에 작용하는 인력에 의해 고체 결정을 이룬 드라이아이스로 분자 결정이고, (나)는 규소와 산소가 정사면체 구조를 이루어 그물처럼 연결된 석영으로 공유 결정이다.

| 선택지 분석 |

- ㉠ 모두 공유 결합 물질이다.
→ (가)와 (나)는 모두 비금속 원소로 구성된 공유 결합 물질이다.
- ㉡ 외부 힘에 의해 잘 부스러진다.
→ 분자 결정인 (가)는 외부 힘에 의해 잘 부스러지지만, 공유 결정인 (나)는 매우 단단하여 쉽게 부스러지지 않는다.
- ㉢ 녹는점은 (나)가 (가)보다 높다.
→ (가)는 분자 사이의 힘으로 고체가 형성되고, (나)는 원자 사이의 공유 결합으로 그물 구조를 이루어 형성된다. 따라서 녹는점은 (나)가 (가)보다 높다.

더 알아보기 분자 결정과 공유 결정의 녹는점

분자 결정은 약한 분자 간 힘에 의해 결합하고 있어 이 인력만 끊어지면 녹으므로 녹는점이 낮다. 그러나 공유 결정은 강한 원자 간 결합으로 그물처럼 연결되어 있어 이 결합을 끊기 위해서는 큰 에너지를 가해야 하므로 녹는점이 매우 높다.

12 | 자료 분석 |

물질		(가)	(나)	(다)
		포도당	NaBr	NaCl
전기 전도성	고체	없다.	없다.	없다.
	수용액	없다.	있다.	있다.
녹는점(°C)		747 °C보다 낮음	747	801

- 수용액의 전기 전도성을 이용하여 공유 결합 물질인 (가)와 이온 결합 물질인 (나), (다)로 구분
 ⇒ (가) 포도당
- 이온 결합 물질은 이온 간 거리가 멀수록 녹는점이 낮다.
 ⇒ 이온 간 거리: $\text{NaBr} > \text{NaCl}$, 녹는점: $\text{NaBr} < \text{NaCl}$
 ⇒ (나) NaBr, (다) NaCl

| 선택지 분석 |

- ㉠ (나)는 브로민화 나트륨이다.
 ⇒ NaCl과 NaBr의 전하량의 곱은 서로 같지만 이온 사이의 거리는 NaCl이 NaBr보다 짧으므로 녹는점은 NaCl이 NaBr보다 높다. 따라서 (나)는 NaBr, (다)는 NaCl이다.
- ✗ (가)는 수용액에서 전기 전도성이 **있다**.
 ⇒ (가)는 포도당이므로 수용액에서 전기 전도성이 없다.
- ✗ (나)와 (다)는 모두 고체 상태에서 전기 전도성이 **있다**.
 ⇒ (나)와 (다)는 모두 이온 결합 물질이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.

13 금속은 자유 전자와 금속 양이온 사이의 정전기적 인력에 의한 결합으로 이루어져 있으며, 전압을 가하면 금속 양이온은 움직이지 않고 자유 전자가 (+)극으로 이동하여 전류가 흐른다.

14 | 선택지 분석 |

- ① 힘을 가하면 넓게 퍼진다.
 ⇒ 자유 전자인 A가 빠르게 재배열하여 금속 결합을 유지하므로 외부에서 힘을 가하면 부스러지지 않고 넓게 퍼진다.
- ② 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.
 ⇒ 자유 전자인 A가 자유롭게 움직이므로 전압을 걸어 주면 A가 (+)극으로 이동하여 전류가 흐른다.
- ✓ 금속이 광택을 나타내는 것은 **B** 때문이다.
 A 자유 전자
 ⇒ A는 자유 전자이며, 금속이 광택이 있고 열전도성, 전기 전도성, 연성, 전성 등의 특성을 나타내는 것은 자유 전자 때문이다.
- ④ A와 B 사이의 정전기적 인력에 의해 결합한다.
 ⇒ 금속은 자유 전자인 A와 금속 양이온인 B 사이의 정전기적 인력에 의해 형성된다.
- ⑤ 전압을 걸어 주면 A는 (+)극으로 이동한다.
 ⇒ M에 전압을 걸어 주면 A가 (+)극으로 이동하여 전류가 흐른다. 이때 B는 이동하지 않는다.

15 금속에 힘을 가하면 자유 전자가 금속 양이온과의 금속 결합을 유지시키므로 부스러지지 않고 넓게 펴 수 있다.

16 (1) 금속은 자유 전자가 있어 열과 전기 전도성이 크며, 퍼짐성과 뭉침성을 가진다.

- (2) 이온 결합 물질은 고체 상태에서는 이온 사이의 거리가 가까워 움직일 수 없으므로 전기 전도성이 없지만, 액체 상태에서는 이온 사이의 거리가 멀어지면서 자유롭게 움직일 수 있으므로 전기 전도성이 있다.
- (3) 대부분의 공유 결합 물질은 분자 사이의 힘에 의해 형성되므로 녹는점과 끓는점이 낮다.

- 17** (1) (가) HCl은 공유 결합 물질, (나) Al은 금속, (다) Al_2O_3 은 이온 결합 물질, (라) C(다이아몬드)는 원자 사이의 공유 결합으로 이루어진 물질이다.
- (2) 금속인 (나)는 고체와 액체 상태에서 모두 자유 전자가 (+)극으로 이동하여 전류가 흐른다. 이온 결합 물질인 (다)는 고체 상태에서는 이온이 움직일 수 없으므로 전류가 흐르지 않으나 액체 상태에서는 이온이 자유롭게 움직일 수 있으므로 전류가 흐른다.

18 | 선택지 분석 |

- ① A는 금속이다.
 ⇒ A는 고체 상태에서 전기 전도성이 있으므로 금속이다.
- ② B에는 양이온과 음이온이 존재한다.
 ⇒ B는 액체 상태에서 전기 전도성이 있으므로 이온 결합 물질이다. B는 액체 상태에서 양이온과 음이온 사이의 거리가 멀어져 자유롭게 움직일 수 있으므로 전기 전도성이 있다.
- ③ C는 분자 사이의 힘으로 결정을 이룬다.
 ⇒ C는 고체와 액체 상태에서 전기 전도성이 없으며, 수용액에서 전류가 흐르므로 물에 녹아 이온화하는 분자로 구성된 물질이다. 즉, 분자 사이의 힘으로 이루어진 분자 결정이다.
- ④ 녹는점은 B가 C보다 높다.
 ⇒ C는 분자로 구성된 공유 결합 물질로 약한 분자 사이의 인력에 의해 결합하고 있으므로 녹는점이 이온 결합 물질인 B보다 낮다.
- ✓ 액체 상태의 A와 B는 자유 전자가 있다.
 ⇒ A는 금속이므로 자유 전자가 있지만, B는 이온 결합 물질이므로 양이온과 음이온으로 구성된다.

도전! 실력 올리기

178쪽~179쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ④ 04 ⑤ 05 ④ 06 ④

07 $A_2 < B_2 = A_2B$

08 | 모범 답안 | B, 인력과 반발력이 균형을 이루어 에너지가 가장 낮은 상태이므로 B에서 공유 결합이 형성된다.

09 | 모범 답안 | 금속에 힘이 가해져 금속 양이온의 배열이 바뀌어도 자유 전자가 빠르게 재배열되어 자유 전자와 금속 양이온 사이의 금속 결합을 유지하기 때문이다.

01 | 선택지 분석 |

- ㉠ 공유 전자쌍 수는 B_2 가 C_2 보다 크다.
 ⇒ A_2 는 3중 결합을 이루므로 공유 전자쌍 수는 3, B_2 는 2중 결합을 이루므로 공유 전자쌍 수는 2, C_2 는 단일 결합을 이루므로 공유 전자쌍 수는 1이다.

- ✗ A와 B의 화합물은 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
 ➔ A와 B의 화합물은 공유 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.
- ㉔ A와 C의 안정한 화합물의 화학식은 AC_3 이다.
 ➔ A는 원자가 전자 수가 5이고, C는 원자가 전자 수가 7이므로 A는 3개의 C와 단일 결합을 형성하여 AC_3 를 형성한다.

02 | 선택지 분석 |

- ㉔ A의 원자가 전자 수는 5이다.
 ➔ A의 가장 바깥 전자 껍질에 5개의 전자가 있으므로 원자가 전자 수는 5이다.
- ㉔ A_2 에는 3중 결합이 있다.
 ➔ A_2 는 3개의 전자쌍을 공유하고 있으므로 3중 결합이 있다.
- ㉔ A_2 의 구성 원자는 모두 Ne과 전자 배치가 같다.
 ➔ A_2 에서 구성 입자는 모두 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다.

03 | 선택지 분석 |

- ① 공유 전자쌍 수는 B_2 가 A_2 보다 크다.
 ➔ A는 원자가 전자 수가 7이므로 A_2 는 전자쌍 1개를 공유하는 단일 결합을, B는 원자가 전자 수가 6이므로 전자쌍 2개를 공유하는 2중 결합을 형성한다.
- ② 이온 반지름은 A^- 가 C^+ 보다 크다.
 ➔ A는 양성자수가 9, C는 양성자수가 11이며, A^- 와 C^+ 은 전자 배치가 Ne과 같은 등전자 이온이다. 등전자 이온의 경우 양성자수가 작을수록 이온 반지름이 크므로 A^- 의 이온 반지름이 C^+ 보다 크다.
- ③ A와 C의 안정한 화합물의 화학식은 CA이다.
 ➔ A는 -1가의 음이온을, C는 +1가의 양이온을 형성하므로 C^+ 과 A^- 은 1:1의 개수비로 결합하여 화합물 CA를 생성한다.
- ✓ ㉔ A와 B의 화합물은 2중 결합을 포함한다.
 ➔ B는 2개의 A와 각각 단일 결합을 형성하여 화합물 BA_2 를 형성한다.
- ⑤ B와 C의 화합물은 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
 ➔ B는 비금속 원소, C는 금속 원소이므로 B와 C의 화합물은 이온 결합 물질이다. 따라서 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

04 | 자료 분석 |

물질	녹는점 (°C)	전기 전도성	
		고체	액체
A	146	없다.	없다.
B	770	없다.	있다.
C	801	없다.	있다.

- 액체 상태의 전기 전도성을 비교하여 공유 결합 물질과 이온 결합 물질을 구분한다.
 ➔ A는 고체와 액체 상태에서 전기 전도성이 없다. ➔ 공유 결합 물질
 ➔ B와 C는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다. ➔ 이온 결합 물질

| 선택지 분석 |

- ㉔ A는 공유 결합 물질이다.
 ➔ A는 액체 상태에서 전기 전도성이 없으므로 공유 결합 물질이다.
- ㉔ B는 수용액에서 전기 전도성이 있다.
 ➔ B는 이온 결합 물질이므로 수용액에서 전기 전도성이 있다.
- ㉔ B와 C는 구성 입자 사이에 같은 종류의 결합을 이루고 있다.
 ➔ B와 C는 고체 상태에서는 전기 전도성이 없고, 액체 상태에서 전기 전도성이 있으므로 이온 결합 물질이다.

05 | 선택지 분석 |

- ㉔ 원자 번호는 B가 A보다 크다.
 ➔ 금속 양이온의 전하가 B가 A보다 크므로 원자 번호는 B가 A보다 크다.
- ✗ 녹는점은 A가 B보다 ^{낮다} 높다.
 ➔ 금속의 녹는점은 금속 양이온과 자유 전자 사이의 정전기적 인력에 비례한다. 따라서 같은 주기에서 전하량이 큰 B의 녹는점이 A보다 높다.
- ㉔ A와 B는 모두 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.
 ➔ A와 B는 자유 전자와 금속 양이온 사이의 정전기적 인력에 의해 금속 결합을 이루고 있으므로 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.

06 | 선택지 분석 |

- ㉔ 녹는점은 (나)가 (가)보다 높다.
 ➔ (가)는 분자로 이루어진 물질, (나)는 원자 사이의 공유 결합으로 이루어진 물질, (다)는 금속 결합 모형, (라)는 이온 결합 모형이다. 분자로 이루어진 분자 결정은 녹는점, 끓는점이 비교적 낮으며 원자 사이의 공유 결합으로 이루어진 공유 결정은 공유 결합을 끊어야 하므로 녹는점이 매우 높다.
- ✗ (다)와 (라)는 모두 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력에 의해 결합되어 있다.
 ➔ (다)는 금속으로, 금속 양이온과 자유 전자 사이의 정전기적 인력에 의해 형성된 물질이고, (라)는 이온 결합 물질로 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력에 의해 형성된 물질이다.
- ㉔ 액체 상태에서 전기 전도성이 있는 물질은 2가지이다.
 ➔ (다)는 자유 전자가 있으므로 고체, 액체 상태에서 전기 전도성이 있다. (라)는 액체 상태에서 이온 사이의 거리가 멀어져 이온이 자유롭게 움직일 수 있으므로 전기 전도성이 있다.

- 07 A 원자는 전자쌍 1개를 공유하여 결합을 이루고, B 원자는 전자쌍 2개를 공유하여 결합을 이룬다. B 원자 1개는 2개의 A 원자와 각각 전자쌍 1개씩을 공유하여 결합을 이룬다. 따라서 공유 전자쌍 수는 $A_2 < B_2 = A_2B$ 이다.

- 08 염소 원자가 서로 멀리 떨어져 있으면 인력이 매우 작으나, 염소 원자 사이의 거리가 점점 가까워지면 원자 사이에 인력이 작용하여 에너지가 낮아지면서 점점 안정해진다. 그러나 너무 가까워지면 원자핵과 원자핵, 전자와 전자 사이에 반발력이 작용하여 불안정해진다. 따라서 에너지가 가장 낮아 안정한 지점에서 공유 결합이 형성된다.

채점 기준	배점
결합이 형성되는 지점을 옳게 쓰고, 인력과 반발력이 균형을 이룬다는 점을 제시하여 옳게 서술한 경우	100 %
결합이 형성되는 지점을 옳게 쓰고, 에너지가 가장 낮기 때문이라고만 서술한 경우	60 %
결합이 형성되는 지점만 옳게 쓴 경우	30 %

- 09** 금속은 자유 전자가 있기 때문에 다른 물질과 달리 여러 가지 특징을 가지며, 특히 외부의 힘이 가해져도 자유 전자가 금속 결합을 유지시켜 주므로 모양이 바뀔 뿐 부서지지 않는다.

채점 기준	배점
자유 전자와 금속 양이온 사이의 금속 결합이 유지됨을 제시하여 옳게 서술한 경우	100 %
자유 전자가 빠르게 재배열하기 때문이라고 서술한 경우	40 %

실전! 수능 도전하기

181쪽~184쪽

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

01 | 선택지 분석 |

- X** 모두 (－)극에서 생성된다.
 ⇒ X는 O_2 , Y는 Na이므로 (가)에서 X는 (＋)극에서 생성되고 (나)에서 Y는 (－)극에서 생성된다.
- ㉠** 고체 상태에서 전기 전도성은 Y가 X보다 크다.
 ⇒ Y는 금속이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 있지만, X는 공유 결합 물질이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.
- X** X와 Y는 공유 결합으로 화합물을 형성한다.
 이온
 ⇒ X는 비금속, Y는 금속이므로 X와 Y는 이온 결합으로 화합물을 형성한다.

02 | 선택지 분석 |

- ㉠** M은 금속 결합으로 형성된 물질이다.
 ⇒ MX를 용융시켜 전기 분해하였으므로 MX는 이온 결합 물질이다. 이온 결합은 금속 원소와 비금속 원소가 결합하여 형성된다. MX 용융액을 전기 분해하였을 때 생성된 M은 금속이므로 구성 입자 간 금속 결합으로 형성된 물질이다.
- ㉡** (＋)극에서 X_2 가 생성된다.
 ⇒ MX 용융액을 전기 분해하면 X^- 은 (＋)극에서 전자를 잃고 X_2 로 생성된다.
- ㉢** 이 실험으로 이온 결합이 형성될 때 전자가 관여함을 알 수 있다.
 ⇒ 이온 결합 물질을 전기 분해했을 때 전자가 관여하였으므로 이온 결합이 형성될 때에도 전자가 관여함을 알 수 있다.

03 | 선택지 분석 |

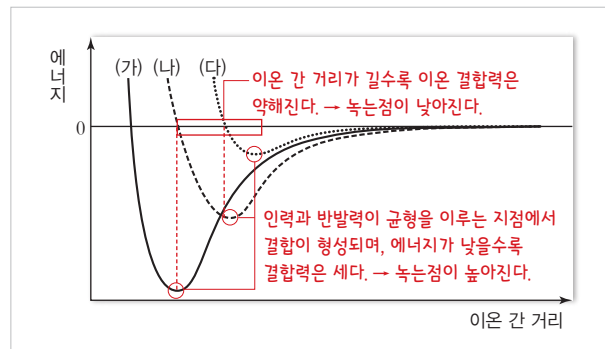
- ㉠** X가 물일 때 (가)는 (－)극이다.
 ⇒ 물을 전기 분해하면 (－)극에서 수소(H_2) 기체가, (＋)극에서 산소(O_2) 기체가 2:1의 몰비로 생성된다. 따라서 X가 물이라면 생성되는 기체의 몰비가 큰 (가)가 수소 기체가 발생하는 (－)극이다.
- ㉡** X에서 A와 B 사이의 결합은 공유 결합이다.
 ⇒ 화합물 X에 전해질을 넣고 전기 분해하므로, 화합물 X의 수용액은 전류가 흐르지 않는다. 또한 (가)와 (나)에서 모두 기체가 발생하므로 (가)와 (나)의 구성 원소는 비금속 원소이다. 따라서 화합물 X는 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이다.
- X** X 1분자 당 구성 원자 수는 B가 A의 2배이다.
 ⇒ 생성된 A_2 와 B_2 의 몰비가 2:1이므로 1분자당 구성 원자 수는 A가 B의 2배이다.

- 04** 실험 I은 물의 전기 분해 장치를, II는 $NaCl(l)$ 의 전기 분해 장치를 나타낸 것이다. 따라서 탐구 목적의 (가)는 ‘전기 분해를 수행’이 가장 적절하다.

05 | 선택지 분석 |

- X** X는 수용액에서 전기 전도성이 없다.
 있다
 ⇒ X는 이온 결합 물질이므로 물에 녹으면 이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기 전도성이 있다.
- ㉠** X를 구성하는 입자의 전자 배치는 서로 같다.
 ⇒ A 이온과 B 이온은 모두 네온과 전자 배치가 같다.
- ㉡** A와 B가 결합을 형성할 때 전자는 A에서 B로 이동한다.
 ⇒ A는 1족 원소, B는 17족 원소이므로 A와 B가 결합을 형성할 때 A에서 B로 전자가 이동하며 이온 결합을 형성한다.

06 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠** 녹는점은 (가)가 (다)보다 높다.
 ⇒ 전하량의 곱이 같을 때 정전기적 인력은 이온 간 거리가 짧을수록 크다. 또한 정전기적 인력이 클수록 에너지가 더 크게 낮아지며, 정전기적 인력이 클수록 입자 사이의 인력을 끊기 어려우므로 녹는점이 높다. 이온 간 거리는 (가) < (나) < (다)이므로 정전기적 인력은 (가) > (나) > (다)이고, 녹는점도 (가) > (나) > (다)이다.
- X** 원자 번호는 Y가 Z보다 크다.
 작다
 ⇒ 이온 간 거리가 (다)가 (나)보다 크므로 원자 반지름은 $Z > Y$ 이고, 같은 족에서 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 커지므로 원자 번호는 $Z > Y$ 이다.

- ✗ 정전기적 인력의 세기는 (나)가 (가)보다 크다.
 ⇒ (가)가 (나)보다 이온 간 거리가 짧으므로 정전기적 인력의 세기는 (가)가 (나)보다 크다.

07 | 선택지 분석 |

- ㄱ 공유 전자쌍 수는 A_2 가 B_2 보다 크다.
 ⇒ A는 원자가 전자 수가 6으로 2개의 A가 A_2 를 형성할 때에는 전자쌍 2개를 공유하므로 A_2 는 원자 사이에 2중 결합을 포함한다. B_2 는 원자가 전자 수가 7로 2개의 B가 B_2 를 형성할 때는 전자쌍 1개를 공유하므로 원자 사이에 단일 결합을 이룬다. 따라서 공유 전자쌍 수는 A_2 가 B_2 보다 크다.
- ✗ AB_2 와 C_2A 를 구성하는 입자 사이에는 같은 결합을 이루고 있다.
 ⇒ AB_2 는 비금속 원소 A와 B 사이의 공유 결합으로 이루어져 있고, C_2A 는 금속 원소 C와 비금속 원소 A 사이의 이온 결합으로 이루어져 있다.
- ㄷ $C_2A(l)$ 와 $CB(l)$ 는 모두 전기 전도성이 있다.
 ⇒ C_2A 와 CB 는 모두 이온 결합으로 이루어진 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

08 | 선택지 분석 |

- ✗ B(s)와 BD(s)는 모두 전기 전도성이 있다.
 ⇒ B는 금속 원소이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 있으나, BD는 이온 결합 물질이므로 고체 상태에서 이온들이 자유롭게 움직일 수 없어 전기 전도성이 없다.
- ㄷ AD와 CE_3 는 같은 종류의 화학 결합으로 이루어진다.
 ⇒ A, C, D, E는 모두 비금속 원소이므로 이들 원소로 구성된 물질은 공유 결합을 형성한다.
- ✗ 녹는점은 BE(s)가 BD(s)보다 높다.
 ⇒ 이온 결합 물질의 녹는점은 전하량이 같을 때 이온 간 거리가 짧을수록 높으므로 이온 간 거리가 짧은 BD(s)가 BE(s)보다 녹는점이 높다.

09 | 선택지 분석 |

- ㄱ AB는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
 ⇒ AB는 이온 결합 화합물이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
- ✗ BC_2 는 2중 결합을 포함한다.
 ⇒ B는 16족 원소로 원자가 전자 수가 6이다. 따라서 부족한 전자 2개를 2개의 C와 공유하므로 2개의 단일 결합을 포함한다.
- ㄷ A와 C의 안정한 화합물은 AC_2 이다.
 ⇒ 이온 결합 물질은 양이온의 총 전하량과 음이온의 총 전하량이 같아지는 이온 수비로 결합한다. A는 전자 2개를 잃고 A^{2+} 이 되고, C는 전자 1개를 얻어 C^{-} 이 되므로 A^{2+} 과 C^{-} 은 1:2의 개수 비로 결합한다. 따라서 안정한 화합물의 화학식은 AC_2 이다.

10 | 선택지 분석 |

- ㄱ C와 D는 2주기 원소이다.
 ⇒ 전기 음성도는 주기율표의 오른쪽 위로 갈수록 커지므로 제시된 4가지 원소의 전기 음성도는 $F > O > Mg > Na$ 이다. 따라서 A는 Na, B는 Mg, C는 O, D는 F이므로 C와 D는 2주기 원소이다.

- ㄷ A와 D가 결합한 화합물은 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
 ⇒ A와 D의 화합물은 AD(NaF)로 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
- ㄷ 화합물 BC에서 B와 C는 모두 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 갖는다.
 ⇒ A~D의 안정한 이온의 전자 배치는 모두 네온(Ne)과 같다.

11 | 자료 분석 |

전자	전자 배치	화합물	A	B	C
A N	$1s^2 2s^2 2p^3$	(가) AC_3	1	0	3
B Li	$1s^2 2s^1$	(나) BC	0	1	1
C F	$1s^2 2s^2 2p^5$				

- A는 15족 원소인 N, B는 1족 원소인 Li, C는 17족 원소인 F이다.
- A 원자 1개는 C 원자 3개와 각각 공유 결합을 형성한다.
- B는 전자 1개를 잃고 B^{+} 이 되고, C는 전자 1개를 얻어 C^{-} 이 된다.

| 선택지 분석 |

- ✗ (가)의 1분자당 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = \frac{3}{10}$ 이다.
 ⇒ A는 원자가 전자 5개 중 3개는 공유 전자쌍을 형성하고 2개는 비공유 전자쌍 1개로 남는다. C는 원자가 전자 7개 중 1개는 공유 전자쌍을 형성하고 6개는 비공유 전자쌍 3개로 남는다. 따라서 (가)의 1분자당 공유 전자쌍 수는 3, 비공유 전자쌍 수는 10이다.
- ㄷ (나)는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
 ⇒ (나)는 LiF 으로 이온 결합 물질이다. 이온 결합 물질은 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
- ✗ (가)와 (나)를 구성하는 입자의 전자 배치는 모두 네온(Ne)과 같다.
 ⇒ LiF 에서 Li는 전자를 잃고 He과 같은 전자 배치가 된다.

12 | 선택지 분석 |

- ㄱ 공유 전자쌍 수는 A_2 가 B_2 의 2배이다.
 ⇒ A는 2주기 16족 원소이므로 2개의 A는 부족한 전자 2개를 서로 공유하여 2중 결합을 형성한다. B는 2주기 17족 원소이므로 2개의 B는 부족한 전자 1개를 공유하여 단일 결합을 형성한다.
- ㄷ CB와 EB는 모두 이온 결합 물질이다.
 ⇒ C와 E는 금속 원소, B는 비금속 원소이므로, CB, EB는 모두 이온 결합 물질이다.
- ㄷ 녹는점은 FA(s)가 FD(s)보다 높다.
 ⇒ 이온 결합 물질의 녹는점은 이온의 전하량이 같을 때 이온 간 거리가 짧을수록 크다. A는 2주기 원소, D는 3주기 원소이므로 이온 반지름은 $A^{2-} < D^{2-}$ 이다. FA와 FD에서 전하의 곱은 같지만 이온 간 거리는 FA가 FD보다 짧으므로 녹는점은 FA(s)가 FD(s)보다 높다.

13 | 선택지 분석 |

- ✗ 공유 결합 물질은 2가지이다.
 ⇒ (가)는 공유 결합 물질, (나)는 금속 결합 모형, (다)는 이온 결합 모형이다.

㉠ 액체 상태에서 전기 전도성이 있는 물질은 2가지이다.
 ➔ (나)는 고체와 액체 상태에서 모두 전기 전도성이 있으며, (다)는 고체 상태에서는 전기 전도성이 없으나 액체 상태에서는 이온이 자유롭게 움직일 수 있으므로 전기 전도성이 있다.

㉡ 외부 충격에 의해 쉽게 부스러지는 물질은 2가지이다.
 ➔ (가)와 (다)는 외부 충격에 의해 쉽게 부스러지나, (나)는 외부에서 힘이 가해져도 자유 전자가 결합을 유지시키므로 부스러지지 않고 변형만 일어난다.

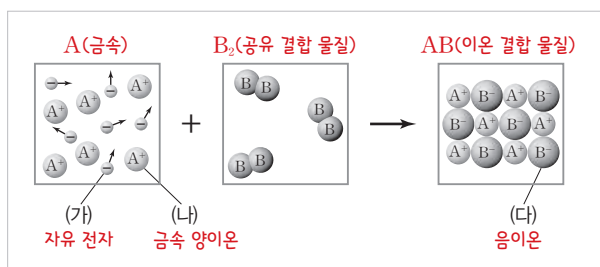
14 화합물 ABC에서 A는 전자를 1개 잃고 He와 같은 전자 배치를 이루므로 2주기 1족 원소인 Li이다. B는 A로부터 전자 1개를 얻고 C와 1개의 전자를 공유하여 Ne와 같은 전자 배치를 이루므로 원자가 전자 수가 6인 2주기 16족 원소 O이다. C는 B와 1개의 전자를 공유하여 He와 같은 전자 배치를 이루므로 1주기 1족 원소인 H이다.

㉢ Y는 공유 결합 화합물이다.
 ➔ Y는 B와 C로 구성된 화합물로 $C_2B(H_2O)$ 이다. 따라서 Y는 공유 결합 화합물이다.

✗ 전기 전도성은 Y(l)가 X(l)보다 **크다**.
 ➔ X는 A와 B로 구성된 $A_2B(Li_2O)$ 이므로 이온 결합 물질이다. 따라서 전기 전도성은 $X(l) > Y(l)$ 이다.

㉣ A와 C는 원자가 전자 수가 같다.
 ➔ A는 2주기 1족 원소, C는 1주기 1족 원소로 원자가 전자 수가 1로 같다.

15 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

㉠ AB에서 B 이온의 전자 배치는 아르곤과 같다.
 ➔ A와 B는 모두 3주기 원소이므로 A는 전자를 잃고 네온과 같은 전자 배치가 되고 B는 전자를 얻어 아르곤과 같은 전자 배치가 된다.

✗ A(s)와 AB(s)에 힘을 가하면 잘 부스러진다.
 ➔ A(s)는 금속이므로 힘을 가해도 자유 전자가 금속 결합을 유지시켜 잘 부스러지지 않는다. AB(s)는 이온 결합 물질이므로 힘을 가하면 이온 층이 밀려 같은 전하를 띤 이온 사이에 반발력이 작용하여 쉽게 부스러진다.

✗ A(s)와 AB(s)에 전류를 흘려주면 (가)와 (다)가 (+)극으로 이동한다.
 ➔ A(s)에 전류를 흘려주면 자유 전자인 (가)가 (+)극으로 이동하므로 전류가 흐른다. 그러나 AB(s)를 구성하는 이온은 이온 사이의 결합력이 강하여 이동할 수 없으므로 전류를 흘려주어도 B 이온은 이동하지 않는다.

16 A는 O(산소), B는 F(플루오린)으로 비금속 원소이고, C는 Na(나트륨), D는 Mg(마그네슘)으로 금속 원소이다.

| 선택지 분석 |

㉠ 녹는점은 (나)가 (다)보다 높다.
 ➔ (나)는 MgO , (다)는 NaF 이다. 이온의 전하량이 (나) > (다)이고, 양이온과 음이온은 각각 같은 주기 원소로 이온 사이의 거리는 크게 차이 나지 않으므로 녹는점은 (나) > (다)이다.

㉡ 액체 상태에서 전기 전도성은 (나)가 (가)보다 크다.
 ➔ (가)는 공유 결합 화합물, (나)는 이온 결합 화합물이므로 액체 상태에서 전기 전도성은 (나)가 (가)보다 크다.

㉢ 화학식에서 구성 원자 수는 (라)가 (다)보다 크다.
 ➔ 이온 결합 물질은 양이온의 총 전하량과 음이온의 총 전하량이 같아지는 이온 수비로 결합하므로 (다)의 화학식은 $CB(NaF)$, (라)의 화학식은 $DB_2(MgF_2)$ 이다. 따라서 화학식에서 구성 원자 수는 (라) > (다)이다.



III. 화학 결합과 분자의 세계

2 >>> 분자의 구조와 성질

01 ~ 전기 음성도와 결합의 극성

꼭! 개념 확인하기

189쪽

✓ 잠깐 확인!

1 전기 음성도 2 플루오린 3 극성 공유 결합 4 무극성 공유 결합 5 쌍극자 6 쌍극자 모멘트 7 극성 공유 결합

01 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 02 $B > C > A$ 03 (1) × (2) ○ (3) ○ 04 H_2, O_2 05 ① 쌍극자 모멘트 ② 극성 06 $H-F > H-O > H-N > C-H > F-F$

01 (1) 전기 음성도는 공유 결합하는 원자가 공유 전자쌍을 끌어당기는 힘을 상댓값으로 나타낸 것이다.
 (4) 같은 족에서는 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 커져 원자핵과 공유 전자쌍 사이의 인력이 약해지므로 전기 음성도가 작아진다.

02 A는 3주기 1족 원소, B는 2주기 17족 원소, C는 2주기 16족 원소이다. 전기 음성도는 주기율표에서 오른쪽 위로 갈수록 크므로 전기 음성도의 크기는 $B > C > A$ 이다.

03 (2) HCl 에서 Cl가 H보다 전기 음성도가 크므로 공유 전자쌍을 더 세게 잡아당겨 공유 전자쌍이 Cl 원자 쪽으로 치우친다. 따라서 HCl 에서 H는 부분적인 양전하를, Cl는 부분적인 음전하를 띤다.

06 결합하는 두 원자의 전기 음성도 차가 클수록 결합의 극성의 세기가 크다.

탄탄! 내신 다지기

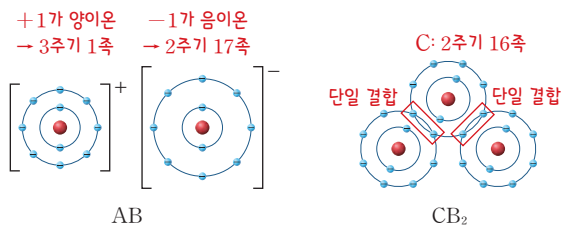
190쪽~191쪽

- 01 ③ 02 ④ 03 ⑤ 04 ④ 05 $A > B > C$
 06 극성 → 무극성, 양전하 → 음전하, 음전하 → 양전하
 07 A, C 08 ② 09 (1) $\overset{\delta^+}{\text{H}}-\overset{\delta^-}{\text{F}}$ (2) $\overset{\delta^+}{\text{O}}=\overset{\delta^-}{\text{C}}=\overset{\delta^-}{\text{O}}$
 (3) $\overset{\delta^+}{\text{H}}-\overset{\delta^-}{\text{O}}-\overset{\delta^+}{\text{H}}$ 10 ㉠ 쌍극자 ㉡ 쌍극자 모멘트 11 ⑤ 12 ⑤

01 전기 음성도는 공유 결합하는 원자가 공유 전자쌍을 끌어당기는 능력을 상대적인 수치로 나타낸 값으로 단위가 없다. 또한 주기율표에서 같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 작아지고, 유효 핵전하가 증가하므로 전기 음성도는 대체로 커지고, 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 커지므로 전기 음성도가 대체로 작아진다.

02 전기 음성도는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 크고, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 작아진다. A와 D, B와 C는 각각 같은 주기 원소이므로 전기 음성도는 $D > A$, $C > B$ 이다. 또한 B와 D는 같은 족 원소이므로 전기 음성도는 $B > D$ 이다. 따라서 전기 음성도는 $C > B > D > A$ 이다.

03 | 자료 분석 |



- A는 전자 1개를 잃고 Ne와 전자 배치가 같아지므로 3주기 1족 Na이다.
- B는 전자 1개를 얻어 Ne와 전자 배치가 같아지므로 2주기 17족 F이다.
- C는 전자쌍 2개를 공유하면 Ne와 전자 배치가 같아지므로 2주기 16족 원소이다.

- ① 원자 번호는 C가 A보다 **크다**.
 ⇒ A는 3주기 1족, C는 2주기 16족 원소이므로 원자 번호는 A가 C보다 크다.
- ② 전기 음성도는 A가 B보다 **작다**.
 ⇒ A는 금속 원소, B는 비금속 원소이므로 B가 A보다 전기 음성도가 크다.
- ③ 원자가 전자 수는 C가 B보다 **작다**.
 ⇒ 원자가 전자 수는 B 7, C 6이다.
- ④ A와 C는 **공유 결합**으로 화합물을 형성한다.
 이온

⇒ A는 금속 원소, C는 비금속 원소이므로 A와 C는 이온 결합으로 화합물을 형성한다.

- ⑤ 공유 전자쌍을 끌어당기는 힘은 B가 C보다 크다.
 ⇒ 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 전기 음성도가 크며, 전기 음성도가 클수록 공유 전자쌍을 강하게 끌어당기므로 전기 음성도가 큰 B가 C보다 공유 전자쌍을 세게 끌어당긴다.

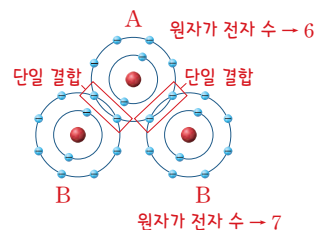
04 같은 종류의 원자 사이의 공유 결합을 무극성 공유 결합, 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 공유 결합을 극성 공유 결합이라고 한다. C₂H₂에서 C와 H 사이에는 극성 공유 결합을 형성하지만, C와 C 사이에는 무극성 공유 결합을 형성한다.

05 두 원자가 극성 공유 결합을 형성할 때 전기 음성도가 큰 원자는 공유 전자쌍을 강하게 끌어당겨 부분적인 음전하를 띠고, 전기 음성도가 작은 원자는 부분적인 양전하를 띤다. BA₂에서 A가 부분적인 음전하를 띠므로 전기 음성도는 $A > B$ 이고, CB₂에서 B가 부분적인 음전하를 띠므로 전기 음성도는 $B > C$ 이다.

- 06** (1) 전기 음성도가 같은 원자가 전자를 공유하여 결합한 것을 무극성 공유 결합이라고 한다.
 (2) 서로 다른 원자가 결합할 때 전기 음성도가 큰 원자가 공유 전자쌍을 더 강하게 잡아당기므로 부분적인 음전하를 띠고, 전기 음성도가 작은 원자는 부분적인 양전하를 띤다.

07 할로젠 원소와 H가 결합한 물질은 각각 HA, HB, HC이며, 물질을 구성하는 두 원소의 전기 음성도 차가 클수록 결합의 극성이 크다. 같은 족에서 원자 반지름이 작을수록 전기 음성도가 크므로 전기 음성도의 크기는 $A > B > C$ 순이며, 전기 음성도가 가장 큰 A가 H와 결합할 때 결합의 극성이 가장 크고, 전기 음성도가 가장 작은 C가 H와 결합할 때 결합의 극성이 가장 작다.

08 | 자료 분석 |



- 분자에서 옥텟 규칙을 만족하는 원자의 원자가 전자 수는 (8 - 공유 전자쌍 수)와 같다.
- ⇒ A: $8 - 2 = 6$, B: $8 - 1 = 7$
- ⇒ A는 2주기 16족 원소, B는 2주기 17족 원소

| 선택지 분석 |

✗ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 A가 B보다 크다.
 B A

⇒ A 원자 1개는 B 원자 2개와 각각 단일 결합을 형성하므로 A는 원자가 전자 수가 6인 16족 원소, B는 원자가 전자 수가 7인 17족 원소이다. 같은 주기에서는 원자 번호가 클수록 유효 핵전하가 커지므로 B가 A보다 유효 핵전하가 크다.

㉠ A와 B는 극성 공유 결합을 형성한다.

⇒ A와 B가 공유 결합을 하면 공유 전자쌍은 전기 음성도가 큰 B 원자 쪽으로 치우치므로 A와 B는 극성 공유 결합을 형성한다.

✗ AB₂에서 A는 부분적인 ^양음전하를 띤다.

⇒ A와 B는 같은 주기 원소로 전기 음성도는 원자 번호가 큰 B가 A보다 크다. 따라서 AB₂에서 전기 음성도가 작은 A는 부분적인 양전하를 띤다.

09 서로 다른 두 원자가 공유 결합할 때 전기 음성도가 큰 원자는 부분적인 음전하를 띠고, 전기 음성도가 작은 원자는 부분적인 양전하를 띤다.

10 하나의 분자에 쌍으로 존재하는 전하를 쌍극자라고 하고, 그 크기를 쌍극자 모멘트로 나타낸다.

11 쌍극자 모멘트는 결합에서 극성 크기를 나타내는 척도로, 전하와 두 전하 사이의 거리의 곱과 같다. 또한 무극성 공유 결합에서는 전자의 치우침이 없으므로 결합의 쌍극자 모멘트가 0이다.

12 무극성 공유 결합은 전자의 치우침이 없이 고르게 분포되어 있으므로 결합의 쌍극자 모멘트가 0이다.

도전! 실력 올리기

192쪽~193쪽

01 ③ 02 ④ 03 ① 04 ② 05 ④ 06 ④

07 ㉠ 전기 음성도 ㉡ 극성

08 | 모범 답안 | 전기 음성도가 B>A이므로 A-B 결합에서 공유 전자쌍은 B 원자 쪽으로 치우친다. 따라서 A는 부분적인 양전하를, B는 부분적인 음전하를 띤다.

09 | 모범 답안 | AC>AB, 쌍극자 모멘트의 크기는 부분 전하의 크기와 두 전하 사이의 거리의 곱과 같다. 부분 전하의 크기와 두 전하 사이의 거리 모두 AC가 AB보다 크므로 쌍극자 모멘트의 크기는 AC가 AB보다 크다.

01 | 선택지 분석 |

㉠ 전기 음성도는 C가 D보다 크다.

⇒ 주기율표에서 전기 음성도는 오른쪽 위로 갈수록 크다(단, 18족 제외), 따라서 전기 음성도는 C가 D보다 크다.

㉠ A-D 결합에서 공유 전자쌍은 D 원자 쪽으로 치우친다.

⇒ A는 H(수소)로 17족 원소인 D보다 전기 음성도가 작다. 따라서 A-D 결합에서 공유 전자쌍은 전기 음성도가 큰 D 원자 쪽으로 치우친다.

✗ A-B 결합과 B-C 결합에서 B는 모두 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

⇒ 전기 음성도는 C>B>A이므로 A-B 결합에서 B는 부분적인 음전하를 띠고, B-C 결합에서 B는 부분적인 양전하를 띤다.

02 | 선택지 분석 |

㉠ 전기 음성도는 Cl>H이다.

⇒ Cl가 부분적인 음전하(δ^-)를 띠므로 공유 전자쌍이 Cl 원자 쪽으로 치우친다. 따라서 전기 음성도는 Cl>H이다.

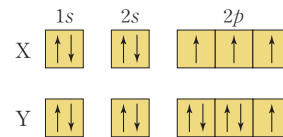
✗ 전자는 H 원자에서 Cl 원자로 이동한다.

⇒ H와 Cl는 모두 비금속 원소이므로 H-Cl 결합은 극성 공유 결합이다. 따라서 이온 결합처럼 전자가 완전히 이동하는 것은 아니다.

㉠ 결합의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.

⇒ 전자가 Cl 쪽으로 치우쳐 쌍극자가 존재하므로 결합의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.

03 | 자료 분석 |



• X는 원자가 전자 수가 5이고, Y는 원자가 전자 수가 7이다.

⇒ X는 3개, Y는 1개의 공유 결합을 형성할 수 있다.

• X 원자 1개는 Y 원자 3개와 각각 1개의 전자쌍을 공유하여 결합하므로 분자식은 XY₃이다.

| 선택지 분석 |

㉠ X₂는 무극성 공유 결합을 포함한다.

⇒ X₂는 같은 원자끼리의 공유 결합이므로 원자 사이의 결합은 무극성 공유 결합이다.

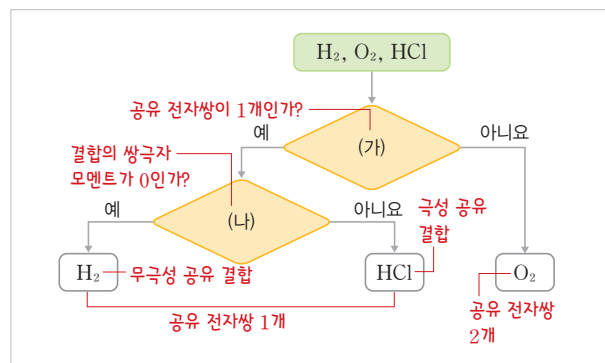
✗ Y₂에는 2중 ^{단일}결합이 있다.

⇒ Y의 원자가 전자 수는 7이므로 Y 원자끼리 단일 결합을 형성한다.

✗ XY₃에서 X는 부분적인 ^{양전하}음전하를 띤다.

⇒ 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 전기 음성도가 크므로 전기 음성도는 Y>X이다. 따라서 X와 Y가 결합을 할 때 공유 전자쌍은 전기 음성도가 큰 Y 원자 쪽으로 치우치므로 X는 부분적인 양전하를 띤다.

04 | 자료 분석 |



H₂와 HCl는 모두 공유 전자쌍 수가 1이고, O₂는 공유 전자쌍 수가 2이므로 (가)에는 ‘공유 전자쌍 수가 1인가?’를 적용할 수 있다. 또한 H₂는 무극성 공유 결합을 포함하여 결합의 쌍극자 모멘트가 0이다. 따라서 (나)에는 ‘결합의 쌍극자 모멘트가 0인가?’를 적용할 수 있다. 극성 공유 결합을 포함하는 분자는 HCl이다.

05 | 선택지 분석 |

✗ Z는 ~~Cl~~이다.
F

→ H-X의 전기 음성도 차가 0이므로 X는 H이고, 전기 음성도 차가 H-Z가 H-Y보다 크므로 Y는 Cl, Z는 F이다.

ㄴ H-X에는 무극성 공유 결합이 있다.

→ H-X(H)는 같은 원자 사이의 결합이므로 무극성 공유 결합이 있다.

ㄷ H-Y에서 Y는 부분적인 음전하를 띤다.

→ 전기 음성도가 Y > H이다. 따라서 공유 전자쌍이 Y 원자 쪽으로 치우치므로 Y는 부분적인 음전하를 띤다.

06 | 선택지 분석 |

✗ AC는 ~~아~~온 결합 물질이다.
공유

→ AC는 HF이므로 공유 결합 물질이다.

ㄴ 전기 음성도는 C > B이다.

→ 전기 음성도 차이가 AC가 AB보다 크므로 전기 음성도는 C가 B보다 크다.

ㄷ 쌍극자 모멘트는 AC > AB이다.

→ 쌍극자 모멘트는 부분 전하의 크기 × 결합 거리와 같다. 부분 전하의 크기는 AC가 AB의 약 2배이지만, 결합 길이는 AB가 AC의 약 1.5배이므로 부분 전하의 크기 × 결합 거리는 AC가 AB보다 크다. 따라서 쌍극자 모멘트는 AC가 AB보다 크다.

07 극성 공유 결합은 전기 음성도가 다른 원자 사이에 형성되는 공유 결합이며, 전기 음성도가 큰 원자는 부분적인 음전하를 띠고 전기 음성도가 작은 원자는 부분적인 양전하를 띤다.

08 극성 공유 결합에서 전기 음성도가 큰 원자는 부분적인 음전하를, 전기 음성도가 작은 원자는 부분적인 양전하를 띤다. 전기 음성도가 B > A이므로 A-B 결합에서 공유 전자쌍은 B 원자 쪽으로 치우친다.

채점 기준	배점
A와 B의 부분 전하를 옳게 설명하고, 그 까닭을 전기 음성도와 공유 전자쌍의 치우침을 근거로 옳게 서술한 경우	100 %
A와 B의 부분 전하를 옳게 설명하고, 그 까닭을 전기 음성도가 B가 A보다 크기 때문이라고만 서술한 경우	60 %
A와 B의 부분 전하만 옳게 설명한 경우	30 %

09 쌍극자 모멘트의 크기는 두 전하 사이의 거리가 멀수록, 부분 전하의 크기가 클수록 크다. 부분 전하의 크기와 두 전하 사이의 거리 모두 AC가 AB보다 크므로 쌍극자 모멘트의 크기는 AC가 AB보다 크다.

채점 기준	배점
부분 전하의 크기와 두 전하 사이의 거리를 이용하여 옳게 서술한 경우	100 %
AB와 AC의 쌍극자 모멘트의 크기만 옳게 비교한 경우	30 %

02~ 전자쌍 반발 이론과 분자 구조

탐구POOL

198쪽

01 BeCl₂: 선형, BCl₃: 평면 삼각형, CCl₄: 정사면체

02 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크다.

01 제시된 3가지 분자의 공유 전자쌍이 각각 2개, 3개, 4개이므로 각각 풍선을 2개, 3개, 4개씩 묶은 경우에 해당한다. 따라서 풍선의 배열로부터 각각 선형, 평면 삼각형, 정사면체의 분자 구조를 갖게 됨을 알 수 있다.

02 비공유 전자쌍은 중심 원자 가까이에 넓게 퍼져 있고, 공유 전자쌍은 두 원자 사이에 있으므로 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크다.

꼭꼭! 개념 확인하기

199쪽

✓ 잠깐 확인

1 루이스 전자점식 2 공유 전자쌍 3 구조식 4 전자쌍 반발 5 결합각 6 크 7 비공유

01 ㉠ 원자가 ㉡ 공유 ㉢ 비공유 02 H:Ö:H, 2, 2

03 (1) ○ (2) × (3) × 04 ㉠ 비공유 ㉡ 공유 ㉢ 비공유

05 (1) ㉡ (2) ㉠ (3) ㉢ (4) ㉡

01 루이스 전자점식은 원소 기호 주위에 원자가 전자를 점으로 나타낸 식이다. 원자들이 결합을 형성할 때 결합에 참여하는 두 원자가 서로 공유하는 전자쌍을 공유 전자쌍이라고 하고, 전자가 쌍을 이루고 있으나 공유 결합에 참여하지 않은 전자쌍을 비공유 전자쌍이라고 한다.

02 O의 원자가 전자 수는 6, H의 원자가 전자 수는 1이므로 O 원자 1개는 H 원자 2개와 각각 전자쌍 1개를 공유하여 결합을 형성한다.

03 (2) 중심 원자를 둘러싸고 있는 전자쌍들은 모두 (－)전하를 띠고 있으므로 전자쌍들은 반발력을 최소화하기 위해 가능한 한 멀리 떨어져 있으려고 한다.

(3) 비공유 전자쌍은 한 원자에만 속해 있으므로 공유 전자쌍보다 더 큰 공간을 차지한다.

04 비공유 전자쌍은 중심 원자핵에만 속해 있어 한 원자의 핵에 의한 인력을 받는다. 따라서 비공유 전자쌍은 공유 전자쌍보다 더 넓은 공간을 차지하므로 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크다.

- 05** (1) H_2O 의 중심 원자 O에는 비공유 전자쌍 수가 2, 결합한 원자 수가 2이므로 굽은 형이다.
 (2) CO_2 의 C에는 비공유 전자쌍이 없고 결합한 원자 수가 2이므로 선형이다.
 (3) BCl_3 의 B에는 비공유 전자쌍이 없고 결합한 원자 수가 3이므로 평면 삼각형 구조이다.
 (4) CCl_4 의 C에는 비공유 전자쌍이 없고 결합한 원자 수가 4이므로 정사면체이다.

탄탄! 내신 다지기

200쪽~201쪽

01 ① 02 ③ 03 ③ 04 A 1, B 4, C 6 05 ⑤ 06 해설
 참조 07 ② 08 ② 09 (1) $\equiv$ (2) $\square$ (3) $\perp$ (4) $\neg$ 10 ⑤
 11 (가)>(나)>(다) 12 ⑤ 13 선형 14 ⑤

01 A는 원자가 전자 수가 1이고, B는 원자가 전자 수가 5이므로 B 원자 1개는 A 원자 3개와 공유 결합하여 BA_3 를 형성하며, 이 분자에는 비공유 전자쌍 1개가 있다.

02 H, C, N, O, F의 원자가 전자 수는 각각 1, 4, 5, 6, 7이다. 따라서 N_2 에서 N과 N는 3중 결합을 형성하고, O_2 에서 O와 O는 2중 결합을 형성한다. $C_2H_2(H-C \equiv C-H)$ 에서 C와 C는 3중 결합을 형성하고, F_2 에서 F와 F는 단일 결합을 형성한다.

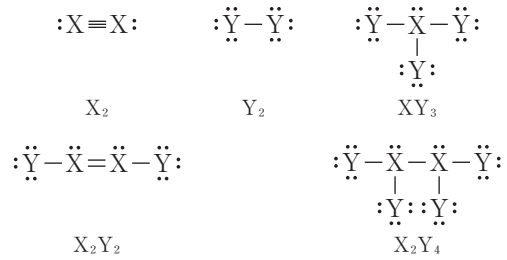
03 H_2O 에서 원자가 전자 수가 6인 O 원자 1개는 원자가 전자 수가 1인 H 원자 2개와 각각 전자쌍 1개를 공유하고 있으므로 공유 전자쌍 수는 2이다. CO_2 에서 원자가 전자 수가 4인 C 원자 1개는 O 원자 2개와 각각 전자쌍 2개씩을 공유하고 있으므로 공유 전자쌍 수는 4이다. 따라서 H_2O 과 CO_2 의 공유 전자쌍 수의 합은 6이다.

04 분자를 구성하는 원자의 원자가 전자 수는 $2 \times (\text{비공유 전자쌍 수}) + (\text{공유 전자쌍 수})$ 와 같다.

- A: 공유 전자쌍 수 1 $\rightarrow$ 원자가 전자 수 1
- B: 공유 전자쌍 수 4 $\rightarrow$ 원자가 전자 수 4
- C: 공유 전자쌍 수 2, 비공유 전자쌍 수 2 $\rightarrow$ 원자가 전자 수 6

05 | 자료 분석 |

$X_2, Y_2, XY_3, X_2Y_2, X_2Y_4$ 의 루이스 구조식은 각각 다음과 같다.



| 선택지 분석 |

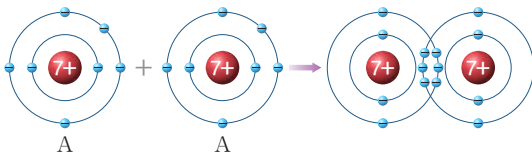
- ① X_2 에는 3중 결합이 있다.
 $\Rightarrow$ X와 X는 3개의 전자쌍을 공유하여 결합하므로 3중 결합이 있다.
 ② Y_2 에 있는 비공유 전자쌍 수는 6이다.
 $\Rightarrow$ Y와 Y는 1개의 전자쌍을 공유하여 결합하므로 6개의 비공유 전자쌍이 있다.
 ③ XY_3 에는 극성 공유 결합이 있다.
 $\Rightarrow$ X와 Y는 전기 음성도가 다르므로 극성 공유 결합을 형성한다.
 ④ X_2Y_2 에는 무극성 공유 결합이 있다.
 $\Rightarrow$ X와 X는 같은 원자 사이의 공유 결합이므로 무극성 공유 결합이다.
 ⑤ X_2Y_4 에 있는 공유 전자쌍 수는 6이다.
 $\Rightarrow$ X_2Y_4 에서 X와 X 원자 사이에는 1개의 전자쌍을 공유하므로 X_2Y_4 에 있는 공유 전자쌍 수는 5이다.

06 | 정답 | $:\ddot{Y}:\ddot{X}:\ddot{Y}:$
 $:\ddot{Y}:$

X는 3개의 전자쌍을 공유해야 하고, Y는 1개의 전자쌍을 공유해야 하므로 X 원자 1개는 Y 원자 3개와 각각 단일 결합을 형성한다.

07 | 자료 분석 |

원자가 전자 수 5 $\rightarrow$
 3개의 전자를 공유하여 옥텟 규칙을 만족



$\Rightarrow A_2$ 의 루이스 전자점식: $A:::A:$
 $\Rightarrow$ 공유 전자쌍 수: 3, 비공유 전자쌍 수: 2

| 선택지 분석 |

- ① 공유 결합 물질이다.
 $\Rightarrow$ A는 원자가 전자 수가 5인 비금속 원소이므로 공유 결합을 형성하여 분자를 형성한다.
 ② 2중 결합을 가지고 있다.
 $\Rightarrow$ A와 A 사이에는 3중 결합을 형성한다.

- ③ 무극성 공유 결합이 있다.
 → 같은 원자 사이의 결합으로 이루어져 있으므로 무극성 공유 결합이 있다.
- ④ 비공유 전자쌍 수는 2이다.
 → 비공유 전자쌍 수는 2이다.
- ⑤ 구성 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.
 → 구성 원자는 모두 Ne의 전자 배치를 이루어 옥텟 규칙을 만족한다.

08 중심 원자에 존재하는 전자쌍 수가 같아도 비공유 전자쌍의 수와 결합 형태에 따라 분자의 구조가 달라진다. 또한 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크다.

- 09** (1) NH_3 는 중심 원자인 N에 비공유 전자쌍이 있으므로 삼각뿔 구조이다.
 (2) CH_4 는 중심 원자인 C에 비공유 전자쌍이 없고 4개의 원자가 결합하였으므로 정사면체 구조이다.
 (3) H_2S 는 중심 원자인 S에 2개의 비공유 전자쌍이 있으므로 굽은 형 구조이다.
 (4) CO_2 는 중심 원자인 C에 비공유 전자쌍이 없으므로 선형 구조이다.

10 분자 구조가 선형(CO_2), 굽은 형(H_2S), 평면 삼각형(CH_2O , BCl_3)인 분자는 구성 원자가 모두 같은 평면에 존재하며, 정사면체와 삼각뿔(NH_3)인 분자는 구성 원자가 같은 평면에 존재하지 않는다.

11 X~Z는 2주기 원소이고, 중심 원자에 있는 전자쌍 수가 (나)>(가)이므로 중심 원자 X는 B, Y는 N, Z는 O이다. 따라서 XCl_3 는 평면 삼각형 구조, YCl_3 는 삼각뿔 구조, ZCl_2 는 굽은 형 구조이다. 중심 원자가 가지는 전자쌍 수가 같을 때 비공유 전자쌍 수가 많을수록 결합각은 작아진다.

		(가)	(나)	(다)
분자식		BCl_3	NCl_3	OCl_2
분자 구조		평면 삼각형	삼각뿔	굽은 형
전자쌍 수	공유	3	3	2
	비공유	0	1	2

12 | 자료 분석 |

C는 비공유 전자쌍이 없다.
 → 4개의 원자가 사면체의 꼭짓점에 위치한다.

N는 비공유 전자쌍 1개
 → 3개의 원자가 삼각뿔의 꼭짓점에 위치한다.

• O에는 2개의 비공유 전자쌍이 있고, 2개의 원자가 결합되어 있으므로 C—O—N은 굽은 형을 이룬다.

| 선택지 분석 |

- ① 결합각은 $\alpha > \beta$ 이다.
 → α 는 약 109.5° , β 는 약 107° 이다.
- ② 극성 공유 결합이 있다.
 → 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 공유 결합이 극성 공유 결합이므로 분자를 구성하는 모든 결합은 극성 공유 결합이다.
- ③ 공유 전자쌍 수는 7이다.
 → C를 중심으로 4개의 공유 전자쌍이 있고, N를 중심으로 3개의 공유 전자쌍이 있으므로 분자에는 총 7개의 공유 전자쌍이 있다.
- ④ O는 부분적인 음전하를 띤다.
 → 구성 원자에서 O의 전기 음성도가 가장 크므로 O는 부분적인 음전하를 띤다.
- ⑤ C—O—N은 동일한 직선상에 위치한다.
 → O에는 비공유 전자쌍이 있으므로 C—O—N은 굽은 형으로 동일한 직선상에 위치하지 않는다.

13 A~C는 각각 H, C, N이므로 ABC(HCN)의 구조식은 $\text{A}-\text{B}\equiv\text{C}:(\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}:\text{:})$ 이다. B에는 비공유 전자쌍이 없고 3중 결합은 1개의 결합으로 취급하므로 B에 2개의 원자가 결합된 선형 구조이다.

14 | 선택지 분석 |

- ㉠ BA_4 의 분자 구조는 정사면체이다.
 → $\text{BA}_4(\text{CH}_4)$ 에서 중심 원자 B에는 비공유 전자쌍이 없고 4개의 A 원자와 결합되어 있으므로 분자 구조는 정사면체이다.
- ㉡ A_2C 는 평면 구조이다.
 → $\text{A}_2\text{C}(\text{H}_2\text{O})$ 의 분자 구조는 굽은 형이므로 평면 구조이다.
- ㉢ BC_2 의 결합각은 180° 이다.
 → $\text{BC}_2(\text{CO}_2)$ 의 분자 구조는 선형이므로 결합각은 180° 이다.

도전! 실력 올리기

202쪽~203쪽

01 ③ 02 ③ 03 ③ 04 ⑤ 05 ⑤ 06 ④ 07 ②

08 (1) $\text{A}:\ddot{\text{C}}:\text{A}$ (2) [모범 답안] $\text{BA}_4 > \text{CA}_3$, BA_4 는 정사면체, CA_3 는 삼각뿔 구조로 C에는 비공유 전자쌍이 있는데, 공유—비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유—공유 전자쌍 사이의 반발력보다 더 커 결합각이 작아지기 때문이다.

09 | 모범 답안 | $\text{XZ}_3 > \text{YZ}_3$, XZ_3 는 공유 전자쌍 3개, 비공유 전자쌍 1개로 총 4개의 전자쌍이 있고, YZ_3 는 공유 전자쌍만 3개가 있다.

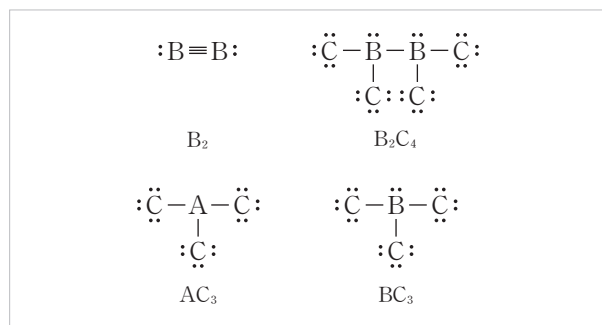
10 (1) (나), (다) (2) [모범 답안] (다)>(나)>(가), 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크므로, 중심 원자에 있는 전자쌍의 수가 같은 경우 비공유 전자쌍이 많을수록 결합각은 작아지기 때문이다.

01 | 선택지 분석 |

- ① H_2O 에 있는 공유 전자쌍 수는 2이다.
 → H_2O 은 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍이 각각 2개씩 있다.

- ② PH_3 에서 P는 옥텟 규칙을 만족한다.
 ➔ PH_3 에서 P는 비공유 전자쌍 1개와 공유 전자쌍 3개가 있으므로 옥텟 규칙을 만족한다.
- ③ 공유 전자쌍 수는 F_2 가 H_2 보다 크다.
 ➔ H_2 와 F_2 는 모두 단일 결합을 가지고 있으므로 공유 전자쌍 수가 1로 같다.
- ④ 단일 결합을 이루고 있는 분자는 4가지이다.
 ➔ 4개의 분자 모두 단일 결합을 이루고 있다.
- ⑤ 비공유 전자쌍이 가장 많은 분자는 F_2 이다.
 ➔ F_2 에는 6개의 비공유 전자쌍이 있다. H_2O 에는 2개, PH_3 에는 1개의 비공유 전자쌍이 있다.

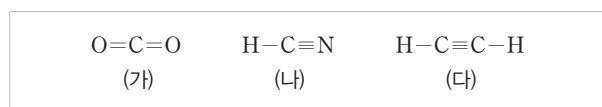
02 B_2 , B_2C_4 , AC_3 , BC_3 의 구조식은 다음과 같다.



| 선택지 분석 |

- ㉠ B_2 분자에 있는 공유 전자쌍 수는 3이다.
 ➔ B의 원자가 전자 수는 5이므로 B 원자 사이에는 3개의 전자쌍을 공유하여 결합한다.
- ㉡ B_2C_4 의 구성 원자는 모두 같은 평면에 있다.
 ➔ B_2C_4 에서 B 원자에는 1개의 비공유 전자쌍이 있고, 3개의 원자와 결합하고 있으므로 B를 중심으로 결합된 3개의 원자는 삼각뿔의 꼭짓점에 위치한다. 따라서 B_2C_4 는 입체 구조이다.
- ㉢ 결합각은 AC_3 이 BC_3 보다 크다.
 ➔ AC_3 는 평면 삼각형 구조, BC_3 는 삼각뿔 구조이므로 결합각은 $\text{AC}_3 > \text{BC}_3$ 이다.

03 (가)~(다)의 구조는 다음과 같다.



| 선택지 분석 |

- ㉠ 평면 구조이다.
 ➔ (가)~(다)는 선형 구조로 모두 평면 구조이다.
- ㉡ 다중 결합을 포함한다.
 ➔ (가)는 C와 O 사이의 2중 결합, (나)는 C와 N 사이의 3중 결합, (다)는 C와 C 사이의 3중 결합을 포함한다.
- ㉢ 공유 전자쌍 수는 4이다.
 ➔ 공유 전자쌍 수는 (가)와 (나)는 4, (다)는 5이다.

04 | 선택지 분석 |

- ㉠ 입체 구조는 2가지이다.
 ➔ 분자 구조는 (가) 정사면체, (나) 삼각뿔이므로 입체 구조이며, (다)는 굽은 형으로 평면 구조이다.

㉡ 결합각은 (가)가 (다)보다 크다.

- ➔ 전자쌍의 총수가 같을 때 비공유 전자쌍이 많을수록 결합각이 작아진다. (가)~(다)는 전자쌍의 총수가 4로 같으며 (가)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고, (다)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 2개이므로 결합각은 (가)가 (다)보다 크다.

㉢ 모두 극성 공유 결합이 있다.

- ➔ (가)~(다)는 모두 전기 음성도가 다른 중심 원자와 수소(H) 사이의 극성 공유 결합으로 형성된다.

05 | 자료 분석 |

중심 원자에 비공유 전자쌍이 없다.

중심 원자에 비공유 전자쌍이 있다.



- 원자가 전자 수는 (8-공유 전자쌍 수)와 같다.
 ➔ X: $8-4=4$, Y: $8-3=5$, Z: $8-2=6$
 ➔ X는 14족 원소인 C, Y는 15족 원소인 N, Z는 16족 원소인 O이다.
- 분자의 구조: 중심 원자에 있는 비공유 전자쌍의 유무에 따라 다르다.
 ➔ HXY 에서 X에는 비공유 전자쌍이 없으므로 선형이다.
 ➔ H_2Z 에서 Z에는 비공유 전자쌍이 있으므로 굽은 형이다.

| 선택지 분석 |

- ㉠ 원자가 전자 수는 $Z > Y$ 이다.
 ➔ Y는 원자가 전자 수가 5이고, Z는 원자가 전자 수가 6이다.
- ㉡ (가)에서 Y는 부분적인 음전하를 띤다.
 ➔ X와 Y는 2주기 원소이며 원자 번호가 $Y > X$ 이므로 전기 음성도는 $Y > X$ 이다. 따라서 Y는 부분적인 음전하를 띤다.
- ㉢ 결합각은 (가) > (나)이다.
 ➔ (가)의 중심 원자 X에는 비공유 전자쌍이 없으므로 (가)의 분자 모양은 선형이고, (나)의 중심 원자 Z에는 비공유 전자쌍이 있으므로 (나)의 분자 모양은 굽은 형이다. 따라서 결합각은 (가)가 (나)보다 크다.

06 | 자료 분석 |

분자	(가)	(나)	(다)	(라)
공유 전자쌍 수	2	4	3	4
결합한 원자 수	2	2	3	4
예	H_2O	CO_2	NH_3	CH_4
분자 구조	굽은 형	선형	삼각뿔	정사면체

- (가)는 중심 원자에 결합한 원자 수와 공유 전자쌍 수가 같으므로 (가)의 중심 원자에는 비공유 전자쌍 수가 2이다.
- (나)는 결합한 원자 수가 공유 전자쌍 수보다 작으므로 다중 결합이 있다.
- (다)는 결합한 원자 수와 공유 전자쌍 수가 3으로 같으므로 (다)의 중심 원자에는 비공유 전자쌍 수가 1이며, 분자 모양은 삼각뿔이다.
- (라)의 분자 모양은 정사면체 또는 사면체이다.

| 선택지 분석 |

㉠ 입체 구조인 분자는 2가지이다.

→ 입체 구조인 분자는 (다)와 (라)의 2가지이다.

㉡ 다중 결합이 있는 분자는 2가지이다.

→ (나)는 결합한 원자 수보다 공유 전자쌍 수가 더 많으므로 다중 결합이 있다.

㉢ 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 분자는 2가지이다.

→ 중심 원자는 옥텟 규칙을 만족하므로 전자쌍 수는 4이어야 한다. 따라서 중심 원자에 있는 공유 전자쌍 수가 4보다 작은 분자에는 비공유 전자쌍이 있다.

07 | 선택지 분석 |

㉠ 분자의 구조는 선형이다.

→ A 1개와 B 2개가 극성 공유 결합을 형성하며, 중심 원자인 A는 2개의 공유 전자쌍과 2개의 비공유 전자쌍을 가지므로 AB₂ 분자의 구조는 굽은 형이다.

㉡ A-B 결합은 극성 공유 결합이다.

→ A와 B는 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 공유 결합이므로 극성 공유 결합이다.

㉢ 1분자당 비공유 전자쌍 수는 2이다.

→ AB₂에서 비공유 전자쌍은 A에 2개, B에 3개씩 있으므로 분자당 비공유 전자쌍 수는 8이다.

08 (1) C 원자 1개는 A 원자 3개와 각각 전자쌍 1개를 공유하여 결합한다.

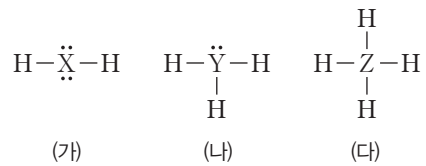
(2) 비공유 전자쌍은 공유 전자쌍보다 더 많은 공간을 차지하므로 공유-비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유-공유 전자쌍 사이의 반발력보다 더 크다.

채점 기준	배점
결합각을 옳게 비교하고 그 까닭을 전자쌍의 종류에 따른 반발력의 차이로 옳게 서술한 경우	100 %
결합각만 옳게 비교한 경우	30 %

09 X 원자 1개와 Z 원자 3개가 결합하였으므로 X와 Z 원자 사이에는 단일 결합을 형성한다. 따라서 Z의 원자가 전자 수는 7이며, XZ₃의 원자가 전자의 총수는 26이므로 X는 원자가 전자 수가 5이다. 또한 YZ₃의 원자가 전자의 총수는 24이므로 Y는 원자가 전자 수가 3이다. 따라서 XZ₃는 공유 전자쌍 3개, 비공유 전자쌍 1개로 총 4개의 전자쌍이 있고, YZ₃는 공유 전자쌍만 3개가 있다.

채점 기준	배점
XZ ₃ 와 YZ ₃ 의 중심 원자에 있는 전자쌍 수를 옳게 구하여 비교한 경우	100 %
XZ ₃ 와 YZ ₃ 중 1가지만 전자쌍 수를 옳게 구한 경우	40 %

10 (가)~(다)의 루이스 구조식은 다음과 같다.



(1) (가)는 굽은 형으로 평면 구조이고, (나)는 삼각뿔, (다)는 정사면체로 입체 구조이다.

(2) 전자쌍 반발 이론에 의해 전자쌍의 총수가 같을 때 비공유 전자쌍이 많을수록 결합각은 작아진다.

채점 기준	배점
공유 전자쌍과 비공유 전자쌍 사이의 반발력을 비교하여 옳게 서술한 경우	100 %
비공유 전자쌍 수만 언급하여 서술한 경우	40 %

03- 분자의 성질

탐구POOL

208쪽

01 메탄올, 아세트산 02 대전체 쪽으로 휘어진다.

01 극성 물질은 부분적인 전하가 있으므로 대전체를 가까이 가져가면 물이나 에탄올과 같이 대전체 쪽으로 휘어진다. 메탄올(CH₃OH), 아세트산(CH₃COOH)은 극성 물질, 벤젠(C₆H₆), 사염화 탄소(CCl₄)는 무극성 물질이다.

02 극성 분자는 분자 내에 부분적인 양전하와 음전하를 모두 가지고 있으므로 (+)대전체를 가까이 대면 분자 내의 부분적인 음전하를 띤 부분이 끌려가 액체 줄기가 대전체 쪽으로 휘어진다.

꼭꼭! 개념 확인하기

209쪽

✓ 잠깐 확인!

1 극성 2 무극성 3 극성, 0 4 굽은 5 극성 6 인력, 높 7 무극성

01 (1) × (2) × (3) ○ (4) × 02 (1) Cl₂ (2) HF, H₂O, NH₃ (3) CO₂, CH₄ 03 (1) ○ (2) × (3) × 04 ㉠ 음전하 ㉡ 산소 05 메테인 < 암모니아

01 (1) 같은 종류의 원자로 구성된 이원자 분자는 무극성 분자이고, 다른 종류의 원자로 구성된 이원자 분자는 극성 분자이다.

(2) 극성 공유 결합으로 이루어진 분자도 대칭 구조를 이루 어 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 경우 무극성 분자이다.

(4) 극성 공유 결합으로만 이루어진 분자라도 분자의 구조에 따라 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 되므로 무극성 분자가 될 수 있다.

02 극성 분자는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 분자이며, 극성 공유 결합을 가지고 있더라도 분자의 쌍극자 모멘트가 0이면 무극성 분자이다.

03 (2) 분자량이 비슷한 경우 극성 분자는 무극성 분자에 비해 분자 사이의 힘이 크다. 따라서 분자량이 비슷한 경우 극성 분자의 끓는점이 무극성 분자보다 높다.

(3) 헤세인은 무극성 분자이므로 액체 줄기에 대전체를 대어도 곧게 흐른다.

04 물 분자는 극성 분자이므로 산소 원자는 부분적인 음전하를, 수소 원자는 부분적인 양전하를 띤다. 따라서 대전체를 가느다란 물줄기에 가져가면 물 줄기가 대전체 쪽으로 끌려간다.

05 분자 사이의 힘이 클수록 끓는점이 높아진다. 메테인과 암모니아는 분자량이 비슷하지만 암모니아 분자는 극성을 띠므로 분자 사이의 힘이 메테인보다 크다.

탄탄! 내신 다지기

210쪽~211쪽

01 ④ 02 (가) H₂O (나) CO₂ (다) H₂, N₂ 03 ① 04 ③
05 ⑤ 06 ②, ⑤ 07 ④ 08 ④ 09 ③ 10 ㄱ, ㄴ
11 ㄱ, ㄷ 12 ②

01 | 선택지 분석 |

- ① 극성 분자이다.
→ 삼각뿔 구조로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니므로 극성 분자이다.
- ② 극성 공유 결합이 있다.
→ N와 H는 전기 음성도가 다르므로 극성 공유 결합을 형성한다.
- ③ 물에 대한 용해도가 크다.
→ 암모니아는 극성을 띠므로 물에 대한 용해도가 크다.
- ④ N는 부분적인 양전하를 띤다.
→ 전기 음성도는 N가 H보다 크므로 N는 부분적인 음전하를, H는 부분적인 양전하를 띤다.
- ⑤ 분자의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.
→ 암모니아의 분자 구조는 삼각뿔이므로 극성이 상쇄되지 않아 분자의 쌍극자 모멘트가 0보다 크다.

02 | 자료 분석 |

분자의 구조에 따라 달라진다.		전기 음성도가 다른 원자 사이의 결합	전기 음성도가 같은 원자 사이의 결합
구분		극성 공유 결합	무극성 공유 결합
극성 분자	(가) H ₂ O	—	
무극성 분자	(나) CO ₂		(다) H ₂ , N ₂

H₂, N₂는 무극성 공유 결합으로 이루어진 무극성 분자이고, CO₂에서 C=O는 극성 공유 결합이지만 분자 구조가 선형이므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이다. 또한 H₂O에서 H—O는 극성 공유 결합이며, 분자 구조가 굽은 형이므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 극성 분자이다.

03 | 선택지 분석 |

- ① 분자 구조가 선형이고 중심 원자에 같은 종류의 원자 2개가 결합하고 있으므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이다.
- ② 분자 구조는 선형이나 중심 원자에 다른 종류의 원자 2개가 결합하고 있으므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 극성 분자이다.
- ③ 굽은 형 구조이므로 극성 분자이다.
- ④ 삼각뿔 구조이므로 극성 분자이다.
- ⑤ 평면 삼각형 구조이나 결합한 원자의 종류가 다르므로 극성 분자이다.

04 전기 음성도가 서로 다른 두 원자 사이의 공유 결합을 극성 공유 결합이라고 한다. 극성 공유 결합을 이루고 있는 분자는 HF, CO₂, NH₃, H₂O이다. 또한 극성 공유 결합이 있어도 분자의 구조에 따라 분자의 쌍극자 모멘트가 0이면 전하가 분자 내에 고르게 분포하므로 무극성 분자이다. 극성 공유 결합이 있는 4가지 분자 중 CO₂는 분자 구조가 선형으로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이므로 무극성 분자이다.

05 | 선택지 분석 |

- ㄱ (가)와 (나)는 모두 극성 공유 결합이 있다.
→ C—A 결합과 O—A 결합은 서로 다른 원자 사이의 공유 결합이므로 모두 극성 공유 결합이다.
- ㄴ 결합각은 (가)가 (나)보다 크다.
→ 중심 원자에 4개의 전자쌍이 있고 같은 종류의 원자가 결합되어 있을 때 비공유 전자쌍이 많을수록 결합각은 작아진다.
- ㄷ 분자의 쌍극자 모멘트는 (나)가 (가)보다 크다.
→ (가)는 무극성 분자, (나)는 극성 분자이다.

06 (가)~(다)는 중심 원자 C가 4개의 전자쌍을 가지므로 사면체 구조이다. 따라서 (나)는 평면 구조가 아니므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0보다 크고, (가)~(다)의 결합각은 모두 109.5°에 가깝다.

07 물 분자는 극성 분자로 쌍극자가 있으므로 (+)대전체를 가까이 가져가면 부분적인 음전하를 띤 O 원자 쪽이 끌려가고, (−)대전체를 가까이 가져가면 부분적인 양전하를 띤 H 원자 쪽이 끌려간다. 따라서 대전체가 띠는 전하에 관계없이 대전체 쪽으로 끌려간다.

08 | 선택지 분석 |

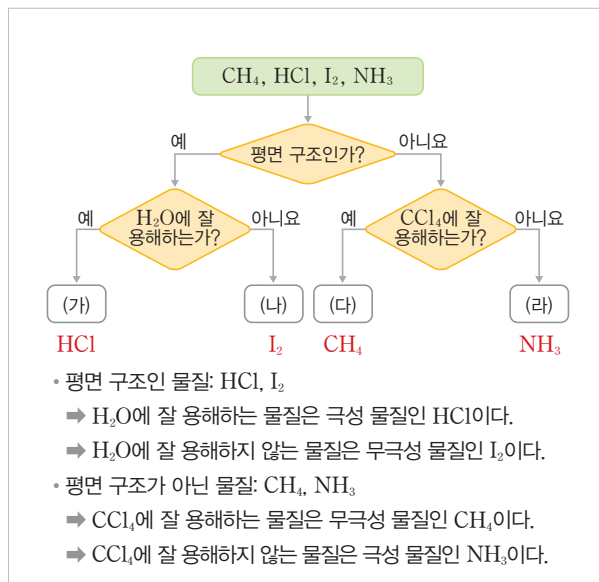
- ① 원자 번호는 Z가 X보다 크다.
 → 전기 음성도는 $F > Cl > H$ 이므로 X는 H, Y는 F, Z는 Cl이다. 따라서 원자 번호는 Z가 X보다 크다.
- ② (가)는 무극성 공유 결합이 있다.
 → (가)는 H_2 이므로 H 원자 사이의 무극성 공유 결합으로 분자를 형성한다.
- ③ (나)에서 Y는 부분적인 음전하를 띤다.
 → 전기 음성도는 Y가 H보다 크므로 HY에서 전기 음성도가 큰 Y가 부분적인 음전하를 띤다.
- ④ 물에 대한 용해도는 (가)가 (나)보다 크다.
 → 물은 극성 물질이므로 극성 분자를 잘 용해시킨다. 따라서 무극성 분자인 (가)는 물에 잘 녹지 않으며, 극성 분자인 (나)와 (다)는 물에 잘 녹는다.
- ⑤ 분자의 쌍극자 모멘트는 (다)가 (가)보다 크다.
 → (가)는 무극성 분자, (다)는 극성 분자이므로 쌍극자 모멘트는 (다)가 (가)보다 크다.

09 극성 분자는 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 분자이며, 전기장에서 일정한 방향으로 배열한다.

10 A~D는 각각 Be, B, N, O이다. $ACl_2(BECl_2)$ 는 선형, $BCl_3(BCl_3)$ 는 평면 삼각형 구조이므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이다. $CCl_3(NCl_3)$ 는 삼각뿔, $DCl_2(OCl_2)$ 는 굽은 형 구조이므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 극성 분자이다.

11 사염화 탄소는 정사면체 구조이므로 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되는 무극성 분자이다. 무극성 용매에는 무극성 분자인 메테인과 염소가 잘 섞인다.

12 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ✗ (가)는 전기장 속에서 무질서하게 배열한다.
 → (가)는 HCl로, 극성 분자이므로 전기장에서 질서있게 배열한다.

✗ (나)와 (라)의 분자는 쌍극자 모멘트가 0이다.

→ (라)는 NH₃로, 극성 분자이므로 쌍극자 모멘트가 0이 아니며, 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 (나)의 I₂과 (다)의 CH₄이다.

㉔ 결합각은 (다)가 (라)보다 크다.

→ (다)는 CH₄으로 결합각이 109.5°이며, (라)는 NH₃로 결합각이 107°이므로 결합각의 크기는 (다) > (라)이다.

도전! 실력 올리기

212쪽~213쪽

01 ② 02 ③ 03 ③ 04 ③ 05 ① 06 ④

07 ㉔ 사면체 ㉕ (나)

08 | 모범 답안 | $NCI_3 > BCl_3$, BCl_3 는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없어 분자 구조가 평면 삼각형이므로 무극성 분자이고, NCI_3 는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있어 분자 구조가 삼각뿔이므로 극성 분자이다. 따라서 분자의 쌍극자 모멘트는 $NCI_3 > BCl_3$ 이다.

09 | 모범 답안 | 사염화 탄소(CCl_4), 성질이 비슷한 물질끼리 잘 용해되는지 알아보려고 수행하는 실험이므로 극성 용매와 무극성 용매가 모두 필요하다.

01 | 선택지 분석 |

✗ 분자 구조는 선형이다.

→ (가)의 중심 원자 X에는 비공유 전자쌍이 있으므로 (가)의 분자 구조는 굽은 형이다. (나)의 중심 원자 Z에는 비공유 전자쌍이 없으므로 (나)의 분자 구조는 선형이다.

㉕ 극성 공유 결합이 있다.

→ X~Z는 전기 음성도가 다르므로 X~Z 사이의 공유 결합은 모두 극성 공유 결합이다.

✗ 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.

→ (가) 분자의 쌍극자 모멘트는 0보다 크고, (나) 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.

02 | 자료 분석 |

화합물	(가)	(나)	(다)
공유 전자쌍 수	2	3	4
비공유 전자쌍 수	2	1	0
분자식	H ₂ O	NH ₃	CH ₄

• 분자에서 옥텟 규칙을 만족하는 원자의 원자가 전자 수는 (8 - 공유 전자쌍 수)이다.

→ 원자가 전자 수: (가) 6, (나) 5, (다) 4

• 전자쌍의 총수가 같을 때 중심 원자에 비공유 전자쌍이 많을수록 결합각은 작다.

→ 결합각: (가) < (나) < (다)

• 분자의 구조가 굽은 형이거나 삼각뿔이면 분자의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.

| 선택지 분석 |

㉔ 중심 원자의 원자가 전자 수는 (가)가 (나)보다 크다.

→ 원자가 전자 수는 $2 \times (\text{비공유 전자쌍 수}) + (\text{공유 전자쌍 수})$ 와 같다. 따라서 (가)는 6, (나)는 5이므로 (가)가 (나)보다 크다.

✗ 결합각은 (나)가 (다)보다 크다.

→ (나)는 삼각뿔, (다)는 정사면체 구조이므로 결합각은 (다)가 (나)보다 크다.

㉠ 분자의 쌍극자 모멘트는 (가)가 (다)보다 크다.

→ (가)는 극성 분자, (다)는 무극성 분자이므로, 분자의 쌍극자 모멘트는 (가)가 (다)보다 크다.

03 | 자료 분석 |

- (가)와 (나)의 분자식은 각각 A_2B , CD_2 이다.
- (가)와 (나)는 실온에서 모두 액체로 존재한다.
- (가)와 (나)의 중심 원자에 있는 전자쌍 수는 서로 같다.
 - 공유 전자쌍 수가 2이거나 4이어야 한다.
- 중심 원자에 있는 비공유 전자쌍 수는 (가)는 2, (나)는 0이다.
 - (가)는 공유 전자쌍 수 2, (나)는 공유 전자쌍 수 4이다.
 - B는 공유 전자쌍 수 2, 비공유 전자쌍 수 2이므로 원자가 전자 수가 6이다.
 - A는 B와 1개의 전자쌍을 공유하므로 원자가 전자 수가 1인 H이거나 원자가 전자 수가 7인 할로젠이다.
 - C와 D는 2중 결합을 형성하므로 C는 원자가 전자 수 4, D는 원자가 전자 수 6이다.
- ∴ (가)는 H_2O , (나)는 CS_2 이다.

| 선택지 분석 |

㉠ B와 D는 같은 족 원소이다.

→ A_2B 의 B에는 비공유 전자쌍이 2개 있으므로 B는 16족 원소이다. CD_2 에서 C에는 비공유 전자쌍이 없고, A_2B 와 CD_2 의 중심 원자에 있는 전자쌍이 같으므로 C와 D는 2중 결합을 형성하며, D는 16족 원소이다. 따라서 B와 D는 같은 족 원소이다.

㉡ 결합각은 (나)가 (가)보다 크다.

→ A_2B 는 굽은 형, CD_2 는 선형 구조이므로 결합각은 (나)가 (가)보다 크다.

✗ (가)와 (나)를 시험관에 넣고 혼든 후, I_2 을 넣으면 (가) 층의 색이 보라색으로 변한다.

→ I_2 은 무극성 분자이므로 무극성 물질인 CD_2 에 잘 용해된다. 따라서 (나) 층의 색이 보라색으로 변한다.

04 $XC l_3$ 분자의 쌍극자 모멘트는 0이므로 $XC l_3$ 는 평면 삼각형 구조이며 X는 13족 원소인 B이다. YCl_3 에서 Y에는 4개의 전자쌍이 있으므로 Y에는 비공유 전자쌍 1개가 있고, 삼각뿔 구조이다. 따라서 Y는 15족 원소이다.

| 선택지 분석 |

㉠ 원자가 전자 수는 Y가 X보다 크다.

→ 원자가 전자 수는 Y가 5, X가 3이므로 Y가 X보다 크다.

㉡ 결합각은 $XC l_3$ 가 YCl_3 보다 크다.

→ 결합각은 평면 삼각형 구조인 $XC l_3$ 가 삼각뿔 구조인 YCl_3 보다 크다.

✗ 공유 전자쌍 수는 YCl_3 가 $XC l_3$ 보다 크다.

→ 공유 전자쌍은 모두 3개이다.

05 | 선택지 분석 |

㉠ 극성 공유 결합이 있다.

→ 극성 분자는 분자 내에 쌍극자가 있어 전기장을 걸어 주면 한 쪽 방향으로 배열한다. 따라서 X는 극성 분자이므로 극성 공유 결합이 있다.

✗ 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.

→ 극성 분자의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.

✗ $X(g)$ 대신 $CO_2(g)$ 를 이용하여 실험해도 X와 같이 일정한 방향으로 배열한다.

→ $CO_2(g)$ 는 무극성 분자이므로 전기장을 걸어 주어도 일정한 방향으로 배열하지 않는다.

06 | 자료 분석 |

분자	(가)	(나)	(다)
구성 원자의 수	5개	3개	4개
구성 원소의 종류	C, F	C, N, F	C, O, F
구조식	$\begin{array}{c} F \\ \\ F-C-F \\ \\ F \end{array}$	$F-C \equiv N$	$\begin{array}{c} O \\ \\ F-C-F \end{array}$

• (나)는 구성 원소의 가짓수와 원자 수가 같으므로 C, N, F가 1:1:1로 결합되어 있으며, 옥텟 규칙을 만족하므로 C 원자는 F 원자와 1개의 전자쌍을 공유하고, N 원자와 3개의 전자쌍을 공유한다.

• (다)는 C 원자와 O 원자가 2중 결합을 형성하므로 옥텟 규칙을 만족하기 위해 C 원자는 2개의 F 원자와 각각 단일 결합을 형성한다. 따라서 평면 삼각형 구조이며, C와 결합하는 원자의 종류가 다르므로 극성 분자이다.

| 선택지 분석 |

㉠ (가)의 분자식은 CF_4 이다.

→ (가)는 구성 원소의 종류가 2가지이고, 구성 원자 수는 5이며 옥텟 규칙을 만족하므로 가능한 분자의 분자식은 CF_4 이다.

✗ 결합각은 (다)가 (나)보다 크다.

→ 분자의 구조는 (가)는 정사면체, (나)는 선형, (다)는 평면 삼각형이므로 결합각은 (나)가 가장 크다.

㉡ 분자의 쌍극자 모멘트는 (다)가 (가)보다 크다.

→ (가)는 무극성 분자, (다)는 극성 분자이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 (다)가 (가)보다 크다.

07 분자 (가)와 (나)는 공유 전자쌍 수가 4이므로 전자쌍은 사면체 구조로 배치된다. 분자 (가)는 정사면체의 대칭 구조이므로 무극성 분자이고, 분자 (나)는 사면체의 분자 구조를 가지며, 전자쌍이 전기 음성도가 큰 염소 원자 쪽으로 치우쳐 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 극성 분자이다.

08 중심 원자에 3개의 원자가 결합되어 있을 때, 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으면 분자의 구조가 평면 삼각형이고,

중심 원자에 비공유 전자쌍이 있으면 분자의 구조가 삼각뿔이다.

채점 기준	배점
쌍극자 모멘트를 옳게 비교하고, 분자 구조를 근거로 옳게 서술한 경우	100 %
쌍극자 모멘트만 옳게 비교한 경우	30 %

09 극성 물질과 이온 결합 물질은 극성 용매에 잘 용해되고, 무극성 물질은 무극성 용매에 잘 용해된다. I_2 은 무극성 물질이고, $CuCl_2$ 는 이온 결합 물질이므로 용해성을 알아보기 위해 극성 용매인 물과 무극성 용매가 필요하다.

채점 기준	배점
CCl_4 를 고르고 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
CCl_4 만 옳게 고른 경우	30 %

실전! 수능 도전하기

215쪽~217쪽

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

01 (가)는 $XY_2(CO_2)$, (나)는 $Z_2Y(H_2O)$ 이다.

| 선택지 분석 |

~~X~~ 무극성 공유 결합이 있다.

극성
⇒ (가)와 (나)는 모두 극성 공유 결합으로 이루어져 있다.

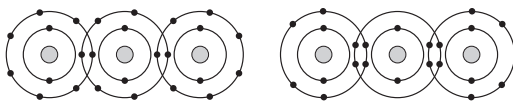
~~X~~ 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.

⇒ (가)는 분자가 대칭 구조이므로 쌍극자 모멘트가 0이지만, (나)는 분자 구조가 굽은 형으로 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되지 않으므로 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.

㉔ 비공유 전자쌍 수 공유 전자쌍 수는 1이다.

⇒ (가)에는 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍이 모두 4개씩 있고, (나)에는 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍이 모두 2개씩 있다. 따라서 (가)와 (나)는 모두 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 가 1이다.

02 | 자료 분석 |



• 옥텟 규칙을 만족하는 분자에서 원자의 원자가 전자 수는 (8 - 공유 전자쌍 수)와 같다.

⇒ 원자가 전자 수는 X 6, Y 7, Z 4이다.

• 분자의 구조는 중심 원자에 있는 비공유 전자쌍의 유무에 따라 결정된다.

⇒ XY_2 의 X에는 비공유 전자쌍이 있고, ZX_2 의 Z에는 비공유 전자쌍이 없다.

⇒ XY_2 : 굽은 형, ZX_2 : 선형

| 선택지 분석 |

㉔ (가)는 극성 분자이다.

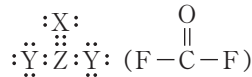
⇒ (가)에서 중심 원자 X에는 비공유 전자쌍이 있으므로 분자의 구조는 굽은 형이다. 따라서 쌍극자 모멘트가 0이 아니므로 극성 분자이다.

㉔ (나)의 분자 모양은 선형이다.

⇒ (나)에서 중심 원자 Z는 비공유 전자쌍이 없고 2개의 원자와 결합되어 있으므로 분자 모양은 선형이며, 결합의 극성이 상쇄되므로 무극성 분자이다.

㉔ ZXY_2 에는 2중 결합이 있다.

⇒ ZXY_2 에서 Z는 X와 2중 결합을 형성한다.



03 | 선택지 분석 |

㉔ (나)는 무극성 공유 결합을 포함한다.

⇒ (나)에서 N-H 결합은 극성 공유 결합이고, N-N 결합은 무극성 공유 결합이다.

~~X~~ (가)와 (나)에서 모든 원자는 동일 평면에 있다.

⇒ (나)의 N는 3개의 원자와 결합되어 있고 비공유 전자쌍이 있으므로 N과 결합한 3개의 원자는 삼각뿔 구조의 꼭짓점에 위치한다. 따라서 (나)는 입체 구조이다.

~~X~~ 공유 전자쌍 수는 (가)와 (나)가 같다.

⇒ 공유 전자쌍 수는 (가) 4, (나) 5이다.

04 EA_2 에서 E는 부분적인 음전하를 띠므로 E는 16족 원소인 O(산소)이고, A는 1주기 1족 원소인 H(수소)이다. BA_2D_2 에서 B는 14족 원소인 C(탄소)이므로 D는 2주기 17족 원소인 F(플루오린)이다. 또한 ABC에서 C는 N(질소)이다.

| 선택지 분석 |

~~X~~ 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 1가지이다.

0
⇒ $EA_2(H_2O)$ 의 분자 구조는 굽은 형으로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니며, $BA_2D_2(CH_2F_2)$ 의 분자 구조는 사면체, $ABC(HCN)$ 는 선형이나 중심 원자에 결합한 원자의 종류가 다르므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.

㉔ 구성 원자가 동일 평면에 있는 분자는 2가지이다.

⇒ 구성 원자가 동일 평면에 있는 분자는 선형의 ABC와 굽은 형의 EA_2 이다.

㉔ 1분자당 비공유 전자쌍 수는 (다)가 (가)의 2배이다.

⇒ (가)인 ABC에는 C 원자에 비공유 전자쌍이 1개 있고, (다)인 EA_2 에는 E 원자에 비공유 전자쌍이 2개 있다.

05 | 자료 분석 |

	선형 구조	굽은 형	정사면체
분류 기준	예		아니오
(가)	HCN, CO_2		OF_2 , CH_4
입체 구조인가?	㉔ CH_4	㉔ HCN, CO_2 , OF_2	
극성 분자인가?	㉔ HCN, OF_2	㉔ CO_2 , CH_4	

| 선택지 분석 |

X (가)에 '공유 전자쌍의 수가 4개인가?'를 적용할 수 있다.

→ HCN, CO₂, CH₄의 공유 전자쌍이 4개이므로 (가)에서 분류 기준을 '공유 전자쌍의 수가 4개인가?'를 적용할 수 없다.

HCN, CO₂는 선형 구조이고, OF₂는 굽은 형, CH₄은 정사면체 구조이므로 (가)에서 분류 기준은 '선형 구조인가?'를 적용할 수 있다.

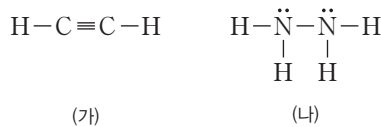
㉠ ㉠에 해당되는 분자에는 비공유 전자쌍이 있다.

→ HCN에는 N에, CO₂에는 O에, OF₂에는 O와 F에 비공유 전자쌍이 있다.

㉡ ㉠과 ㉡에 공통으로 해당되는 분자의 구조는 정사면체이다.

→ ㉠과 ㉡에 공통으로 해당되는 분자는 CH₄이고, 분자 구조는 정사면체이다.

06 H 원자는 단일 결합을 이루므로 (가)에서 X 원자와 X 원자 사이에는 3중 결합을 형성하고, (나)에서 Y 원자와 Y 원자 사이에는 단일 결합을 형성한다. 따라서 (가)는 C₂H₂, (나)는 N₂H₄이다.



| 선택지 분석 |

㉠ 원자가 전자 수는 Y가 X보다 크다.

→ X는 C, Y는 N이므로 원자가 전자 수는 Y가 X보다 크다.

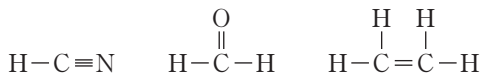
㉡ 비공유 전자쌍 수는 (나)가 (가)보다 크다.

→ (가)에는 비공유 전자쌍이 없고 (나)에는 2개의 N 원자에 비공유 전자쌍이 각각 1개씩 있다.

㉢ 결합각은 ∠HXX가 ∠HYY보다 크다.

→ (가)의 분자 모양은 선형이므로 결합각 ∠HXX는 180°이고, (나)의 분자 모양은 N 원자를 중심으로 결합된 3개의 원자가 삼각뿔의 꼭짓점에 배열되므로 결합각 ∠HYY는 107°에 가깝다. 따라서 결합각은 ∠HXX가 ∠HYY보다 크다.

07 3가지 분자의 구조식은 다음과 같다.



| 선택지 분석 |

㉠ 3중 결합을 가지고 있는 분자는 1가지이다.

→ 3중 결합을 가지고 있는 분자는 HCN 1가지이다.

X 구성 원자가 모두 같은 평면에 있는 분자는 2가지이다.

→ HCN는 선형, HCHO는 평면 삼각형, C₂H₄은 2중 결합을 하는 탄소 원자를 중심으로 한 결합각이 120°인 평면 삼각형 구조이다. 따라서 3가지 분자는 모두 구성 원자가 모두 같은 평면에 있다.

㉢ 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 분자는 2가지이다.

→ HCN, HCHO는 극성 분자이고 C₂H₄은 무극성 분자이므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 분자는 2가지이다.

08 | 자료 분석 |

- (가)와 (나)는 3원자 분자, (다)는 5원자 분자이다.
 - 3원자 분자 : CO₂, FCN, OF₂, FNO 등
 - 5원자 분자 : CF₄
- 구성 원소 수는 (가)는 3가지, (나)와 (다)는 2가지이다.
 - 구성 원소 수 3가지 : FCN, FNO 등
 - 구성 원소 수 2가지 : CO₂, OF₂, CF₄ 등

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	FCN	OF ₂	CF ₄
결합각(°)	180	<i>x</i>	109.5
비공유 전자쌍 수 공유 전자쌍 수	1	4	3

- (가)는 구성 원소 수가 3가지이고, 결합각이 180°이면서 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 1$ 이므로 FCN에 해당한다.
- (나)는 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 4$ 이므로 OF₂에 해당한다.
- (다)는 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 3$ 이므로 CF₄에 해당한다.

| 선택지 분석 |

㉠ $x < 120^\circ$ 이다.

→ (나)는 OF₂이므로 분자 구조는 굽은 형이다. 따라서 결합각은 120°보다 작다.

X 공유 전자쌍 수는 (다)가 (가)보다 크다.

→ (가)의 중심 원자 C는 F와 단일 결합을, N와 3중 결합을 이루고 있으므로 공유 전자쌍 수는 4이다. (다)의 CF₄는 중심 원자 C가 4개의 F와 단일 결합을 이루고 있으므로 공유 전자쌍 수는 4이다.

X 분자의 쌍극자 모멘트는 (다)가 (나)보다 크다.

→ (가)와 (나)는 모두 극성 분자이고 (다)는 무극성 분자이다. 따라서 분자의 쌍극자 모멘트는 (나)가 (다)보다 크다.

09 C, N, O의 수소 화합물 중 전자쌍 수가 4인 분자는 CH₄, NH₃, H₂O이고, 결합각은 각각 109.5°, 107°, 104.5°이다. 따라서 (가)는 H₂O, (나)는 NH₃, (다)는 CH₄이다.

| 선택지 분석 |

㉠ '전자쌍의 종류'는 ㉠으로 적절하다.

→ (가)의 결합각이 (나)와 (다)보다 작은 것은 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 비공유-공유 전자쌍 사이의 반발력, 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크기 때문이다. 따라서 '전자쌍의 종류'는 ㉠으로 적절하다.

X (다)는 극성 분자이다.

→ (다)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으며, 같은 원자가 결합하고 있으므로 결합의 극성이 상쇄되는 무극성 분자이다.

㉢ 비공유 전자쌍의 수는 (가) > (나)이다.

→ 비공유 전자쌍 수는 (가)는 2, (나)는 1, (다)는 0이므로 (가) > (나)이다.

10 분자에서 X와 Y는 옥텟 규칙을 만족하므로 XH₃(NH₃)의 중심 원자 X는 비공유 전자쌍을 갖고 있다. 따라서 XH₃의 분자 모양은 삼각뿔이다. YOCl₂(COCl₂)의 중심

원자 Y는 O와 2중 결합, 2개의 Cl와 단일 결합을 형성하므로 비공유 전자쌍을 갖고 있지 않으며 YOCl_2 의 분자 모양은 평면 삼각형이다.

| 선택지 분석 |

- ㉠ 극성 분자이다.
→ XH_3 와 YOCl_2 는 모두 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 극성 분자이다.
- ㉡ 분자의 구조는 입체 구조이다.
→ XH_3 는 입체 구조, YOCl_2 는 평면 구조이다.
- ㉢ 공유 전자쌍은 3개이다.
→ 공유 전자쌍 수는 XH_3 3, YOCl_2 4이다.

11 A는 2주기 15족 원소인 질소(N), B는 1주기 1족 원소인 수소(H), C는 2주기 16족 원소인 산소(O)이다. 따라서 (가)는 $\text{AB}_3(\text{NH}_3)$, (나)는 $\text{B}_2\text{C}(\text{H}_2\text{O})$ 이다.

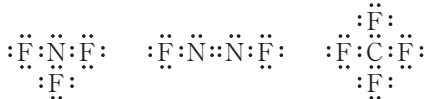
| 선택지 분석 |

- ㉠ 결합각은 (가)가 (나)보다 크다.
→ 결합각은 중심 원자에 비공유 전자쌍이 1개인 (가)가 비공유 전자쌍이 2개인 (나)보다 크다.
- ㉡ 비공유 전자쌍 수 공유 전자쌍 수
→ 비공유 전자쌍 수는 (가) $\frac{1}{3}$, (나) 1이므로 (나)가 (가)보다 크다.
- ㉢ (가)와 (나)의 쌍극자 모멘트는 모두 0보다 크다.
→ (가)와 (나)는 모두 극성 분자이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 모두 0보다 크다.

12 | 자료 분석 |

분자	(가)	(나)	(다)
원자 수비	$\text{X}:\text{Y}=3:1$	$\text{X}:\text{Y}=1:1$	$\text{X}:\text{Z}=4:1$
비공유 전자쌍 수 공유 전자쌍 수	$x=\frac{10}{3}$	2	3
분자식	NF_3	N_2F_2	CF_4

- X는 F, Y는 N, Z는 C이다.
- NF_3 , N_2F_2 , CF_4 의 루이스 전자점식은 다음과 같다.



| 선택지 분석 |

- ㉠ x 는 3보다 크다.
→ (가)는 공유 전자쌍 수가 3, 비공유 전자쌍 수가 10이므로 x 는 3보다 크다.
- ㉡ (나)에는 무극성 공유 결합이 있다.
→ 무극성 공유 결합은 전기 음성도가 같은 원자 사이의 공유 결합이다. (나)에는 N과 N 사이에 무극성 공유 결합이 있다.
- ㉢ 분자의 쌍극자 모멘트는 (다) > (가)이다.
(가) > (다)
→ (가)의 쌍극자 모멘트는 0보다 크고, (다)의 쌍극자 모멘트는 0이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 (가)가 (다)보다 크다.

한번에 끝내는 대단원 문제

220쪽~223쪽

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

15 (1) (가) 수소 (나) 산소

(2) | 모범 답안 | (가) 성냥불을 대어 본다. (나) 꺼져가는 불씨를 넣어 본다.

16 (1) | 모범 답안 | B, B에서 A로 갈 때 이온 사이의 정전기적 인력보다 원자핵과 원자핵 사이의 반발력이 더 크게 작용하므로 에너지가 증가한다.

(2) | 모범 답안 | r_0 는 커지고 E 는 작아진다.

17 (1) (가) ZF_4 (나) YF_3 (다) XF_2

(2) | 모범 답안 | (나), (다), 극성 분자인 (나)와 (다)는 부분적인 전하를 띠므로 전기장 내에서 부분적인 양전하를 띤 부분은 (−)극 쪽으로, 부분적인 음전하를 띤 부분은 (+)극 쪽으로 향하므로 일정한 방향으로 배열된다.

18 | 모범 답안 | (가)는 전기 음성도가 큰 Cl가 같은 방향으로 결합되어 있어 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되지 않아 부분적인 전하를 띠는 극성 분자이고, (나)는 Cl가 서로 반대 방향으로 배열되어 있어 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되는 무극성 분자이기 때문이다.

01 물의 구성 원소는 수소와 산소이므로 물을 전기 분해하면 (−)극에서 수소 기체가, (+)극에서 산소 기체가 생성된다. 물의 전기 분해를 통해 공유 결합이 형성될 때 전자가 관여함을 알 수 있다.

02 | 선택지 분석 |

- ㉠ (−)극에서 발생한 기체는 수소이다.
→ (−)극에서 발생한 기체는 스스로 타는 성질이 있으므로 (−)극에서 수소 기체가 발생한다.
- ㉡ (+)극에서 발생한 기체 분자는 2중 결합을 포함한다.
→ (+)극에서는 가연성의 산소 기체가 발생한다. O는 원자가 전자 수가 6이므로 O 원자끼리 전자쌍 2개를 공유하여 2중 결합을 형성한다.
- ㉢ 각 전극에서 발생하는 기체의 부피비는 (−)극 : (+)극 = 2 : 1이다.
→ 물의 분해 반응식은 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ 이고, (−)극에서 수소 기체가, (+)극에서 산소 기체가 발생하므로 각 전극에서 발생하는 기체의 부피비는 (−)극 : (+)극 = 2 : 1이다.

03 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)는 양이온이다.
→ (가)는 양성자수 > 전자 수이므로 (+)전하를 띤 양이온이다.
- ㉡ (나)는 전자 수가 양성자수보다 많다.
→ (나)는 양성자수가 8, 전자 수가 10이다.
- ㉢ (가)와 (나)는 이온 결합으로 안정한 화합물을 만든다.
→ (가)는 양이온, (나)는 음이온이므로 두 이온은 정전기적 인력에 의해 화합물을 형성한다. 따라서 (가)와 (나)는 이온 결합으로 안정한 화합물을 만든다.

04 | 선택지 분석 |

㉠ A와 B는 같은 주기 원소이다.
 ⇒ A는 전자 2개를 잃고 +2가의 양이온이 되었을 때, Ne과 같은 전자 배치를 이루므로 3주기 2족 원소이다. B는 전자 1개를 얻어 -1가의 음이온이 되었을 때 Ar과 같은 전자 배치를 이루므로 3주기 17족 원소이다.

㉡ $AC_2(l)$ 는 전기 전도성이 있다.
 ⇒ C는 2주기 17족 비금속 원소이므로 AC_2 는 이온 결합 물질이다. 따라서 액체 상태에서 이온들이 자유롭게 움직일 수 있으므로 전기 전도성이 있다.

✗ 공유 전자쌍 수는 B_2 가 C_2 의 2배이다.
 B_2 와 C_2 가 같다
 ⇒ B와 C는 모두 원자가 전자 수가 7이므로 전자쌍 1개를 공유하여 단일 결합을 형성한다. 따라서 B_2 와 C_2 는 공유 전자쌍 수가 1로 같다.

05 화합물 X는 양이온과 음이온으로 이루어진 이온 결합 물질로 외부에서 힘을 가했을 때 같은 전하를 띤 이온 층 사이에 반발력이 작용하여 쉽게 부스러진다.
 염화 나트륨은 이온 결합 물질이고, 얼음, 설탕, 드라이아이스, 다이아몬드는 모두 공유 결합 물질이다. 다이아몬드는 매우 단단하여 쉽게 부서지지 않는다.

06 | 선택지 분석 |

✗ 전류를 흘려주면 A는 (-)극으로 이동한다.
 B 는 (+)극
 ⇒ A는 금속 양이온이므로 전류를 흘려주어도 (-)극으로 이동하지 않는다.

㉠ B에 의해 열전도성이 나타난다.
 ⇒ 자유 전자인 B가 인접한 양이온과 자유 전자에 열에너지를 전달하므로 열전도성이 좋다.

✗ 외부에서 힘을 가하면 B 입자 사이의 반발력으로 인해 쉽게 부서진다.
 부서지지 않는다
 ⇒ 금속은 외부에서 힘을 가해도 자유 전자인 B가 빠르게 배열하여 금속 결합을 유지시키므로 부서지지 않는다.

07 | 자료 분석 |

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1	A H: 비금속							
2							B F: 비금속	
3	C Na: 금속						D Cl: 비금속	

| 선택지 분석 |

✗ AB는 이온 결합 물질이다.
 공유
 ⇒ A와 B는 모두 비금속 원소이므로 AB는 공유 결합 물질이다.

㉠ 전기 전도성은 C(s)가 CD(s)보다 크다.
 ⇒ C(s)는 금속이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 있다. 그러나 CD(s)는 이온 결합 물질이므로 고체 상태에서 전기 전도성이 없다.

㉡ 녹는점은 CB(s)가 CD(s)보다 높다.
 ⇒ 이온 결합 물질에서 전하량의 곱이 같을 때에는 이온 사이의 거리가 짧을수록 녹는점이 높다. 이온 반지름이 $B^- < D^-$ 이므로 이온 사이의 거리는 $CB < CD$ 이다.

08 (가)는 부분적인 전하가 없으므로 무극성 공유 결합, (나)는 부분적인 전하가 있으므로 극성 공유 결합이다. (다)는 전자가 이동하여 생성된 양이온과 음이온 사이의 결합이므로 이온 결합을 나타낸 것이다.

09 | 선택지 분석 |

✗ $\alpha > \beta$ 이다.
 $\alpha < \beta$
 ⇒ 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크므로 전자쌍의 총수가 같을 때 비공유 전자쌍 수가 많을수록 결합각은 작아진다. (가)의 중심 원자에는 비공유 전자쌍이 2개, (나)의 중심 원자에는 비공유 전자쌍이 1개이므로 결합각은 $\beta > \alpha$ 이다.

㉠ (가)에서 X는 부분적인 음전하를 띤다.
 ⇒ 전기 음성도는 X, Y가 H보다 크므로 공유 전자쌍이 X, Y 쪽으로 치우친다. 따라서 (가)와 (나)에서 X, Y는 모두 부분적인 음전하를 띤다.

㉡ (가)와 (나)는 모두 극성 공유 결합이 있다.
 ⇒ H-X, H-Y 결합은 모두 다른 원자 사이의 결합이므로 극성 공유 결합이다.

10 (가)와 (나)에서 중심 원자가 옥텟 규칙을 만족하려면 A에는 비공유 전자쌍이 2개 있어야 하므로 A는 원자가 전자 수가 6인 O이고, B는 공유 전자쌍이 4개이므로 비공유 전자쌍은 존재하지 않으며, 원자가 전자 수가 4인 C이다. 따라서 (가)와 (나)의 루이스 구조식은 다음과 같다.

(가) $H-\ddot{O}-H$ (나) $:\ddot{S}=C=\ddot{S}:$

| 선택지 분석 |

㉠ $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 1$ 이다.
 ⇒ (가)의 A에는 공유 전자쌍 2개와 비공유 전자쌍 2개가 있고, (나)의 B에는 공유 전자쌍 4개, 황(S)에는 각각 비공유 전자쌍 2개씩이 있으므로 (가)와 (나)는 모두 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 1$ 이다.

✗ 분자의 구조는 선형이다.
 ⇒ (가)는 굽은 형 구조, (나)는 선형 구조이다.

✗ 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.
 ⇒ (가)는 굽은 형 구조이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 0이 아니고, (나)는 선형 구조이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.

11 | 선택지 분석 |

① CO_2 : 선형 구조로 평면 구조이나 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없다.

② H_2O : 중심 원자 O는 수소 원자 2개와 공유 결합을 이루며, 이때 O 주위에는 공유 전자쌍 2개와 비공유 전자쌍 2개가 있으며, 분자 구조는 굽은 형으로 평면 구조이다.

- ③ PH_3 : 비공유 전자쌍이 있지만 삼각뿔 구조이므로 입체 구조이다.
- ④ BCl_3 : 평면 삼각형 구조로 구성 원자는 모두 동일 평면에 있지만 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없다.
- ⑤ CH_4 : 정사면체 구조로 입체 구조이며, 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없다.

12 | 자료 분석 |

분자 HCl , CO_2 , C_2H_2 , BCl_3 , NH_3

- 5가지 분자 중 무극성 공유 결합이 있는 분자는 x 가지이다.
 - 같은 종류의 원자 사이의 공유 결합이 무극성 공유 결합이다. C_2H_2 에서 $\text{C}-\text{H}$ 결합은 극성 공유 결합이나 $\text{C}-\text{C}$ 결합은 무극성 공유 결합이므로 무극성 공유 결합이 있는 분자는 C_2H_2 1가지이다. → $x=1$
- 5가지 분자 중 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 y 가지이다.
 - 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 무극성 분자이다. CO_2 , C_2H_2 는 선형 구조로 무극성 분자이며, BCl_3 는 평면 삼각형 구조로 무극성 분자이다. → $y=3$
- 5가지 분자 중 물에 잘 녹는 분자는 z 가지이다.
 - 물에 잘 녹는 분자는 극성 분자이다. 따라서 HCl , NH_3 2가지이다. → $z=2$

$x=1$, $y=3$, $z=2$ 이므로 $x+y+z=6$ 이다.

13 | 선택지 분석 |

- ㉠ 공유 전자쌍 수는 $\text{B}_2 > \text{C}_2$ 이다.
- B는 원자가 전자 수가 6이므로 2개의 B는 전자쌍 2개를 공유하면 옥텟 규칙을 만족한다. C는 원자가 전자 수가 7이므로 2개의 C는 전자쌍 1개를 공유하면 옥텟 규칙을 만족한다. 따라서 B_2 에는 2중 결합이 있고 C_2 에는 단일 결합이 있으므로 공유 전자쌍 수는 $\text{B}_2 > \text{C}_2$ 이다.
- ㉡ 결합각은 $\text{AC}_3 > \text{BC}_2$ 이다.
- AC_3 는 평면 삼각형, BC_2 는 굽은 형 구조이므로 결합각은 $\text{AC}_3 > \text{BC}_2$ 이다.
- ㉢ BC_2 분자의 쌍극자 모멘트는 0보다 크다.
- BC_2 는 굽은 형 구조이므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0보다 크다.

14 | 자료 분석 |

무극성인 I_2 이 용해
→ A는 무극성 용매

보라색 A B

CuSO_4

해세인: 무극성 용매
→ I_2 이 녹아 보라색

파란색 A B

이온 결합 물질인 CuSO_4 가 용해 → B는 극성 용매

물: 극성 용매
→ CuSO_4 가 녹아 파란색

| 선택지 분석 |

㉠ 분자의 쌍극자 모멘트는 A가 B보다 크다.

→ I_2 은 무극성 분자이고, CuSO_4 는 이온 결합 물질이므로 I_2 이 용해된 A 층의 물질은 무극성 물질, CuSO_4 가 용해된 B 층의 물질은 극성 물질이다. 따라서 분자의 쌍극자 모멘트는 B가 A보다 크다.

㉡ (나)와 (다)를 혼합하여 흔들어 주면 D 층이 파란색으로 변한다.

→ 밀도는 물 > 해세인이므로 C는 해세인 층, D는 물 층이다. B가 극성 물질이므로 (나)와 (다)를 혼합하면 B와 극성인 물이 혼합되므로 D 층이 파란색으로 변한다.

㉢ (다)에 I_2 을 넣으면 C 층이 보라색으로 변한다.

→ (다)에 I_2 을 넣어 주면 해세인에 용해되므로 해세인 층이 보라색으로 변한다. 밀도가 물 > 해세인이므로 C가 해세인 층이다.

- 15 (1) 물을 전기 분해하면 (－)극에서 물이 전자를 얻어 수소 기체가 발생하고, (＋)극에서 물이 전자를 잃어 산소 기체가 발생한다. 이때 발생하는 기체의 부피비는 (－)극 : (＋)극 = 2 : 1이므로 (가)에서 수소 기체가, (나)에서 산소 기체가 발생한다.
- (2) (가)에서 생성되는 수소 기체는 가연성 기체이므로 성냥불을 대어 보면 연소되어 물을 생성한다. (나)에서 생성되는 산소 기체는 연소를 도와주는 기체이므로 꺼져 가는 불씨를 대어 보면 불씨가 다시 살아난다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)를 확인할 수 있는 방법을 모두 옳게 쓴 경우	100 %
(가)와 (나) 중 1가지만 옳게 쓴 경우	50 %

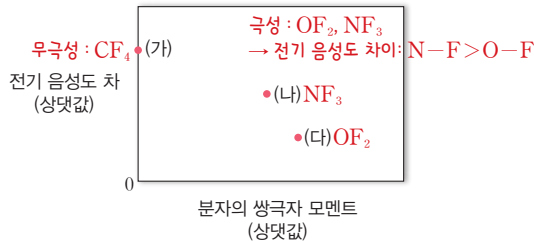
- 16 (1) Na^+ 과 Cl^- 이 결합을 형성할 때 C → B로 갈 때는 두 이온 사이의 정전기적 인력이 반발력보다 우세하게 작용하므로 에너지가 낮아지며, B → A로 갈 때는 원자핵과 원자핵 사이의 반발력이 크게 작용하여 에너지가 증가한다. 따라서 Na^+ 과 Cl^- 은 정전기적 인력과 반발력이 균형을 이루어 에너지가 가장 낮은 B 점에서 이온 결합을 형성한다.

채점 기준	배점
B를 옳게 고르고, 정전기적 인력과 반발력을 비교하여 옳게 서술한 경우	100 %
B만 옳게 고른 경우	30 %

- (2) KCl 은 K^+ 과 Cl^- 이 이온 결합하여 형성되는데, K^+ 이 Na^+ 보다 이온 반지름이 크므로 이온 결합을 형성할 때 방출하는 에너지는 NaCl 보다 작다.

채점 기준	배점
r_0 와 E 를 모두 옳게 비교한 경우	100 %
r_0 와 E 중 1가지만 옳게 비교한 경우	50 %

분자	극성 유무	
	무극성	극성
XF_2	BeF_2	OF_2
YF_3	BF_3	NF_3
ZF_4	CF_4	



- (1) X는 16족, Y는 15족, Z는 14족 원소이며 전기 음성도는 $Z < Y < X$ 이다. ZF_4 는 무극성 분자이므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이다. 전기 음성도 차이는 $\text{Y}-\text{F}$ 가 $\text{X}-\text{F}$ 보다 크므로 (나)는 YF_3 , (다)는 XF_2 이다.
- (2) 기체 상태의 극성 분자는 부분적인 전하를 띠므로 전기장에서 일정한 방향으로 배열하지만 무극성 분자는 부분적인 전하를 띠지 않으므로 전기장의 영향을 받지 않는다.
- 극성 분자인 (나)와 (다)는 부분적인 전하를 띠므로 전기장 내에서 일정한 방향으로 배열된다.

채점 기준	배점
(나)와 (다)를 옳게 고르고, 그 까닭을 부분 전하를 이용하여 옳게 서술한 경우	100 %
(나)와 (다)만 옳게 고른 경우	50 %

- 18 (가)는 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 극성 분자, (나)는 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이다. 분자량이 같을 때 부분 전하가 있는 극성 분자가 무극성 분자보다 분자 사이의 힘이 더 강하므로 녹는점과 끓는점이 높다.

(가)는 전기 음성도가 큰 Cl가 같은 방향으로 결합되어 있어 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되지 않아 부분적인 전하를 띠는 극성 분자이고, (나)는 Cl이 서로 반대 방향으로 배열되어 있어 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되는 무극성 분자이다.

채점 기준	배점
결합의 쌍극자 모멘트를 이용하여 옳게 서술한 경우	100 %
(가)는 극성 분자, (나)는 무극성 분자이기 때문이라고만 서술한 경우	50 %



1 >>> 화학 반응에서 동적 평형

01~가역 반응과 동적 평형

개념POOL

228쪽

01 (가)=(나)=(다) 02 (다)

03 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×

- 03 (4) (다)는 동적 평형에 도달한 상태이므로 증발 속도와 응축 속도가 같아 액체 상태인 물의 양과 기체 상태인 수증기의 양이 일정하게 유지된다.

꼭꼭! 개념 확인하기

229쪽

✓ 잠깐 확인!

1 가역 반응 2 동적 평형 3 상평형 4 석출, 용해 평형, 포화 5 화학 평형

01 (1) × (2) × (3) ○ 02 (1) 비가역 (2) 비가역 (3) 가역

03 (가)-(다)-(나) 04 (1) ○ (2) × (3) ○

- 03 증발 속도는 일정하고 시간에 따라 응축 속도가 점점 빨라지므로 시간 순서대로 나열하면 (가)-(다)-(나)이다.

- 04 (2) 용해되어 녹아 들어간 용질의 양(mol)은 (가)<(나)<(다)이므로 용액의 몰 농도는 (가)<(나)<(다)이다.

탄탄! 내신 다지기

230쪽~231쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 $\text{CoCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

04 ⑤ 05 ① 06 ⑤ 07 ② 08 ④ 09 ①

10 (1) $\text{A}_2(\text{g}) + 2\text{AB}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{A}_2\text{B}(\text{g})$ (2) A_2 , AB, A_2B

01 | 선택지 분석 |

- ① 가역 반응은 동적 평형에 도달할 수 있다.
→ 가역 반응은 정반응뿐만 아니라 역반응도 일어날 수 있으므로 동적 평형에 도달할 수 있다.
- ② 물의 증발과 응축은 가역적으로 일어난다.
→ 액체가 기체로 되는 증발과 기체가 액체로 되는 응축은 양방향으로 진행될 수 있는 가역 반응이다.
- ③ 가역 반응은 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있다.
→ 가역 반응은 반응 조건에 따라 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있다.

- ④ 염산과 수산화 나트륨 수용액의 반응은 비가역 반응이다.
 ➔ 산 염기 중화 반응은 역반응이 거의 일어나지 않는 비가역 반응이다.
 ⓧ 비가역 반응은 온도, 압력 조건에 따라 역반응도 ~~일어날 수 있다.~~
 이 거의 일어나지 않는다
 ➔ 비가역 반응은 정반응만 일어날 수 있는 반응으로 온도, 압력 조건을 변화시켜도 역반응이 거의 일어나지 않는다.

02 | 선택지 분석 |

- ① 프로페인의 연소 반응
 ➔ 연소 반응은 역반응이 일어나지 않는 비가역 반응이다.
 ② 염산과 마그네슘의 반응
 ➔ 산과 금속이 반응하여 기체가 발생하는 반응은 역반응이 일어나지 않는 비가역 반응이다.
 ⓧ 사산화 이질소의 생성과 분해 반응
 ➔ 이산화 질소가 반응하여 사산화 이질소를 생성하는 반응과 사산화 이질소가 다시 이산화 질소로 분해되는 반응은 가역적으로 일어난다.
 ④ 질산과 수산화 나트륨 수용액의 반응
 ➔ 산 염기 중화 반응은 역반응이 거의 일어나지 않는 비가역 반응이다.
 ⑤ 질산 은 수용액과 염화 나트륨 수용액의 반응
 ➔ 양금 생성 반응은 역반응이 거의 일어나지 않는 비가역 반응이다.

- 03 염화 코발트가 물과 결합하여 염화 코발트 옥수화물을 생성하는 반응과 염화 코발트 옥수화물이 물을 잃고 염화 코발트로 되는 반응이 가역적으로 일어나므로 반응물과 생성물을 $\rightleftharpoons$ 로 나타낸다.

04 | 선택지 분석 |

- (가) $\text{HCl}(aq) + \text{NaOH}(aq) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(l) + \text{NaCl}(aq)$
 ➔ 산 염기 중화 반응으로, 비가역 반응이다.
 (나) $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$
 ➔ 메테인의 연소 반응으로, 비가역 반응이다.
 (다) $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$
 ➔ 질소와 수소가 반응하여 암모니아를 생성하는 정반응과 암모니아가 질소와 수소로 분해되는 역반응이 모두 일어날 수 있는 가역 반응이다.

05 | 선택지 분석 |

- ㉠ 정반응은 반응물이 생성물로 되는 반응이다.
 ➔ 정반응은 화학 반응식에서 오른쪽으로 진행되는 반응으로, 반응물이 생성물로 되는 반응이다.
 ✕ 가역 반응이 동적 평형에 도달하면 정반응은 ~~일어나지 않는다.~~
 일어난다
 ➔ 동적 평형에서는 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어난다.
 ✕ 비가역 반응은 충분한 시간이 지나면 동적 평형에 ~~도달하지 않는다.~~
 도달한다
 ➔ 비가역 반응은 역반응이 거의 일어나지 않으므로 동적 평형에 도달하지 않는다.

06 | 선택지 분석 |

- ㉠ 가역 반응은 충분한 시간이 지나면 동적 평형에 도달한다.
 ➔ 가역 반응은 처음에 정반응이 우세하게 일어나다가, 충분한 시간이 지나면 역반응 속도가 정반응 속도와 같아져 동적 평형에 도달한다.
 ㉡ 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어난다.
 ➔ 동적 평형에서는 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어난다.
 ㉢ 반응물과 생성물이 함께 존재한다.
 ➔ 정반응과 역반응이 모두 일어나므로 반응물과 생성물이 함께 존재한다.

07 | 선택지 분석 |

- ✕ 증발 속도는 (가)가 가장 ~~빠르다.~~
 모두 같다
 ➔ 온도가 일정할 때 물의 증발 속도는 일정하므로 증발 속도는 (가)=(나)=(다)이다.
 ✕ 응축 속도는 (나)가 가장 ~~빠르다.~~
 (다)
 ➔ 응축 속도는 용기 속 수증기 분자 수가 많을수록 빠르므로 (가)<(나)<(다)이다.
 ㉠ (다)는 동적 평형 상태이다.
 ➔ (다)는 증발 속도와 응축 속도가 같으므로 동적 평형 상태이다.

08 | 선택지 분석 |

- ✕ 물에 녹아 들어가는 설탕 분자는 ~~없다.~~
 있다
 ➔ 물에 넣어 준 설탕 중 일부가 바닥에 가라앉은 것으로 보아 용해 평형에 도달한 상태로, 용해가 계속 일어나고 있다.
 ㉡ 용해 평형에 도달한 상태이다.
 ➔ 용해되는 용질의 양과 석출되는 용질의 양이 같게 유지되는 용해 평형 상태이다.
 ㉢ 이 용액은 포화 용액이다.
 ➔ 용해 평형에 도달한 용액이므로 포화 용액이다.

09 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에서는 Br_2 의 증발 속도가 응축 속도보다 ~~빠르다.~~
 ➔ 일정 온도에서 증발 속도는 일정하다. 응축 속도는 용기 속 기체 분자 수에 비례하므로 (가)에서는 증발 속도가 응축 속도보다 빠르다.
 ✕ (나)는 동적 평형 상태 ~~아니다.~~
 가 아니다
 ➔ (나)는 동적 평형에 도달하기 이전 상태이다.
 ✕ (다)에서 응축되는 $\text{Br}_2(g)$ 분자 수는 ~~0이다.~~
 이 아니다
 ➔ (다)는 동적 평형 상태이므로 응축되는 $\text{Br}_2(g)$ 분자 수와 증발되는 $\text{Br}_2(l)$ 분자 수가 같다.

- 10 (1) 반응물은 A_2 , AB 이고, 생성물은 A_2B 이며, 반응 전후 원자의 종류와 수가 같도록 계수를 맞춘다.
 (2) 화학 평형에서는 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어나므로 반응물과 생성물이 함께 존재한다.

01 ② 02 ② 03 ① 04 ⑤ 05 ③ 06 ③

07 ① 상평형, ② 용해 평형, ③ 동적 평형

08 | 모범 답안 | 이 상태는 용해 평형에 도달한 상태이므로 용액은 포화 용액이다. 이 상태에서 소량의 설탕을 더 넣어 주어도 용액 속으로 녹아 들어가는 용질의 양이 증가하지 않으므로 설탕 수용액의 몰 농도는 일정하다.

09 | 모범 답안 | N_2 , H_2 , NH_3 가 존재한다. 주어진 반응은 가역 반응이며, 가역 반응은 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있는 반응이므로 반응물인 N_2 와 H_2 가 NH_3 로 되는 정반응과 생성물인 NH_3 가 N_2 와 H_2 로 분해되는 역반응이 함께 일어나 동적 평형에 도달한다. 따라서 반응물과 생성물이 함께 존재하게 된다.

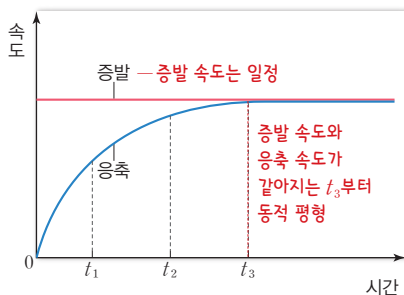
01 | 선택지 분석 |

- ✗ (가)는 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있다.
→ (가)는 연소 반응으로, 역반응이 일어나지 않는 비가역 반응이다.
- ✗ (나)는 정반응만 일어날 수 있다.
→ (나)는 가역 반응으로, 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있다.
- (다)는 동적 평형에 도달할 수 있다.
→ (다)는 가역 반응으로, 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있고, 충분한 시간이 지나면 동적 평형에 도달할 수 있다.

02 | 선택지 분석 |

- ✗ 증발 속도는 (가)에서 가장 빠르다.
→ 온도가 일정하므로 증발 속도는 (가)~(다)에서 모두 같다.
- ✗ 응축 속도-증발 속도는 (나)에서 가장 크다.
→ |응축 속도-증발 속도|, 즉 응축 속도와 증발 속도의 차이는 (가)에서 가장 크다.
- 수증기의 양(mol)은 (다)에서 가장 많다.
→ (가)와 (나)는 동적 평형에 도달하기 이전 상태이므로 수증기의 양(mol)은 (다)에서 가장 많다.

03 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- 용기 속 $H_2O(l)$ 의 양은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 많다.
→ 응축 속도는 용기 속 수증기의 양이 많을수록 빠르다. 따라서 응축 속도가 더 빠른 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 증발한 물의 양이 더 많은 것이므로 용기 속 $H_2O(l)$ 의 양은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 많다.

✗ 용기 속 $H_2O(g)$ 의 양은 t_2 일 때가 t_3 일 때보다 많다.

→ 응축 속도는 용기 속 수증기의 양이 많을수록 빠르다. 따라서 수증기의 양은 t_3 일 때가 t_2 일 때보다 많다.

✗ t_3 일 때는 더 이상 증발이 일어나지 않는다.

→ t_3 는 동적 평형 상태이므로 증발과 응축이 같은 속도로 일어난다.

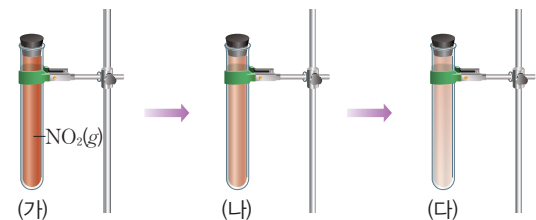
04 | 선택지 분석 |

- 설탕의 용해와 석출은 가역적으로 일어난다.
→ 설탕의 용해 반응을 정반응이라고 하면 용액 속 설탕이 고체 상태로 되는 석출 반응은 역반응으로, 이 과정은 가역적으로 일어난다.
- (다)는 포화 용액이다.
→ (다)는 용해 속도=석출 속도이므로 용해 평형에 도달한 용액으로, 포화 용액이다.
- 용액의 몰 농도는 (다)>(나)이다.
→ 용액 속에 녹아 있는 용질의 양은 용해 평형에 도달한 (다)에서 용해 평형에 도달하기 이전 상태인 (나)에서보다 크다.

05 | 선택지 분석 |

- 동적 평형 상태이다.
→ 수면의 높이가 일정하므로 증발과 응축이 같은 속도로 일어나는 동적 평형 상태이다.
- ✗ 더 이상 증발이 일어나지 않는다.
→ 동적 평형 상태이므로 증발과 응축이 같은 속도로 일어나고 있다.
- 용기 속 $H_2O(g)$ 의 양(mol)은 일정하다.
→ 증발되는 물 분자의 양(mol)만큼 수증기가 응축되므로 용기 속 $H_2O(g)$ 의 양(mol)과 $H_2O(l)$ 의 양(mol)은 일정하다.

06 | 자료 분석 |



(가), (나): 적갈색이 없어진다.
→ 정반응 속도 > 역반응 속도
(다): 색이 일정하게 유지된다.
→ 정반응 속도 = 역반응 속도
→ 화학 평형

| 선택지 분석 |

- (가)에서는 정반응 속도가 역반응 속도보다 빠르다.
→ (가)에서는 적갈색이 없어지므로 정반응 속도가 역반응 속도보다 빠르다.
- ✗ (나)에서는 역반응 속도와 정반응 속도가 같다.
→ (나)는 화학 평형에 도달하기 이전 상태이므로 정반응 속도가 역반응 속도보다 빠르다.
- (다)에서 N_2O_4 의 몰 농도는 일정하다.
→ (다)는 화학 평형에 도달한 상태이므로 반응물과 생성물의 농도가 일정하다.

07 동적 평형은 반응이 멈춘 것이 아니라 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어나는 상태이며, 상평형과 용해 평형 등이 그 예이다.

08 용해 평형을 이룬 용액은 포화 용액이므로 용질을 더 넣어 주어도 용액에 녹아 들어가는 용질의 양이 증가하지 않는다.

채점 기준	배점
용액이 용해 평형을 이루고 있음을 언급하여 몰 농도가 더 이상 증가하지 않는다고 옳게 서술한 경우	100 %
몰 농도가 더 이상 증가하지 않는다고만 서술한 경우	60 %

09 화학 평형 상태에서는 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어나므로 반응물과 생성물이 함께 존재한다.

채점 기준	배점
물질의 화학식을 옳게 쓰고, 주어진 반응이 가역 반응을 언급하여 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
물질의 화학식만 옳게 쓴 경우	50 %

02~ 물의 자동 이온화와 pH

개념POOL

236쪽

- 01** (가) 산성, (나) 중성, (다) 염기성
02 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×

02 (1) 일정한 온도에서는 용액의 액성과 관계없이 $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 의 곱이 항상 일정하며, 온도가 25 °C일 때 그 값은 1×10^{-14} 이다.

꼭꼭! 개념 확인하기

237쪽

✓ 잠깐 확인!

1 자동 이온화 **2** 이온화 상수, 1×10^{-14} **3** >, =, <
4 수소 이온 농도 지수, pH **5** 작, 크

- 01** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ **02** (1) 염기성 (2) 산성 (3) 염기성 (4) 산성 **03** (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○
04 (가) pH=6, (나) pH=10, (다) pH=8, (라) pH=4

01 (2) 물이 자동 이온화하여 H_3O^+ 과 OH^- 을 생성하는 반응이 동적 평형에 도달했을 때, 25 °C에서 그 농도의 곱이 1×10^{-14} 으로 매우 작은 것으로 보아 물 분자 중 매우 적은 양만 이온화한다.

02 25 °C의 중성 용액에서 $[H_3O^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} M$ 이므로 $[H_3O^+] > 1 \times 10^{-7} M$ 인 용액은 산성 용액이고, $[H_3O^+] < 1 \times 10^{-7} M$ 인 용액은 염기성 용액이다. 또

$[OH^-] > 1 \times 10^{-7} M$ 인 용액은 염기성 용액이고, $[OH^-] < 1 \times 10^{-7} M$ 인 용액은 산성 용액이다.

04 (가) $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-6} M$ 이므로 pH는 6이다.

(나) $[OH^-] = 1 \times 10^{-4} M$ 이므로 pOH는 4이고, pH + pOH = 14이므로 pH는 10이다.

(다) $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-8} M$ 이므로 pH는 8이다.

(라) $[OH^-] = 1 \times 10^{-10} M$ 이므로 pOH는 10이고, pH + pOH = 14이므로 pH는 4이다.

탄탄! 내신 다지기

238쪽~239쪽

- 01** ② **02** ① **03** $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-12} M$, $[OH^-] = 1 \times 10^{-2} M$ **04** ③ **05** ⑤ **06** ④ **07** ④ **08** ⑤ **09** ①
10 ⑤

01 | 선택지 분석 |

① 물의 자동 이온화는 ~~바가역 반응~~이다.
가역 반응

→ 물 분자끼리 H^+ 을 주고받아 H_3O^+ 과 OH^- 을 생성하는 반응과 H_3O^+ 과 OH^- 이 다시 H_2O 을 생성하는 반응은 양방향으로 일어날 수 있는 가역 반응이다.

② 순수한 물에서 $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 는 같다.

→ 어느 물 분자 하나가 H^+ 을 내주어 OH^- 이 되면 다른 한 분자는 H_3O^+ 이 되므로 순수한 물에서 $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 는 항상 같다.

③ 25 °C의 수용액에서 $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 의 곱은 항상 일정한 값을 갖는다.

④ 순수한 물에서 $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 의 곱은 온도에 관계없이 항상 일정한 값을 갖는다.
따라 달라진다

→ $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 의 곱은 온도에 따라 달라지며, 25 °C일 때의 값이 1×10^{-14} 이다.

⑤ 순수한 물에서는 분자 상태로 존재하는 물의 양(mol)보다 H_3O^+ 의 양(mol)이 더 많다.
적다

→ 물의 이온화 상수는 매우 작은 값이므로 순수한 물에서 분자 상태로 존재하는 물의 양(mol)이 H_3O^+ 의 양(mol)보다 많다.

02 | 선택지 분석 |

㉠ 물의 자동 이온화 반응이 동적 평형에 도달했을 때 물속 $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 의 곱으로 나타낸다.

→ 물의 자동 이온화 반응이 동적 평형에 도달했을 때의 $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 의 곱이 물의 이온화 상수이다.

㉡ 온도에 관계없이 항상 1×10^{-14} 으로 일정하다.
따라 그 값이 다르다

→ 물의 이온화 상수는 온도에 따라 달라지며, 25 °C에서의 값이 1×10^{-14} 이다.

㉢ 25 °C 산성 용액에서 그 값은 1×10^{-14} 보다 크다.
이다

→ 25 °C에서 물의 이온화 상수는 용액의 액성에 관계없이 1×10^{-14} 이다.

03 0.01 M NaOH 수용액에 들어 있는 $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$ 이고, 25 °C에서 $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$ 이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-12} \text{ M}$ 이다.

04 | 자료 분석 |

25 °C에서 수용액의 $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$ 이다.

수용액	(가)	(나)	(다)
$[\text{H}_3\text{O}^+]$	1×10^{-7}	1×10^{-10}	1×10^{-11}
$[\text{OH}^-]$	1×10^{-7}	1×10^{-4}	1×10^{-3}

| 선택지 분석 |

- ㉠ (가)는 중성 용액이다.
 → (가)는 $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이므로 중성 용액이다.
- ✕ (나)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ 이다.
 → (나)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-10}$, $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-4}$ 이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ 이다.
- ㉡ (다)에서 $[\text{OH}^-]$ 는 $1 \times 10^{-3} \text{ M}$ 이다.
 → (다)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-11} \text{ M}$ 이므로 $[\text{OH}^-]$ 는 $1 \times 10^{-3} \text{ M}$ 이다.

05 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에 마그네슘(Mg)을 넣으면 수소 기체가 발생한다.
 → (가)는 산성 용액이므로 Mg을 넣으면 수소 기체가 발생한다.
- ㉡ (나)에 BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색을 나타낸다.
 → (나)는 염기성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색을 나타낸다.
- ㉢ 물의 이온화 상수(K_w)는 모두 같다.
 → 일정한 온도에서 물의 이온화 상수(K_w)는 용액의 액성과 관계없이 같은 값을 가진다.

06 | 선택지 분석 |

- ✕ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 클수록 pH가 크다.
 → pH는 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 에 $-\log$ 를 취한 값이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 클수록 pH가 작다.
- ㉠ pH가 1만큼 작아지면 수소 이온 농도는 10배 커진다.
 → pH는 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 에 $-\log$ 를 취한 값이므로 pH가 1만큼 작아지면 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 10배 커진다.
- ㉡ 25 °C에서 pH가 6인 수용액 속 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 $[\text{OH}^-]$ 보다 크다.
 → 25 °C에서 pH가 6인 수용액은 산성 용액이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 $[\text{OH}^-]$ 보다 크다.

07 0.001 M 염산에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-3} \text{ M}$ 이고, $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-11} \text{ M}$ 이다. 따라서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-11}} = 1 \times 10^8$ 이다.

08 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ 이다.
 → (가)는 산성 용액이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ 이다.

- ㉡ (나)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이다.
 → (나)는 중성 용액이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이다.
- ㉢ (다)의 pH는 7보다 크다.
 → (다)는 염기성 용액이므로 pH가 7보다 크다.

09 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)의 pH는 3이다.
 → 0.001 M HCl(aq) 에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.001 \text{ M}$ 이므로 pH는 3이다.
- ✕ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (가)가 (나)의 2배이다.
 → pH가 1만큼 작을수록 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 10배 크다. 따라서 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (가)가 (나)의 10배이다.
- ✕ (다)의 pH는 5이다.
 → (다)에서 $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$ 이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-9} \text{ M}$ 이다. 따라서 pH는 9이다.

10 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ 우유는 산성을 띤다.
 → 우유의 pH는 7보다 작으므로 산성이다.
- ㉡ 염기성이 가장 강한 물질은 하수구 세척액이다.
 → pH가 클수록 염기성이 강하므로 주어진 물질 중 pH가 가장 큰 하수구 세척액의 염기성이 가장 강하다.
- ㉢ 물질 속 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 식초가 탄산음료보다 크다.
 → pH가 작을수록 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 크므로 pH가 더 작은 식초의 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 탄산음료의 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 보다 크다.

도전! 실력 올리기

240쪽~241쪽

01 ③ 02 ③ 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ① 06 ②

07 | 모범 답안 | $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$ 이다. 어느 물 분자 하나가 H^+ 을 내놓고 OH^- 이 되면 다른 분자는 H_3O^+ 이 되므로, 순수한 물속에 존재하는 H_3O^+ 의 수와 OH^- 의 수는 항상 같기 때문이다.

08 ㉠ 3, ㉡ 10^{-6} , ㉢ 10^{-5} , ㉣ 2

09 | 모범 답안 | 마그네슘 조각을 넣었을 때 기체가 발생하는 것은 (가)이고, 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 붉게 변하는 것은 (다)이다. (가)는 $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ 인 산성 용액이고, (다)는 $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$ 인 염기성 용액이기 때문이다.

01 | 선택지 분석 |

- ㉠ 순수한 물에 들어 있는 H_3O^+ 의 양(mol)과 OH^- 의 양(mol)은 같다.
 → 순수한 물에서 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 와 $[\text{OH}^-]$ 는 항상 같다.
- ㉡ 순수한 물에서 $[\text{OH}^-]$ 는 $1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이다.
 → 25°C 순수한 물에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이다.
- ㉢ 순수한 물에 염산을 소량 넣으면 물의 이온화 상수 (K_w)는 **커진다.**
 일정하다
 → 온도가 25°C 이면 산성 용액에서도 K_w 의 값은 1×10^{-14} 이다.

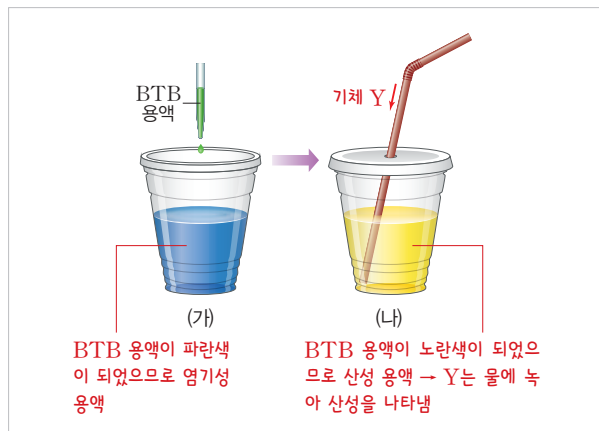
02 | 선택지 분석 |

- ㉠ 산성 용액이다.
 → $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-9} \text{ M}$ 이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$ 이다.
 $[\text{H}_3\text{O}^+] > 1 \times 10^{-7}$ 이므로 산성 용액이다.
- ㉡ pH는 5이다.
 → $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-9} \text{ M}$ 이고, 25°C 에서 $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$ 이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$ 이다. 따라서 pH는 5이다.
- ㉢ 수용액의 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 와 $[\text{OH}^-]$ 의 곱은 1×10^{-14} 보다 **크다.**
 이다
 → 25°C 에서 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 와 $[\text{OH}^-]$ 의 곱은 용액의 액성에 관계없이 항상 1×10^{-14} 이다.

03 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)는 중성 용액이다.
 → BTB 용액은 중성에서 초록색을 나타내므로 (가)는 중성 용액이다.
- ㉡ 수용액 속 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (나)가 (가)보다 크다.
 → (나)에서 BTB 용액이 노란색을 나타내었으므로 (나)는 산성 용액이다. (가)는 중성 용액이므로 수용액 속 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (나)가 (가)보다 크다.
- ㉢ pH는 (다)가 (나)보다 크다.
 → (다)에서 BTB 용액이 파란색을 나타내었으므로 (다)는 염기성 용액이다. 따라서 산성 용액인 (나)보다 pH가 크다.

04 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ 이다.
 → (가)는 염기성 용액이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ 이다.

- ㉡ Y는 물에 녹아 H^+ 을 내놓는다.
 → 기체 Y는 산성을 띠는 물질이므로 물에 녹아 H^+ 을 내놓는다.
- ㉢ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 와 $[\text{OH}^-]$ 의 곱은 (가)와 (나)에서 같다.
 → 온도가 같으면 용액의 액성과 관계없이 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 와 $[\text{OH}^-]$ 를 곱한 값이 같다.

05 | 선택지 분석 |

- ㉠ ■은 H^+ 이다.
 → (가)~(다)는 모두 산성 수용액이므로 공통으로 들어 있는 ■는 수소 이온(H^+)이다.
- ㉢ 수용액의 pH는 (가)가 (다)보다 **크다.**
 작다
 → 단위 부피당 ■의 수가 클수록 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 크고, pH는 작다.
 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (가)가 (다)보다 크므로 pH는 (다)가 (가)보다 크다.
- ㉤ 수용액 속 $[\text{OH}^-]$ 는 (나)가 (다)보다 **크다.**
 작다
 → 25°C 에서 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 와 $[\text{OH}^-]$ 의 곱은 일정하므로 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 작을수록 $[\text{OH}^-]$ 가 크다. 단위 부피당 H^+ 수는 (다)가 (나)보다 작으므로 수용액 속 $[\text{OH}^-]$ 는 (다)가 (나)보다 크다.

06 | 선택지 분석 |

- ㉢ A(aq)에 BTB 용액을 떨어뜨리면 **노란색**을 나타낸다.
 파란색
 → A(aq)은 pH가 7보다 크므로 염기성 용액이고, BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색을 나타낸다.
- ㉤ B(aq)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ 이다.
 >
 → B(aq)은 pH가 7보다 작으므로 산성 용액이다. 따라서 $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ 이다.
- ㉡ 수용액의 $[\text{OH}^-]$ 는 C(aq)에서가 B(aq)에서보다 크다.
 → $[\text{OH}^-]$ 는 C(aq)에서 $1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이고, B(aq)에서 $1 \times 10^{-11} \text{ M}$ 이다.

- 07 물의 자동 이온화는 물 분자들끼리 H^+ 을 주고받으므로 H^+ 을 내놓는 물 분자는 OH^- 이 되고, H^+ 을 받는 물 분자는 H_3O^+ 이 된다.

채점 기준	배점
농도를 옳게 비교하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
농도만 옳게 비교한 경우	50 %

- 08 pH는 $-\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ 이고, pOH는 $-\log[\text{OH}^-]$ 이다. $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 10^{-3} M 인 용액의 pH는 3이다. pH가 6인 용액의 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 10^{-6} M 이다. pOH가 5인 용액의 $[\text{OH}^-]$ 는 10^{-5} M 이다. $[\text{OH}^-]$ 가 10^{-2} M 인 용액의 pOH는 2이다.

- 09 $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ 인 (가)는 산성 용액이고, $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ 인 (다)는 염기성 용액이다. 마그네슘과 반응하여 수소 기체를 발생시키는 것은 산성 용액이고, 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키는 것은 염기성 용액이다.

채점 기준	배점
용액을 옳게 고르고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
용액만 옳게 고른 경우	50 %

03~ 산 염기의 성질 및 정의

꼭꼭! 개념 확인하기

245쪽

✓ 잠깐 확인!

1 산성 2 염기성 3 수소, H^+ 4 수산화, OH^- 5 산
6 염기 7 양쪽성 8 짝산, 짝염기

01 (1) 산 (2) 염기 (3) 산 (4) 염기 (5) 공통 02 (1) 수소 이온(H^+) (2) 수산화 이온(OH^-) 03 ㉠ 수소 이온(H^+), ㉡ 산, ㉢ 수산화 이온(OH^-), ㉣ 염기 04 (1) 브뢴스테드·로리 산: HF, 브뢴스테드·로리 염기: H_2O (2) 브뢴스테드·로리 산: H_2O , 브뢴스테드·로리 염기: HCO_3^- 05 H_2O

02 (1) 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키는 것은 H^+ 이다.
(2) 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키는 것은 OH^- 이다.

04 (1) HF는 H_2O 에게 H^+ 을 내놓으므로 브뢴스테드·로리 산이고, H_2O 은 HF로부터 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.
(2) H_2O 은 HCO_3^- 에게 H^+ 을 내놓으므로 브뢴스테드·로리 산이고, HCO_3^- 은 H_2O 로부터 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

05 H_2O 은 첫 번째 반응에서는 NH_3 에게 H^+ 을 내놓는 브뢴스테드·로리 산으로 작용하고, 두 번째 반응에서는 H_2CO_3 으로부터 H^+ 을 받는 브뢴스테드·로리 염기로 작용한다.

탄탄! 내신 다지기

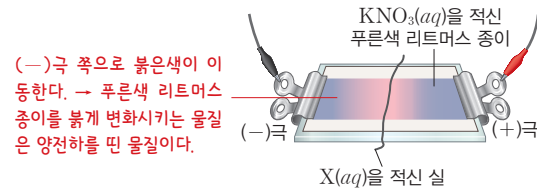
246쪽~247쪽

01 ㉡ 02 ㉡ 03 ㉣ 04 ㉠ 05 ㉠ OH^- , ㉡ H_3O^+ , ㉢ OH^- 06 ㉡ 07 ㉣ 08 ㉤ 09 ㉤ 10 브뢴스테드·로리 산: H_2O , 브뢴스테드·로리 염기: CO_3^{2-} 11 ㉤

01 | 선택지 분석 |

- ✗ 마그네슘 조각을 넣으면 수소 기체가 발생한다.
→ (가)는 산성 수용액이고, (나)는 염기성 수용액이므로 마그네슘 조각을 넣으면 (가)에서만 수소 기체가 발생한다.
- ✗ 페놀프탈레인 용액을 넣으면 붉게 변한다.
→ 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 염기성 수용액인 (나)만 붉은 색으로 변한다.
- ㉡ 전기 전도성이 있다.
→ (가)와 (나)는 모두 전하를 운반하는 이온이 존재하므로 전기 전도성이 있다.

02 | 자료 분석 |



| 선택지 분석 |

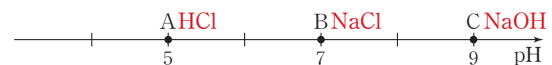
- ① NO_3^- 은 이동하지 않는다.
→ NO_3^- 은 (+)극 쪽으로 이동하지만 푸른색 리트머스 종이의 색을 변화시키지 못하여 그 이동을 확인할 수 없다.
- ㉡ X(aq)에는 H^+ 이 들어 있다.
→ 푸른색 리트머스 종이의 색을 붉게 변화시키는 것으로 보아 X(aq)에는 H^+ 이 들어 있다.
- ③ 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키는 것은 K^+ 이다.
→ 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키는 것은 H^+ 이다.
- ④ $KNO_3(aq)$ 을 리트머스 종이에 적시지 않으면 리트머스 종이의 색이 변하지 않는다.
→ 질산 칼륨 수용액은 리트머스 종이에 전류가 잘 흐르게 하기 위해 적시는 것으로, 질산 칼륨 수용액을 적시지 않아도 리트머스 종이의 색은 변한다.
- ⑤ X(aq) 대신 $HCl(aq)$ 을 사용하면 리트머스 종이의 색이 변하지 않는다.
→ 염산에 H^+ 이 들어 있으므로 리트머스 종이의 색이 붉은색으로 변한다.

03 | 선택지 분석 |

- ✗ X(aq)과 Y(aq)에 들어 있는 음이온의 종류는 같다.
→ X와 Y는 아레니우스 산이므로 X(aq)과 Y(aq)에는 모두 H^+ 이 들어 있고 음이온의 종류는 서로 다르다.
- ㉡ 수용액의 pH는 Z(aq)이 Y(aq)보다 크다.
→ 수용액의 pH는 염기성 용액인 Z(aq)이 산성 용액인 Y(aq)보다 크다.
- ㉡ X~Z 수용액은 모두 전기 전도성이 있다.
→ X~Z 수용액에는 모두 이온이 존재하므로 전기 전도성이 있다.

04 | 자료 분석 |

- 수용액의 pH가 7보다 작은 A는 산성 물질인 HCl이다.
- 수용액의 pH가 7인 B는 중성 물질인 NaCl이다.
- 수용액의 pH가 7보다 큰 C는 염기성 물질인 NaOH이다.



| 선택지 분석 |

- ㉡ A는 아레니우스 산이다.
→ A는 HCl이므로 수용액에서 H^+ 을 내놓을 수 있으므로 아레니우스 산이다.

✗ B 수용액은 전기 전도성이 없다.

있다

⇒ B는 NaCl이다. NaCl은 이온 결합 물질로, 수용액에서 이온이 존재하므로 전기 전도성이 있다.

✗ C 수용액은 탄산 칼슘과 반응하여 이산화 탄소 가체를 발생시킨다.

하지 않는다

⇒ C는 NaOH으로 그 수용액은 염기성을 나타내며, 탄산 칼슘과 반응하지 않는다.

05 KOH은 아레니우스 염기이므로 수용액에서 OH^- 을 내놓으므로 ㉠은 OH^- 이다. HCl은 H^+ 을 내놓고 Cl^- 이 되고, H_2O 은 H^+ 을 받아 H_3O^+ 이 되므로 ㉡은 H_3O^+ 이다. NH_3 는 H^+ 을 받아 NH_4^+ 이 되고, H_2O 은 H^+ 을 내놓고 OH^- 이 되므로 ㉢은 OH^- 이다.

06 브뢴스테드·로리 염기는 다른 물질로부터 H^+ 을 받는 물질이므로 이 반응의 정반응에서는 NH_3 가, 역반응에서는 CO_3^{2-} 이 브뢴스테드·로리 염기로 작용한다.

07 가역적으로 일어나는 산 염기 반응에서 H^+ 의 이동에 따라 산과 염기가 되는 한 쌍의 물질이 짝산-짝염기이므로 H_2CO_3 과 HCO_3^- , H_2O 과 H_3O^+ 이 짝산-짝염기이다.

08 | 선택지 분석 |

㉠ H_2O 은 브뢴스테드·로리 산이다.

⇒ H_2O 은 NH_3 에게 H^+ 을 주므로 브뢴스테드·로리 산이다.

㉡ NH_3 는 브뢴스테드·로리 염기이다.

⇒ NH_3 는 H_2O 로부터 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

㉢ NH_3 의 짝산은 NH_4^+ 이다.

⇒ NH_3 와 NH_4^+ 은 H^+ 의 이동에 의해 염기와 산이 되는 한 쌍의 물질이므로 짝산-짝염기이다.

09 | 선택지 분석 |

㉠ (가)의 HCl은 아레니우스 산이다.

⇒ HCl은 수용액에서 이온화하여 H^+ 을 내놓을 수 있으므로 아레니우스 산이다.

㉡ (나)의 NH_3 는 브뢴스테드·로리 염기이다.

⇒ (나)에서 NH_3 는 H_2O 로부터 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.

㉢ H_2O 은 양쪽성 물질이다.

⇒ H_2O 은 (가)에서는 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기로, (나)에서는 H^+ 을 내놓으므로 브뢴스테드·로리 산으로 작용한다.

10 H_2O 은 CO_3^{2-} 에게 H^+ 을 내놓는 브뢴스테드·로리 산으로 작용하고, CO_3^{2-} 은 H_2O 로부터 H^+ 을 받는 브뢴스테드·로리 염기로 작용한다.

11 (가)에서 다른 물질에게 H^+ 을 내놓는 브뢴스테드·로리 산으로 작용한 물질은 HCN과 H_3O^+ 이고, (나)에서는 HF와 $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$ 이며, (다)에서는 HCl이다.

도전! 실력 올리기

248쪽~249쪽

01 ⑤ 02 ① 03 ④ 04 ⑤ 05 ② 06 ②

07 | 모범 답안 | (가)는 '전기 전도성이 있는가?', (나)는 '페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키는가?' 등이 적절하다. 주어진 수용액 중 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 은 물에는 녹지만 이온화하지 않으므로 전기 전도성이 없다. 반면 HCl과 NaOH은 물에 녹아 이온화하므로 전기 전도성이 있다. 기준 (나)는 염기성 용액인 NaOH에만 적용되는 기준을 제시하는 것이 적절하다.

08 브뢴스테드·로리 산: HCl, 브뢴스테드·로리 염기: NH_3

09 | 모범 답안 | HCO_3^- 이 양쪽성 물질이다. 첫 번째 반응에서 HCO_3^- 은 NH_3 에게 H^+ 을 내어주는 브뢴스테드·로리 산으로 작용한다. 두 번째 반응에서 HCO_3^- 은 H_3O^+ 로부터 H^+ 을 받는 브뢴스테드·로리 염기로 작용한다. 즉 조건에 따라 산과 염기로 작용하므로 양쪽성 물질이다.

01 | 선택지 분석 |

㉠ AOH는 아레니우스 염기이다.

⇒ AOH는 수용액에서 이온화하여 OH^- 을 내놓으므로 아레니우스 염기이다.

㉡ 25 °C에서 이 수용액의 pH는 7보다 크다.

⇒ AOH 수용액은 염기성 용액이므로 pH는 7보다 크다.

㉢ 이 수용액에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉게 변한다.

⇒ AOH 수용액은 염기성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시킨다.

02 | 선택지 분석 |

✗ X는 아레니우스 염기이다.

산

⇒ X(aq) 은 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키므로 X는 수용액에서 H^+ 을 내놓는 아레니우스 산이다.

㉠ 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키는 물질은 X 수용액에 있는 양이온이다.

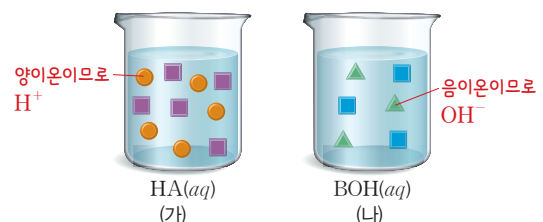
⇒ 산성을 나타내는 물질은 (-)극 쪽으로 이동하면서 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키므로 양이온인 H^+ 이다.

✗ 질산 칼륨 수용액 대신 설탕물을 적시면 푸른색 리트머스 종이의 색이 변하지 않는다.

변한다

⇒ 질산 칼륨은 전해질로, 전류를 잘 흐르게 하려고 적셔준 것이다. 따라서 질산 칼륨 수용액 대신 설탕물을 적셔도 푸른색 리트머스 종이의 색깔은 변하지만, 이온의 이동 속도가 느려진다.

03 | 자료 분석 |



선택지 분석

- ✗ (가)에 Mg 조각을 넣어 주면 $\blacksquare$ 의 수가 감소한다.
 일정하다
 → (가)는 산의 수용액이므로 양이온인 $\bullet$ 이 H^+ 이다. 따라서 (가)에 Mg를 넣었을 때 $\bullet$ 의 수가 감소하고, 음이온인 $\blacksquare$ 의 수는 일정하다.
- ㉠ (나)에서 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키는 물질은 $\blacktriangle$ 이다.
 → (나)는 염기의 수용액이므로 음이온인 $\blacktriangle$ 이 OH^- 이다. 따라서 염기성을 나타내는 물질은 $\blacktriangle$ 이다.
- ㉡ pH는 (나)가 (가)보다 크다.
 → pH는 염기성 용액인 (나)가 산성 용액인 (가)보다 크다.

04 선택지 분석

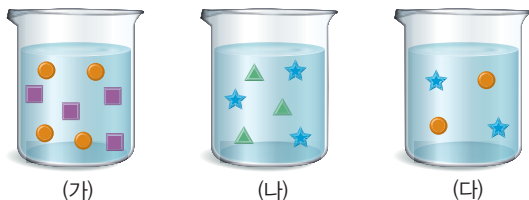
- ㉢ X는 아레니우스 산이다.
 → (가)에서 반응 전후 원자의 종류와 수가 같도록 화학 반응식을 완성하면 X는 HCl이다. HCl은 수용액에서 이온화하여 H^+ 을 내놓는 아레니우스 산이다.
- ㉣ (나)에서 X와 ㉠은 짝산-짝염기이다.
 → (나)는 $HCl(aq)$ 과 H_2O 의 반응이다. ㉠은 Cl^- 으로 X, 즉 HCl과 H^+ 의 이동으로 산과 염기가 되는 짝산-짝염기이다.
- ㉤ ㉠은 CO_2 이다.
 → (다)는 $HCl(aq)$ 과 $CaCO_3(s)$ 이 반응하여 이산화 탄소 기체가 발생하는 반응이므로 ㉠은 CO_2 이다.

05 선택지 분석

- ✗ (가)에서 ㉠은 아레니우스 염기이다.
 브뢴스테드·로리
 → (가)에서 ㉠은 Cl^- 으로, H_2O 로부터 H^+ 을 받는 브뢴스테드·로리 염기이다.
- ✗ (나)에서 ㉠은 H_2O 와 짝산이다.
 HF의 짝염기
 → (나)에서 ㉠은 F^- 이다. F^- 과 HF는 H^+ 의 이동으로 산과 염기가 되는 짝산-짝염기이다.
- ㉢ (다)에서 ㉠은 브뢴스테드·로리 염기이다.
 → (다)에서 ㉠은 NH_3 이다. NH_3 는 HCl로부터 H^+ 을 받는 브뢴스테드·로리 염기이다.

06 자료 분석

- (다)에 들어 있는 이온은 각각 (가)와 (나)에 공통으로 들어 있는 것이다. → (다)는 $NaCl(aq)$ 이다.
- (다)의 pH가 (나)보다 크다. → (나)는 $HCl(aq)$, (가)는 $NaOH(aq)$ 이다.



→ (나)와 (다)에 공통으로 들어 있는 $\star$ 은 Cl^- 이고, (가)와 (다)에 공통으로 들어 있는 $\bullet$ 은 Na^+ 이다. 따라서 $\blacktriangle$ 과 $\blacksquare$ 은 각각 H^+ , OH^- 이다.

선택지 분석

- ✗ $\bullet$ 은 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키는 물질이다.
 $\blacksquare$
 → (가)의 $\bullet$ 은 Na^+ 이므로 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키지 못한다. (가)에서 염기성을 나타내는 OH^- 은 $\blacksquare$ 이다.
- ㉠ (나)에 마그네슘을 넣으면 수소 기체가 발생한다.
 → (나)는 H^+ 이 들어 있는 산성 용액이므로 마그네슘과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.
- ✗ pH는 (다)가 (가)보다 크다.
 작다
 → (가)는 염기성 용액이고, (다)는 중성 용액이므로 pH는 (가)가 (다)보다 크다.

- 07 주어진 물질 HCl은 산이고, NaOH은 염기이며 C_2H_5OH 은 물에는 녹지만 이온화하지 않는 중성 물질이다. 기준 (가)는 C_2H_5OH 에만 적용되지 않고, 기준 (나)는 NaOH에만 적용된다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)의 기준이 적절하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
(가)와 (나) 중에서 1가지의 기준과 까닭만을 옳게 서술한 경우	50 %

- 08 주어진 반응에서 NH_3 는 HCl로부터 H^+ 을 받아 NH_4^+ 이 되므로 브뢴스테드·로리 염기이고, HCl은 NH_3 에게 H^+ 을 주므로 브뢴스테드·로리 산이다.

- 09 양쪽성 물질은 반응에 따라 산으로도 작용하고, 염기로도 작용하는 물질이다.

채점 기준	배점
양쪽성 물질을 옳게 고르고, 브뢴스테드·로리 정의를 이용하여 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
양쪽성 물질만을 옳게 고른 경우	40 %

04~ 산 염기의 중화 반응

탐구POOL

253쪽

01 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ×

- 01 (2) 수소 이온(H^+)의 농도는 (나) < (가)이므로 pH는 (나) > (가)이다.
- (3) 염화 이온(Cl^-)은 반응에 참여하지 않으므로 (다)와 (나)에서 그 수가 같다.

탐구POOL

254쪽

01 (1) × (2) × (3) ○

- 01 (1) 용액의 부피를 정확히 측정하여 옮길 때 사용하는 실험 기구는 피펫이다.

- (2) 지시약의 색이 변할 때가 중화점이므로 용액의 액성은 산성이 아니다.
- (3) 희석하지 않으면 용액 속 아세트산의 몰 농도가 증가하므로 사용한 NaOH 수용액의 부피가 커진다.

꼭꼭! 개념 확인하기

255쪽

✓ 잠깐 확인

1 중화 반응 2 알짜 이온 반응식 3 구경꾼 이온 4 같다
5 중화 적정 6 중화점

01 (1) ○ (2) × (3) × 02 ㉠ 수소 이온(H^+), ㉡ 수산화 이온(OH^-), ㉢ 염, ㉣ 알짜 이온 03 (1) × (2) ○ (3) ○
04 (1) ○ (2) × (3) × 05 0.16 M 06 0.05 M

- 01 (2) 염은 산의 음이온과 염기의 양이온이 결합한 물질로, 산이나 염기의 종류에 따라 생성되는 염의 종류가 다르다.
- (3) 중화점에는 염이 존재하므로 물에 녹는 염이 생성되는 경우 혼합 용액은 전기 전도성이 있다.
- 04 (1) Ca^{2+} 과 Cl^- 은 반응 전후 이온 상태로, 그 변화가 없으므로 반응에 참여하지 않는 구경꾼 이온이다.
- (2) H^+ 2개와 OH^- 2개가 반응하여 H_2O 2개를 생성하므로 H^+ 과 OH^- 은 1:1의 몰비로 반응한다.
- (3) 중화 반응이 완결된 용액에 Ca^{2+} 과 Cl^- 이 존재하므로 전기 전도성이 있다.
- 05 HCl은 1가산이고, $Ca(OH)_2$ 은 2가염기이다. $HCl(aq)$ 의 몰 농도를 x M라고 하면 다음과 같은 양적 관계가 성립한다.
- $$1 \times x \times 50 = 2 \times 0.2 \times 20, x = 0.16(M)$$
- 06 $Ba(OH)_2$ 은 2가염기이고, H_2SO_4 은 2가산이다. $Ba(OH)_2$ 수용액의 몰 농도를 x M라고 하면 다음과 같은 양적 관계가 성립한다.
- $$2 \times 0.2 \times 5 = 2 \times x \times 20, x = 0.05(M)$$

탄탄! 내신 다지기

256쪽~257쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ⑤ 04 ⑤ 05 노란색 06 ③ 07 ⑤
08 ④ 09 ①

01 | 선택지 분석 |

- ㉠ H^+ 과 OH^- 이 1:1의 몰비로 반응한다.
→ 중화 반응에서 산의 H^+ 과 염기의 OH^- 이 1:1의 몰비로 반응한다.

- ㉡ B^+ 과 A^- 은 구경꾼 이온이다.
→ B^+ 과 A^- 은 반응 전후 그 상태와 수에 변화가 없으므로 반응에 참여하지 않는 구경꾼 이온이다.
- ㉢ 혼합 용액은 전기 전도성이 있다.
→ 혼합 용액에는 B^+ 과 A^- 이 존재하므로 전기 전도성이 있다.

02 | 선택지 분석 |

- ㉠ 수용액 속 OH^- 의 수는 감소한다.
→ 날숨에는 산성 물질인 이산화 탄소(CO_2)가 들어 있으므로 중화 반응이 일어나 용액 속의 OH^- 의 수가 감소한다.
- ㉡ 용액의 pH는 증가한다.
→ 중화 반응이 일어나 OH^- 의 수가 감소하므로 용액의 pH는 감소한다.
- ㉢ 날숨을 더 불어넣어 주면 용액의 색은 노란색으로 변한다.
→ 날숨을 더 불어넣어 주면 CO_2 가 녹아 형성된 탄산(H_2CO_3)에 의해 용액의 액성은 산성이 되므로 용액의 색이 노란색으로 변한다.

03 | 선택지 분석 |

- ㉠ 알짜 이온 반응식은 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ 이다.
→ 실제로 반응에 참여한 이온은 H_2O 을 생성하는 $HCl(aq)$ 의 H^+ 과 $NaOH(aq)$ 의 OH^- 이다.
- ㉡ $HCl(aq)$ 과 $NaOH$ 수용액의 몰 농도는 같다.
→ 같은 부피에 들어 있는 이온 수가 같으므로 $HCl(aq)$ 과 $NaOH(aq)$ 의 몰 농도는 같다.
- ㉢ 혼합 용액을 가열하여 물을 증발시키면 $NaCl(s)$ 을 얻는다.
→ 염인 NaCl은 물에 녹은 상태로 존재하므로, 혼합 용액을 가열하여 물을 증발시키면 얻을 수 있다.

04 | 선택지 분석 |

- ㉠ ㉠에는 염기성 물질이 들어 있다.
→ 생선의 비린내를 없애기 위해 산성 물질인 레몬즙을 사용하므로 생선의 비린내를 내는 물질에는 염기성 물질이 들어 있다.
- ㉡ ㉡에는 H^+ 이 들어 있다.
→ 레몬에는 신맛이 나는 산성 물질, 즉 H^+ 이 들어 있다.
- ㉢ ㉢ 대신 식초를 사용해도 된다.
→ 식초에는 산성 물질인 아세트산이 들어 있으므로 식초를 사용해도 된다.

- 05 $H_2SO_4(aq)$ 이 내놓을 수 있는 H^+ 의 양(mol)은 $2 \times 0.5 \text{ mol/L} \times 0.15 \text{ L} = 0.15 \text{ mol}$ 이다. $NaOH(aq)$ 이 내놓을 수 있는 OH^- 의 양(mol)은 $1 \times 1.0 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$ 이다. 두 수용액을 혼합하면 H^+ 과 OH^- 이 1:1의 몰비로 반응하고, 반응하지 않은 H^+ 이 남게 되므로 혼합 용액은 산성이다. 따라서 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 나타낸다.

06 | 자료 분석 |

용액이 초록색을 나타내는 (나)는 중화 반응이 완결되었다.
 ⇒ HCl(aq) 10 mL에 들어 있는 H^+ 의 수와 NaOH(aq) 20 mL에 들어 있는 OH^- 의 수가 같다.

혼합 용액	(가)	(나)	(다)	(라)
혼합 전 용액의 부피 (mL)				
HCl(aq)	5	10	20	25
NaOH(aq)	25	20	10	5
혼합 용액의 색	파란색	초록색	노란색	노란색

- (가)에는 반응하지 않은 NaOH(aq) 15 mL가 있다.
- (다)에는 반응하지 않은 HCl(aq) 15 mL가 있다.
- (라)에는 반응하지 않은 HCl(aq) 22.5 mL가 있다.

| 선택지 분석 |

- ㉠ pH는 (가)가 (나)보다 크다.
 ⇒ (가)는 염기성이고, (나)는 중성이므로 pH는 (가) > (나)이다.
- ㉡ (다)에서 $[H^+] > [OH^-]$ 이다.
 ⇒ (다)는 산성 용액이므로 $[H^+] > [OH^-]$ 이다.
- ㉢ (가)와 (라)를 혼합한 용액은 **중성**이다.
 산성
 ⇒ (가)에는 NaOH(aq) 15 mL가 남아 있고, (라)에는 HCl(aq) 22.5 mL가 남아 있다. 주어진 반응에서 HCl(aq)과 NaOH(aq)은 1:2의 부피비로 반응하므로 (가)와 (라)를 혼합하면 HCl(aq) 15 mL가 남게 되어 산성 용액이 된다.

07 | 선택지 분석 |

- ㉠ 이 반응은 중화 반응이다.
 ⇒ (가)의 H^+ 이 (다)에는 존재하지 않으므로 (나)는 H^+ 과 반응하는 OH^- 이 포함된 염기성 용액이다. 따라서 주어진 반응은 중화 반응이다.
- ㉡ 수용액의 pH는 (나) > (다)이다.
 ⇒ (나)는 염기성 용액이고, (다)는 중성 용액이므로 수용액의 pH는 (나) > (다)이다.
- ㉢ AgCl은 염이다.
 ⇒ Ag^+ 은 염기의 양이온이고, Cl^- 은 산의 음이온이므로 AgCl은 염이다.

08 | 선택지 분석 |

- ㉠ x 는 4이다.
 2
 ⇒ 0.01 M HCl(aq)에서 $[H^+] = 0.01$ M이므로 pH는 2이다.
- ㉡ 수용액 속 H^+ 의 양(mol)은 1×10^{-4} 몰이다.
 ⇒ $[H^+] = 0.01$ M이고, 용액의 부피가 10 mL이므로 용액 속 H^+ 의 양(mol)은 $0.01 \text{ mol/L} \times 10 \text{ mL} \times 1 \text{ L}/1000 \text{ mL} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol}$ 이다.
- ㉢ 0.02 M NaOH(aq) 5 mL를 넣어 주면 완전히 중화된다.
 ⇒ 0.02 M NaOH(aq) 5 mL에 들어 있는 OH^- 의 양(mol)은 1×10^{-4} 몰이므로 이 수용액을 주어진 염산에 넣어 주면 완전히 중화된다.

09 | 선택지 분석 |

- ㉠ HCl(aq)에 들어 있는 H^+ 의 양(mol)은 1×10^{-5} 몰이다.
 ⇒ HCl(aq)의 pH가 3이므로 수용액 속 $[H^+] = 1 \times 10^{-3}$ M이다. 이때 수용액의 부피가 10 mL = 0.01 L이므로 수용액 속 H^+ 의 양(mol)은 $1 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \times 0.01 \text{ L} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ 이다.
- ㉢ NaOH(aq)에 들어 있는 OH^- 의 양(mol)은 $\frac{1 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-4}}$ 몰이다.
 ⇒ NaOH(aq)의 $[OH^-] = 1 \times 10^{-3}$ M이고, 부피가 0.1 L이므로 OH^- 의 양(mol)은 1×10^{-4} mol이다.
- ㉤ 두 수용액을 혼합한 용액에 들어 있는 OH^- 의 양(mol)은 $\frac{1 \times 10^{-2}}{9 \times 10^{-5}}$ 몰이다.
 ⇒ H^+ 과 OH^- 이 1:1의 몰비로 반응하므로 두 수용액을 혼합한 용액에 들어 있는 OH^- 의 양(mol)은 9×10^{-5} 몰이다.

도전! 실력 올리기

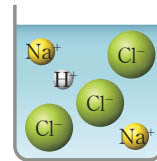
258쪽~259쪽

01 ② 02 ③ 03 ④ 04 ① 05 ③ 06 ④

- 07 (1) (가) Na^+ , (나) NO_3^- , (다) H^+ , (라) OH^-
 (2) | 모범 답안 | 넣어 준 NaOH(aq)의 부피가 x mL일 때가 중화점이므로 다음 관계식이 성립한다. $1 \times 0.1 \times 10 = 1 \times 0.2 \times x$, 이로부터 $x = 5$ (mL)이다.
- 08 | 모범 답안 | NaOH(aq)의 부피를 x mL라고 하면 중화 반응의 양적 관계에서 다음 관계식이 성립한다.
 $2 \times 0.5 \times 10 = 1 \times 0.1 \times x$, 이 식을 풀면 $x = 100$ (mL)이다.
- 09 | 모범 답안 | 아세트산의 몰 농도를 x M라고 하면 중화 반응의 양적 관계에서 다음 관계식이 성립한다.
 $1 \times x \times 15 = 1 \times 0.5 \times 30$, 이 식을 풀면 $x = 1.0$ (M)이다.

01 | 자료 분석 |

- Na^+ 과 Cl^- 은 구경꾼 이온으로 반응 전후 그 수가 같다.
- ⇒ NaOH(aq) 5 mL에 들어 있는 Na^+ 과 OH^- 의 수가 2일 때 HCl(aq) 15 mL에 들어 있는 H^+ 과 Cl^- 의 수는 3이다.



- 같은 부피에 들어 있는 이온 수는 NaOH(aq) : HCl(aq) = 2 : 1이므로 몰 농도는 NaOH(aq) : HCl(aq) = 2 : 1이다.

| 선택지 분석 |

- ㉠ $\frac{x}{y} = \frac{1}{2}$ 이다.
 ⇒ 몰 농도는 NaOH(aq) : HCl(aq) = 2 : 1이므로 $\frac{x}{y} = \frac{1}{2}$ 이다.
- ㉡ 중화 반응으로 생성된 물 분자 수는 2개이다.
 ⇒ H^+ 2개와 OH^- 2개가 반응하였으므로 중화 반응으로 생성된 물 분자 수는 2개이다.

✗ 혼합 용액에 $\text{NaOH}(aq)$ 5 mL를 더 넣어 주면 중성 염기성 이 된다.

⇒ $\text{NaOH}(aq)$ 5 mL에는 OH^- 2개가 들어 있으므로 혼합 용액에 $\text{NaOH}(aq)$ 5 mL를 더 넣어 주면 반응 후 OH^- 1개가 남게 되므로 염기성 용액이 된다.

02 농도를 모르는 용액의 부피를 일정량 취하여 삼각 플라스크에 넣고, 지시약을 넣은 다음 중화 반응이 완결될 때까지 뷰렛을 통해 표준 용액을 넣어 준다. 이때 중화 적정에 사용된 표준 용액의 부피를 측정하여 중화 반응의 양적 관계를 이용하여 농도를 구한다. 따라서 실험 순서는 (가) - (마) - (나) - (다) - (라)이다.

03 $\text{HCl}(aq)$ 의 몰 농도를 $x(M)$ 라고 하면 중화 반응의 양적 관계에서 $1 \times x \times 10 = 1 \times 0.1 \times 10$ 이므로 $x = 0.1$ 이다. 또 $\text{H}_2\text{SO}_4(aq)$ 의 몰 농도를 $y(M)$ 라고 하면 $2 \times y \times 10 = 1 \times 0.1 \times 15$ 이므로 $y = 0.075$ 이다. 따라서 $\frac{x}{y} = \frac{0.1}{0.075} = \frac{4}{3}$ 이다.

04 | 선택지 분석 |

✗ 중화 반응으로 생성된 H_2O 의 양은 (라)에서가 (다)에 서보다 많다.
(라)와 (다)에서 같다

⇒ (다)에서 중화 반응이 완결되므로 (다) 이후에는 중화 반응이 일어나지 않는다. 따라서 중화 반응으로 생성된 H_2O 의 양은 (다)와 (라)에서 같다.

㉠ 단위 부피당 이온 수는 (다)가 가장 작다.

⇒ (다)는 중화점이므로 (가)~(다)에서 이온의 총수는 같지만 부피는 (다)에서가 가장 크다. 따라서 단위 부피당 이온 수는 (다)에서 가장 작다.

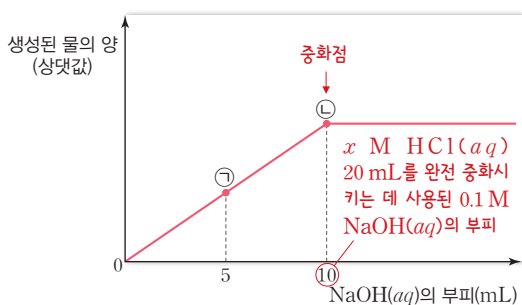
✗ $x = 0.2$ 이다.
0.1

⇒ 0.1 M $\text{NaOH}(aq)$ 10 mL를 완전히 중화시키는 데 사용된 $\text{HCl}(aq)$ 의 부피가 10 mL이므로 $\text{HCl}(aq)$ 의 몰 농도는 0.1 M이다. 따라서 $x = 0.1$ 이다.

05 아세트산의 몰 농도를 $x(M)$ 라고 하면 중화 적정에 사용된 1.0 M $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피가 10 mL이므로 다음과 같은 중화 반응의 양적 관계가 성립한다.
 $1 \times x \times 10 = 1 \times 1.0 \times 10$, 이 식을 풀면 $x = 1.0$ 이다.

06 | 자료 분석 |

㉠ 이후로 생성된 물의 양 일정 ⇒ ㉠은 중화 반응이 완결된 지점



| 선택지 분석 |

✗ $x = 0.1$ 이다.
0.05

⇒ ㉠이 중화점이므로 x M $\text{HCl}(aq)$ 20 mL를 완전 중화시키는 데 사용된 0.1 M $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피는 10 mL이다. 중화 반응의 양적 관계로부터 $1 \times x \times 20 = 1 \times 0.1 \times 100$ 이므로 $x = 0.05$ 이다.

㉠ ㉠에서 가장 많이 존재하는 이온은 Cl^- 이다.

⇒ ㉠은 중화 반응이 완결되기 이전이므로 산성 용액이다. 산성 용액에 가장 많이 존재하는 이온은 산의 구경꾼 이온인 Cl^- 이다.

㉡ ㉠에서 Na^+ 의 수와 Cl^- 의 수는 같다.

⇒ 반응 전 $\text{HCl}(aq)$ 에는 H^+ 과 Cl^- 이 같은 수로 들어 있고, 중화 반응이 완결되면 H^+ 과 같은 수의 OH^- 이 들어오므로 중화점인 ㉠에서는 Na^+ 의 수와 Cl^- 의 수가 같다.

07 (1) 반응에 참여하는 이온은 반응이 일어나는 동안 그 수가 감소한다. 반응에 참여하지 않는 구경꾼 이온은 그 수가 일정하거나 넣어 주는 대로 증가한다. (가)는 넣어 주는 대로 증가하므로 넣어 준 $\text{NaOH}(aq)$ 의 구경꾼 이온이고, (나)는 그 수가 일정하므로 $\text{HNO}_3(aq)$ 의 구경꾼 이온이다. 또 (다)는 그 수가 계속 감소하므로 넣어 준 OH^- 과 반응하는 H^+ 이고, (라)는 OH^- 이다.

(2) $n_1M_1V_1 = n_2M_2V_2$ 의 관계식을 이용하여 중화점에서 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피를 구할 수 있다.

채점 기준	배점
x 의 값을 옳게 구하고, 풀이 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
x 의 값만 옳게 구한 경우	50 %

08 $n_1M_1V_1 = n_2M_2V_2$ 의 관계식을 이용하여 필요한 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피를 구할 수 있다.

채점 기준	배점
부피를 옳게 구하고, 풀이 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
부피만 옳게 구한 경우	50 %

09 $n_1M_1V_1 = n_2M_2V_2$ 의 관계식을 이용하여 $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 의 몰 농도를 구할 수 있다.

채점 기준	배점
몰 농도를 옳게 구하고, 풀이 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
몰 농도만 옳게 구한 경우	50 %

실전! 수능 도전하기

261쪽~264쪽

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

01 | 선택지 분석 |

✗ 생 A. 정반응만 일어날 수 있어.
과 역반응이 일어날 수 있어

⇒ 가역 반응은 정반응뿐만 아니라 조건에 따라 역반응도 일어날 수 있다.

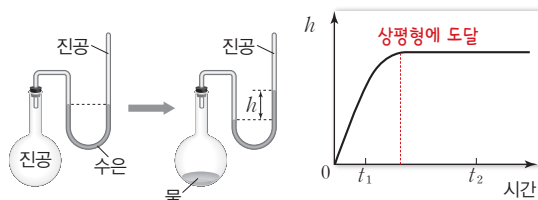
- 학생 B. 조건에 따라 역반응도 일어날 수 있어.
 → 가역 반응은 조건에 따라 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있다.
- 학생 C. 동적 평형에 도달할 수 있지.
 → 가역 반응은 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있으며, 각 반응의 속도가 같아지는 동적 평형에 도달할 수 있다.

02 | 선택지 분석 |

- ① 시간이 지날수록 용해 속도가 점점 느려진다.
 → 시간에 따른 용해 속도를 측정하지 않았다.
- ✓ 용해 평형에서 용해와 석출은 계속 일어난다.
 → 용해 평형에 도달한 후에도 용해와 석출이 계속 일어나므로 질량수가 23과 24인 Na^+ 이 용액과 고체에서 모두 검출된다.
- ③ NaCl 의 석출 속도는 화학식량에 따라 다르다.
 → 주어진 실험에서는 NaCl 의 화학식량에 따른 석출 속도를 비교하지 않았다.
- ④ 자연계에서 화학식량이 다른 NaCl 이 두 종류 존재한다.
 → 주어진 실험은 화학식량이 다른 NaCl 의 종류를 확인하는 실험이 아니다.
- ⑤ ^{23}Na 을 포함한 NaCl 의 용해 속도는 ^{24}Na 를 포함한 NaCl 의 용해 속도보다 빠르다.
 → 주어진 실험에서는 NaCl 의 화학식량에 따른 용해 속도를 비교하지 않았다.

03 | 자료 분석 |

- 물을 넣은 초기에는 증발 속도 > 응축 속도이므로 용기 속 수증기의 양이 증가하여 기체의 압력이 증가한다.
 → 수은 기둥의 높이 차(h)가 계속 증가한다.
- 상평형에 도달하면 용기 속 수증기의 양이 일정해지므로 기체의 압력이 일정하게 유지된다.
 → 수은 기둥의 높이 차(h)가 일정하게 유지된다.

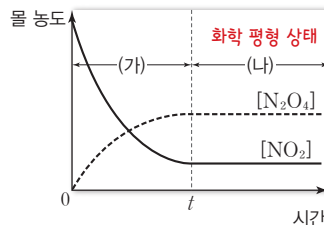


| 선택지 분석 |

- ㉠ t_1 일 때는 물의 증발 속도가 수증기의 응축 속도보다 빠르다.
 → t_1 일 때 수은 기둥의 높이 차가 증가하는 것으로 보아 증발 속도가 응축 속도보다 빠르다는 것을 알 수 있다.
- ㉡ t_2 일 때는 물의 증발 속도와 수증기의 응축 속도가 같다.
 → t_2 일 때 수은 기둥의 높이 차가 일정하게 유지되는 것으로 보아 증발 속도와 응축 속도가 같은 상평형 상태라는 것을 알 수 있다.
- ㉢ 용기 속 수증기 분자 수는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.
 → t_1 은 상평형에 도달하기 이전이고, t_2 는 상평형에 도달한 상태이므로 용기 속 수증기 분자 수는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

04 | 자료 분석 |

- (가): 반응물의 농도가 계속 감소하므로 화학 평형 상태가 아니다.
- (나): 반응물과 생성물의 농도가 일정하므로 화학 평형 상태이다.



| 선택지 분석 |

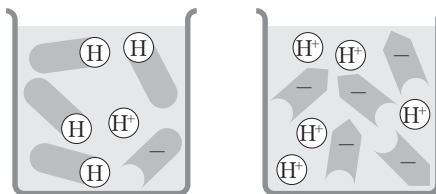
- ✗ (가)는 화학 평형 상태가 아니다.
 → (가)에서는 반응물과 생성물의 농도가 계속 변하므로 화학 평형 상태가 아니다.
- ✗ (나)에서 NO_2 와 N_2O_4 의 물 농도 비는 2 : 1이다.
 → 반응이 진행되어 화학 평형에 도달할 때까지 NO_2 와 N_2O_4 의 반응 몰비가 2 : 1이다.
- ㉢ (나)에서 $[\text{NO}_2]$ 는 일정하다.
 → (나)는 화학 평형 상태이므로 $[\text{NO}_2]$ 가 일정하다.

05 | 선택지 분석 |

- ✗ 10 °C에서 순수한 물은 염기성이다.
 중성
 → 순수한 물이 자동 이온화하여 생성된 H_3O^+ 의 수와 OH^- 의 수가 같으므로 온도에 관계없이 물은 중성이지만 pH는 온도에 따라 다르다. 따라서 10 °C 순수한 물은 중성이다.
- ✗ 40 °C에서 순수한 물의 pH는 7보다 크다.
 작다
 → 40 °C의 K_w 는 2.87×10^{-14} 으로, $[\text{H}_3\text{O}^+] > 1.0 \times 10^{-7}$ 이므로 pH는 7보다 작다.
- ㉢ 물은 온도가 높을수록 이온화가 잘 된다.
 → K_w 는 온도가 높을수록 커지므로 물이 이온화하여 생성되는 H_3O^+ 과 OH^- 의 양이 많다.

06 | 자료 분석 |

같은 부피에 들어 있는 H^+ 의 양은 (나) > (가)이다. → $[\text{H}^+]$ 는 (나) > (가)이다.



| 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} > 1$ 이다.
 → (가)는 산성 수용액이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ 이다. 따라서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} > 1$ 이다.

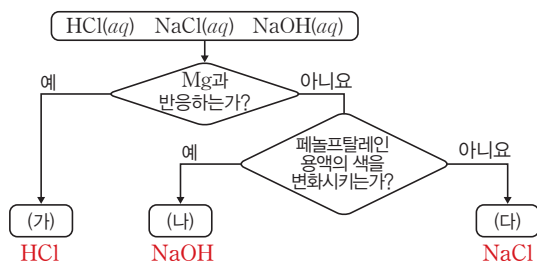
- ✗ (나)에서 $[\text{OH}^-]$ 는 $1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 보다 ^{작다} 크다.
 ➔ (나)는 산성 용액이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] > 1 \times 10^{-7} > [\text{OH}^-]$ 이다.
 즉 $[\text{OH}^-]$ 는 $1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 보다 작다.
- ㉔ pH는 (가)가 (나)보다 크다.
 ➔ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (나) > (가)이다. $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 클수록 pH가 작으므로 pH는 (가)가 (나)보다 크다.

07 | 선택지 분석 |

- ㉔ (가)에서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 1.0 \times 10^{10}$ 이다.
 ➔ (가)의 pH가 2이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$ 이고, $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-12} \text{ M}$ 이다. 따라서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 1.0 \times 10^{10}$ 이다.
- ㉒ (나)에 페놀프탈레인 용액을 넣으면 붉은색을 나타낸다.
 ➔ (나)의 pH는 7보다 크므로 염기성 용액이다. 따라서 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시킨다.
- ㉔ (다)에서 $[\text{OH}^-]$ 는 0.1 M이다.
 ➔ (다)의 pH가 13이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-13} \text{ M}$ 이다. 25 °C에서 $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$ 이므로 $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-1} = 0.1 \text{ M}$ 이다.

08 | 자료 분석 |

- 주어진 물질 중 Mg와 반응하는 것은 산인 HCl이다.
- NaCl과 NaOH 중 페놀프탈레인 용액의 색을 변화시키는 것은 염기인 NaOH이다.



| 선택지 분석 |

- ㉔ (가)에 탄산 칼슘을 넣어 주면 이산화 탄소 기체가 발생한다.
 ➔ (가)는 HCl이므로 탄산 칼슘을 넣어 주면 이산화 탄소 기체가 발생한다.
- ✗ 수용액의 pH는 (가) > (나)이다.
 ➔ (나)는 염기인 NaOH이므로 수용액의 pH는 염기의 수용액인 (나)가 산의 수용액인 (가)보다 크다.
- ✗ (가)~(다) 중 수용액이 전기 전도성을 가지는 것은 2가지이다.
 ➔ (가)와 (나)는 산과 염기이므로 전기 전도성이 있다. 또 (다)는 이온 결합 물질로, 수용액에서 전기 전도성이 있으므로 (가)~(다)의 수용액은 모두 전기 전도성이 있다.

- 09 (가)에서 KOH은 물에 녹아 OH^- 을 내놓으므로 아레니우스 염기이다. (나)에서 물은 CH_3COOH 으로부터 H^+ 을 받

으므로 브뢴스테드·로리 염기로 작용한다. (다)에서 NH_3 는 HCl가 내놓은 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기로 작용한다. 따라서 아레니우스 염기를 포함하는 반응은 (가)이고, 브뢴스테드·로리 염기를 포함하는 반응은 (나)와 (다)이다.

10 | 선택지 분석 |

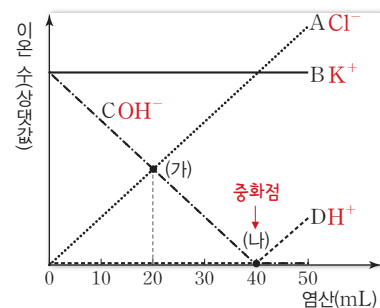
- ㉔ (가)에서 산으로 작용한 물질은 HCN과 H_3O^+ 이다.
 ➔ (가)의 정반응에서는 HCN이 H^+ 을 내놓고, 역반응에서는 H_3O^+ 이 H^+ 을 내놓으므로 산으로 작용한다.
- ㉒ (나)에서 OH^- 은 브뢴스테드·로리 염기이다.
 ➔ (나)에서 OH^- 은 H_3O^+ 으로부터 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.
- ㉔ (다)에서 HF의 짝염기는 F^- 이다.
 ➔ (다)에서 HF와 F^- 은 H^+ 의 이동에 따라 산과 염기가 되는 짝산-짝염기이다. HF의 짝염기는 F^- 이고, F^- 의 짝산은 HF이다.

11 | 선택지 분석 |

- ✗ (가)에서 H_2O 은 ^{브뢴스테드·로리} 아레니우스 염기이다.
 ➔ (가)에서 H_2O 은 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드·로리 염기이다.
- ㉒ (나)에서 H_3PO_4 은 아레니우스 산이다.
 ➔ H_3PO_4 은 수용액에서 이온화하여 H^+ 을 내놓을 수 있으므로 아레니우스 산이다.
- ㉔ (다)에서 H_3O^+ 은 브뢴스테드·로리 산이다.
 ➔ (다)에서 H_3O^+ 은 OH^- 에게 H^+ 을 내놓으므로 브뢴스테드·로리 산으로 작용한다.

12 | 자료 분석 |

- A는 그 수가 계속 증가하므로 HCl(aq)의 구경꾼 이온인 Cl^- 이다.
- B는 그 수가 일정하므로 KOH의 구경꾼 이온인 K^+ 이다.
- C는 그 수가 계속 감소하므로 OH^- 이고, D는 H^+ 이다.
 → KOH 수용액 속 OH^- 이 모두 반응하여 그 수가 0이 되는 (나) 지점은 중화점이다.



| 선택지 분석 |

- ㉔ A와 B는 구경꾼 이온이다.
 ➔ 넣어 준 HCl(aq)의 부피에 따라 그 수가 증가하는 A는 구경꾼 이온인 Cl^- 이고, 그 수가 일정한 B는 K^+ 이다.

㉠ $\frac{\text{Cl}^- \text{의 수}}{\text{K}^+ \text{의 수}}$ 는 (나)에서가 (가)에서의 2배이다.

→ K^+ 은 구경꾼 이온이므로 그 수가 일정하다. Cl^- 또한 구경꾼 이온이므로 용액 속 수는 넣어 준 염산의 부피에 비례한다. 넣어 준 염산의 부피는 (나)에서가 (가)에서의 2배이므로 Cl^- 의 수는 (나)에서가 (가)에서의 2배이다. 따라서 $\frac{\text{Cl}^- \text{의 수}}{\text{K}^+ \text{의 수}}$ 는 (나)에서가 (가)에서의 2배이다.

㉡ $x=0.08 \text{ M}$ 이다.

→ (나)는 중화점이므로 $x \text{ M KOH}$ 수용액 50 mL를 완전히 중화시키는 데 사용된 0.1 M HCl(aq) 의 부피는 40 mL이다. 이로부터 중화 반응의 양적 관계는 $1 \times x \times 50 = 1 \times 0.1 \times 40$ 이다. 따라서 $x=0.08$ 이다.

13 | 선택지 분석 |

✗ $x+y=20$ 이다.
100

→ Cl^- 은 구경꾼 이온이므로 (가)에서가 (나)에서의 3배이어야 한다. 이때 단위 부피당 Cl^- 수가 (나)가 (가)의 2배이므로 혼합 용액의 부피는 (가)가 (나)의 6배이다. 즉 $(30+x)=6(10+y)$ 이다. (가)의 부피가 (나)의 6배이므로 Na^+ 의 수가 (가)에서 18N이라고 할 때 (나)에서는 2N이므로 $x=9y$ 이다. 이로부터 $y=10$, $x=90$ 이므로 $x+y=100$ 이다.

㉠ 같은 부피의 HCl(aq) 과 NaOH(aq) 을 혼합한 용액은 산성이다.

→ (가)는 HCl(aq) 30 mL와 NaOH(aq) 90 mL를 혼합한 용액으로 전체 부피는 120 mL이다. 단위 부피를 1 mL라고 하면 Na^+ 의 수는 $3 \times 120 = 360$ 이고, Cl^- 의 수는 $2 \times 120 = 240$ 이다. 이로부터 같은 부피에 들어 있는 이온 수는 HCl(aq) 이 NaOH(aq) 의 2배이므로 두 수용액을 같은 부피로 혼합한 용액은 산성이다.

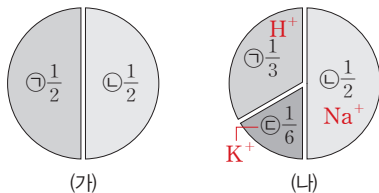
㉡ 중화 반응에서 생성된 물의 분자 수는 (가)가 (나)의 6배이다.

→ (가)에서 HCl(aq) 30 mL에 들어 있는 H^+ 의 수는 240이고, NaOH(aq) 90 mL에 들어 있는 OH^- 의 수는 360이므로 중화 반응으로 생성된 물 분자 수는 240이다. (나)에서 HCl(aq) 10 mL에 들어 있는 H^+ 의 수는 80이고, NaOH(aq) 10 mL에 들어 있는 OH^- 의 수는 40이므로 중화 반응으로 생성된 물 분자 수는 40이다. 따라서 중화 반응으로 생성된 물의 분자 수는 (가)가 (나)의 6배이다.

14 | 자료 분석 |

• (가)에 들어 있는 양이온은 H^+ 또는 Na^+ 이다.

→ Na^+ 은 구경꾼 이온이므로 (가)에 KOH(aq) 을 넣어도 그 수가 변하지 않는다.



• (가) → (나)로 될 때 그 비율이 감소하는 ㉠은 반응에 참여하는 H^+ 이고, 비율이 일정한 ㉡은 Na^+ 이다. ㉢은 K^+ 이다.

| 선택지 분석 |

㉠은 H^+ 이다.

→ (가)의 ㉠과 ㉡은 H^+ 또는 Na^+ 이고, (나)에서 그 비율이 감소하는 ㉠은 반응에 참여하는 H^+ 이다.

✗ 단위 부피당 이온 수는 HCl(aq) 과 NaOH(aq) 이 같다.
이 NaOH(aq) 의 2배이다

→ (가)에서 H^+ 과 Na^+ 의 수를 각각 3N이라고 하면 NaOH(aq) 10 mL에 들어 있는 Na^+ 과 OH^- 의 수는 각각 3N이고, HCl(aq) 10 mL에 들어 있는 H^+ 과 Cl^- 의 수는 각각 6N이다. 따라서 단위 부피당 이온 수는 HCl(aq) 이 NaOH(aq) 의 2배이다.

✗ (나)에 KOH(aq) 10 mL를 더 넣으면 중성이 된다.
산성

→ (나)에서 Na^+ 의 수는 (가)에서와 같은 3N이므로 H^+ 의 수는 2N이고, K^+ 의 수는 N이다. 이로부터 KOH(aq) 10 mL에 들어 있는 K^+ 과 OH^- 의 수는 각각 N이다. 따라서 (나)에 KOH(aq) 10 mL를 더 넣어도 H^+ 이 N만큼 남아 있으므로 산성이다.

15 중화 적정에 사용한 NaOH(aq) 의 부피가 40 mL이므로 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 의 몰 농도를 $x \text{ M}$ 이라고 하면 중화 반응의 양적 관계에서 $1 \times 0.1 \times 40 = 2 \times x \times 10$ 이다. 이 식을 풀면 $x=0.2(\text{M})$ 이다.

16 | 자료 분석 |

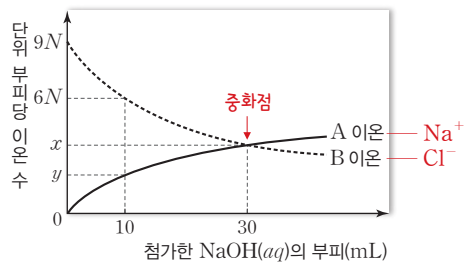
단위 부피를 1 mL라고 할 때

• 반응 전 B 이온 수: $9N \times 20 = 180N$

• NaOH(aq) 10 mL를 넣은 혼합 용액에서 B 이온 수:

$$6N \times 30 = 180N$$

→ 그 수가 일정하므로 구경꾼 이온인 Cl^- 이다.



• NaOH(aq) 을 첨가할 때 그 수가 증가하는 A 이온은 구경꾼 이온인 Na^+ 이다.

• Cl^- 의 수와 Na^+ 의 수가 같아지는 지점은 중화 반응이 완결된 지점이다.

| 선택지 분석 |

㉠ B 이온은 Cl^- 이다.

→ 단위 부피를 1 mL라고 하면 반응 전 B 이온의 수는 180N이다. NaOH(aq) 을 10 mL 넣었을 때 전체 부피가 30 mL이므로 이때의 B 이온 수도 180N이다. 이로부터 B 이온 수는 NaOH(aq) 을 넣어도 일정하므로 구경꾼 이온인 Cl^- 임을 알 수 있다.

㉠ $\frac{x}{y}$ 는 1.8이다.

➔ 넣어 준 NaOH(aq)의 부피가 30 mL일 때 B 이온 수는 180N이고 전체 부피가 50 mL이므로 단위 부피당 이온 수는 3.6N이다. 이로부터 $x=3.6$ 이다. 또 A 이온은 NaOH(aq)을 넣어 준 초기부터 존재하므로 Na^+ 이고 전체 부피가 50 mL일 때 B 이온과 그 수가 같으므로 180N이다. 즉 NaOH(aq) 30 mL에 들어 있는 Na^+ 의 수가 180N이므로 10 mL일 때는 60N으로, NaOH(aq) 10 mL를 넣은 혼합 용액의 부피가 30 mL이므로 단위 부피당 이온 수는 2N이다. 즉 y 는 2N이므로 $\frac{x}{y}$ 는 1.8이다.

㉡ 단위 부피당 이온 수는 HCl(aq)이 NaOH(aq)의 1.5배이다.

➔ HCl(aq) 20 mL에 들어 있는 Cl^- 과 H^+ 의 수는 각각 180N이고, NaOH(aq) 10 mL에 들어 있는 Na^+ 과 OH^- 는 60N이다. 따라서 단위 부피당 이온 수는 HCl(aq)이 NaOH(aq)의 1.5배이다.



IV. 역동적인 화학 반응

2 >>> 화학 반응과 열의 출입

01 ~ 산화 환원 반응

탐구POOL

270쪽

01 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○

- 01 (1) 반응성은 $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Ag}$ 이므로 Zn은 Ag보다 산화되기 쉽다.
 (2) 환원력은 다른 물질을 환원시키는 능력이므로 $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Ag}$ 이다.
 (4) 황산 구리 수용액에 아연판을 넣으면 아연은 전자를 잃고 산화되며, 구리가 전자를 얻어 환원되므로 아연은 환원제로 작용한다.

꼭꼭! 개념 확인하기

271쪽

✓ 잠깐 확인

1 산화, 환원 2 잃, 얻 3 산화수 4 증가, 감소
 5 산화제, 환원제

01 (1) ○ (2) ○ (3) × 02 (1) ○ (2) ○ (3) ×

03 (1) +4 (2) -1 (3) +4 (4) +1 (5) +1

04 산화제: Fe_2O_3 , 환원제: CO

05 $\text{MnO}_2(s) + 4\text{HCl}(aq) \longrightarrow$

$\text{MnCl}_2(aq) + \text{Cl}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$, 0.5몰

02 Fe이 전자를 잃고 Fe^{2+} 이 된다. Fe이 내놓은 전자는 Cu^{2+} 이 받아 Cu로 석출되므로 전자는 Fe에서 Cu^{2+} 으로 이동한 것이다.

03 (1) O의 산화수는 -2이고 화합물의 산화수의 합은 0이므로 N의 산화수는 +4이다.

(2) 1족 알칼리 금속 원자의 산화수는 화합물에서 +1이므로 H의 산화수는 -1이다.

(3) O의 산화수는 -2이므로 C의 산화수는 +4이다.

(4) F의 산화수는 화합물에서 -1이므로 O의 산화수는 +1이다.

(5) H의 산화수는 +1, O의 산화수는 -2이므로 Cl의 산화수는 +1이다.

04 Fe_2O_3 은 산소를 잃고 Fe로 환원되면서 CO를 산화시키는 산화제이다. 또 CO는 Fe_2O_3 로부터 산소를 얻어 CO_2 로 산화되면서 Fe_2O_3 을 환원시키는 환원제이다.

05 Mn의 산화수는 2만큼 감소하고, Cl의 산화수는 1만큼 증가한다. 이때 산화수가 변하지 않는 Cl 수가 2이고, 산화수가 변하는 Cl 수가 2이므로 HCl 앞에 계수 4를 쓴다. 또 산화수가 변하지 않은 H와 O 원자 수가 반응 전후 같도록 H_2O 앞에 계수 2를 써서 반응식을 완성하면 다음과 같다.

$\text{MnO}_2(s) + 4\text{HCl}(aq) \longrightarrow$

$\text{MnCl}_2(aq) + \text{Cl}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$

이 반응에서 염산의 Cl^- 4개 중 2개는 반응하지 않고 2개만 산화되므로 1몰의 HCl을 완전히 산화시키는 데 필요한 MnO_2 의 양은 0.5 몰이다.

탄탄! 내신 다지기

272쪽~273쪽

01 ⑤ 02 ⑤ 03 $\text{B} > \text{A} > \text{C}$ 04 ② 05 ④ 06 ④
 07 ② 08 (가) 산화제: N_2 , 환원제: H_2 (나) 산화제: Cu^{2+} , 환원제: Zn 09 ③ 10 ③

01 | 선택지 분석 |

㉠ (가)에서 산소는 환원된다.

➔ (가)에서 구리는 산소에게 전자를 잃어 산화되고, 산소는 전자를 얻어 환원된다.

㉡ (나)에서 수소는 산화된다.

➔ (나)에서 산화 구리(II)가 구리로 되므로 수소는 산소를 얻어 산화된다.

㉢ 구리는 (가)에서는 산화되고, (나)에서는 환원된다.

➔ 구리는 (가)에서는 산소를 얻으므로 산화되고, (나)에서는 다시 산소를 잃으므로 환원된다.

02 | 선택지 분석 |

㉠ Zn은 산화된다.

➔ Zn이 Zn^{2+} 으로 되므로 Zn은 전자를 잃고 산화된다.

- ㉠ 기체가 발생하는 동안 수용액 속 양이온 수는 감소한다.
 ➔ H^+ 2몰이 반응하여 H_2 1몰을 생성할 때 Zn^{2+} 은 1몰이 생성되므로 수용액 속 양이온 수는 감소한다.
- ㉡ 수소 기체 1몰이 발생할 때 이동한 전자의 양(mol)은 2몰이다.
 ➔ H_2 1몰이 발생할 때 $2H^+$ 이 전자 2몰을 얻으므로 이동한 전자의 양(mol)은 2몰이다.

03 실험 I에서 반응이 일어났으므로 금속 B는 자신이 산화되면서 A^{2+} 을 환원시킨다. 이로부터 금속 B는 A보다 산화되기 쉽다. 즉 산화되기 쉬운 정도는 $B > A$ 이다. 실험 II에서 반응이 일어나지 않았으므로 금속 C는 자신이 산화되면서 A^{2+} 을 환원시키지 못한다. 즉 A가 C보다 산화되기 쉽다. 이로부터 금속의 산화되기 쉬운 정도는 $B > A > C$ 이다.

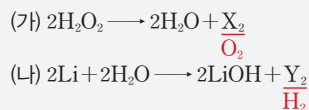
04 | 선택지 분석 |

- ㉠ $2KI(aq) + Cl_2(g) \longrightarrow 2KCl(aq) + I_2(aq)$
 ➔ I의 산화수는 -1에서 0으로 1만큼 증가하고, Cl의 산화수는 0에서 -1로 1만큼 감소한다. 즉 구성 원자의 산화수가 변하므로 산화 환원 반응이다.
- ✗ $CH_3COOH(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l)$
 ➔ 구성 원자의 산화수가 변하지 않는다. 주어진 반응은 중화 반응으로, 산화 환원 반응이 아니다.
- ㉡ $2KClO_3(s) \longrightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$
 ➔ Cl의 산화수는 +5에서 -1로 6만큼 감소하고, O의 산화수는 -2에서 0으로 2만큼 증가한다. 즉 구성 원자의 산화수가 변하므로 산화 환원 반응이다.
- ✗ $AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$
 ➔ 구성 원자의 산화수가 변하지 않으므로 산화 환원 반응이 아니다.

05 주어진 화학식을 구성하는 원자의 전기 음성도는 $O > N > H > Mg$ 이고, 화합물에서 H의 산화수는 +1, O의 산화수는 -2, 2족 금속 원소의 산화수는 +2이므로 N의 산화수는 NO에서 +2, N_2O 에서 +1, NH_3 에서 -3, HNO_3 에서 +5, Mg_3N_2 에서 -3이다. 따라서 각 물질에서 N의 산화수의 합은 $(+2) + (+1) + (-3) + (+5) + (-3) = +2$ 이다.

06 | 자료 분석 |

- 화학 반응에서 반응 전후 원자의 종류와 수가 같으므로 (가)에서 X_2 는 O_2 이고, (나)에서 Y_2 는 H_2 이다.



- (가)에서 H의 산화수는 H_2O_2 와 H_2O 에서 모두 +1이다. 또 O의 산화수는 H_2O_2 에서는 -1이고, H_2O 에서는 -2, O_2 에서는 0이다.

| 선택지 분석 |

- ✗ H의 산화수는 (가)에서 증가하고 (나)에서 감소한다.
 ➔ (가)에서 H의 산화수는 H_2O_2 와 H_2O 에서 모두 +1이므로 변화 없다. (나)에서 H의 산화수는 H_2O 에서 +1이고, H_2 에서 0이므로 1만큼 감소한다.
- ㉠ (나)에서 Li은 환원제로 작용한다.
 ➔ (나)에서 Li의 산화수는 0에서 +1로 증가하므로 자신은 산화되면서 H_2O 을 환원시키는 환원제로 작용한다.
- ㉡ X_2 와 Y_2 가 반응하여 Y_2X 를 생성할 때 X_2 는 산화제로 작용한다.
 ➔ (가)에서 X_2 는 O_2 이고, (나)에서 Y_2 는 H_2 이다. O_2 와 H_2 가 반응하여 H_2O 을 생성할 때 O_2 는 산화수가 감소하므로 자신이 환원되면서 H_2 를 산화시키는 산화제로 작용한다.

07 | 선택지 분석 |

- ✗ (가)에서 N의 산화수는 1만큼 감소한다.
 ➔ (가)에서 N의 산화수는 NO에서는 +2이고, NOF에서는 +3이므로 1만큼 증가한다.
- ✗ NO는 (가)에서는 산화제로, (나)에서는 환원제로 작용한다.
 ➔ (가)에서 N의 산화수는 증가하므로 NO는 자신이 산화되면서 F_2 을 환원시키는 환원제로 작용한다. (나)에서 N의 산화수는 N_2 에서는 0이므로 2만큼 감소한다. 즉 NO 자신은 환원되면서 H_2 를 산화시키는 산화제로 작용한다.
- ㉠ 산화력은 $F_2 > H_2$ 이다.
 ➔ 산화력은 다른 물질을 산화시키는 능력이므로 환원이 되기 쉬운 물질일수록 산화력이 크다. (가)에서 환원된 물질은 F_2 이므로 산화력은 $F_2 > NO$ 이다. 또 (나)에서 환원된 물질은 NO이므로 산화력은 $NO > H_2$ 이다. 이로부터 산화력은 $F_2 > NO > H_2$ 이다.

08 (가)에서 N의 산화수는 N_2 에서는 0, NH_3 에서는 -3이다. H의 산화수는 H_2 에서는 0, NH_3 에서는 +1이다. N의 산화수는 감소하고, H의 산화수는 증가하므로 N_2 는 다른 물질을 산화시키는 산화제로 작용하고, H_2 는 다른 물질을 환원시키는 환원제로 작용하였다. (나)에서 Cu^{2+} 은 전자를 얻어 Cu로 환원되었으므로 다른 물질을 산화시키는 산화제로 작용하였다. 또 Zn은 전자를 잃고 Zn^{2+} 으로 산화되었으므로 다른 물질을 환원시키는 환원제로 작용하였다.

09 | 선택지 분석 |

- ㉠ Mn의 산화수는 2만큼 감소한다.
 ➔ Mn의 산화수는 MnO_2 에서 +4이고, $MnCl_2$ 에서 +2이므로 2만큼 감소한다.
- ㉡ $a + b = 5$ 이다.
 ➔ 반응 전후 원자의 종류와 수가 같도록 계수를 맞추면 $a = 4$, $b = 1$ 이다.
- ✗ HCl 1몰이 완전히 산화될 때 생성되는 H_2O 의 양(mol)은 2몰이다.
 ➔ 1몰의 HCl이 완전히 산화될 때 필요한 MnO_2 의 양은 0.5몰이다. 이로부터 HCl 1몰이 완전히 산화될 때 생성되는 H_2O 의 양(mol)은 1몰이다.

10 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에서 S의 산화수는 2만큼 증가한다.
 → S의 산화수는 H_2S 에서 -2 이고, 원소 상태로 존재하는 S에서는 0 이므로 2만큼 증가한다.
- ㉡ (나)에서 구한 a 와 b 는 각각 2, 5이다.
 → Mn의 산화수는 MnO_4^- 에서 $+7$ 이고, MnO_4^- 에서 $+2$ 이므로 5만큼 감소한다. 증가한 산화수와 감소한 산화수가 같도록 MnO_4^- 과 Mn^{2+} 의 계수를 2, H_2S 와 S의 계수를 5로 맞춘다. 따라서 (나)에서 구한 a 는 2이고, b 는 5이다.
- ✗ $c+d=10$ 이다.
 11
 → 산화수 변화가 없는 H와 O의 원자 수가 같도록 계수를 맞추면 H 원자 수는 생성물에서 16이므로 반응물에서 16이어야 한다. 이때 b 가 5이므로 c 는 6이다. 또 d 는 b 와 같은 5이므로 $c+d=11$ 이다.

도전! 실력 올리기

274쪽~275쪽

01 ③ 02 ② 03 ③ 04 ⑤ 05 ③ 06 ⑤

07 | 모범 답안 | $\text{Fe} > \text{A} > \text{Cu}$, A^{2+} 수용액에 Fe를 넣었을 때 금속 A가 석출되는 것으로 보아 Fe이 전자를 잃고 산화되면서 A^{2+} 이 전자를 얻어 환원되었다. 이로부터 산화되기 쉬운 정도는 $\text{Fe} > \text{A}$ 이다. 또 A^{2+} 수용액에 Cu를 넣었을 때 아무 변화 없으므로 Cu는 자신이 산화되면서 A^{2+} 을 환원시키지 못한다. 이로부터 산화되기 쉬운 정도는 $\text{A} > \text{Cu}$ 이다.

08 $\text{Z} > \text{Y} > \text{X}$

09 (1) | 모범 답안 | $a = -3$, $b = +3$, 2주기 원소 중 분자를 형성하는 원소들의 전기 음성도는 H보다 크므로 YH_3 에서 전자쌍은 Y가 모두 가져간다. 따라서 Y의 산화수는 -3 이다. 또 전기 음성도는 F가 가장 크므로 YF_3 에서 전자쌍은 F가 모두 가져간다. 따라서 Y의 산화수는 $+3$ 이다. (2) $+3$

01 (가)에서 마그네슘은 산소와 반응하여 산화 마그네슘으로 산화되므로 ㉠은 산화이다. (나)에서 N의 산화수는 N_2 에서는 0 이고, NH_3 에서는 -3 이므로 N의 산화수는 감소하여 질소는 환원된다. 따라서 ㉡은 환원이다. (다)에서 C의 산화수는 CO_2 에서는 $+4$ 이고, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 에서는 산화수가 0 이다. 즉 산화수가 감소하여 이산화 탄소는 환원되므로 ㉢은 환원이다.

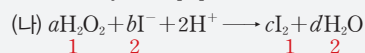
02 | 선택지 분석 |

- ✗ X에서 O의 산화수는 -2 이다.
 -1
 → (가)에서 반응 전후 원자의 종류와 수가 같도록 X의 화학식을 완성하면 H_2O_2 이다. H_2O_2 에서 O의 산화수는 -1 이다.
- ㉠ (나)에서 C의 산화수는 1만큼 감소한다.
 → (나)에서 C의 산화수는 C_2H_2 에서 -1 이고, C_2H_4 에서는 -2 이다. 따라서 C의 산화수는 1만큼 감소한다.
- ✗ (나)와 (다)의 생성물에서 H의 산화수는 $+1$ 로 같다.
 서로 다르다
 → C_2H_4 에서 H의 산화수는 $+1$ 이고, MgH_2 에서는 -1 이다. 따라서 (나)와 (다)의 생성물에서 H의 산화수는 서로 다르다.

03 | 선택지 분석 |

- ㉠ X는 NO_2 이다.
 → (가)에서 반응 전후 원자의 종류와 수가 같도록 X의 화학식을 완성하면 NO_2 이다.
- ㉡ (가)에서 NH_3 는 환원제로 작용한다.
 → (가)에서 N의 산화수는 NH_3 에서 -3 이고, NO_2 에서 $+4$ 이다. N의 산화수가 증가하므로 NH_3 는 자신이 산화되면서 O_2 를 환원시키는 환원제로 작용한다.
- ✗ (나)의 질소 화합물에서 N의 산화수의 합은 10 이다.
 11
 → (나)에서 N의 산화수는 NO_2 에서 $+4$, HNO_3 에서 $+5$, NO 에서 $+2$ 이므로 질소 화합물에서 N의 산화수의 합은 $+11$ 이다.

04 | 자료 분석 |



($a \sim d$ 는 반응 계수)

- (나)에서 I의 원자 수를 맞추면 b 는 2이고, c 는 1이다. → 2개의 I의 산화수는 1만큼씩 증가한다.
- (나)에서 O의 원자 수를 맞추면 a 는 1이고, d 는 2이다.

| 선택지 분석 |

- ㉠ 산화력의 세기는 $\text{MnO}_4^- > \text{H}_2\text{O}_2 > \text{I}^-$ 이다.
 → (가)에서 Mn의 산화수는 MnO_4^- 에서 $+7$ 이고, Mn^{2+} 에서 $+2$ 로 감소하므로 MnO_4^- 은 자신이 환원되면서 H_2O_2 를 산화시키므로 산화력은 $\text{MnO}_4^- > \text{H}_2\text{O}_2$ 이다. 또 (나)에서 O의 산화수는 H_2O_2 에서 -1 이고, H_2O 에서 -2 로 산화수가 1만큼 감소한다. 즉 H_2O_2 는 자신이 환원되면서 I^- 을 산화시키므로 산화력은 $\text{H}_2\text{O}_2 > \text{I}^-$ 이다. 따라서 산화력은 $\text{MnO}_4^- > \text{H}_2\text{O}_2 > \text{I}^-$ 이다.
- ㉡ H_2O_2 는 (가)에서는 환원제로, (나)에서는 산화제로 작용한다.
 → H_2O_2 는 (가)에서는 산화되고 (나)에서는 환원되므로 (가)에서는 환원제로 (나)에서는 산화제로 작용한다.
- ㉢ (나)에서 $\frac{a+b}{c+d} = 1$ 이다.
 → (나)에서 계수를 맞추면 $a=1$, $b=2$, $c=1$, $d=2$ 이므로 $\frac{a+b}{c+d} = 1$ 이다.

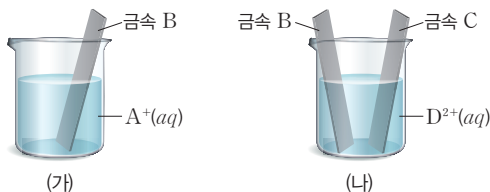
05 | 선택지 분석 |

- ㉠ $\frac{c}{a} = \frac{3}{2}$ 이다.
 → Al이 Al^{3+} 으로 될 때 산화수는 3만큼 증가하고, 2H^+ 이 H_2 로 될 때 산화수는 1만큼 감소하며, H^+ 2개가 반응하여 H_2 를 생성하므로 Al과 Al^{3+} 앞의 계수는 2이고, H^+ 앞의 계수는 6, H_2 앞의 계수는 3이다. 이로부터 $a=2$, $c=3$ 이므로 $\frac{c}{a} = \frac{3}{2}$ 이다.
- ㉡ Al 9g이 모두 반응할 때 이동한 전자의 양(mol)은 1몰이다.
 → 완성된 화학 반응식에서 Al 1몰이 모두 반응할 때 이동한 전자의 양(mol)은 3몰이다. Al 9g은 $\frac{1}{3}$ 몰이므로 Al $\frac{1}{3}$ 몰이 모두 반응할 때 이동한 전자의 양(mol)은 1몰이다.

✗ H_2 1몰이 생성될 때 반응한 Al의 양(mol)은 0.5몰이다.
 $\frac{2}{3}$
 ➔ 화학 반응식에서 H_2 3몰이 생성될 때 반응한 Al의 양(mol)은 2몰이므로 H_2 1몰이 생성될 때 Al은 $\frac{2}{3}$ 몰이 반응한다.

06 | 자료 분석 |

• (가)에서 양이온 수 감소 → 생성된 B 이온 수가 반응한 A^+ 의 수보다 작다. → B 이온의 산화수는 +2 이상이다.



• (나)에서 양이온 수 증가 → B 이온의 산화수는 +2 이상이므로 B가 반응하였다면 양이온 수는 일정하거나 감소해야 한다. → 반응한 금속이 C이며, C의 산화수는 +1이다.

| 선택지 분석 |

㉠ (가)에서 B의 산화수는 증가한다.

➔ (가)에서 양이온 수의 변화가 있으므로 반응이 일어난 것이다. 즉 B가 전자를 잃고 산화되면서 A^+ 은 전자를 얻어 환원된다. 따라서 B의 산화수는 증가한다. 이때 양이온 수가 감소하므로 B 이온의 산화수는 +2 이상이다.

㉡ 금속 이온의 산화수는 B 이온이 C 이온보다 크다.

➔ (나)에서 B가 산화되었다면 B의 산화수는 +2 이상이므로 양이온 수가 일정하거나 감소한다. 그런데 양이온 수가 증가하였으므로 C가 반응하였으며, 반응한 D^{2+} 의 수보다 생성된 C 이온 수가 많다. 이로부터 C 이온의 산화수는 +1이다. 따라서 금속 이온의 산화수는 B 이온이 C 이온보다 크다.

㉢ A~D에서 C가 가장 산화되기 쉽다.

➔ (가)에서 B가 산화되므로 산화되기 쉬운 정도는 $B > A$ 이다. (나)에서는 B는 반응하지 않고 C만 산화되면서 D^{2+} 이 환원되므로 C는 D보다 산화되기 쉽고, D는 B보다 산화되기 쉽다. 이로부터 산화되기 쉬운 정도는 $C > D > B > A$ 이다.

07 금속 양이온의 수용액에 금속을 넣을 때 반응이 일어나면 넣어 준 금속이 산화되면서 수용액 속 금속 양이온은 전자를 얻어 환원된 것이므로 넣어 준 금속이 금속 양이온의 금속보다 반응성이 크다. 또 금속 양이온의 수용액에 금속을 넣을 때 반응이 일어나지 않으면 넣어 준 금속이 산화되면서 금속 양이온을 환원시키지 못한 것이므로 양이온 상태로 존재하는 금속이 넣어 준 금속보다 반응성이 크다.

채점 기준	배점
금속의 반응성을 옳게 비교하고, 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
금속의 반응성만 옳게 비교한 경우	50 %

08 공유 결합에서 전기 음성도가 큰 원자가 공유 전자쌍을 완전히 차지한다고 가정할 때 각 원자가 가지는 전하를 산화수라고 하므로 전기 음성도가 큰 원자는 -의 산화수를, 전기 음성도가 작은 원자는 +의 산화수를 갖는다. XY_2 에서 Y의 산화수가 -2이므로 X의 산화수는 +4이다. 따라서 전기 음성도는 $Y > X$ 이다. Y_2Z 에서 Y의 산화수는 +1이므로 Z의 산화수는 -1이다. 따라서 전기 음성도는 $Z > Y$ 이다.

09 (1) 2주기 원소 중 분자를 형성하는 원소들은 모두 H보다 전기 음성도가 크다. 또한 F은 전기 음성도가 가장 큰 원소이므로 화합물에서 산화수는 항상 -1이다.

채점 기준	배점
a, b를 옳게 구하고, 그 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
a, b만 옳게 구한 경우	50 %

(2) 원소 X, Y는 2주기 원소이므로, 주어진 화합물에서 옥텟 규칙을 만족하는 X는 O이고, Y는 N이다. 화합물에서 O의 산화수는 -2이고 화합물의 구성 원자의 산화수 합은 0이므로 Y의 산화수는 +3이다.

02 화학 반응에서 열의 출입

탐구POOL

280쪽

01 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ○ 02 78,3216 kJ

01 (1) $CaCl_2$ 의 용해 과정은 발열 반응인데, 넣어 준 $CaCl_2$ 이 모두 용해하지 않으면 방출한 열이 작으므로 용액의 온도 변화가 작게 측정된다.
 (2) 단열 처리가 잘 되면 방출된 열이 공기 중으로 빠져나가지 않으므로 실험 오차가 작아지는 요인이 된다.
 (3), (5) 방출한 열이 용액뿐 아니라 온도계 쪼개 등의 온도를 높이는 데 사용되거나 공기 중으로 빠져 나가면 열량이 작게 측정된다.
 (4) 용해 전 물의 온도를 실제보다 낮게 측정하면 용액의 온도 변화(나중 온도 - 처음 온도)의 값이 커지므로 측정된 열량이 높아진다.

02 실험에서 측정한 염화 칼슘 1g이 물에 용해할 때 방출되는 열량은 705.6 J/g이다. 여기에 염화 칼슘의 화학식량 111을 곱하면 염화 칼슘 1몰이 용해할 때 방출되는 열량을 구할 수 있다.

$$705.6 \text{ J/g} \times 111 \text{ g/mol} \times \frac{1}{1000} \text{ kJ/J} = 78.3216 \text{ kJ}$$

✓ 잠깐 확인

1 발열, 높 2 흡열, 낮 3 열량계 4 비열 5 열용량
6 간이 열량계 7 통열량계

01 (1) ○ (2) × (3) × 02 (1) 발열 (2) 발열 (3) 흡열
(4) 흡열 03 (1) ○ (2) × (3) ○ 04 ㄱ, ㄴ, ㄷ 05 염화 칼
슘의 용해: 발열 반응, 질산 암모늄의 용해: 흡열 반응

02 (3) 열분해 반응은 열을 공급해 주어야 일어나는 흡열 반응
이다.

(4) 물의 전기 분해 반응에서는 전기 에너지를 공급해 주어야
한다. 열뿐만 아니라 빛에너지, 전기 에너지를 공급
하는 반응도 흡열 반응이다.

03 (2) 간이 열량계는 구조가 간단하지만 단열이 잘 되지 않아
정밀한 측정에 사용하지 않는다.

04 염화 칼슘이 용해할 때 출입하는 열량은 모두 용액의 온도
를 변화시키는 데 사용되므로 용액이 흡수한 열량을 구해
야 한다. 용액이 흡수한 열량을 구하려면 용액의 비열, 용
액의 질량, 용액의 온도 변화를 알아야 한다.

05 염화 칼슘을 용해시켰을 때의 나중 온도는 처음 온도보다
높으므로 발열 반응이다. 질산 암모늄을 용해시켰을 때의
나중 온도는 처음 온도보다 낮으므로 흡열 반응이다.

탄탄! 내신 다지기

282쪽~283쪽

01 ② 02 ⑤ 03 ③ 04 ② 05 ③ 06 ① 07 ⑤ 08 ②
09 ① 열량계, ㉠ 온도계 10 ③ 11 ①

01 | 선택지 분석 |

- ① 질산 암모늄을 물에 용해한다.
→ 질산 암모늄의 용해 과정은 흡열 과정으로, 물에 녹을 때 온도
가 낮아지므로 냉각 팩 등에 이용한다.
- ② 메테인을 연소시켜 난방을 한다.
→ 연료의 연소 반응은 열을 주위로 방출하는 발열 반응이다.
- ③ 베이킹파우더를 이용해 과자를 부풀린다.
→ 베이킹파우더의 주성분은 탄산수소 나트륨으로, 열을 공급하
면 분해되는 흡열 반응이다.
- ④ 물을 전기 분해 하여 수소와 산소를 얻는다.
→ 물의 전기 분해 과정에서는 전기 에너지를 공급해 주어야 하므
로 흡열 반응이다.
- ⑤ 식물이 빛에너지를 이용하여 광합성을 한다.
→ 광합성 과정에서 빛에너지를 흡수하므로 흡열 반응이다.

02 | 선택지 분석 |

- ㉠ 반응이 일어날 때 반응 용기의 온도가 낮아진다.
→ 흡열 반응이 일어날 때 주위로부터 열을 흡수하므로 반응 용기
의 온도는 낮아진다.
- ㉡ 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 크다.
→ 반응물이 주위로부터 열을 흡수하여 생성물이 되므로 생성물
의 에너지가 반응물의 에너지보다 크다.
- ㉢ 주위에서 열을 흡수한다.
→ 흡열 반응은 주위에서 열을 흡수하는 반응이다.

03 | 선택지 분석 |

- ㉠ 반응이 일어날 때 주위의 온도가 낮아진다.
→ 플라스크 안에서 반응이 일어나면서 나무판의 물이 언 것으로
보아 주위의 온도가 낮아진다.
- ㉡ 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 ^{크다} 작다.
→ 플라스크 안에서 일어나는 반응은 흡열 반응이므로 생성물의
에너지가 반응물의 에너지보다 크다.
- ㉢ 물의 증발 과정과 열의 출입 방향이 같다.
→ 물의 증발은 열을 흡수하는 반응이므로 플라스크 안에서 일어
나는 반응과 열의 출입 방향이 같다.

04 | 선택지 분석 |

- ㉠ 화학 반응이 일어날 때는 항상 열을 방출한다.
^{하거나 흡수한다}
→ 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 에너지 차이에 따라
열을 방출하기도 하고, 흡수하기도 한다.
- ㉡ 발열 반응이 일어나면 주위의 온도가 높아진다.
→ 발열 반응이 일어날 때 열을 주위로 방출하므로 주위의 온도가
높아진다.
- ㉢ 중화 반응은 ^{발열} 흡열 반응이다.
→ 중화 반응은 열을 방출하는 발열 반응이다.

05 ㉠: 질산 암모늄이 물에 녹으면 냉각 주머니가 차가워지는

것으로 보아 주위의 온도가 낮아지는 흡열 반응이다.

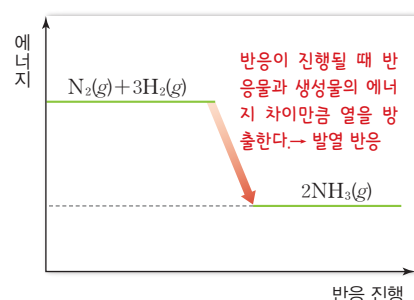
㉡: 도시가스의 연소 반응은 열을 방출하는 발열 반응이다.

㉢: 물의 증발은 주위로부터 열을 흡수하는 흡열 반응이다.

06 물의 응고 반응은 열을 주위로 방출하는 발열 반응이다.

07 | 자료 분석 |

반응물의 에너지의 합이 생성물의 에너지의 합보다 크다.



| 선택지 분석 |

- ㉠ 발열 반응이다.
 ➡ 반응물과 생성물의 에너지 차이만큼 열을 방출하는 발열 반응이다.
- ㉡ 반응이 일어날 때 주위의 온도가 높아진다.
 ➡ 발열 반응이므로 반응이 일어날 때 주위의 온도가 높아진다.
- ㉢ 반응물의 에너지 합이 생성물의 에너지 합보다 크다.
 ➡ 에너지 합은 반응물이 생성물보다 크므로 반응이 일어날 때 에너지를 방출한다.

08 | 선택지 분석 |

- ✕ (가)는 열 손실이 ~~커와~~ ^{있다} 없다.
 ➡ (가)는 간이 열량계로, 단열이 잘 되지 않아 열 손실이 비교적 크다.
- ㉠ (가)는 용해 반응이나 중화 반응에서 출입하는 열을 측정할 때 사용하기 적합하다.
 ➡ 간이 열량계는 뚜껑을 통해 생성물이 빠져나갈 수 있으므로 연소 반응 등 기체가 발생하는 반응보다 용해 반응, 중화 반응 등에 사용하기 적합하다.
- ✕ (나)는 기체가 발생하는 반응에서 출입하는 열을 측정할 때 사용하기 ~~적합하지 않다~~ ^{적합하다}.
 ➡ (나)는 통열량계로, 연소 반응 등 기체가 발생하는 반응에 사용하기 적합하다.

09 화학 반응에서 출입하는 열량을 측정하는 기구는 열량계이다. 열량계는 반응이 진행되는 단열 용기, 온도계, 반응에서 출입하는 열이 고르게 잘 분포되도록 섞어 주는 짓개로 구성된다.

10 | 선택지 분석 |

- ㉠ CaCl_2 은 물에 용해할 때 열을 방출한다.
 ➡ 용해한 후 용액의 온도가 처음 온도보다 높으므로 CaCl_2 은 용해할 때 열을 방출한다.
- ㉡ CaCl_2 이 용해할 때 방출한 열은 용액이 모두 흡수한다고 가정하여 열량을 구한다.
 ➡ 간이 열량계를 이용하여 화학 반응에서 출입하는 열을 측정할 때는 반응에서 출입하는 열을 용액이 모두 흡수한다고 가정하고 열량을 구한다.
- ✕ CaCl_2 1몰이 용해할 때 방출하는 열을 구하려면 CaCl_2 의 ~~필도를~~ ^{화학적량} 알아야 한다.
 ➡ 주어진 실험 자료로부터 CaCl_2 10g이 용해할 때 방출하는 열량을 구하고, 이를 1몰이 용해할 때 방출하는 열량으로 환산하려면 CaCl_2 10g에 해당하는 양(mol)을 알아야 한다. 즉 CaCl_2 의 1몰 질량에 해당하는 화학식량을 알아야 한다.

11 용액이 흡수한 열량은 $4 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C}) \times 104 \text{ g} \times 10 ^\circ\text{C} = 4160 \text{ J}$ 이고, 이를 1g이 용해할 때의 열량으로 환산하면 1.04 kJ이다. 이때 온도가 높아졌으므로 열을 방출한다.

도전! 실력 올리기

284쪽~285쪽

01 ① 02 ② 03 ④ 04 ③ 05 ⑤ 06 ⑤

07 | 모범 답안 | 두 수용액의 비열과 질량이 같으므로 출입하는 열량의 크기는 온도 변화에 비례한다. 온도 변화는 X가 Y의 2배이므로 각 물질 1g이 물에 용해할 때 출입하는 열량의 크기는 X가 Y보다 크다. 화학식량은 X가 Y보다 크므로 1g에 포함된 물질의 양(mol)은 X가 Y보다 작다. 따라서 각 물질 1몰이 물에 용해할 때 출입하는 열량의 크기는 X가 Y보다 크다.

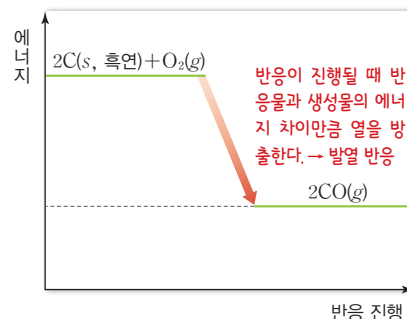
08 | 모범 답안 | 용액의 비열, 수산화 나트륨의 화학식량이 필요하다. 수산화 나트륨이 용해할 때 방출한 열은 용액이 모두 흡수하고, 용액이 얻은 열량을 구하기 위해 용액의 질량과 온도 변화를 알고 있으므로 용액의 비열이 추가로 필요하다. 또 이 값을 1몰에 해당하는 값으로 환산하기 위해 수산화 나트륨의 화학식량이 필요하다.

01 | 자료 분석 |

		
컵 속 ① 얼음이 물로 녹으면서 음료수가 시원해진다.	㉠ 가스가 연소하여 찌개가 끓는다.	손난로 주머니를 흔들면 ㉡ 철가루가 산화되면서 따뜻해진다.
얼음이 물로 녹을 때는 열을 주위로부터 흡수한다. 즉 얼음이 물로 녹는 과정은 흡열 반응이다.	가스의 연소 반응은 열을 방출하는 발열 반응이므로 이를 이용하여 조리나 난방에 이용한다.	철가루가 산소와 반응하여 산화될 때는 열을 방출하므로 손난로 주머니에 이용한다. 즉 철의 산화 반응은 발열 반응이다.

02 | 자료 분석 |

반응물인 흑연과 산소의 에너지의 합이 생성물인 일산화 탄소보다 크다.



| 선택지 분석 |

- ✕ 열을 흡수한다. ^{방출}
 ➡ 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 작으므로 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 에너지 차이만큼 열을 방출한다.

- ㉠ 주위의 온도가 높아진다.
 ➔ 열을 주위로 방출하는 발열 반응이므로 주위의 온도가 높아진다.
- ✗ 물질 전체의 에너지는 점점 ^{작아} 커진다.
 ➔ 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 작으므로 반응물에서 생성물로 될 때 물질이 가진 에너지를 열의 형태로 방출하면 물질의 전체 에너지는 점점 작아진다.

03 반응이 일어날 때 에너지를 흡수하는 반응은 흡열 반응이다.
 (가) 알코올의 연소 반응은 에너지를 방출하는 반응이다.
 (나) 광합성은 빛에너지를 흡수하는 반응이다. (다) 물의 전기 분해는 전기 에너지를 흡수하는 반응이다.

04 | 선택지 분석 |

- ㉠ KOH(s)은 물에 용해할 때 열을 방출한다.
 ➔ (가)에서 KOH이 용해할 때 용액의 온도가 높아지므로 용해 과정에서 열을 방출하는 발열 반응이다.
- ㉠ KCl(s)의 용해 과정은 흡열 반응이다.
 ➔ (나)에서 KCl이 용해할 때 용액의 온도가 낮아지므로 용해 과정에서 열을 흡수하는 흡열 반응이다.
- ✗ (가)와 (나)에서 모두 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 크다.
 ➔ (가)는 발열 반응이므로 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 작다. 또 (나)는 흡열 반응이므로 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 크다.

05 통열량계의 시료 접시 속에서 나프탈렌 12.8 g이 완전 연소할 때 방출한 열량은 물이 얻은 열량과 통열량계가 얻은 열량을 합한 값이다. 물이 얻은 열량은 $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C}) \times 2000 \text{ g} \times (30 - 20)^\circ\text{C} = 84 \text{ kJ}$ 이다. 통열량계가 얻은 열량은 $1.8 \text{ kJ}/^\circ\text{C} \times 10^\circ\text{C} = 18 \text{ kJ}$ 이므로 총열량은 102 kJ이다. 이때 나프탈렌 12.8 g은 0.1몰이므로 나프탈렌 1몰이 완전 연소할 때 방출하는 열은 1020 kJ이다.

06 과자가 연소할 때 발생하는 열은 물이 모두 흡수한다고 가정하여 열량을 측정하므로 물의 비열(㉠), 물의 질량(㉡), 물의 온도 변화(㉢)가 필요하다. 이때 구한 열량은 일정 질량의 과자가 연소할 때 방출한 열량이므로 1 g이 연소할 때 방출한 열량을 구하려면 연소한 과자의 질량(㉣)을 알아야 한다.

07 비교하는 수용액의 비열과 질량이 같다면, 출입하는 열량의 크기는 온도 변화에 비례한다.

채점 기준	배점
열량의 크기를 옳게 비교하고 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
열량의 크기만 옳게 비교한 경우	50 %

08 간이 열량계로 화학 반응에서 발생한 열량을 측정할 때는 용액의 비열과 질량, 온도 변화를 알아야 한다.

채점 기준	배점
자료를 모두 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
자료만을 모두 쓴 경우	50 %

실전! 수능 도전하기

287쪽~289쪽

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

01 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에서 Cu의 산화수는 2만큼 증가한다.
 ➔ (가)에서 Cu의 산화수는 원소인 Cu에서는 0이고, CuO에서는 +2이므로 2만큼 증가한다.
- ㉠ (나)에서 CO는 환원제로 작용한다.
 ➔ (나)에서 CuO가 Cu로 될 때 산소 원자를 잃고, 이 산소 원자는 CO가 얻어 CO₂로 된다. CO는 자신이 CO₂로 산화되면서 CuO를 Cu로 환원시키는 환원제이다.
- ㉠ X에서 C의 산화수는 +4이다.
 ➔ X는 CO₂이다. CO₂에서 O의 산화수는 -2이므로 C의 산화수는 +4이다.

02 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에서 N의 산화수는 2만큼 증가한다.
 ➔ (가)의 반응에서 NO가 NO₂로 된다. N의 산화수는 NO에서 +2, NO₂에서 +4이므로 2만큼 증가한다.
- ㉠ (나)의 화학 반응식은 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 이다.
 ➔ (나)에서 NO₂와 H₂O이 반응하여 NO와 HNO₃을 생성하므로 반응물을 화살표 왼쪽, 생성물을 화살표 오른쪽에 쓴 다음, 반응 전후 원자의 종류와 수가 같도록 계수를 맞추면 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 이다.
- ✗ (나)에서 H₂O은 산화제이다. ^{가 아니다}
 ➔ (나)의 화학 반응식은 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 이다. 이 반응에서 H와 O의 산화수는 변하지 않으므로 H₂O은 산화되거나 환원되지 않는다.

03 | 선택지 분석 |

- ✗ HCl(aq)은 산화제이다.
 ➔ Cl의 산화수는 HCl에서 -1이고, Cl₂에서 0이다. 즉 산화수가 증가하므로 자신이 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 환원제이다.
- ㉠ Mn의 산화수는 +7에서 +2로 감소한다.
 ➔ Mn의 산화수는 KMnO₄에서 +7이고, MnCl₂에서 +2이다. 따라서 Mn산화수는 +7에서 +2로 감소한다.
- ㉠ $\frac{b}{a} = 8$ 이다.
 ➔ 반응 후 수소 원자 수가 160이고, 산소 원자 수는 80이므로 반응물에서 HCl(aq)의 계수는 160이고, KMnO₄의 계수는 20이다. 화학 반응식을 완성하면 $2\text{KMnO}_4(\text{aq}) + 16\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{KCl}(\text{aq}) + 2\text{MnCl}_2(\text{aq}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 5\text{Cl}_2(\text{g})$ 이므로 $\frac{b}{a} = 8$ 이다.

04 | 선택지 분석 |

- ㉠ (가)에서 H₂는 환원제이다.
 ➔ (가)에서 H₂는 산소를 얻어 H₂O로 산화된다. 즉 자신이 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 환원제이다.

✗ 반응 (가)~(다)는 모두 산화 환원 반응이다.
(가)와 (다)만

→ (나)에서 N의 산화수는 NO_2 와 N_2O_4 에서 +4로 같다. 즉 산화수 변화가 없으므로 산화 환원 반응이 아니다.

㉠ N의 산화수가 가장 작은 물질은 NH_3 이다.

→ 반응에서 제시된 질소 화합물 NH_3 , NO , NO_2 , N_2O_4 , HNO_3 에서 N의 산화수는 각각 -3, +2, +4, +4, +5이다. 따라서 N의 산화수가 가장 작은 물질은 NH_3 이다.

05 | 선택지 분석 |

㉠ ㉠은 산화된다.

→ ㉠은 원소이므로 산화수는 0이다. 생성물에서 C의 산화수는 Na_2CO_3 에서 +4이고, CO에서 +2이므로 C의 산화수는 증가한 것으로, ㉠은 산화된다.

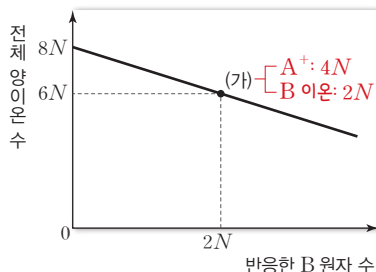
㉡ Cr의 산화수는 3만큼 감소한다.

→ Cr의 산화수는 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 에서는 +6이고, Cr_2O_3 에서는 +3이므로 산화수는 3만큼 감소한다.

㉢ ㉢의 산화수는 ㉢의 산화수보다 2만큼 크다.

→ Na_2CO_3 에서 Na의 산화수는 +1이고, O의 산화수는 -2이므로 ㉢의 산화수는 +4이다. 또 CO에서 ㉢의 산화수는 +2이므로 ㉢이 ㉢보다 2만큼 크다.

06 | 자료 분석 |



반응 전 A^+ 의 수가 $8N$ 이고, B 원자 $2N$ 이 반응하여 생성된 B 이온의 수가 $2N$ 일 때 전체 양이온 수는 $6N$ 이다. → 반응한 A^+ 의 수를 x 라고 하면 반응 후 A^+ 의 수는 $8N - x$ 이고, B 이온의 수는 $2N$ 이므로 $(8N - x) + 2N = 6N$ 에서 $x = 4N$ 이다. → 반응한 A^+ 와 생성된 B 이온 수의 비는 2:1이다.

| 선택지 분석 |

㉠ B는 A보다 산화되기 쉽다.

→ A^+ 에 금속 B를 넣었을 때 용액 속 양이온 수가 감소한 것으로 보아 B가 산화되면서 A^+ 를 환원시킨 것을 알 수 있다. 따라서 B는 A보다 산화되기 쉽다.

㉡ 금속 B 이온의 산화수는 +2이다.

→ 반응한 A^+ 의 수가 $4N$ 이고, 생성된 B 이온의 수가 $2N$ 이므로 B 이온의 산화수는 +2이다.

㉢ (가)에서 $\frac{\text{A}^+ \text{의 수}}{\text{B 이온의 수}} = 2$ 이다.

→ (가)에서 A^+ 은 $8N$ 중 $4N$ 이 반응하여 $4N$ 이 남아 있고, 생성된 B 이온의 수는 $2N$ 이므로 $\frac{\text{A}^+ \text{의 수}}{\text{B 이온의 수}} = 2$ 이다.

07 | 선택지 분석 |

✗ (가)는 산화 환원 반응이다.
이 아니다

→ (가)에서는 구성 원자의 산화수가 변하지 않으므로 산화 환원 반응이 아니다.

✗ (나)에서 ㉠은 산화제이다.
가 아니다

→ (나)에서 반응 전후 원자의 종류와 수가 같도록 ㉠의 화학식을 완성하면 H_2O 이다. (나)에서 H와 O의 산화수는 반응 전후 각각 +1, -2로 산화수가 변하지 않으므로 산화되거나 환원되지 않는다.

㉡ ㉡에서 Cl의 산화수는 +1이다.

→ (다)에서 ㉡이 H_2O 이므로 반응 전후 원자의 종류와 수가 같도록 ㉡의 화학식을 완성하면 NaClO 이다. 전기 음성도는 $\text{O} > \text{Cl} > \text{Na}$ 이므로 NaClO 에서 Na의 산화수는 +1, O의 산화수는 -2이므로 Cl의 산화수는 +1이다.

08 A가 모두 산화되고 B가 산화되므로 실험 I 과 실험 II 에

서 반응 후 용액 속의 금속 양이온 $6N$ 은 C^{2+} 0.5L 과 반응하여 생성된 B^+ 이다. 이때 생성된 B^+ 의 수가 $6N$ 이므로 반응한 C^{2+} 의 수는 $3N$ 이다. 이로부터 $\text{C}^{2+}(\text{aq})$ 0.5L 에 들어 있는 C^{2+} 의 수는 $3N$ 이므로 실험 I 에서 반응 전 $\text{C}^{2+}(\text{aq})$ 1L 에 들어 있는 C^{2+} 의 수는 $6N$ 이다.

반응 후 B^+ 이 존재하므로 A^{m+} 에서 $m=1$ 이거나 $m=2$ 이라면 이온 수는 $6N$ 보다 커야 하는데, 수용액의 금속 양이온 수가 $6N$ 이므로 주어진 조건에 부합하지 않는다. 따라서 A^{m+} 의 $m=3$ 이다. 이로부터 실험 I 에서 금속 A가 C^{2+} 과 반응 한 양을 $2a$ 라고 하면 양적 관계는 다음과 같다.

	3C^{2+}	$+2\text{A}$	$\longrightarrow$	3C	$+2\text{A}^{3+}$
반응 전	$6N$	$2a$		0	0
반응	$-3a$	$-2a$		$3a$	$2a$
반응 후	$6N-3a$	0		$3a$	$2a$

A가 모두 산화된 후 B가 반응하므로 C^{2+} $6N-3a$ 와 반응하여 생성된 B^+ 의 수는 $2(6N-3a)$ 이고, 반응 후 전체 양이온 수가 $6N$ 이므로 $2a + (12N-6a) = 6N$ 이다. 이 식을 풀면 $a = 1.5N$ 이다. 따라서 실험 I 에서 A^{3+} 의 수와 B^+ 의 수는 각각 $3N$ 이다.

실험 II에서 사용한 $\text{C}^{2+}(\text{aq})$ 의 부피는 실험 I 에서보다 1L 가 더 많으므로 C^{2+} 의 수가 $6N$ 더 추가된 것이고, 이때 생성된 B^+ 의 수를 $2b$ 라고 하면 양적 관계는 다음과 같다.

	C^{2+}	$+2\text{B}$	$\longrightarrow$	C	$+2\text{B}^+$
반응 전	$6N$	$2b$		0	0
반응	$-b$	$-2b$		b	$2b$
반응 후	$6N-b$	0		b	$2b$

반응 후 용액 속 B^+ 의 총수는 $9N+2b$, C^{2+} 의 수는 $6N-b$ 이다. 이때 B^+ 의 수가 C^{2+} 의 수의 5배이므로 $9N+2b = 5(6N-b)$ 이다.

이 식을 풀면 $b = 3N$ 이고, B^+ 의 수는 $15N$, C^{2+} 의 수는 $3N$, A^{3+} 의 수는 $3N$ 이므로 총 이온 수는 $21N$ 이다.

이로부터 $x = 21$ 이므로 $\frac{x}{m} = 7$ 이다.

09 | 선택지 분석 |

~~X~~ 강철 용기 내부 기체의 전체 양(mol)은 반응 전이 반응 후보다 크다.
와 같다

→ 탄소의 연소 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ 즉 반응한 기체 분자 수만큼 기체 분자가 생성되므로 강철 용기 내부 기체의 전체 양(mol)은 반응 전과 후가 같다.

~~L~~ 탄소 가루가 완전 연소될 때 20 kJ의 열이 발생한다.

→ 탄소 가루가 완전 연소할 때 발생한 열을 열량계가 모두 흡수하므로 $40 \text{ kJ}/^\circ\text{C} \times 0.5^\circ\text{C} = 20 \text{ kJ}$ 이다.

~~C~~ (다)에서 탄소 가루가 모두 연소하지 않으면, t_2 는 23.7°C 보다 낮게 측정된다.

→ (다)에서 탄소 가루가 모두 연소하지 않으면 발생하는 열이 작아지므로 열량계의 온도 변화가 작아진다. 따라서 t_2 는 23.7°C 보다 낮게 측정된다.

10 | 선택지 분석 |

~~C~~ ㉠은 화학 변화이다.

→ ㉠은 뷰테인이 연소하여 이산화 탄소와 물을 생성하는 반응으로, 반응물과 생성물이 다른 종류의 물질이므로 화학 변화이다.

~~L~~ ㉡은 흡열 반응이다.

→ ㉡에서 얼음이 녹아 물로 되는 과정은 흡열 반응이다.

~~X~~ ㉠과 ㉡에서 열의 출입 방향은 같다.
반대이다

→ ㉠은 주위로 열을 방출하고, ㉡은 주위로부터 열을 흡수하므로 열의 출입 방향이 반대이다.

11 | 선택지 분석 |

~~X~~ (나)에서 지퍼 백 내부에는 기체가 발생한다.
하지 않는다

→ (나)에서는 NH_4NO_3 이 물에 용해되는 과정이 일어나므로 기체가 발생하지 않는다.

~~L~~ (나)에서 일어나는 반응은 흡열 반응이다.

→ NH_4NO_3 이 물에 녹으면서 차가워지므로 주위의 온도가 낮아지는 흡열 반응이다.

~~X~~ NH_4NO_3 이 물에 녹을 때 열을 방출한다.
흡수

→ NH_4NO_3 이 물에 녹는 반응은 흡열 반응이므로 반응이 일어날 때 열을 흡수한다.

12 | 선택지 분석 |

~~X~~ KCl이 물에 녹을 때 용액의 온도는 높아진다.
낮

→ KCl이 물에 녹을 때 열을 흡수하므로 용액의 온도는 낮아진다.

~~L~~ 같은 질량의 물에 각 물질 1몰을 녹일 때, 온도 변화는 NaOH이 KCl보다 크다.

→ 각 물질 1몰이 물에 녹을 때 출입하는 열량의 크기는 NaOH이 더 크므로 온도 변화는 NaOH이 KCl보다 크다.

~~X~~ 각 물질 1g이 물에 녹을 때 출입하는 열량의 크기는 KCl이 NaOH보다 크다.
작다

→ 각 물질 1g이 물에 녹을 때 출입하는 열량은 1몰이 용해할 때 출입하는 열량에 $\frac{1}{\text{화학식량}}$ 을 곱하여 구할 수 있다. 화학식량은 NaOH이 KCl보다 작으므로 각 물질 1g이 물에 녹을 때 출입하는 열량의 크기는 NaOH이 KCl보다 크다.

한번에 끝내는 대단원 문제

292쪽~295쪽

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

14 | 모범 답안 | ㉠에는 '다'에서 수증기와 물 모두에서 ^{18}O 가 발견되었다.'가 적절하다. 물의 증발과 응축이 동적 평형에 도달해도 증발이나 응축이 멈춘 것이 아니라 같은 속도로 계속 일어나고 있기 때문이다.

15 (1) | 모범 답안 | A: 노란색, B: 초록색, C: 파란색, 중화 반응으로 생성되는 물 분자 수가 B에서 최대가 되고 이후 일정하게 유지되므로, B는 중화 반응이 완결된 중화점으로 중성이다. A는 중화점 이전으로 염산이 남아 있는 산성 용액이고, C는 중화점 이후 수산화 나트륨이 과량 들어 있는 염기성 용액이다.

(2) 0.1 M

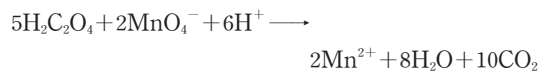
16 (1) | 모범 답안 | ① 산화수 변화를 조사한다.

C의 산화수는 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 에서 +3이고, CO_2 에서 +4이다. 이 때 C 원자 2개의 산화수가 1씩 증가한다. Mn의 산화수는 MnO_4^- 에서 +7이고, Mn^{2+} 에서 +2로 5만큼 감소한다.

② 증가한 산화수와 감소한 산화수가 같도록 계수를 맞춘다.



③ 산화수 변화가 없는 H와 O의 원자 수를 맞추어 산화 환원 반응식을 완성한다.



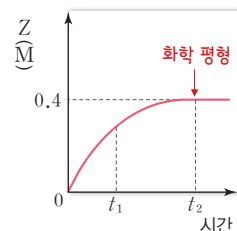
(2) 5몰

17 물의 비열, 나프탈렌의 분자량

01 동적 평형을 이룬 상태에서도 고체가 기체로 되는 정반응과 기체가 고체로 되는 역반응이 계속 일어나므로 용기 I과 용기 II에서는 ^{127}I 과 ^{131}I 로 이루어진 고체 상태의 분자와 기체 상태의 분자가 모두 존재한다.

02 | 자료 분석 |

- 생성물인 Z의 농도가 점점 증가하다가 일정하게 유지되는 것은 화학 평형에 도달했기 때문이다.
- 반응 초기에는 생성물인 Z가 존재하지 않으므로 역반응은 거의 일어나지 않다가 Z의 농도가 증가하면 역반응 속도는 점점 빨라지고, 화학 평형 이후 일정하게 유지된다.



- 반응 초기부터 화학 평형에 도달할 때까지 생성된 Z의 농도가 0.4 M이고, 화학 반응식의 계수비는 반응 농도비와 같으므로 반응한 $[X] = 0.2 \text{ M}$, $[Y] = 0.6 \text{ M}$ 이다.

| 선택지 분석 |

- ✗ 역반응의 속도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 **빠르다**.
 → 화학 평형에 도달할 때까지 역반응 속도는 점점 빨라지므로 역반응 속도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 빠르다.
- ㄴ t_2 일 때는 정반응 속도와 역반응 속도가 같다.
 → t_2 는 화학 평형 상태이므로 정반응 속도와 역반응 속도가 같다.
- ㄷ t_2 일 때 $\frac{[X]}{[Y]}=2$ 이다.
 → 평형에 도달할 때까지 생성된 $[Z]=0.4\text{ M}$ 이므로 반응한 $[X]=0.2\text{ M}$, $[Y]=0.6\text{ M}$ 이고, t_2 일 때 남아 있는 $[X]=0.8\text{ M}$, $[Y]=0.4\text{ M}$ 이다. 따라서 $\frac{[X]}{[Y]}=2$ 이다.

03 | 선택지 분석 |

- ㄱ 수용액의 pH는 증가한다.
 → Zn은 전자를 잃고 Zn^{2+} 으로 되고 HCl(aq) 속 H^+ 은 H_2 를 생성하여 수용액 속 $[\text{H}^+]$ 는 감소하므로 pH는 증가한다.
- ㄴ 수용액의 $\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$ 는 증가한다.
 → 25°C 수용액에서 수용액 속 $[\text{H}^+][\text{OH}^-]$ 은 일정인데, 수용액 속 $[\text{H}^+]$ 가 감소하므로 $[\text{OH}^-]$ 는 증가한다.
- ㄷ 양이온의 수 Cl^- 의 수
 → 양이온 수는 감소하고, Cl^- 의 수는 일정하므로 양이온의 수 Cl^- 의 수는 감소한다.

04 | 선택지 분석 |

- ㄱ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (가)가 (나)의 100배이다.
 → $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 가 10배 클수록 pH는 1만큼 작아지므로 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (가)가 (나)의 100배이다.
- ㄴ (나)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 $[\text{OH}^-]$ 와 같다.
 → 25°C 수용액에서 수용액 속 $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]=1 \times 10^{-14}$ 이고, (나)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+]=1 \times 10^{-7}\text{ M}$ 이므로 $[\text{OH}^-]=1 \times 10^{-7}\text{ M}$ 이다. 따라서 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 $[\text{OH}^-]$ 와 같다.
- ✗ (다)에서 $\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}=10000$ 이다.
 → (다)에서 pH가 9이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+]=1 \times 10^{-9}\text{ M}$ 이고, $[\text{OH}^-]=1 \times 10^{-5}\text{ M}$ 이다. 따라서 $\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}=10000$ 이다.

- 05 (가)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+]=0.1\text{ M}$ 이므로 pH는 1이다. 이로부터 $x=1$ 이다. 또 (나)의 pH가 12이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+]=1 \times 10^{-12}\text{ M}$ 이며, $[\text{OH}^-]=0.01\text{ M}$ 이다. 이때 용액의 부피가 0.1 L이므로 녹아 있는 용질의 양은 0.001몰이다. 따라서 $y=0.001$ 이므로 $\frac{x}{y}=\frac{1}{0.001}=1000$ 이다.

- 06 (가)에서 H_2O 은 HCN 으로부터 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드-로리 염기이다. (나)에서 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 은 HF 로부터 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드-로리 염기이다. (다)에서 OH^- 은 H_3O^+ 으로부터 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드-로리 염기이다.

07 | 선택지 분석 |

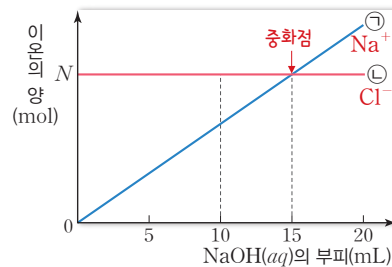
- ㄱ 알짜 이온 반응식은 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 이다.
 → 주어진 반응은 산 염기 중화 반응이므로 알짜 이온 반응식은 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 이다.
- ㄴ 단위 부피당 Cl^- 의 수는 (가)가 (다)보다 크다.
 → Cl^- 은 구경꾼 이온이므로 그 수는 반응 전후에 같다. 그런데 용액의 부피는 (다) > (가)이므로 단위 부피당 Cl^- 의 수는 (가) > (다)이다.
- ㄷ $\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$ 는 (나)가 (다)보다 크다.
 → 용액의 pH는 (나) > (다)이다. pH가 클수록 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 감소하고, $[\text{OH}^-]$ 는 증가하므로 $\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$ 는 (나)가 (다)보다 크다.

08 | 선택지 분석 |

- ✗ ㉠에서 (가)는 브뢴스테드-로리 산으로 작용한다.
 → ㉠에서 (가)는 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드-로리 염기로 작용한다.
- ✗ ㉡에서 (가)는 브뢴스테드-로리 염기로 작용한다.
 → ㉡에서 (가)는 OH^- 에게 H^+ 을 내놓으므로 브뢴스테드-로리 산으로 작용한다.
- ㄷ (가)는 양쪽성 물질이다.
 → (가)는 ㉠에서는 염기로 작용하고, ㉡에서는 산으로 작용하므로 양쪽성 물질이다.

09 | 자료 분석 |

- ㉠은 NaOH(aq) 의 부피에 따라 증가하므로 Na^+ 이고, ㉡은 NaOH(aq) 의 부피에 관계없이 일정하므로 Cl^- 이다.



- 반응 전 H^+ 의 수는 Cl^- 의 수와 같은 N 이고, NaOH(aq) 속 Na^+ 의 수와 OH^- 의 수는 같으므로 ㉠의 수와 ㉡의 수가 같아지는 지점이 중화점이다.

| 선택지 분석 |

- ㉠은 구경꾼 이온이다.
 → ㉡은 넣어 준 NaOH(aq) 의 부피에 관계없이 그 수가 일정하므로 구경꾼 이온이다.
- ㄴ NaOH(aq) 10 mL를 넣은 혼합 용액에서 ㉠의 수는 H^+ 수의 2배이다.
 → ㉠은 Na^+ 이고, ㉡은 Cl^- 이다. ㉠의 수와 ㉡의 수가 같아지는 지점이 중화점이므로 NaOH(aq) 10 mL를 넣은 시점은 중화반응이 $\frac{2}{3}$ 가 진행된 지점이므로 혼합 용액 속 H^+ 의 수는 $\frac{1}{3}N$ 이고, Na^+ 의 수는 $\frac{2}{3}N$ 이다. 따라서 ㉠의 수는 H^+ 수의 2배이다.

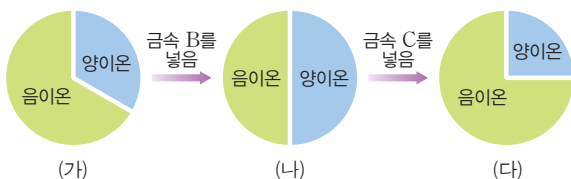
- ㉔ $N = 1.5 \times 10^{-3}$ 이다.
 $\Rightarrow N$ 은 반응 전 H^+ 의 양(mol)과 같고, 이 값은 0.1 M NaOH(aq) 15 mL에 들어 있는 OH^- 의 양(mol)과 같다.
 0.1 M NaOH(aq) 15 mL에 들어 있는 OH^- 의 양(mol)은
 $0.1 \text{ mol/L} \times 15 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 이다.

10 | 선택지 분석 |

- ✗ (가)에서 Fe은 산화제이다.
 원원제
 $\Rightarrow$ (가)에서 Fe은 자신이 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 환원제이다.
- ㉔ (나)에서 C의 산화수는 2만큼 증가한다.
 $\Rightarrow$ (나)에서 C의 산화수는 CO에서 +2이고 CO_2 에서 +4이다. 따라서 C의 산화수는 2만큼 증가한다.
- ✗ (다)에서 H_2O 은 환원된다.
 되거나 산화되지 않는다
 $\Rightarrow$ (다)에서 H_2O 을 구성하는 H와 O의 산화수는 변하지 않으므로 산화되거나 환원되지 않는다.

11 | 자료 분석 |

- (가)~(다)에서 양이온은 1가지이므로 수용액 속 양이온은 모두 반응한다. $\rightarrow$ (가)의 양이온은 A^{2+} , (나)의 양이온은 금속 B의 양이온, (다)의 양이온은 금속 C의 양이온이다.



- 음이온은 반응하지 않으므로 (가)~(다)에서 음이온 수는 모두 같다. $\rightarrow$ (가)에서 음이온 수를 $2N$ 이라고 하면 (나)와 (다)에서도 $2N$ 이다.

| 선택지 분석 |

- ㉔ 양이온 수는 (가)에서가 (다)에서의 1.5배이다.
 $\Rightarrow$ (가)에서 양이온 수를 N 이라고 하면, 음이온 수는 $2N$ 이다. 음이온은 반응하지 않으므로 (나)와 (다)에서도 음이온 수는 $2N$ 이므로 양이온 수는 각각 $2N$, $\frac{2}{3}N$ 이다. 따라서 양이온 수는 (가)에서 N 일 때 (다)에서는 $\frac{2}{3}N$ 이므로 (가)에서가 (다)에서의 1.5배이다.
- ✗ $\frac{C \text{ 이온의 산화수}}{A \text{ 이온의 산화수}} = \frac{2}{3}$ 이다.
 $\Rightarrow$ (가)에 들어 있는 A^{2+} 의 수는 N 이고, (나)에 들어 있는 B 이온의 수는 $2N$ 이다. 이로부터 A^{2+} 이 N 만큼 반응하여 B 이온이 $2N$ 만큼 생성되므로 B 이온의 산화수는 +1이다. (다)에 들어 있는 C 이온의 수는 $\frac{2}{3}N$ 이므로 B^+ 이 $2N$ 만큼 반응하여 생성된 C 이온의 수가 $\frac{2}{3}N$ 인 것으로, C 이온의 산화수는 +3이다. 따라서 $\frac{C \text{ 이온의 산화수}}{A \text{ 이온의 산화수}} = \frac{3}{2}$ 이다.

- ㉔ $\frac{C \text{의 원자량}}{B \text{의 원자량}} = 3$ 이다.

$\Rightarrow$ 같은 질량이 반응했을 때 생성된 B 이온 수는 $2N$ 이고 C 이온 수는 $\frac{2}{3}N$ 이므로 원자 1개의 질량 비는 $B : C = 1 : 3$ 이다. 따라서 원자량은 C가 B의 3배이므로 $\frac{C \text{의 원자량}}{B \text{의 원자량}} = 3$ 이다.

12 | 선택지 분석 |

- ㉔ X는 CO_2 이다.
 $\Rightarrow$ 반응 전후 원자의 종류와 수가 같도록 X의 화학식을 완성하면 CO_2 이다.
- ㉔ 흡열 반응이다.
 $\Rightarrow$ $NaHCO_3$ 이 분해되는 반응이 일어날 때 열에너지를 공급해 주므로 주어진 반응은 흡열 반응이다.
- ㉔ 에너지 총합은 생성물이 반응물보다 크다.
 $\Rightarrow$ 흡열 반응은 주위로부터 열을 흡수하므로 에너지 총합은 생성물이 반응물보다 크다.

13 | 선택지 분석 |

- ㉔ A(s)가 물에 녹는 반응은 발열 반응이다.
 $\Rightarrow$ A(s)가 물에 녹는 수용액의 최종 온도가 처음 온도보다 높으므로 A(s)가 물에 녹는 반응은 발열 반응이다.
- ㉔ B(s)가 물에 녹는 동안 주위의 온도는 낮아진다.
 $\Rightarrow$ B(s)가 물에 녹는 수용액의 최종 온도가 처음 온도보다 낮으므로 물에 녹을 때 주위로부터 열을 흡수하는 흡열 반응이다.
- ✗ B(s)의 용해 반응은 휴대용 손난로에 이용할 수 있다.
 냉각 팩
 $\Rightarrow$ B(s)의 용해 반응은 흡열 반응이므로 손난로에는 이용할 수 없으며, 냉각 팩 등에 이용할 수 있다.

- 14 물을 넣고 일정 시간이 지난 후 수면의 높이가 일정하게 유지되는 것은 증발과 응축이 멈춘 것이 아니라 상평형을 이룬 상태이므로 증발과 응축이 계속 일어난다. 따라서 이 상태에서 ^{18}O 가 포함된 수증기를 넣어주면 수증기가 응축되어 물로 되고, 물이 다시 증발하여 수증기로 된다.

채점 기준	배점
①을 옳게 예측하고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
①만 옳게 예측한 경우	50 %

- 15 (1) 중화 반응이 일어나고 있는 동안에는 물 분자가 계속 생성되지만 중화 반응이 완결된 이후에는 더 이상 물이 생성되지 않는다. 이로부터 B는 중화점이고, A는 중화점 이전 상태, C는 중화 반응이 완결된 이후 수산화 나트륨 수용액을 더 넣어 준 상태임을 알 수 있다.

채점 기준	배점
용액 A~C의 색을 모두 옳게 쓰고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
A~C의 색만 옳게 쓴 경우	50 %

- (2) 중화 반응의 양적 관계를 이용하면 묽은 염산의 농도를 구할 수 있다. B 이후로 생성된 물 분자의 수가 일정하므로 B는 중화점이며, 이때 넣어 준 NaOH(aq)의 부피는 10 mL이다. $n_1M_1V_1 = n_2M_2V_2$ 이므로, $1 \times x \times 20 = 1 \times 0.2 \times 10$, $x = 0.1$ (M)이다. 따라서 묽은 염산의 물 농도는 0.1 M이다.

- 16** (1) 반응에서 각 원자의 산화수 변화를 조사하고 증가한 산화수와 감소한 산화수가 같도록 계수를 맞추어 반응식을 완성한다.

채점 기준	배점
산화 환원 반응식을 완성하는 과정을 옳게 서술하고, 산화 환원 반응식을 옳게 완성한 경우	100 %
산화 환원 반응식만을 옳게 완성한 경우	40 %

- (2) 산화 환원 반응식에서 MnO_4^- 와 CO_2 의 계수비가 $2 : 10 = 1 : 5$ 이므로, MnO_4^- 1몰이 모두 반응하면 CO_2 5몰이 생성된다.

- 17** 나프탈렌이 연소할 때 방출한 열은 열량계와 열량계 속 물이 모두 흡수하므로 물이 얻은 열량을 구하기 위해서는 물의 질량, 물의 비열, 물의 온도 변화가 필요하다. 이때 물의 질량과 물의 온도 변화는 실험에서 측정하였으므로 물의 비열에 대한 자료가 필요하다. 또 이 과정에서 구한 열량은 나프탈렌 1g이 연소할 때 방출한 열이므로 이를 1몰로 환산하기 위해서 나프탈렌의 분자량이 필요하다.