

EBS 뉴탐스런 평가문제집



정답과 해설

화학 I

1

인류의 문명과 화학 반응

핵심 개념 체크

본문 8~9쪽

1 산소 2 제련 3 (1) × (2) × 4 질소 5 번개, 뿌리혹박테리아 6 ○ 7 탄소(C), 수소(H) 8 이산화 탄소(CO_2) 9 포도당

출제 예상 문제

본문 10~11쪽

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

01

⑤ 식물에서 열매를 채취하자마자 음식으로 섭취하는 것은 불의 이용과 직접적으로 관련이 없다.

오답 바로 알기 ① 진흙을 빚어 가마에서 굽기 위해서는 연료의 연소에 의한 열에너지가 필요하다.

② 난방을 사용하여 추위로부터 몸을 보호하기 위해서는 연료의 연소에 의한 열에너지가 필요하다.

③ 연금술사가 금속과 여러 가지 물질들을 가열하기 위해서 불을 사용하였다.

④ 철광석을 제련할 때 용광로에서 높은 온도를 얻어야 하는데, 이때 화석 연료의 연소에 의한 열에너지가 필요하다.

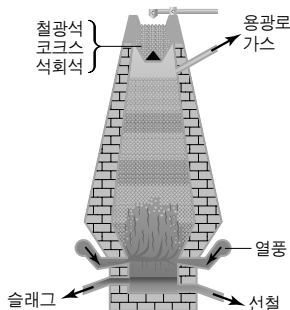
02

연소 반응은 나무와 같은 탈 수 있는 물질이 산소와 결합하여 열과 빛을 내는 화학 반응이다. 따라서 반응물에는 산소 기체가 필요하다.

03

ㄱ. ㉠은 철(Fe)이 공기 중에 있는 산소(O_2)와 결합한 형태인 철광석 또는 산화 철이다.

ㄴ. ㉡은 철광석을 제련할 때 용광로에 함께 넣는 물질로서 철광석의 산화 철을 철로 환원시킨다.



ㄷ. 철은 강도가 커서 쉽게 부서지지 않고 그 형태를 쉽게 변형할 수

있어서 무기, 화폐, 농기구 등을 만드는 데 이용되었다. 또한 철의 대량 생산은 강철 레일과 강철 바퀴의 생산으로 이어져 목재 수레가 기관차로 바뀌면서 인류 교통 수단의 혁신을 가져왔고, 인간의 이동과 물물 교환이 왕성해졌다.

04

① 철의 매장량은 구리보다 많지만 자연에서 철은 순수한 상태로는 거의 존재하지 않고 주로 산소와 결합한 철광석 형태로 존재한다.

오답 바로 알기 ② 철의 녹는점(1540°C)은 구리의 녹는점(1080°C)보다 높아서 용융시켜 가공하기 힘들다.

③ 구리는 자연 상태에서 쉽게 얻을 수 있는 것에 비해, 철은 구리보다 산소와의 반응성이 크기 때문에 자연에서 철광석의 산화 철(Fe_2O_3 또는 Fe_3O_4) 상태로 존재하여 제련하여 철을 얻는 과정이 비교적 까다롭다.

④ 철은 자연 상태에서 반응성이 커서 산화 철 등의 산화물로 존재한다.

⑤ 철의 제련 과정에 많은 양의 열과 고도의 제련 기술이 필요하기 때문에 상대적으로 가공 과정이 쉬운 구리가 먼저 제련되어 인류가 사용하였다.

05

① 질소는 반응성이 작기 때문에 주변 물질과 잘 결합하지 않는 안정한 물질이므로 식물이나 동물은 질소를 직접 이용할 수 없다. 따라서 번개와 같은 높은 에너지나 콩과식물의 뿌리혹박테리아에 의해 생물체가 이용할 수 있는 형태로 전환되어야 한다.

오답 바로 알기 ②, ③ 질소는 안정한 물질이므로 공기 중에서 반응하지 않는다.

④ 질소는 공기의 78%를 차지하지만 식물이나 동물이 직접 이용하지 못한다.

⑤ 질소(N)는 단백질, 핵산 등을 구성하는 주요 원소이지만, 식물이나 동물이 이용하지 못하는 이유와 직접적인 관련이 없다.

06

ㄴ. 식물은 번개와 같은 높은 에너지나 콩과식물의 뿌리혹박테리아에 의해 공기 중의 질소 기체(N_2)를 생명체가 이용할 수 있는 암모니아(NH_3)나 질산 이온(NO_3^-) 등 물에 녹는 질소 산화물로 전환된다.

오답 바로 알기 ㄱ. 질소는 반응성이 작은 안정한 기체이므로 동물이나 대부분의 식물은 질소를 직접 이용할 수 없다.

ㄷ. 대기 중의 질소(N_2)는 질소 산화물로 전환되었다가 다시 대기 중으로 되돌아간다.

07

식물의 생장에 필요한 탄소(C)는 공기 중의 (㉠ 이산화 탄소)로부터 얻고, 수소(H)는 뿌리가 빨아들인 (㉡ 물)로부터 얻지만, (㉢ 질소)는 식물이 필요한 형태로 직접 얻지 못한다. 이 때문에 (㉢ 질소)와 (㉣ 수소)로부터 (㉤ 암모니아)를 합성하고, 이로부터 비료를 만들

어 식량 생산에 이용한다.

08

⑤ 식물로부터 얻는 식량의 생산을 늘리기 위해서는 질소 성분을 인위적으로 공급해야 한다. 그러나 인구가 크게 늘면서 종전의 방식으로는 인류의 식량 수요를 감당하기 어렵게 되었고 하버-보슈법 등을 통한 질소 비료의 대량 생산으로 인류의 식량 문제를 해결하였다.

오답 바로 알기 ① 암모니아는 상온에서 기체 상태로 존재하며 물에 잘 녹는다.

② 암모니아 합성 반응은 $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$ 이다. 암모니아(NH_3)를 구성하는 성분 원소에는 질소, 수소가 있다.

③, ④ 암모니아 합성은 매우 간단한 화학 반응처럼 보이지만, 실제로 이 반응은 질소 분자에서 질소 원자 간의 강한 결합을 끊어야 하기 때문에 쉽게 일어나지 않는다. 하버와 보슈는 암모니아 합성에 필요한 최적의 온도와 압력, 촉매 등의 조건을 알아내는 연구를 통해 공기 중 질소로부터 암모니아를 대량 생산할 수 있는 공정을 고안하였다.

09

화석 연료는 모두 생물체를 구성하는 탄소 화합물에서 산소가 빠져나가면서 만들어졌다. 따라서 화석 연료는 함량의 차이는 있지만 탄소와 수소가 주성분이다.

10

④ 이산화 탄소 배출량이 급격히 증가하면서 지구 온난화에 영향을 주고 있기 때문에 미래 에너지는 화석 연료 사용량을 줄이거나, 대체 에너지를 개발하는 방향으로 나아가야 한다.

오답 바로 알기 ① 화석 연료가 좋은 연료인 이유는 탄소와 수소가 산소와 반응하면서 많은 열이 발생하기 때문이다.

② 화석 연료 사용은 인류 문명의 발달에 큰 영향을 미쳤다. 즉, 산업이나 도시, 문화의 발달에 크게 영향을 미쳤다.

③ 18~19세기 영국의 공장에서 석탄 연료를 사용하면서 산업 혁명이 시작되었고, 20세기 이후 석유를 자동차와 항공기의 연료로 사용하면서 교통 혁명이 일어났다.

⑤ 화석 연료는 동식물의 사체에 압력과 열이 오랜 시간 가해져서 생성된다. 주로 석탄은 육지에서, 석유는 바다에서 생성되었다.

11

화석 연료의 종류에는 고체 상태의 석탄과 무연탄, 액체 상태의 석유, 기체 상태의 천연 가스 등이 있다.

오답 바로 알기 ③ 종이는 나무로부터 가공된 물질이다.

12

화석 연료는 주성분이 탄소와 수소이므로 연소시키면 이산화 탄소와 물이 생성된다. 화석 연료의 연소로 발생하는 이산화 탄소가 지구 온난화를 가속화하는 것으로 알려져 문제가 되고 있다.

13

ㄱ. (가)는 철광석을 철로 환원시키는 철의 제련 반응이고, (나)는 암모니아 합성 반응이다.

ㄴ. 암모니아는 질소와 수소 기체를 반응시켜 합성한다. 하버와 보슈에 의해 대량으로 생산된 암모니아는 질소 비료의 대량 생산을 가능하게 하였다.

ㄷ. 철광석으로부터 철을 얻기 위해서는 용광로의 온도를 900~1300℃로 유지해야 하고, 공장에서 암모니아를 효율적으로 생산하기 위해 필요한 온도는 300~550℃이다. 이 두 경우에 필요한 에너지는 주로 화석 연료에서 얻는다.

14

ㄱ. 광합성은 식물이 빛에너지를 이용하여 물과 이산화 탄소로부터 포도당과 산소를 만드는 반응이다.

ㄴ. 연소 반응 결과 발생한 이산화 탄소의 주성분 원소가 탄소와 산소이므로 대기 중 탄소 함량을 늘리는 데 영향을 미친다.

ㄷ. 탄소는 호흡이나 연소 반응에 의해 이산화 탄소와 같은 물질로 전환되어 순환된다.

2 화학의 언어

핵심 개념 체크

본문 12~14쪽

1 화합물 2 탄소, 수소 3 (1) × (2) × 4 원소 : 수소, 헬륨, 철, 다이아몬드, 화합물 : 물, 염화 나트륨, 암모니아, 삼산화 이철 5 (1) ○ (2) × 6 (1) ○ (2) × (3) × 7 분자

출제 예상 문제

본문 15~17쪽

01 ④ 02 ③ 03 ⑤ 04 5×10^7 개
05 ⑤ 06 (1) 원소 : 헬륨, 수소, 화합물 : 물, 이산화 탄소, 암모니아, 메테인 (2) 메테인 07 ③ 08 ④ 09 ②
10 ⑤ 11 ③ 12 ① 13 ③ 14 ⑤
15 ① 16 ⑤ 17 ② 18 ⑤ 19 ④

01

ㄱ. 염화 나트륨 수용액을 구성하는 물과 염화 나트륨은 염화 나트륨 수용액과 성질이 다르지 않으므로 혼합물이다.

ㄴ. 물을 구성하는 산소와 수소는 물과 성질이 다른 물질이므로 물은 화합물이다. 마찬가지로 염화 나트륨을 구성하는 나트륨과 염소는 염화 나트륨과 성질이 다른 물질이므로 화합물이다.

오답 바로 알기 ㄷ. 염화 나트륨을 구성하는 나트륨과 염소는 화학 결합을 하고 있으므로 화학적 방법으로 분해되며, 분해된 나트륨과 염소는 염화 나트륨과 성질이 달라진다.

02

③ 물이 수증기로 기화되는 반응은 상태 변화로 물리적 변화이다.

오답 바로 알기 ① 메테인이 연소되면 물과 이산화 탄소가 생성되는 화학 변화가 일어난다.

② 물이 전기 분해되면 산소와 수소 기체가 발생하는 화학 변화가 일어난다.

④ 철이 산소와 결합하면 산화 철이 생기는 화학 변화가 일어난다.

⑤ 질소와 수소 기체를 화학 변화시키면 암모니아가 합성된다.

03

ㄴ. 물 분자 1개는 수소 원자 2개와 산소 원자 1개로 이루어져 있다.

ㄷ. 물을 구성하는 성분 원소의 종류가 2가지이므로 화합물이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 물을 구성하는 원소는 수소와 산소 2가지이다.

04

염소 원자 1개의 지름이 200 pm 이므로 1 cm 를 염소 원자의 지름으로 나뉘주면 구할 수 있다.

$$1 \text{ cm} \div 200 \text{ pm} = 5 \times 10^7 \text{ 개}$$

05

ㄴ. 물의 구성 성분 원소는 산소와 수소 2종류이다.

ㄷ. 화학 반응에서 반응 전과 후의 모든 원자 수의 합과 질량이 같다.

오답 바로 알기 ㄱ. 메테인은 화합물이고, 산소는 원소이다.

06

(1) 헬륨과 수소는 원소이고, 물과 이산화 탄소, 암모니아, 메테인은 화합물이다.

(2) 분자는 헬륨, 수소, 물, 이산화 탄소, 암모니아, 메테인이다. 이 중에서 분자 1개를 이루는 원자 수가 가장 많은 물질은 메테인이며, 5개의 원자로 구성되어 있다.

07

과산화 수소와 물의 성분 원소는 산소와 수소 2가지이다. 과산화 수소의 화학식은 H_2O_2 이다.

08

ㄱ. 염화 나트륨을 구성하는 성분 원소는 나트륨과 염소이므로, 염화 나트륨은 화합물이다.

ㄷ. 염화 나트륨을 구성하는 성분 원소는 나트륨과 염소 2가지이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 염화 나트륨은 이온 결합 물질이므로 분자로 존재하지 않는다. 따라서 NaCl은 실험식이다.

09

A는 화합물이면서 분자이므로 이산화 탄소이다. B는 화합물이면서 분자가 아니므로 이온 결합 물질인 산화 철이다. C는 원소이므로 산소이다.

10

⑤ 염화 나트륨은 나트륨과 염소의 2가지 성분 원소로 이루어진 화합물이지만, 이온 결합 물질이므로 분자로 존재할 수 없다.

오답 바로 알기 ① 수소는 원소이면서 2원자 분자이다.

② 헬륨은 원소이면서 단원자 분자이다.

③ 메테인은 화합물이면서 분자이다.

④ 암모니아는 화합물이면서 분자이다.

11

ㄱ. 3가지 물질은 모두 비활성 기체로서 성분 원소가 1가지인 원소이다.

ㄴ. 비활성 기체는 안정하여 화학 결합을 하지 않고, 단원자 분자 형태로 존재한다.

오답 바로 알기 ㄷ. 3가지 물질은 모두 단원자 분자이므로 화합물이 아닌 원소이다.

12

화합물은 두 가지 이상의 성분 원소로 구성된 물질이므로 ㉠ 철광석

(Fe_2O_3)과 ㉠ 암모니아(NH_3)는 화합물이고 나머지는 원소이다.

13

원소 기호와 원소 이름은 다음과 같다.

① H - 수소, ② Li - 리튬, ③ F - 플루오린, ④ K - 칼륨, ⑤ Ca - 칼슘

14

ㄱ. 분자식과 실험식은 모두 CO_2 로 같다.

ㄴ. 이산화 탄소 분자 1개는 탄소 원자 1개와 산소 원자 2개로 구성되어 있다.

ㄷ. CO_2 는 2종류 이상의 원소로 구성되어 있으므로 화합물이다.

15

① 실험식이 같더라도 분자식이 다르면 다른 물질이다. 또한 실험식과 분자식이 같더라도 화학 결합 구조가 다르면 다른 물질이 될 수 있다.

오답 바로 알기 ② 화학식에는 분자식, 실험식, 구조식 등이 있다.

③ 이온 결합 물질, 금속, 원자 결정 등은 실험식을 사용한다.

④ 화학식은 원소 기호와 숫자를 사용하여 표현한다.

⑤ 화학식에서 사용한 원소 기호의 종류가 성분 원소의 수이므로, 1가지 성분 원소를 사용하여 화학식을 표현하면 원소이고 2가지 이상 성분 원소를 사용하여 화학식을 표현하면 화합물이다.

16

ㄴ. 질소, 수소, 암모니아는 모두 분자이다.

ㄷ. 반응물의 전체 성분 원소는 질소와 수소이며, 생성물의 전체 성분 원소 역시 질소와 수소이다. 화학 반응에서 반응물과 생성물에 포함된 전체 성분 원소의 종류와 개수는 항상 변하지 않는다.

오답 바로 알기 ㄱ. 질소와 수소는 원소이고, 암모니아는 화합물이다.

17

ㄴ. 생성물인 물(H_2O)은 독립적인 분자로 존재하면서 물질의 성질을 나타낸다.

오답 바로 알기 ㄱ. 반응물은 모두 원소이다.

ㄷ. 반응 전후 모두 원소의 원자 수는 변하지 않는다.

18

ㄱ. 분자 모형에서 입자 수가 12개인 것은 수소이므로 ㉠은 수소이다.

ㄴ. 포도당은 탄소, 수소, 산소로 이루어진 화합물이다.

ㄷ. 포도당의 화학식은 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 이다. 포도당을 완전 연소시키면 물과 이산화 탄소가 생성된다. 포도당 한 분자에는 탄소 원자 6개가 포함되어므로 포도당 한 분자를 완전 연소시키면 발생하는 이산화 탄소 분자는 6개이다.

19

ㄱ. 분자 1개를 이루는 원자의 수는 이산화 탄소가 3개, 포도당이 24개이다.

ㄷ. 반응물인 이산화 탄소와 물, 생성물인 포도당과 산소는 모두 분자이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 생성물 중에서 포도당은 화합물이지만, 산소는 원소이다.

3

화학식량과 물

핵심 개념 체크

본문 18~20 쪽

- 1 원자량 2 (1) ○ (2) × 3 질량수 4 동위 원소 5 (1) 40
(2) 58 6 3몰 7 1몰 8 $3 \times 6.02 \times 10^{23}$ 개 9 부피 10 (1)
 3.01×10^{23} 개 (2) 22 g (3) 11.2 L 11 11.2 L

출제 예상 문제

본문 21~23 쪽

- 01 ① 02 ② 03 2.64×10^{-23} g 04 ①
05 a는 원자 번호, b는 질량수 06 ② 07 ②
08 ⑤ 09 ⑤ 10 ② 11 이산화 탄소, 산소, 물
12 ⑤ 13 $\frac{1}{12}$ -몰 14 ② 15 ③ 16 ④
17 ④ 18 ④ 19 ⑤ 20 ③

01

① 원자량은 질량수 12인 탄소에 대한 상대적인 질량하므로 단위가 없다.

오답 바로 알기 ② 원자량은 원자들의 상대적 질량이다.

③ 원자량과 분자량은 화학식량의 한 종류이다.

④ 원자량은 원자 1개의 상대적인 질량을 의미한다.

⑤ 원자량의 기준이 되는 원소는 원자 번호 6, 질량수 12인 탄소이다.

02

C 원자 4개와 X 원자 3개의 질량이 같으므로 X 원자 1개의 질량은 16이다. X 원자 7개와 Y 원자 4개의 질량이 같으므로 Y 원자 1개의 질량은 28이다. 그러므로 화합물 YX_2 의 화학식량은 60이다.

03

탄소 원자와 산소 원자의 질량비는 3 : 4이므로 산소 원자 1개의 질량은 2.64×10^{-23} g이다.

04

원자량은 상대적인 질량하므로, 수소 원자 1개의 질량은 탄소 원자 1개의 질량과 비교하여 상대적으로 $\frac{1}{12}$ 배의 질량을 갖는다.

05

원소의 표시법에 따르면 원소 기호 왼쪽 윗부분의 첨자는 양성자 수와 중성자 수를 더한 질량수를 나타내고, 왼쪽 아랫부분의 첨자는 원자 번호로서 양성자 수 또는 원자의 전자 수를 나타낸다.

06

평균 원자량은 존재 비율을 고려하여 계산한다.

$$\text{염소(Cl)의 평균 원자량} = 35 \times \frac{75}{100} + 37 \times \frac{25}{100} = 35.5$$

07

평균 원자량은 존재 비율을 고려하여 계산한다.

$$\text{구리(Cu)의 평균 원자량} = 63 \times \frac{x}{100} + 65 \times \frac{y}{100} = 63.55$$

$y = 100 - x$ 이므로 계산하면 $x = 72.5$, $y = 27.5$ 이다.

08

⑤ 분자량은 분자를 이루는 원자의 원자량의 합으로서 원자량과 마찬가지로 상대적인 값이므로 단위가 없다.

오답 바로 알기 ① 분자 1개의 질량은 분자량을 아보가드로수로 나눈 값이다.

② 분자량과 실험식량은 같은 경우(예를 들어 H_2O , CO_2 등)도 있고, 다른 경우도 있다.

③ 분자량은 H_2O 이 18, CO_2 가 44이다.

④ 포도당($C_6H_{12}O_6$)의 분자량은 180이다.

09

⑤ NO_2 의 분자량은 46이다.

오답 바로 알기 ① CH_4 의 분자량은 16이다.

② CO_2 의 분자량은 44이다.

③ H_2O 의 분자량은 18이다.

④ NH_3 의 분자량은 17이다.

10

화합물 XY 의 분자량은 30이고, 화합물 XY_2 의 분자량은 46이므로 Y의 원자량은 $46 - 30 = 16$ 이다. 그러므로 X의 원자량은 14이다.

11

산소(O_2), 물(H_2O), 이산화 탄소(CO_2)가 각각 1g씩 있을 때 분자 수는 몰수에 비례하고, 같은 질량일 때 분자량이 작을수록 몰수가 크다. 그러므로 분자 수는 분자량이 작은 물, 산소, 이산화 탄소 순서가 된다.

12

(가) 산소(O_2) 기체 128 g은 4몰이다.

(나) 삼산화 이철(Fe_2O_3) 1.5몰에 들어 있는 철 이온은 3몰, 산소 이온은 4.5몰이므로 전체 이온 수는 7.5몰이다.

(다) 설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$) 분자 1몰에 수소 원자 22몰이 들어 있으므로 설탕 분자 0.1몰에 들어 있는 수소 원자 수는 2.2몰이다.

그러므로 입자 수는 (다) < (가) < (나)이다.

13

원자량이 12인 탄소(C) 원자로만 이루어진 물질인 다이아몬드는 12 g이 1몰이다. 그러므로 1 g의 다이아몬드에 들어 있는 탄소 원자의 몰수는 $\frac{1}{12}$ 몰이다.

14

ㄴ. 60 kg인 사람 몸에서 차지하는 질량을 원자량으로 나누면 몰수이므로, 몰수가 가장 큰 원소는 C이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 몰수는 A가 B보다 크다.

ㄷ. B와 D의 경우 원자량이 큰 D는 60 kg인 사람 몸에서 차지하는 질량이 작다.

15

산소 기체 16 g에 포함된 산소 분자 수는 0.5몰이다.

ㄱ. 물 분자 1개당 산소 원자 1개가 포함되어 있다. 물(H_2O) 9 g은 0.5몰이며 물 9 g에 포함된 산소 원자 수는 0.5몰이다.

ㄴ. 이산화 탄소 분자 1개당 산소 원자 2개가 포함되어 있다. 그러므로 이산화 탄소(CO_2) 0.25몰에 포함된 산소 원자 수는 0.5몰이다.

오답 바로 알기 ㄷ. 0°C, 1기압에서 질소(N_2) 기체 22.4 L는 1몰이므로, 1몰의 질소 기체에 포함된 질소 분자 수도 1몰이다.

16

0°C, 1기압에서 기체의 분자량을 구하려고 할 때 필요한 것은 기체 22.4 L의 질량이다. 아보가드로 법칙에 따르면 기체의 종류에 관계없이 0°C, 1기압에서 모든 기체는 22.4 L에 1몰의 기체가 존재하기 때문이다.

ㄱ, ㄷ. 기체 5.6 L가 들어 있는 용기 전체의 질량에서 진공 상태의 용기 질량을 빼면 0.25몰의 기체가 차지하는 질량이 측정된다.

오답 바로 알기 ㄴ. 아보가드로수는 기체 1몰이 차지하는 입자 수를 말하므로 반드시 필요한 것은 아니다.

17

아보가드로 법칙에 따르면 기체의 종류에 관계없이 0°C, 1기압에서 모든 기체는 22.4 L에 1몰의 기체가 존재한다. 따라서 0°C, 1기압에서 22.4 L의 기체가 차지하는 질량으로부터 분자량을 구할 수 있다. 기체 1몰의 질량 = $2.68 \text{ g/L} \times 22.4 \text{ L} = 60.032 \text{ g}$ 이다. 따라서 이 기체의 분자량과 가장 가까운 자연수는 60이다.

18

아보가드로 법칙에 따르면 기체의 종류에 관계없이 0°C, 1기압에서 모든 기체는 22.4 L에 1몰의 기체가 존재한다. 따라서 3가지 기체는 플라스크에 모두 0.5몰씩의 기체가 들어 있다.

19

⑤ 용기 속에 들어 있는 3가지 기체의 몰수가 같으므로 용기 속 압력은 모두 같다.

오답 바로 알기 ① 원자 몰수는 (가)는 0.5몰, (나)는 2.0몰이다.

② 분자 몰수는 0.5몰로 같다.

③ 밀도는 질량을 부피로 나눈 값이므로 같은 부피의 기체는 총 질량(분자량)이 크면 밀도가 크다. 그러므로 같은 몰수의 분자에 대하여 밀도는 분자량이 작은 (나)가 (다)보다 작다.

④ 화학식량은 (가)는 4, (나)는 17이다.

20

ㄱ. 밀도는 질량을 부피로 나눈 값이므로 같은 부피의 기체는 총 질량이 크면 밀도가 크다. 산소 원자 수는 (가)와 (나)가 같으므로 탄소 원자가 성분 원소로 더 존재하는 (나)의 총 질량이 더 크다. 그러므로 밀도는 (가)가 (나)보다 작다.

ㄴ. (가)와 (나)의 분자 수가 같으므로 압력은 (가)와 (나)가 같다.

오답 바로 알기 ㄷ. 분자 수가 같으므로 원자 수의 비는 (가) : (나) = 2 : 3이다.

4

화합물의 조성

핵심 개념 체크

본문 24~26쪽

1 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) × (6) ○ 2 ○ 3 42 4 분
자식 5 실험식 6 물(H₂O) 7 이산화 탄소(CO₂) 8 C, H
9 (1) ○ (2) ○ (3) ○ 10 30 11 C₆H₆ 12 3 13 24

출제 예상 문제

본문 27~29쪽

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

01

ㄱ. 불꽃 반응에서 불꽃색은 화합물의 금속 양이온 때문에 나타난다.

오답 바로 알기 ㄴ. 선 스펙트럼은 각 금속마다 고유의 선 모양을 나타내므로 질산 칼륨과 질산 나트륨의 선 스펙트럼은 다르다.

ㄷ. 염화 구리(II)와 염화 나트륨은 각각 금속 성분 원소가 다르므로 불꽃 반응의 불꽃색은 다르다.

02

실험식은 화합물을 구성하는 성분 원소와 원자 수를 가장 간단한 정수비로 나타낸 화학식이므로 구성 원소의 종류와 원자 개수 비율을 알 수 있다. 분자식은 실험식의 정수배이므로 실험식이 같아도 분자식은 다를 수 있다.

03

④ C₂H₄O₂는 구성 원소가 C, H, O이며 원자 수의 비는 1 : 2 : 1이고, 분자량은 실험식량의 2배이다.

오답 바로 알기 ① CH₂O는 분자량과 실험식량이 같다.

② CH₄O는 구성 원소의 원자 수의 비가 C : H : O = 1 : 4 : 1이다.

③ C₂H₆O는 구성 원소의 원자 수의 비가 C : H : O = 2 : 6 : 1이다.

⑤ C₆H₁₂O₆은 분자량이 실험식량의 6배이다.

04

Fe₂O₃의 실험식은 Fe₂O₃이다.

05

④ N₂O₄의 실험식은 NO₂이므로 실험식량은 14 + 16 × 2 = 46이다.

오답 바로 알기 ① CO의 실험식량은 12 + 16 = 28이다.

② N₂O의 실험식량은 14 × 2 + 16 = 44이다.

③ H₂O의 실험식량은 1 × 2 + 16 = 18이다.

⑤ C₂H₂의 실험식은 CH이므로 실험식량은 12 + 1 = 13이다.

06

④ 실험식 NO₂의 실험식량은 14 + 16 × 2 = 46이다. 분자량이 실험식량의 2배이므로 분자식은 (NO₂)₂ = N₂O₄이다.

오답 바로 알기 ① NO의 분자량은 14 + 16 = 30이다.

② NO₂의 실험식은 NO₂이고, 분자량은 46이다.

③ N₂O의 실험식은 N₂O이고, 분자량은 44이다.

⑤ N₂O₅의 실험식은 N₂O₅이고, 분자량은 108이다.

07

② C₆H₁₂O₆의 실험식은 CH₂O이다.

오답 바로 알기 ① 분자량은 12 × 6 + 1 × 12 + 16 × 6 = 180이다.

③ 구성 원소는 C, H, O 3종류이다.

④ 한 분자당 원자 수는 C 6개, H 12개, O 6개이다.

⑤ 실험식이 CH₂O이므로 원자 수의 비는 C : H : O = 1 : 2 : 1이다.

08

① 화합물 X의 성분 원소 질량 백분율이 C가 40%, H가 6.7%,

O가 53.3%이므로 C, H, O의 원자 수의 비는 $\frac{40}{12} : \frac{6.7}{1} : \frac{53.3}{16}$

= 3.33 : 6.7 : 3.33 = 1 : 2 : 1이다. 따라서 화합물 X의 실험식은 CH₂O이다. 화합물 X와 실험식이 같은 물질은 HCHO이다.

오답 바로 알기 ② CH₃OH의 실험식은 CH₄O이다.

③ C₂H₅OH의 실험식은 C₂H₆O이다.

④ C₂H₅CHO의 실험식은 C₃H₆O이다.

⑤ HCOOH의 실험식은 CH₂O₂이다.

09

② C와 H로 이루어진 기체 X에서 C의 질량이 36 mg, H의 질량이

6 mg이므로, C와 H의 원자 수의 비는 $\frac{36}{12} : \frac{6}{1} = 1 : 2$ 이다.

따라서 기체 X의 실험식은 CH₂이다. 이 기체의 밀도는 1.25 g/L이고 1몰의 질량은 1.25 g/L × 22.4 L = 28 g이므로 기체 X는 분자량이 28인 C₂H₄이다.

오답 바로 알기 ① CH₂ 1몰의 질량은 14 g이다.

③ C₃H₆ 1몰의 질량은 42 g이다.

④ C₄H₈ 1몰의 질량은 56 g이다.

⑤ C₆H₆ 1몰의 질량은 78 g이다.

10

ㄱ. CaCl₂을 채운 관은 H₂O를 흡수하고, NaOH을 채운 관은 CO₂를 흡수한다.

ㄴ. 화합물에 들어 있는 C의 질량은 $132 \times \frac{12}{44} = 36$ mg이고, H의

질량은 $54 \times \frac{2}{18} = 6$ mg이므로 O의 질량은 90 - 36 - 6 = 48 mg

이다.

ㄷ. C, H, O의 원자 수비는 $\frac{36}{12} : \frac{6}{1} : \frac{48}{16} = 1 : 2 : 1$ 이므로, 실험식은 CH_2O 이다.

11

ㄱ. 화합물 X a mg 중에 들어 있는 C의 질량은 $66 \times \frac{12}{44} = 18$ mg이다.

ㄴ. H의 질량은 $27 \times \frac{2}{18} = 3$ mg이다. C의 질량과 H의 질량의 합이 a mg이 되어야 하므로 $18 + 3 = 21$ mg이다.

오답 바로 알기 ㄷ. 화합물 X의 C와 H 원자 수의 비는 $\frac{18}{12} : \frac{3}{1} = 1 : 2$ 이므로, 실험식은 CH_2 이다.

12

화합물 X의 질량 백분율이 C 90.0%, H 10.0%이므로,

C의 질량은 $80 \times \frac{90}{100} = 72$ mg, H의 질량은 $80 \times \frac{10}{100} = 8$ mg

이다. 따라서 C와 H의 원자 수 비는 $\frac{72}{12} : \frac{8}{1} = 3 : 4$ 이다.

13

① 실험식이 C_3H_4 이므로 실험식량은 40이다. 분자량이 실험식량과 같으므로, 분자식은 C_3H_4 이다.

오답 바로 알기 ② C_3H_6 의 실험식은 CH_2 이고 분자량은 42이다.

③ C_3H_8 의 실험식은 C_3H_8 이고 분자량은 44이다.

④ C_4H_8 의 실험식은 CH_2 이고 분자량은 56이다.

⑤ C_6H_8 의 실험식은 C_3H_4 이고 분자량은 80이다.

14

ㄴ. (가)의 실험식이 CH_2O 이고 분자당 구성 원자 수가 8개이므로 분자식은 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 이다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가), (나)를 이루는 원소의 종류와 구성 원자 수의 비가 같으나, 분자 한 개를 구성하는 원자 수가 다르므로 분자량은 다르다.

ㄷ. (가), (나)를 이루는 원소의 종류와 구성 원자 수의 비가 같으므로 탄소(C)의 질량 백분율(%)은 같다.

15

ㄱ. 화합물 X의 구성 원소는 C, H이다.

ㄷ. 실험식이 CH_2 이므로 C와 H의 원자 수의 비는 1 : 2이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 실험식량은 14, 분자량은 42이다.

5

화학 반응식과 양적 관계

핵심 개념 체크

본문 30~33쪽

1 화학 반응식 **2** 반응물, 생성물 **3** (1) × (2) × (3) **4** 반응물 : NaHCO_3 , 생성물 : Na_2CO_3 , H_2O , CO_2 **5** $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ **6** 0.5몰 **7** 6 g **8** 0.25몰 **9** 11.2 L **10** 30 mL **11** (1) $a=2$, $b=2$ (2) $a=4$, $b=2$ **12** 44.8 L **13** 132 g **14** $a=2$, $b=1$, $c=1$ **15** (1) ○ (2) × **16** 0.2몰 **17** 22 g **18** 0.5몰

출제 예상 문제

본문 34~37쪽

01 ③	02 ②	03 ⑤	04 ③	05 ④
06 ③	07 ①	08 ②	09 ②	10 ⑤
11 ④	12 ④	13 ①	14 ③	15 ③
16 ④	17 ③	18 ③	19 ②	

01

ㄱ. 화학 반응식은 반응물에서 생성물 쪽으로 화살표 방향으로 나타낸다. 따라서 생성물은 NH_3 이다.

ㄴ. 화학 반응식에 물질의 상태를 s , l , g , aq 등으로 표시할 수 있으며, 반응물과 생성물은 모두 기체 상태이다.

오답 바로 알기 ㄷ. 화학 반응에서 원자는 새로 생성되거나 소멸되지 않으므로 반응 전후 원소의 종류와 원자 수는 같다. 따라서 반응물의 수소 원자 수는 생성물의 수소 원자 수와 같다.

02

ㄷ. O_2 와 H_2O 의 계수비가 1 : 2이므로 부피비도 1 : 2이다.

오답 바로 알기 ㄱ. H_2 와 H_2O 의 계수비는 1 : 1이므로 H_2 1몰이 반응할 때 H_2O 는 1몰 생성된다.

ㄴ. H_2 와 O_2 의 계수비는 2 : 1이고, 수소 기체 2 g은 1몰이므로 이 때 필요한 O_2 의 몰수는 0.5몰이다.

03

같은 원소의 원자 수를 일치시키기 위해 계수를 맞추므로 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수의 합은 같지 않을 수 있다.

04

ㄱ. 반응물과 생성물의 각 원자의 종류와 수가 같도록 계수를 맞추면 $a=2$, $b=2$ 이므로 a 와 b 는 같다.

ㄴ. CH_4 과 CO_2 의 계수비는 1 : 1이므로, CH_4 1몰이 연소하면 CO_2 1몰이 생성된다.

오답 바로 알기 ㄷ. 화학 반응의 계수비는 질량비와 같지는 않다.

05

반응물과 생성물의 각 원자의 종류와 수가 같도록 계수를 맞춘다.

오답 바로 알기 ① $2\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{MgO}$

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

③ $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

⑤ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

06

과산화 수소의 분해 반응식은 $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 이므로 계수의 합은 5이다.

07

H_2O 과 O_2 의 계수비는 2 : 1이고, 계수비는 몰수비와 같다. O_2 8 g의 몰수는 0.25몰이므로 필요한 H_2O 의 몰수는 0.5몰이다. H_2O 0.5몰의 질량은 9 g이다.

08

ㄴ. 화학 반응식의 계수비는 몰수비와 같으므로 Na과 H_2O 이 반응하는 몰수비는 1 : 1이다. Na 23 g은 Na 1몰에 해당하는 질량이므로 H_2O 은 1몰이 반응한다. 1몰에 해당하는 H_2O 의 질량은 18 g이다.

오답 바로 알기 ㄱ. Na 23 g은 Na 1몰에 해당하는 질량이고, Na과 H_2 의 몰수비는 2 : 1이다. 따라서 Na 1몰이 반응하면 H_2 는 0.5몰이 생성된다.

ㄷ. Na, NaOH, H_2 의 계수비는 2 : 2 : 1이고, 각 물질이 반응하거나 생성되는 몰수비와 같다. Na 23 g은 Na 1몰에 해당하는 질량이므로, Na 1몰이 반응하면 NaOH 1몰과 H_2 0.5몰이 각각 생성된다. NaOH 1몰 질량은 40 g이고, H_2 0.5몰 질량은 1 g이므로 질량비는 40 : 1이다. 화학 반응식의 계수비는 질량비와 같지는 않다.

09

CO와 CO_2 의 계수비는 1 : 1로 반응하거나 생성되는 물질의 몰수비, 부피비와 같다. CO_2 11.2 L는 0.5몰에 해당하는 부피이므로 0.5몰의 CO_2 가 생성될 때 필요한 CO의 몰수는 0.5몰이다. CO 0.5몰의 질량은 14 g이다.

10

기체 B와 기체 C의 계수비는 1 : 2이므로 반응하는 몰수비와 부피비도 1 : 2이다. 기체 B 1.5몰이 반응하면 기체 C 3몰이 생성되므로, 0 °C, 1기압에서 기체 C 3몰의 부피는 $3 \times 22.4 \text{ L} = 67.2 \text{ L}$ 이다.

11

화학 반응식의 계수는 반응물과 생성물의 원자의 종류와 수가 같도록 맞추어야 하므로 화학 반응식은

$2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \longrightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 이다. 따라서 계수 $a=3$, $b=3$ 이다.

12

ㄴ. 반응물과 생성물의 원자의 종류와 수가 같도록 계수를 맞추면 프로페인의 연소 반응의 화학 반응식은 $\text{C}_3\text{H}_8(g) + 5\text{O}_2(g) \longrightarrow 3\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(g)$ 이다.

C_3H_8 0.1몰이 연소될 때 생성되는 CO_2 의 몰수는 0.3몰이므로, 0.3몰에 해당하는 CO_2 질량은 $0.3 \text{ mol} \times 44 \text{ g/mol} = 13.2 \text{ g}$ 이다.

ㄷ. C_3H_8 4.4 g은 $\frac{4.4}{44} = 0.1$ 몰이므로 완전 연소시키기 위해 필요한 O_2 의 몰수는 0.5몰이다. 0 °C, 1기압에서 O_2 0.5몰이 차지하는 부피는 $0.5 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 11.2 \text{ L}$ 이다.

오답 바로 알기 ㄱ. $a=5$, $b=3$, $c=4$ 이므로 $a < b+c$ 이다.

13

ㄱ. 반응 후 새롭게 생성된 생성물은 X 원자 2개, Y 원자 1개로 이루어진 X_2Y 이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 반응 전의 분자 수는 7개, 반응 후의 분자 수는 5개이다.

ㄷ. 반응한 분자 수는 X_2 4개, Y_2 2개이고, 생성된 X_2Y 분자 수는 4개이므로 반응물과 생성물의 원자의 종류와 수를 맞추어 가장 간단한 정수비로 나타내면 $2\text{X}_2(g) + \text{Y}_2(g) \longrightarrow 2\text{X}_2\text{Y}(g)$ 이다.

14

ㄱ. 반응물과 생성물의 각 원자의 종류와 수가 같으므로 A는 H_2 이다.

ㄴ. 화학 반응식은 $\text{Mg} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$ 이므로, $a : b = 2 : 1$ 이다.

오답 바로 알기 ㄷ. Mg 36 g은 1.5몰이고, Mg과 H_2 의 계수비는 1 : 1이므로, 생성되는 H_2 의 몰수는 1.5몰이다. 0 °C, 1기압에서 H_2 1.5몰의 부피는 33.6 L이다.

15

화학 반응의 계수비는 반응하는 물질과 생성되는 물질의 몰수비와 같다. 몰수 변화 표에서 반응한 기체 A의 몰수는 반응 전 몰수 - 반응 후 몰수 $= 8 - 2 = 6$ 몰이고, 반응한 기체 B의 몰수는 $3 - 0 = 3$ 몰이다. 이때 생성된 기체 C의 몰수는 6몰이므로, 기체들의 몰수비는 $A : B : C = 6 : 3 : 6 = 2 : 1 : 2$ 이다. 따라서 이 반응의 화학 반응식은 $2\text{A}(g) + \text{B}(g) \longrightarrow 2\text{C}(g)$ 이다. 따라서 $a+b+c=5$ 이다.

16

ㄴ. CaCO_3 2 g은 $\frac{2}{100} = 0.02$ 몰이다.

ㄷ. CaCO_3 과 CO_2 의 몰수비는 1 : 1이므로 CaCO_3 0.02몰이 반응하면 0.02몰의 CO_2 가 생성된다. CO_2 0.02몰이 차지하는 부피는 $0.02 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 0.448 \text{ L}$ 이다.

오답 바로 알기 ㄱ. CaCO_3 과 묽은 염산이 반응할 때 화학 반응식은 $\text{CaCO}_3(s) + 2\text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g)$ 이

다. 따라서 $a=2$ 이다.

17

$A(g) + 2B(g) \longrightarrow C(g)$ 에서 계수비는 부피비와 같으므로 기체 C 10 mL가 생성되기 위해서 필요한 기체 B의 부피는 20 mL이다.

18

ㄱ. 화학 반응식의 계수비는 분자 수비와 같다. 반응물의 계수의 합이 생성물의 계수의 합보다 더 크므로 반응 후 분자 수는 감소한다.

ㄴ. O_2 0.5몰이 소모되었을 때 생성되는 H_2O 의 몰수는 0.2몰이다. H_2O 0.2몰의 부피는 $0.2 \text{ 몰} \times 22.4 \text{ L/몰} = 4.48 \text{ L}$ 이다.

오답 바로 알기 ㄴ. C_2H_2 13 g은 $\frac{13}{26} = 0.5$ 몰이므로, C_2H_2 0.5몰이 모두 반응하면 CO_2 1몰이 생성된다.

19

반응한 Zn의 몰수는 $\frac{2.0}{\omega}$ 이고, 계수비는 몰수비와 같으므로

$Zn : H_2 = 1 : 1$ 이다. 따라서 생성되는 H_2 의 부피는 $\frac{2.0}{\omega} \times 22.4 \text{ L}$ 이다.

대단원 종합 문제

본문 38~42쪽

01 ①	02 ④	03 ①	04 ③	05 ④
06 ④	07 ⑤	08 ②	09 ①	10 ③
11 ④	12 ③	13 ④	14 ②	15 ②
16 ④	17 ⑤	18 ③	19 ③	20 ①
21 ④	22 ⑤	23 ③	24 ②	

01

ㄱ. 물은 분자이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 이산화 탄소는 탄소와 산소로 이루어져 있다.

ㄴ. 질소는 1가지 성분으로 이루어져 있는 원소이고, 암모니아는 질소와 수소로 이루어진 화합물이다.

02

ㄴ. 이산화 탄소는 탄소 원자 1개, 산소 원자 2개로 이루어져 있다.

ㄴ. 코크스(C), 철(Fe)은 원소이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 삼산화 이철은 철과 산소로 이루어진 화합물이다.

03

ㄱ. A에 속하는 물질은 염화 나트륨 1가지이다.

오답 바로 알기 ㄴ. B에는 화합물이면서 분자인 메테인이 들어갈 수 있다. 메테인은 탄소와 수소 2종류의 원소로 이루어져 있다.

ㄴ. C에 들어갈 수 있는 물질은 질소와 헬륨이다. 질소는 2원자 분자이고, 헬륨은 1원자 분자이다.

04

ㄱ. 원자량의 기준이 산소로 바뀌면 탄소의 실제 질량은 산소의 실제 질량의 75 %에 해당하므로 원자량은 12보다 작다.

ㄴ. 상대적인 원자량이 변하면 1몰에 대한 아보가드로수가 변한다. 따라서 원자들의 실제 질량은 변하지 않는다.

오답 바로 알기 ㄴ. 원자량의 기준을 산소로 하면 CO_2 의 분자량은 44보다 작아진다.

05

0°C , 1기압에서 기체 A 11.2 L는 0.5몰이고, 0.5몰의 질량이 16 g이므로 1몰의 질량은 32 g이다. 따라서 기체 A 분자량 (가)는 32이다. 기체 B 11 g은 0.25몰이고, 0.25몰의 분자가 차지하는 부피 (나)는 $22.4 \text{ L/몰} \times 0.25 \text{ 몰} = 5.6 \text{ L}$ 이다.

06

④ CH_4 8 g은 0.5몰이고, CH_4 분자 1개에는 4개의 수소 원자가 들어 있으므로 CH_4 0.5몰에는 수소 원자 2몰이 들어 있다.

오답 바로 알기 ① H_2 11.2 L는 0.5몰이다.

② H_2O 11.2 L는 0.5몰이고, H_2O 분자 1개에는 1개의 산소 원자가 들어 있으므로 H_2O 0.5몰에는 산소 원자 0.5몰이 들어 있다.

③ CO_2 3.01×10^{23} 개는 0.5몰이고, CO_2 분자 1개는 1개의 탄소 원자가 들어 있으므로 CO_2 0.5몰에는 탄소 원자 0.5몰이 들어 있다.

⑤ $C_6H_{12}O_6$ 은 분자량이 180이므로 15 g은 $\frac{1}{12}$ -몰이다. 포도당 1몰에는 O가 6몰 들어 있으므로 포도당 15 g에는 0.5몰이 들어 있다.

07

ㄱ. 이산화 탄소 5.6 L는 0.25몰이므로 질량 x 는 $44 \text{ g/mol} \times 0.25 \text{ mol} = 11 \text{ g}$ 이다.

ㄴ. 기체 A 5.6 L는 0.25몰이고, 0.25몰의 질량이 12 g이므로 1몰 질량은 $\frac{12 \text{ g}}{0.25 \text{ mol}} = 48 \text{ g/mol}$ 이다. 따라서 기체 A의 분자량은 48이다. 이산화 탄소의 분자량은 $12 + 16 \times 2 = 44$ 이므로 기체 A의 분자량이 더 크다.

ㄷ. 같은 온도와 압력에서 기체가 차지하는 부피는 분자 수에 비례한다. 두 용기 (가), (나)의 부피가 같으므로 이산화 탄소와 기체 A의 분자 수는 같다.

08

H_2 1 g은 0.5몰에 해당하는 질량이다. 따라서 H_2 의 분자 수는 0.5몰이고, H_2 분자 1개당 2개의 수소 원자로 구성되어 있으므로, 원자 수는 1몰이다. He 2 g은 0.5몰에 해당하는 질량이다. 따라서 He의 분자 수는 0.5몰이고 1원자 분자이므로 원자 수 역시 0.5몰이다. 같은 온도와 압력에서 기체의 부피는 분자 수에 비례하므로 0.5몰이 차지하는 부피는 각각 같다.

09

ㄱ. 기체 (가) 11.2 L는 0.5몰이고, 이때의 질량이 15 g이므로, 1몰의 질량은 30 g이다. 따라서 AB의 분자량은 30이다. 기체 (나) 5.6 L는 0.25몰이고, 이때의 질량이 11 g이므로, 1몰 질량은 44 g이다. 따라서 A_2B 의 분자량은 44이다. 분자량은 원자량의 합이므로, $A + B = 30$, $2A + B = 44$ 의 두 식을 이용하여 원자량을 구하면 A의 원자량은 14, B의 원자량은 16이다.

오답 바로 알기 ㄴ. A_2 의 1몰 질량은 28 g이므로 A_2 15 g의 몰수는 $\frac{15}{28}$ -몰이고 0.5몰보다 크므로, (가)의 0.5몰이 차지하는 부피 11.2 L보다 크다.

ㄷ. AB의 분자량은 $14 + 16 = 30$, A_2B 의 분자량은 $14 \times 2 + 16 = 44$ 이므로, 1 g 속에 들어 있는 분자 수는 AB는 $\frac{1}{30}$ -몰이고, A_2B 는 $\frac{1}{44}$ -몰이므로 분자 수는 기체 (가)가 더 크다.

10

ㄱ. 아보가드로 법칙에 따라 같은 온도와 압력에서 기체의 부피는 분자 수에 비례한다. (나)의 부피가 (가)의 2배이므로, 분자 수는 (나)가 (가)의 2배이다.

ㄴ. 분자 수의 비는 (가) : (나) = 1 : 2이고, 분자 1개를 구성하는 원자 수의 비는 (가) : (나) = 4 : 2 = 2 : 1이므로 (가)와 (나)의 원자 수는 같다.

오답 바로 알기 ㄷ. 질량은 분자량과 분자 수에 비례한다. 질량비는 (가) : (나) = $26 \times 1 : 32 \times 2 = 13 : 32$ 로 질량은 (나)가 (가)의 2배보다 크다.

11

화학 반응식의 계수비가 $M : H_2 = 1 : 1$ 이고, 발생한 H_2 의 몰수는

$$\frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.1 \text{ 몰이다. 따라서 반응한 금속 M의 몰수는 0.1몰}$$

이고, 0.1몰의 질량이 2.4 g이면 1몰 질량은 24 g이다. 따라서 금속 M의 원자량은 24이다.

12

ㄱ. 이산화 탄소는 분자 1개당 3개의 원자로 이루어져 있으므로 이산화 탄소 1몰에는 3몰의 원자가 들어 있다.

ㄴ. (나)는 산소이므로 1가지 성분으로 이루어진 원소이다.

오답 바로 알기 ㄷ. 염화 나트륨의 불꽃 반응색은 노란색이고, 염화 리튬의 불꽃 반응색은 빨간색이다. 금속 원소의 종류에 따라 불꽃 반응색은 다르다.

13

원자의 몰수는 $\frac{\text{질량}}{\text{원자량}}$ 으로 나타낼 수 있으므로, 질량 백분율을 이

용하여 탄소와 수소의 원자 수비를 구하면, $C : H = \frac{80}{12} : \frac{20}{1} = 1 : 3$ 이다. 따라서 화합물 X의 실험식은 CH_3 이고 분자량이 실험식량의 2배이므로, 분자식은 C_2H_6 이다.

14

ㄷ. 화합물 B를 구성하는 탄소와 수소의 원자 수비는 $C : H = \frac{12}{12} :$

$\frac{1}{1} = 1 : 1$ 이므로 화합물 B의 실험식은 CH이다. 분자량이 실험식량의 2배이므로 화합물 B의 분자식은 C_2H_2 이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 화합물 A를 구성하는 탄소와 수소의 원자 수비는 $C : H = \frac{12}{12} : \frac{2}{1} = 1 : 2$ 이므로, 화합물 A의 실험식은 CH_2 이다.

따라서 화합물 A의 실험식량은 14, 화합물 B의 실험식량은 13이다.
 나. 화합물 A의 분자량은 실험식량의 2배이므로 화합물 A의 분자식은 C_2H_4 이다. 따라서 분자 1개를 구성하는 원자 수는 화합물 A가 6개, 화합물 B가 4개이다.

15

나. 계수 $a=3$ 이고, C_2H_4 과 O_2 의 반응 몰수비는 1 : 3이다. 0.5몰이 완전 연소할 때 필요한 O_2 의 몰수는 1.5몰이므로 이때의 질량은 $32 \text{ g/mol} \times 1.5 \text{ mol} = 48 \text{ g}$ 이다.

오답 바로 알기 가. 반응 전후의 원소의 종류와 원자 수가 같도록 계수를 맞추면, $a=3$, $b=2$ 이다.

다. CO_2 와 H_2O 의 몰수비는 1 : 1이므로, CO_2 11.2 L는 0.5몰이고, 이때 생성되는 H_2O 는 0.5몰이다.

16

기체 X_2 와 Y_2 가 반응하여 X_2Y 를 생성하는 화학 반응식은 $2X_2(g) + Y_2(g) \rightarrow 2X_2Y(g)$ 이다. 계수비는 기체 상태 물질의 부피비와 같으므로, $X_2 : Y_2 : X_2Y = 30 \text{ mL} : 15 \text{ mL} : 30 \text{ mL} = 2 : 1 : 2$ 이다. 따라서 생성되는 X_2Y 의 부피는 30 mL가 된다.

17

가. 염화 칼슘 관에는 H_2O 이 흡수되므로, H의 질량은

$$H_2O \text{의 질량} \times \frac{2}{18} = 27 \times \frac{2}{18} = 3 \text{ mg이다.}$$

나. 화합물 X에 들어 있는 C의 질량은 화합물 X의 질량 - (H의 질량 + O의 질량)이므로, $45 - (3 + 24) = 18 \text{ mg}$ 이다. C의 질량은 NaOH 관에 흡수되는 CO_2 에 들어 있는 C의 질량과 같으므로,

$$w \times \frac{12}{44} = 18 \text{ mg이다. 따라서 } w = 66 \text{이다.}$$

다. 각 구성 원소의 원자의 몰수는 $\frac{\text{질량}}{\text{원자량}}$ 으로 나타낼 수 있으므로

$$\text{로, 각 원소의 원자 수비는 } C : H : O = \frac{18}{12} : \frac{3}{1} : \frac{24}{16} = 1 : 2 : 1$$

이고, 화합물 X의 실험식은 CH_2O 이다.

18

반응 전후 각 원소의 원자 수는 같으므로 계수를 맞추면 $a=6$, $b=6$ 이다. 따라서 $a+b=12$ 이다. CO_2 22.4 L는 1몰이고, 1몰의 CO_2 를 생성하는 데 필요한 포도당의 몰수는 $\frac{1}{6}$ 몰이다. 포도당의 1몰 질량은 180 g이므로 반응에 사용된 포도당의 질량은 30 g이다.

19

화학 반응식의 계수비는 반응하는 물질의 몰수비와 같다.

30 °C, 1기압에서 H_2 와 O_2 는 2 : 1로 반응하고 O_2 100 L는

$$\frac{100 \text{ L}}{25 \text{ L/mol}} = 4 \text{ 몰이므로, 연소되는 } H_2 \text{는 8몰이다. 따라서 } H_2 \text{의 질량은 } 2 \text{ g/mol} \times 8 \text{ mol} = 16 \text{ g이다.}$$

20

가. 화학 반응식의 계수비는 반응하는 물질의 몰수비와 같다. A 6 g이 모두 반응하여 생성되는 기체 C 44.8 L는 2몰이고, 계수비가 $A : C = 3 : 2$ 이므로, 반응한 기체 A는 3몰이다. A 3몰의 질량이 6 g이므로 1몰의 질량은 2 g이다. 따라서 A의 분자량은 2이다.

오답 바로 알기 나. A 3몰이 반응할 때 반응하는 B의 몰수는 1몰이다.

다. 계수비는 분자 수의 비와 같으므로, 반응물의 계수의 합 $3+1=4$ 가 생성물의 계수 2보다 크므로 반응 후 분자 수는 감소한다.

21

④ 시료를 구성하는 3가지 성분 원소의 조성비는 다음과 같다.

$$\text{탄소(C) : 수소(H) : 산소(O)} = \frac{12}{12} : \frac{2}{1} : \frac{16}{16} = 1 : 2 : 1 \text{이므로}$$

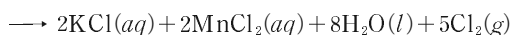
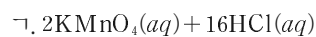
시료의 실험식은 CH_2O 이다.

오답 바로 알기 ① 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로만 구성되어 있는 화합물을 완전 연소시키면 물과 이산화 탄소가 생성된다. 이때 염화 칼슘이 들어 있는 U자관에서는 물이 흡수되고, 수산화 칼륨 수용액이 들어 있는 U자관에서는 이산화 탄소가 흡수된다.

③ 수산화 칼륨 수용액이 들어 있는 U자관에서 흡수된 이산화 탄소에 들어 있는 탄소(C)의 질량은 $44 \text{ mg} \times \frac{12}{44} = 12 \text{ mg}$ 이므로 화합물에 포함된 산소(O)의 질량은 16 mg이다.

⑤ 분자량 정보가 없으므로 분자식을 알 수 없다.

22



나. 과망가니즈산 칼륨($KMnO_4$)과 염산(HCl)은 모두 2가지 이상의 성분 원소로 구성되어 있으므로 화합물이다.

다. 과망가니즈산 칼륨($KMnO_4$) 1몰의 질량은 158 g이므로,

$$3.16 \text{ g의 몰수는 } \frac{3.16 \text{ g}}{158 \text{ g/mol}} = 0.02 \text{ 몰이다. 이때 방출되는 기체는}$$

염소 기체이며 과망가니즈산 칼륨과 2 : 5의 반응비를 나타내므로 0.05몰의 염소 기체가 발생한다. 표준 상태에서 1몰의 기체가 차지하는 부피는 22.4 L이므로 0.05몰의 염소 기체가 차지하는 기체는 1.12 L이다.

23

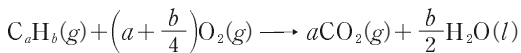
ㄱ. 아보가드로 법칙에 따르면 모든 기체는 같은 온도와 압력에서 같은 부피 속에 같은 몰수가 존재한다. 따라서 기체의 몰수는 (가)가 (나)보다 1.5배 크다.

ㄴ. 실린더 내 기체의 질량비는 $C_2H_4 : C_3H_6 = 28(\text{분자량}) \times 3(\text{몰수}) : 42(\text{분자량}) \times 2(\text{몰수}) = 84 : 84 = 1 : 1$ 이다.

오답 바로 알기 ㄷ. 기체 1몰당 포함된 원자의 몰수는 $C_2H_4 : C_3H_6 = 6 : 9 = 2 : 3$ 이다. 이때 기체의 몰수비가 $C_2H_4 : C_3H_6 = 3 : 2$ 이므로 기체의 원자 수의 비는 $C_2H_4 : C_3H_6 = 2 \times 3 : 3 \times 2 = 1 : 1$ 이다. 따라서 1g에 포함된 원자 수비는 $C_2H_4 : C_3H_6 = \frac{1}{28} \times 6 : \frac{1}{42} \times 9 = 1 : 1$ 이다.

24

다음과 같이 탄화수소 화합물의 완전 연소 반응식을 꾸민다.



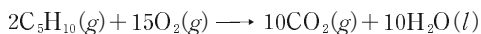
CO_2 의 부피 = $a \times C_aH_b$ 의 부피이므로, 50 mL = $a \times 10$ mL가 된다. 그러므로 $a = 5$ 이다.

반응 후 부피 = 반응 전 부피 - 35 mL이므로, [이산화 탄소의 부피 + 남은 산소 부피] = [C_aH_b 의 부피 + 반응한 산소의 부피 + 남은 산소의 부피] - 35 mL이다. 반응하고 남은 산소의 부피를 x 라 하면

$$50 \text{ mL} + x = 10 \text{ mL} + 10\left(5 + \frac{b}{4}\right) \text{ mL} + x - 35 \text{ mL} \text{이다.}$$

따라서 $b = 10$ 이다.

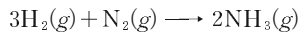
전체 화학 반응식은 다음과 같다.



서술형 문제

본문 43쪽

1



20세기 초 하버는 공기 중의 수소 기체와 질소 기체를 이용하여 암모니아를 대량으로 합성하여 식량 문제를 해결하였다.

2

화석 연료의 연소에 의해 발생하는 이산화 탄소가 지구 온난화를 가속시키고 있다.

3

화합물 중에는 분자로 이루어지지 않고 이온으로 이루어진 물질도 있다. 이온 결합 물질인 염화 나트륨(NaCl)은 수많은 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)이 반복적으로 결합되어 있기 때문에 분자로 존재하지 않는다.

4

기체는 같은 온도와 압력에서 같은 부피 속에는 기체의 종류에 관계없이 같은 수의 분자가 들어 있다.

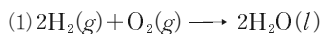
5

(1) 실험식은 원자 수의 가장 간단한 정수비이므로 이산화 탄소에 들어 있는 탄소의 질량은 $6.6 \text{ g} \times \frac{12}{44} = 1.8 \text{ g}$ 이고, 물에 들어 있는 수

소의 질량은 $2.7 \text{ g} \times \frac{2}{18} = 0.3 \text{ g}$ 이다. 산소의 질량은 화합물의 질량 - (탄소 질량 + 수소 질량)이므로, $4.5 - (1.8 + 0.3) = 2.4 \text{ g}$ 이다. 원자 수의 비는 질량을 원자량으로 나누어 계산할 수 있으므로, $C : H : O = \frac{1.8}{12} : \frac{0.3}{1} : \frac{2.4}{16} = 1 : 2 : 1$ 이다. 따라서 실험식은 CH_2O 이다.

(2) 분자량은 60이고, 실험식량은 30일 때 분자량이 실험식량의 2배이므로 분자식은 $C_2H_4O_2$ 이다.

6



(2) 화학 반응식의 계수비는 부피비와 같다. 수소와 산소는 2 : 1로 반응하므로 수소 4.48 L와 반응하는 산소의 부피는 2.24 L이다.

수능 맞보기

본문 44~45쪽

기출 1 ②

1 ③

기출 2 ①

2 ⑤

기출 3 ②

3 ③

기출 4 ④

4 ①

기출 1

나. 화합물은 CO, CO₂, Fe₂O₃ 3가지이다.**오답 바로 알기** 가. 원소는 C, O₂, Fe 3가지이다.다. 분자는 O₂, CO, CO₂ 3가지이다.

1

가. (가)에서 화합물은 CH₄, CO₂, H₂O 3가지이다.나. (나)에서 원소는 O₂ 1가지이다.**오답 바로 알기** 다. (가)와 (나)에 공통으로 들어 있는 분자는 O₂, CO₂, H₂O 3가지이다.

기출 2

가. (가), (나), (다)의 분자식과 분자량으로 계산하면 원자량은 A는 14, B는 16, C는 19이다.

오답 바로 알기 나. 실험식의 정수배가 분자식이므로, 실험식량의 정수배가 분자량이다. 실험식량은 (가)는 65, (나)는 35, (다)는 46이다.

다. 1몰에 들어 있는 B의 원자 수는 (가), (나), (다)가 모두 2몰로 같다.

2

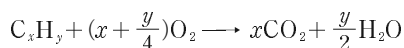
가. 실험식은 (가)는 CH₂O, (나)는 CH₂O₂, (다)는 CH₂O이다. 그러므로 실험식량은 (나)가 가장 크다.

나. 분자량은 (가)는 60, (나)는 46, (다)는 180이므로 (다)가 가장 크다.

다. 1몰에 들어 있는 산소 원자 수는 (가)와 (나)가 2몰로 같다.

기출 3

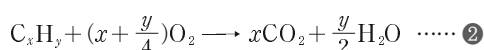
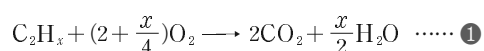
탄화수소의 완전 연소 반응식은 다음과 같다.



완전 연소시킨 탄화수소의 질량비가 2 : 3이므로 생성물인 이산화탄소 및 물의 질량비도 2 : 3이 된다. 그러므로 ω_1 은 3.6 g, ω_2 는 6.6 g이 된다. 생성된 이산화탄소와 물의 몰수 비가 1 : 2이므로 생성물의 계수비도 1 : 2가 된다. 그러므로 $x : \frac{y}{2} = 1 : 2$ 이고 $y = 4x$ 를 만족하는 탄화수소는 CH₄가 유일하므로 $x + y = 5$ 이다.

3

가. 2가지 탄화수소의 완전 연소 반응식은 다음과 같다.

①에서 생성된 CO₂가 0.2몰이므로 $n = 0.1$ 이다.

나. ②에서 생성된 H₂O의 몰수가 0.2몰이므로 탄화수소 C_xH_y가 0.1몰 반응할 때 H₂O는 0.05y몰이 생성된다. 따라서 0.05y몰 = 0.2몰이므로 $y = 4$ 가 된다. 이때 C_xH_y($y = 4$)의 중심 원소인 탄소(C)는 옥텟 규칙을 만족하므로 탄화수소 C_xH₄는 CH₄, C₂H₄, C₃H₄ 중 한 가지이다. 이 중에서 ①의 C₂H_x를 만족하는 탄화수소는 C₂H₄($x = 2$)이다. 그러므로 $x : y = 2 : 4 = 1 : 2$ 이다.

오답 바로 알기 다. ①의 화학 반응식은

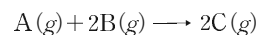
$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$ 이다. 양적 관계에 의해 생성된 H₂O의 몰수는 0.1몰이므로 $\omega_1 = 1.8$ g이다. ②의 화학 반응식은 $C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$ 이다. 양적 관계에 의해 CO₂의 몰수는 0.2몰이므로 $\omega_2 = 8.8$ g이다. 따라서 $\omega_1 + \omega_2 = 1.8 + 8.8 = 10.6$ g이다.

기출 4

화학 반응에서의 양적 관계를 이용하여 해결하는 문제이다. A(g) ω g의 몰수를 6몰, B(g) 1 g의 몰수를 2몰, C(g)의 계수 c 를 1, 2, 3, ...이라고 가정하고 양적 관계를 계산한다.

반응 후 A의 몰수	B의 질량 (g)	반응 후 B의 몰수	계수 c 에 따른 생성물 C의 몰수			
			1	2	3	...
5	1	0	1	2	3	
2	4	0	4	8	12	
0	7	2	6	12	12	
0	8	4	6	12	12	
0	10	8	6	12	12	

위 표에서 계수 c 가 2인 경우 주어진 문제의 자료와 일치하므로 전체 반응식은 다음과 같다.



그러므로 c 는 2, x 는 14로, $c \times x = 28$ 이다.

4

가. 실험 I에서 A가 0.1몰 반응하면 C는 0.2몰이 생성된다. 전체 기체의 부피가 0.3몰이므로 반응 후 남은 B의 몰수는 0.1몰이다. 그러므로 x 는 0.1이다.

오답 바로 알기 나. 실험 II에서 B가 0.3몰 반응하면 C는 0.2몰이 생성된다. 전체 기체의 부피가 0.3몰이므로 반응 후 남은 A의 몰수는 0.1몰이다. 그러므로 y 는 0.1이다.

다. A와 B의 분자량이 각각 28과 2이므로 질량 보존 법칙에 따라 C의 분자량은 17이다.

II. 개성 있는 원소

1 원자의 구성 입자

핵심 개념 체크

본문 48~49쪽

1 전자 2 원자핵 3 전자 4 (+)전하 5 (1)○ (2)○ (3)×
6 양성자 7 전자 수 8 양성자 수 9 양성자: 11개, 중성자:
12개, 전자: 11개 10 (1)× (2)○ (3)×

출제 예상 문제

본문 50~52쪽

01 ④ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ④ 05 ③
06 ③ 07 ② 08 ⑤ 09 ④
10 ㉠ 8 ㉡ 8 ㉢ 24 11 A, C 12 B 13 ②
14 ② 15 ⑤ 16 ③ 17 $^{18}_{9}\text{X}$ 18 ⑤
19 ② 20 ④ 21 ①

01

수소 원자(H)는 중성자가 없고, 양성자와 전자로만 이루어져 있다.
수소 원자를 제외한 나머지 원자에는 양성자, 중성자, 전자가 들어 있다.

02

ㄱ. 음극선의 진로에 물체를 놓아두었을 때 그림자가 생기는 것은 음극선이 직진하기 때문이다.
ㄴ. 음극선에 의해 바람개비가 돌아간다는 것은 음극선이 질량을 가진 입자로 운동 에너지를 가지기 때문이다.
ㄷ. 음극선이 (+)극으로 휘어지는 것은 음극선이 (-)전하를 띠기 때문이다.

03

(가)는 전자이며 음극선 실험으로, (나)는 양성자이며 양극선 실험으로 발견되었다.
⑤ 원자가 전자를 잃어도 질량수는 변하지 않는다.
오답 바로 알기 ① 양성자는 전자보다 질량이 매우 크다.
② 수소 원자(H)는 양성자와 전자가 모두 1개이다.
③ (나)는 양성자이다.
④ 전자는 (-)전하를, 양성자는 (+)전하를 띠고 있다.

04

④ 중성자는 채드윅에 의해 발견되었다.
오답 바로 알기 톰슨은 전자를, 러더퍼드는 원자핵을, 골트슈타인은 양성자를 발견하였고, 보어는 수소의 선 스펙트럼을 설명할 수 있는 모형을 제시하였다.

05

ㄱ, ㄷ. 대부분의 α 입자(헬륨 원자핵)가 금박을 통과하는 것은 원자 내부의 대부분은 빈 공간이기 때문이고, 극소수의 α 입자가 휘어지거나 튕겨져 나온 것은 원자의 중심에 (+) 전하를 띠며, 원자 질량의 대부분을 차지하는 무거운 입자(원자핵)가 존재하기 때문이다.

오답 바로 알기 ㄴ. α 입자 산란 실험은 원자핵을 발견한 실험이지만 원자핵을 이루는 전기적으로 중성인 중성자를 발견한 실험은 아니다.

06

③ α 입자 산란 실험 결과로 러더퍼드는 (+)전하를 띤 원자핵이 원자의 중앙에 있고, 원자핵 주위를 (-)전하를 띤 전자가 돌고 있다는 원자 모형을 제시하였다.

오답 바로 알기 ① 돌턴 모형, ② 톰슨 모형, ④ 보어 모형, ⑤ 현대 모형이다.

07

(가)는 톰슨의 원자 모형, (나)는 러더퍼드의 원자 모형이다.
ㄴ. (가)는 음극선 실험 결과를 설명하기 위해 제시된 모형이다.
오답 바로 알기 ㄱ. (나)는 원자핵을 포함하지만 (가)는 원자핵을 포함하지 않는다.
ㄷ. 원자핵은 전자보다 늦게 발견된 입자로 (가)가 (나)보다 먼저 제시되었다.

08

ㄱ. 원자에서 양성자 수=전자 수이므로 ⑤는 양성자이고, ④는 중성자이다.
ㄴ, ㄷ. 양성자가 3개이므로 원자 번호는 3이고, 질량수=3(원자 번호)+4=7이다.

09

④ 원자핵에서 원자의 종류에 따라 양성자 수와 중성자 수는 다를 수 있다.
오답 바로 알기 ① 수소 원자(H)는 중성자는 없고, 양성자와 전자가 각각 1개이다.
② 전자는 양성자와 중성자에 비해 질량이 매우 작으므로 원자의 질량은 원자핵의 질량과 거의 같다.
③ 중성자는 전하를 띠지 않으므로 원자핵의 전하량은 양성자 수에 의해 결정된다.
⑤ 원자핵은 원자의 크기의 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 배이다.

10

질량수=양성자 수+중성자 수이므로 ㉠=16-8=8, ㉡=17-9=8, ㉢=12+12=24이다.

11

A와 C는 양성자 수는 같지만 중성자 수가 다른 동위 원소이다.

12

이온은 원자가 전자를 잃거나 얻어서 형성된 전하를 띤 입자이다. B는 전자 수가 양성자 수보다 많으므로 (-)이온이다.

오답 바로 알기 A, C, D는 양성자 수와 전자 수가 같으므로 모두 원자이다.

13

ㄱ, ㄴ. 동위 원소는 양성자 수(= 전자 수)는 같지만 중성자 수(질량수)가 다른 원소이므로 $^{35}_{17}\text{Cl}$, $^{37}_{17}\text{Cl}$ 는 양성자 수=전자 수=17이다.

오답 바로 알기 ㄴ, ㄷ. 질량수가 35인 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 의 중성자 수는 18, 질량수가 37인 $^{37}_{17}\text{Cl}$ 의 중성자 수는 20이다.

14

자연계에 존재하는 염소(Cl_2)의 분자량의 가짓수는 $35+35=70$, $35+37=72$, $37+37=74$ 의 3가지이다.

15

⑤ $^{14}_7\text{N}$ 와 $^{14}_6\text{C}$ 의 질량수(양성자 수+중성자 수)는 모두 14이다.

오답 바로 알기 ①, ②, ④ 양성자 수와 전자 수는 $^{14}_7\text{N}$ 는 7, $^{14}_6\text{C}$ 는 6이다. 양성자 수가 다른 원소는 화학적 성질이 다르다.

③ 중성자 수는 $^{14}_7\text{N}$ 는 7, $^{14}_6\text{C}$ 는 8이다.

16

A는 양성자, B는 중성자, C는 전자이다.

ㄷ. 원자의 종류가 다르면 A의 개수와 C의 개수가 달라진다.

오답 바로 알기 ㄱ. 양성자와 전자의 전하량은 크기는 같고 부호는 반대이므로 \ominus 은 +1이다. 전자의 질량은 양성자와 중성자에 비해 매우 작아 $\ominus \ll 1$ 이므로 $\ominus + \ominus < 2$ 이다.

ㄴ. A는 양극선 실험으로 발견된 입자이다. 음극선 실험으로 발견된 입자는 C이다.

17

전자 수가 9이므로 양성자 수도 9이다. 따라서 X의 원자 번호는 9번이고, 질량수는 $9+10=19$ 이므로 X를 원자의 표시법으로 표시하면 $^{19}_9\text{X}$ 이다.

18

ㄱ. (가)와 (나)가 동위 원소의 원자핵이므로 (가)와 (나)는 양성자 수가 같은 원소이다. 따라서 \bigcirc 는 (+)전하를 띤 양성자이고,

\bullet 는 전기적으로 중성인 중성자이다.

ㄴ. 양성자 수가 1이므로 (가)와 (나)의 원자 번호는 1이다.

ㄷ. 질량수의 비는 (가):(나)= $1+1:1+2=2:3$ 이다.

19

② $^{27}_{13}\text{X}^{3+}$ 은 $^{27}_{13}\text{X}$ 원자가 전자를 3개 잃어 형성된 양이온이다. 따라서 $^{27}_{13}\text{X}^{3+}$ 을 이루는 양성자 수=13, 전자 수=10, 중성자 수=14이다.

오답 바로 알기 ③, ⑤ $^{27}_{13}\text{X}$ 는 양성자 수가 13이므로 원자 번호는 13이고, 질량수가 27이므로 질량수는 원자 번호보다 14가 크다.

20

(가)와 (나)는 전자 수가 2로 같으므로 양성자 수도 모두 2인 동위 원소이다.

④ 동위 원소는 전자 수가 같으므로 양성자 수가 같아 핵전하량이 같다.

오답 바로 알기 ② \bullet 는 중성자로 전하를 띠지 않는다.

③, ⑤ 질량수가 (가)는 3, (나)는 4이므로 원자 1몰의 질량은 (나)가 (가)보다 크다.

21

ㄱ. 양성자와 전자의 전하량은 같고, 부호만 반대이므로 M의 양성

자 수 = $\frac{3.2 \times 10^{-18}\text{C}}{1.6 \times 10^{-19}\text{C}} = 20$ 이다. 그러므로 원자 번호는 20이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 질량수가 39이고, 양성자 수가 20이므로 중성자 수는 19이다.

ㄷ. 전자 수는 양성자 수와 같은 20이다.

2 원소의 기원

핵심 개념 체크

본문 53~55쪽

- 1 강한 핵력 2 양성자, 중성자 3 강한 핵력 4 빅뱅 우주(론)
5 (1) ○ (2) ○ (3) × 6 양성자 7 양성자 8 전자 9 수소
(H) 10 (1) × (2) × (3) × (4) ○ 11 철(Fe) 12 우라늄
(U) 13 중성자 수 14 방사성 15 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×

출제 예상 문제

본문 56~58쪽

- 01 ⑤ 02 ⑤ 03 ⑤
04 (나) → (가) → (다) → (라) 05 ④ 06 ③
07 (가) → (다) → (라) → (나) 08 ④ 09 ③
10 ⑤ 11 ④ 12 ⑤
13 (가) → (라) → (다) → (나) 14 ② 15 ③
16 ④ 17 ①

01

⑤ (가)는 강한 핵력, (나)는 전기적 반발력이다. 강한 핵력은 양성자 사이의 전기적 반발력에 의한 원자핵의 붕괴를 막아 원자핵을 안정화시킨다.

오답 바로 알기 ②, ④ 양성자와 전자 사이에는 전기적 인력이 작용하며, 전기력은 거리가 가까울수록 크게 작용한다.

③ 원자핵에서는 강한 핵력이 전기적 반발력보다 크게 작용한다.

02

⑤ 양성자 수가 많을수록 전기적 반발력이 작용하여 원자핵은 불안정해질 수 있다.

오답 바로 알기 ①, ② 핵붕괴가 일어나면 원자핵 속의 양성자 수와 중성자 수가 변하고, 많은 양의 에너지가 방출된다.

③ 중성자와 양성자 사이에는 강한 핵력이 작용하고, 중성자는 양성자 사이의 반발력을 완화시켜 준다.

④ 헬륨 원자핵-4는 중성자와 양성자가 모두 2개이다. 중성자 수와 양성자 수가 같은 헬륨 원자핵-4가 질량수가 3인 헬륨 원자핵보다 양성자 사이의 반발력이 작으므로 안정하다.

03

(가)와 (나)가 서로 다른 원소의 원자핵이므로 (가)와 (나)는 양성자 수가 다르다. 그러므로 B는 양성자, A는 중성자이다.

⑤ 양성자와 양성자 사이에도 전기적 반발력과 함께 강한 핵력이 작용한다.

오답 바로 알기 ② (가)의 질량수는 2, (나)의 질량수는 3이다.

③ 전자는 양성자와 중성자보다 먼저 생성되었다.

④ 양성자와 중성자 사이에는 강한 핵력이 작용한다.

04

빅뱅 우주에서 소립자(전자, 쿼크)가 가장 먼저 생성되었고, 쿼크가 결합하여 양성자와 중성자가 생성되었다. 그리고 양성자와 중성자가 결합하여 원자핵이 생성되었고, 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 생성되었다.

05

원자는 전기적으로 중성이므로 양성자 수와 전자 수가 같다. 그러므로 A는 중성자, B는 양성자, C는 전자이다.

④ 중성자와 중성자 사이에는 강한 핵력이 작용한다.

오답 바로 알기 ① X는 양성자가 1개이므로 원자 번호는 1이다.

②, ③ 양성자와 중성자 사이에는 강한 핵력이, 양성자와 전자 사이에는 전기적 인력이 작용한다.

⑤ 원자핵에 양성자가 결합하면 다른 종류의 원자핵이 만들어진다.

06

원자는 양성자 수와 전자 수가 같으므로 A는 중성자, B는 양성자이다.

ㄱ. 우주에서 원자핵 (나)는 원자 (가)보다 먼저 생성되었다.

ㄴ. B는 양성자이므로 (+)전하를 띤다.

오답 바로 알기 ㄷ. 양성자와 중성자 사이에는 강한 핵력이 작용한다.

07

별의 내부에서 ${}^4_2\text{He}$ 이 생성되고, ${}^4_2\text{He}$ 의 핵융합으로 ${}^{12}_6\text{C}$ 를 시작으로 ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ 까지 생성되었다. 그리고 초신성 폭발로 ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ 보다 무거운 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 이 생성되었다.

08

ㄱ. A와 B가 동위 원소이므로 A와 B의 양성자 수(●)가 같다.

ㄷ. A는 질량수가 3, B는 질량수가 4이다. 질량수와 원자량은 거의 값이 비슷한데, 평균 원자량이 4.003이므로 자연계에는 B가 많이 존재한다.

오답 바로 알기 ㄴ. 양성자 수와 중성자 수가 같은 B는 A보다 안정하다.

09

ㄱ. (가)와 (다)는 양성자 수가 같으므로 동위 원소의 원자핵이다.

ㄴ. (가)~(라)의 생성 반응은 모두 원자핵에 양성자와 중성자가 결합하는 핵융합 반응이다.

오답 바로 알기 ㄷ. (다)가 $\frac{\text{질량수}}{\text{전하}} = \frac{3}{1} = 3$ 으로 가장 크다.

10

핵융합 전과 후 질량수의 합은 변하지 않으므로 A는 수소(${}^1_1\text{H}$)이고, B와 C는 탄소(${}^{12}_6\text{C}$)이다.

ㄱ. 수소 원자핵(양성자)은 우주에서 가장 먼저 생성된 원자핵이다.

ㄴ. B와 C는 탄소($^{12}_6\text{C}$)이다.

ㄷ. 무거운 원소의 원자핵일수록 높은 온도에서 생성되므로 (다)는 (나)보다 높은 온도에서 일어난다.

11

④ 삼중수소(^3_1H)의 원자핵에는 양성자가 1개 존재하므로 삼중수소의 원자핵을 이루는 입자 사이에는 전기적 반발력이 작용하지 않는다.

오답 바로 알기 ① 양성자 수가 같은 동위 원소는 화학적 성질이 같다.

② 전자는 쿼크와 같이 생성되었고, 쿼크가 결합하여 양성자가 생성되었다.

③ (+)전하를 띤 양성자와 (-)전하를 띤 전자 사이에는 전기적 인력이 작용한다.

⑤ 삼중수소(^3_1H)의 원자핵에 양성자가 융합하면 헬륨-4(^4_2He)의 원자핵이 생성된다.

12

철보다 무거운 원소인 $^{222}_{86}\text{Rn}$ 은 초신성 폭발로 생성되었다.

13

빅뱅 초기 쿼크가 결합하여 양성자와 중성자가 생성되었고, 양성자와 중성자의 융합으로 헬륨 원자핵이 생성되었다. 그리고 별의 내부에서 핵융합으로 탄소를 비롯한 철까지의 가벼운 원소의 원자핵이 생성되었고, 이후 초신성 폭발로 철보다 무거운 우라늄 같은 원소의 원자핵이 생성되었다.

14

② (가)는 β 붕괴로 A는 전자(e^-)이고, (나)는 α 붕괴로 B는 헬륨 원자핵($^4_2\text{He}^{2+}$)이다.

오답 바로 알기 ③ $^{14}_6\text{C}$, $^{241}_{95}\text{Am}$ 은 방사선을 방출하면서 다른 원소로 붕괴되므로 방사성 원소이다.

④ 중성자 수는 $^{14}_7\text{N}$ 가 7, $^{14}_6\text{C}$ 가 8이다.

⑤ (가) $^{14}_7\text{N}$ 는 양성자와 중성자가 모두 7개이고, (나) $^{241}_{95}\text{Am}$ 은 양성자가 95개, 중성자가 146개이므로 $\frac{\text{중성자 수}}{\text{양성자 수}}$ 의 값은 $^{14}_7\text{N}$ 가 작다.

15

ㄱ. 양성자 수가 X는 6, Y는 7이므로 원자 번호는 $Y > X$ 이다.

ㄷ. X와 Y는 양성자 수가 다르므로 X와 Y는 서로 다른 원소로 화학적 성질이 다르다.

오답 바로 알기 ㄴ. 중성자 수는 X는 8, Y는 7이므로 질량수는 X와 Y 모두 14이다.

16

ㄱ. A는 수소 원자, B는 중수소 원자핵, C는 헬륨 원자핵으로 생성 순서는 $B \rightarrow C \rightarrow A$ 이다.

ㄷ. A는 수소 원자, B를 원자핵으로 가지는 원자는 중수소 원자로

양성자가 1개인 같은 동위 원소로 화학적 성질이 같다.

오답 바로 알기 ㄴ. C는 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어져 있으므로 강한 핵력과 양성자 사이의 전기적 반발력이 작용한다.

17

ㄱ. 원자 번호 = 양성자 수(Z)이다. 원자 번호 70 이상의 안정한 원자의 원자핵에서 $\frac{\text{중성자 수}}{\text{원자 번호}}$ 는 1.5에 가까워진다.

오답 바로 알기 ㄴ. ^4_2He 은 매우 안정한 원소로 자연 상태에서 다른 원소로 변하지 않는다.

ㄷ. 대부분의 안정한 원소의 원자핵에서 $\frac{\text{중성자 수}}{\text{원자 번호}} > 1$ 이므로 양성자 수는 중성자 수보다 작다.

3

보어의 원자 모형

핵심 개념 체크

본문 59~61쪽

- 1 선 2 불연속 3 K($n=1$)껍질 4 M($n=3$)껍질 5 (1) ○
 (2) × (3) ○ 6 바닥 7 파장, 진동수 8 적외 9 발머 계열
 10 K($n=1$)껍질 11 (1) × (2) ○ (3) × 12 전자 13 수소
 14 8 15 (1) × (2) ×

출제 예상 문제

본문 62~64쪽

- 01 ④ 02 ④ 03 ⑤ 04 ④ 05 ②
 06 (가) □ (나) ≡ 07 ③ 08 ④ 09 ⑤
 10 275.5 kJ/mol 11 ③ 12 ⑤ 13 ③
 14 ② 15 ① 16 ⑤ 17 ③

01

④ 전자가 $n \geq 4 \rightarrow n=3$ 으로 전이할 때는 적외선 영역의 빛이 방출된다.

오답 바로 알기 ① 수소 원자에서 전자의 에너지 준위가 불연속적이므로 수소의 스펙트럼은 선 스펙트럼이다.

② 수소의 선 스펙트럼이 나타나는 이유는 에너지 준위가 높은 곳에서 낮은 곳으로 전자가 전이할 때 에너지 준위 차이에 해당하는 불연속적인 빛만 방출되기 때문이다.

③ 에너지 준위가 가장 높은 $n = \infty$ 에서 에너지 준위가 가장 낮은 $n=1$ 로 전이할 때 에너지가 가장 크고 파장이 가장 짧은 빛이 나타난다.

⑤ 파센 계열은 적외선 영역의 빛이다.

02

④ 수소의 선 스펙트럼이 나타나는 이유는 수소의 에너지 준위가 불연속적이고 에너지 준위가 높은 곳에서 낮은 곳으로 전자가 전이할 때 에너지 준위 차이에 해당하는 불연속적인 빛만 방출되기 때문이다.

오답 바로 알기 ② 다전자 원자의 스펙트럼도 선 스펙트럼이다.

⑤ 원자핵과 원자의 선 스펙트럼 현상은 직접적인 관계가 없다.

03

⑤ K($n=1$)로 전자가 전이할 때는 자외선 영역인 라이먼 계열의 빛이 방출된다.

오답 바로 알기 ① 보어의 원자 모형에서 전자는 일정한 궤도(전자 껍질)를 따라 원운동한다.

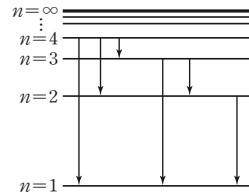
②, ④ 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명하기 위해 제시되었고, 수소 원자의 전자는 특정한 에너지값만을 가지므로 수소 원자의 에너지는 불연속적이다.

③ 수소 원자에서 전자가 $n=1$ 껍질에 있을 때 가장 에너지가 낮은

바닥상태이다.

04

$n=4$ 에 전자가 있을 때 그림과 같이 빛을 방출할 수 있는 6가지의 전자 전이가 가능하므로 방출될 수 있는 빛의 종류는 6가지이다.



05

② $n=3 \rightarrow n=2$ 의 전이는 발머 계열의 전이로 가시광선 중 가장 파장이 긴 빛이 방출된다.

오답 바로 알기 스펙트럼 계열에 따른 전자 전이와 파장 영역은 아래의 표와 같다.

스펙트럼 계열	전자 전이	파장 영역
라이먼 계열	$n \geq 2 \rightarrow n=1$	자외선
발머 계열	$n=3, 4, 5, 6 \rightarrow n=2$	가시광선
	$n \geq 7 \rightarrow n=2$	자외선
파센 계열	$n \geq 4 \rightarrow n=3$	적외선

06

(가) 주양자수 n 에서 전자의 에너지 준위는

$$E_n = -\frac{1312}{n^2} \text{ kJ/mol } (n=1, 2, 3, 4, \dots) \text{ 이고, 파장이 짧은 빛일수록 에너지가 크다.}$$

그러므로 $N(n=4) \rightarrow K(n=1)$ 의 전이에서 가장 짧은 파장의 빛이 방출된다.

(나) M($n=3$) 껍질보다 에너지 준위가 높은 전자껍질에서 M($n=3$) 껍질로 전자가 전이할 때 적외선이 방출된다.

오답 바로 알기 γ , α , β 에서는 자외선이 방출되고, ϵ 에서는 가시광선이 방출된다.

07

③ 원자핵에서의 거리에 따라 전자의 발견 확률 분포를 나타낸 모형은 오비탈 모형(전자 구름 모형)이다.

오답 바로 알기 ①, ⑤ 전자는 특정한 궤도에서만 존재하므로 전자의 에너지는 불연속적이고, 같은 궤도는 에너지가 같으므로 전자가 같은 궤도에서 원운동할 때는 에너지가 흡수되거나 방출되지 않는다.

②, ④ 전자가 핵에서 먼 궤도로 전이할 때는 에너지를 흡수하고, 가까운 궤도로 전이할 때는 빛에너지를 방출하므로 핵에서 전자가 멀어질수록 전자의 에너지는 높아지는 것을 알 수 있다.

08

ㄱ. 파장이 가장 짧은 A의 에너지가 가장 크다.

ㄴ. D는 발머 계열 중 가장 에너지가 작은 빛이므로 전자가 $M(n=3) \rightarrow L(n=2)$ 껍질로 전이할 때 나타난다.

오답 바로 알기 ㄷ. 에너지 준위가 $E_n = -\frac{1312}{n^2} \text{ kJ/mol}$ 물이므로

주양자수(n)에 따른 에너지 비는 $1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{9} \dots$ 이다. 따라서 주양자수(n)가 클수록 전자껍질 간의 에너지 간격은 작아진다.

09

a 선은 $n=5 \rightarrow n=2$, b 선은 $n=4 \rightarrow n=2$, c 선은 $n=3 \rightarrow n=2$ 의 전이에서 방출된다.

ㄱ. a 선과 b 선의 에너지비는 $\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{25}\right) : \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) = 28 : 25$ 이다.

ㄴ. c 선의 에너지는 $\frac{1312}{4} - \frac{1312}{9} = 1312 \times \frac{5}{36} \text{ kJ/mol}$ 이다.

ㄷ. b 선과 c 선의 에너지비는 $\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) : \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) = 108 : 80 = 27 : 20$ 이다. 빛에너지와 파장은 반비례하므로 b 선과 c 선의 파장 비는 $20 : 27$ 이다.

10

C는 $n=5 \rightarrow n=2$ 의 전이이므로 방출되는 에너지는

$$\frac{1312}{4} - \frac{1312}{25} = 1312 \times \frac{21}{100} = 275.5 \text{ kJ/mol}$$

11

③ 방출되는 에너지비는 $B : C : D = \frac{8}{9} : \frac{21}{100} : \frac{16}{225}$ 이므로 방출되는 빛의 파장비는 $B : C = 189 : 800$ 이다.

오답 바로 알기 ① A는 에너지가 가장 낮은 상태에서 가장 높은 상태로의 전이이므로 에너지를 흡수한다.

②, ⑤ 방출되는 에너지비는 $B : C : D = \frac{8}{9} : \frac{21}{100} : \frac{16}{225}$ 이므로 방출되는 빛의 진동 수비는 $B : D = 225 : 18$ 이다.

④ C는 $n=5 \rightarrow n=2$ 의 전이이므로 발머 계열의 스펙트럼을 방출한다.

12

$$\textcircled{5} \frac{M \text{ 껍질의 에너지 준위}}{L \text{ 껍질의 에너지 준위}} = \frac{-\frac{1}{9}}{-\frac{1}{4}} = \frac{4}{9} \text{이다.}$$

오답 바로 알기 ① 핵에서 멀어질수록 에너지 준위가 높아지므로 에너지 준위는 $K < L < M < N$ 이다.

② K($n=1$) 껍질의 에너지 준위가 가장 낮으므로 바닥상태는 전자가 K 껍질에 있을 때이다.

③ M 껍질의 전자가 K 껍질로 전자가 전이할 때는 자외선 영역의 빛이 방출된다.

④ 보어의 원자 모형에서 전자는 전자껍질에만 존재할 수 있다.

13

라이먼 계열은 $n \geq 2 \rightarrow n=1$ 의 전이에서, 발머 계열은 $n \geq 3 \rightarrow n=2$ 의 전이에서, 파셴 계열은 $n \geq 4 \rightarrow n=3$ 의 전이에서 방출되는 계열의 스펙트럼이다.

ㄷ. 라이먼 계열에서는 자외선이 방출되고, 파셴 계열에서는 적외선이 방출된다. 자외선은 적외선보다 에너지가 크다.

오답 바로 알기 ㄱ, ㄴ. 들뜬상태에서 바닥상태인 $n=1$ 로 전자가 전이할 때는 라이먼 계열의 자외선이 발생한다.

14

발머 계열은 $n \geq 3 \rightarrow n=2$ 의 전이에서 발생하는 스펙트럼이다. 그러므로 C는 $n \geq \infty \rightarrow n=2$ 의 전이에서, B는 $n=4 \rightarrow n=2$ 의 전이에서, A는 $n=3 \rightarrow n=2$ 전이에서 발생한다.

ㄴ. A는 $n \geq 3 \rightarrow n=2$ 전이에서 발생하므로 에너지는

$$\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right)k = \frac{5}{36}k \text{이다.}$$

오답 바로 알기 ㄱ. ㉠은 $n=6 \rightarrow n=2$ 의 전이에서 발생한다.

ㄷ. B는 N($n=4$) 껍질 \rightarrow L($n=2$) 껍질의 전이에서 발생한다.

15

A는 보어 모형, B는 톰슨 모형, C는 러더퍼드 모형이다.

ㄱ. 모형의 제시 순서는 $B \rightarrow C \rightarrow A$ 이다.

오답 바로 알기 ㄴ. A와 C에는 원자핵이 포함되므로 α 입자 산란 실험 결과를 설명할 수 있지만 원자핵이 없는 B는 α 입자 산란 실험 결과를 설명할 수 없다.

ㄷ. A는 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명할 수 있지만, C는 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명할 수 없다.

16

A는 전자 구름(오비탈) 모형, B는 러더퍼드 모형, C는 보어 모형이다.

ㄴ. A와 C에서 전자는 특정한 에너지 값만을 가진다

ㄷ. A~C는 모두 원자핵을 포함한다.

오답 바로 알기 ㄱ. B에서는 전자가 핵 주위를 돌지만 일정한 궤도를 따라 원운동하지 않는다.

17

K 껍질에는 2개, M 껍질에는 8개의 전자가 우선 채워지므로 전자가 12개인 ${}_{12}\text{Mg}$ 의 바닥상태의 전자 배치는 K(2)L(8)M(2)이다.

4

오비탈과 전자 배치

핵심 개념 체크

본문 65~67 쪽

1 오비탈 2 높다 3 M 4 3개 5 (1) × (2) ○ (3) × 6
2s, 2p 7 16, 32 8 2 9 3 10 (1) × (2) ○ (3) × 11 원
자가 12 음, 감소 13 작다 14 $_{10}\text{Ne}$ 15 (1) ○ (2) ×

출제 예상 문제

본문 68~70 쪽

01 ② 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ③ 05 ④
06 ③ 07 ④ 08 ② 09 ④ 10 ②
11 ⑤ 12 ⑤ 13 ① 14 ④ 15 ⑤
16 ③ 17 ② 18 ⑤

01

ㄴ. 오비탈은 전자가 원자핵 주위에서 발견될 확률 분포를 나타내는 함수 또는 함수의 모양이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 오비탈은 전자의 운동 궤도가 아니다.

ㄷ. p 오비탈에서는 핵으로부터 거리가 같아도 전자의 발견 확률이 방향에 따라 달라진다.

02

⑤ 다전자 원자에서는 M 껍질에 있는 $3d$ 오비탈이 N 껍질에 있는 $4s$ 오비탈보다 에너지가 높다.

오답 바로 알기 ① 수소 원자에서는 주양자수가 같은 오비탈의 에너지 준위는 오비탈의 종류에 관계없이 모두 같다.

② 바닥상태에서 최외각 전자 수는 8 이하이다.

③, ④ 주양자수 n 인 전자껍질에 있는 오비탈의 종류는 n 종류이고, 최대 수용 전자 수는 $2n^2$ 이므로 M 껍질에는 3종류($3s, 3p, 3d$) 오비탈이 존재하고, N 껍질에는 $4^2 = 16$ 개의 오비탈이 존재한다.

03

원소의 화학적 성질은 원자가 전자 수에 의해 결정된다.

04

③ 오비탈의 경계면은 전자가 발견될 확률이 90 %인 공간으로 경계면 밖에서도 전자가 발견될 수 있다.

오답 바로 알기 ①, ④ 수소 원자는 전자가 1개이다. (가)에서 점의 밀도가 높거나 진하게 표현된 곳은 전자의 발견 확률이 높은 곳을 나타낸다. 따라서 (가)로부터 $1s$ 오비탈에서는 핵으로부터 거리가 멀어지면 일정 거리까지는 전자의 발견 확률이 커지다가 작아진다.

② 오비탈의 경계면은 전자가 원운동하는 궤도가 아닌 전자의 발견 확률이 90 %인 공간을 의미한다.

⑤ 구형인 $1s$ 오비탈에서는 핵으로부터 거리가 같으면 전자의 발견

확률은 같다.

05

④ 주양자수 n 인 전자껍질에 존재하는 오비탈의 종류는 n 가지이다.

오답 바로 알기 ② 하나의 오비탈에는 최대 2개의 전자가 들어갈 수 있고 np 오비탈에는 방향만 다른 오비탈이 3개 존재하고, ns 오비탈은 1개만 존재하므로 최대 수용 전자 수는 np 오비탈이 ns 오비탈의 3배이다.

③, ⑤ 다전자 원자에서 에너지 준위는 np 오비탈 $>$ ns 오비탈이고, 주양자수 n 인 전자껍질에는 n^2 개의 오비탈이 존재하므로 최대 수용 전자 수는 $2n^2$ 이다.

06

ㄱ. A는 한 개의 오비탈에 스핀 방향이 다른 전자가 1개 또는 2개가 배치되었으므로 파울리 배타 원리를 따른다.

ㄴ. B와 C는 전자 배치의 원리를 모두 만족하는 바닥상태이다.

오답 바로 알기 ㄷ. $\frac{B \text{의 원자가 전자 수}}{C \text{의 원자가 전자 수}} = \frac{5}{7}$ 이다.

07

ㄱ. $_{14}\text{Si}$ 의 바닥상태에서 $n=3$ 인 전자껍질의 전자 배치는 $3s^2 3p_x^1 3p_y^1$ 이다. 그러므로 $_{14}\text{Si}$ 의 원자가 전자 수는 4이다.

ㄷ. 전자가 들어 있는 오비탈의 수는 $1+1+3+1+2=8$ 이다.

오답 바로 알기 ㄴ. $_{14}\text{Si}$ 의 홀전자 수는 2이다.

08

ㄴ. 전자가 M 껍질의 $3s$ 에서 L 껍질의 $2p_x$ 로 전이할 때 가시광선이 방출된다.

오답 바로 알기 ㄱ. 수소 원자의 에너지 준위는 주양자수에 의해서만 결정되므로 수소 원자에서 에너지 준위는 $1s < 2s = 2p_x < 3s$ 이다.

ㄷ. 최대 수용 전자 수는 $3s$ 와 $1s$ 모두 2이다.

09

ㄴ. $3p$ 오비탈의 3개의 오비탈은 방향은 다르지만 에너지 준위는 같다.

ㄷ. $_{15}\text{P}$ 의 원자가 전자 수가 5이므로 바닥상태인 $_{15}\text{P}$ 에서 $3s$ 와 $3p$ 오비탈에는 모두 전자가 들어 있다.

오답 바로 알기 ㄱ. s 오비탈은 방향성이 없다.

10

X의 바닥상태의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ 이다.

② X의 원자가 전자 수가 6이므로 X는 전자 2개를 얻어 안정한 X^{2-} 를 형성한다.

오답 바로 알기 ① 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ 이므로 원자가 전자 수는 6이다.

③ X의 홀전자 수는 2다.

④, ⑤ X 원자의 전자 수가 16이므로 원자 번호는 16이며, 바닥상태에서 전자가 들어 있는 오비탈의 수는 $1+1+3+1+3=9$ 이다.

11

ㄱ. A는 A^+ 보다 전자 1개가 많으므로 A의 원자가 전자 수는 1이다. B는 B^{2-} 보다 전자 2개가 적으므로 원자가 전자 수가 6이다.

ㄴ. 홀전자 수는 A는 1, B는 2이다.

ㄷ. 원자가 전자가 들어 있는 주양자수가 A는 3이고, B는 2이다.

12

ㄴ. 한 오비탈에 스핀 방향이 같은 오비탈이 2개가 존재하지 않으므로 모두 파울리 배타 원리를 만족한다.

ㄷ. NaX에서 X는 X^- 으로 존재한다. X^- 의 전자 배치는 (다)이다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가)는 바닥상태이고, (나)는 들뜬상태로 (가)에서 (나)로 될 때 에너지가 흡수된다.

13

ㄱ. A와 B는 전자 배치의 원리를 만족하는 바닥상태이다.

오답 바로 알기 ㄴ. B는 원자가 전자 수가 6개이므로 전자 2개를 얻어 안정한 B^{2-} 의 음이온이 된다.

ㄷ. A의 원자가 전자 수는 5개, B는 6개이다.

14

ㄴ. A와 C는 같은 전자껍질에 원자가 전자가 있으므로 핵 전하량이 큰 C가 A보다 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 크다.

ㄷ. C는 원자가 전자 수가 7이므로 C는 전자를 1개 얻어 $1s^2 2s^2 2p^6$ 의 전자 배치를 가지는 C^- 의 안정한 음이온을 생성한다.

오답 바로 알기 ㄱ. B의 원자가 전자 수는 1이고, D의 원자가 전자 수는 3이므로 B와 D는 화학적 성질이 다르다.

15

ㄱ. 전자 수가 13으로 같은 A와 B는 같은 원소이다.

ㄴ. A는 바닥상태이고, B는 들뜬상태로 에너지는 B가 A보다 높다.

ㄷ. 전자가 들어 있는 오비탈의 수는 A는 7, B는 8이다.

16

전자껍질의 에너지 준위가 $K < L < M$ 이고, K에는 최대 2개, L에는 8개의 전자가 채워지므로 $_{11}\text{Na}$ 의 바닥상태의 전자 배치는 $K(2)L(8)M(1)$ 이다.

17

② A~C는 모두 바닥상태의 전자 배치이다.

오답 바로 알기 ① A는 L 껍질에 있는 4개의 전자가 원자가 전자이다.

③ A~C는 하나의 오비탈에 1개 또는 스핀 방향이 다른 2개의 전자가 배치되므로 모두 파울리 배타 원리를 따른다.

④ 원자가 전자가 들어 있는 오비탈의 주양자수는 A와 B가 모두 2이다.

⑤ 바닥상태의 홀전자 수는 B는 2, C는 1이다.

18

ㄱ. A는 양성자와 전자가 모두 8이므로 원자이고, B와 C는 전자가 양성자보다 많으므로 음이온이다.

ㄴ. 홀전자 수는 A는 2, B는 1, C는 0이다.

ㄷ. A와 B는 양성자 수는 같고, 전자는 B가 A보다 1개 더 많으므로 전자 사이의 반발력에 의해 최외각 전자가 느끼는 유효 핵전하가 A가 B보다 더 크다.

5

원소의 주기율

핵심 개념 체크

본문 71~72쪽

1 원자가 전자 2 원자 번호 3 4주기 4 세로 5 (1) ○ (2) ○ (3) × 6 족 7 4 8 양이온 9 18 10 (1) × (2) ○ (3) ×

출제 예상 문제

본문 73~75쪽

01 ④	02 ③	03 ②	04 ③	05 ④
06 ④	07 ㉠ 원자량 ㉡ 모즐리 ㉢ 원자 번호	08 ①		
09 ①	10 ③	11 ⑤	12 ②	13 ⑤
14 ⑤	15 ④	16 C	17 ④	18 ②
19 ③	20 ②			

01

현재 사용하는 주기율표는 원자 번호(= 양성자 수) 순으로 원자를 배열한다.

02

③ 원소의 주기율은 원자가 전자 수가 주기적으로 반복되기 때문에 나타난다.

오답 바로 알기 ④ 전자껍질 수는 주기율표에서 원소의 주기와 관계가 있다.

03

Si와 Ge은 금속과 비금속의 중간적 성질을 가지는 준금속 원소이다.

오답 바로 알기 Mg과 Ca은 금속 원소이고, O와 Ar은 비금속 원소이다.

04

ㄱ. 세 쌍 원소는 원자가 전자 수가 같아 화학적 성질이 비슷하다.
ㄴ. 세 쌍 원소들 중 가운데 원자량 등의 물리적 성질은 대체로 양쪽 원소들의 평균값과 비슷하다.

오답 바로 알기 ㄴ. 원자가 전자 수가 같은 세 쌍 원소들은 주기율표에서 같은 세로줄에 위치한다.

05

④ 옥타브설은 놀랜드에 의해 제시되었다.

오답 바로 알기 ① 모즐리는 X 선을 이용하여 원자의 양성자 수를 알아내어 원자 번호 순으로 원소를 배열한 주기율표를 만들었다.

06

④ 13족 원소의 원자가 전자는 3개이다.

오답 바로 알기 ① 주기율표는 원자를 원자 번호(= 양성자 수) 순으로 배열한다.

② 주기율표에서 같은 족 원소는 원자가 전자 수가 같다.

③, ⑤ 같은 주기 원소는 전자가 들어 있는 전자껍질 수가 같고, 주기율표에서 같은 가로줄에 위치한다.

07

멘델레예프는 원자량(㉠) 순으로 원소를 나열하여 주기율표를 만들었으며, 모즐리(㉡)는 원자 번호(㉢) 순으로 나열한 현대의 주기율표를 만들었다.

08

① X는 원자가 전자가 6개이므로 16족 원소이다.

오답 바로 알기 ② L($n=2$) 껍질까지 전자가 들어 있으므로 2주기 원소이다.

③, ⑤ 원자가 전자가 6개이므로 안정한 이온은 A^{2-} 이고, 전자를 얻어 음이온이 되는 비금속 원소이다.

④ 2p 오비탈에 전자가 4개 배치되므로 홀전자는 2개이다.

09

ㄱ. 수소는 1족 원소지만 전기 전도성이 없는 비금속 원소이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 1족 원소인 Li과 Na은 원자가 전자가 1개로 같지만 바닥상태에서 Li은 L 껍질까지, Na은 M 껍질까지 전자가 들어 있다.

ㄷ. 15족 원소인 N와 P의 원자가 전자는 5개이다.

10

③ 모두 1족 원소인 금속 원소로 전기의 도체이다.

오답 바로 알기 ①, ④, ⑤ 1족 원소는 원자가 전자가 1개이므로 n 주기 원소의 원자가 전자의 전자 배치는 ns^1 이며, 전자를 1개 잃고 +1가의 양이온이 잘 된다.

② $_{11}\text{Na}$ 은 M 껍질까지 전자가 들어 있으므로 3주기 원소이다.

11

⑤ 원자가 전자가 4개이므로 이온이 되기 매우 어렵고, 이온이 될 경우에도 +4가의 이온이 된다.

오답 바로 알기 ① $n=3$ 껍질까지 전자가 들어 있으므로 3주기 원소이다.

②, ③, ④ 원자가 전자가 4개인 14족 원소이고, 전자껍질이 3개인 3주기 원소이므로 비금속 원소이다.

12

A는 전기 전도성이 큰 금속 원소이고, B는 전기 전도성이 거의 없는 비금속 원소이다. 따라서 A와 B의 분류 기준은 금속과 비금속이다.

13

⑤ 18족 원소는 같은 주기의 원소 중 가장 음이온이 되기 어렵다. 같은 주기에서 가장 음이온이 되기 쉬운 원소는 17족 원소이다.

오답 바로 알기 ① A에 속한 1족 원소인 Li, Na 등은 금속 원소이다.

② 1~2족, 13~17족은 족의 끝자리 수와 원자가 전자 수가 같다.

③ 4주기 2족 원소의 바닥상태의 전자 배치는 K(2)L(8)M(8)N(2)이므로 원자 번호는 20이다.

④ 17족 원소의 바닥상태에서 최외각 껍질의 전자 배치는 ns^2np^5 이므로 홀전자는 1개이다.

14

ㄱ, ㄴ. 황은 3주기 16족 원소이므로 전자 배치는 K(2)L(8)M(6)이다. 전자가 16개이므로 양성자도 16개이다.

ㄴ. M 껍질의 전자가 원자가 전자이므로 원자가 전자는 6개이다.

15

④ 같은 족에서는 원자 번호가 클수록 핵전하량이 크므로 원자가 전자의 유효 핵전하가 크다. 따라서 원자가 전자의 유효 핵전하는 $D < G$ 이다.

오답 바로 알기 ①, ② 1족 원소인 B와 E의 원자가 전자는 1개이며 2주기 17족 원소인 D가 가장 비금속성이 크다.

③ 4주기 원소인 G가 전자가 들어 있는 전자껍질 수가 가장 많다.

⑤ 바닥상태에서 같은 주기 중 홀전자는 15족 원소가 3개로 가장 크다.

16

원자가 전자가 ns^2np^4 의 배치를 갖는 원소는 원자가 전자가 6개로 16족 원소인 C이다.

17

ㄴ. A는 2주기, B와 C는 3주기, D는 4주기 원소이다.

ㄷ. C는 전자를 1개 얻어 안정한 -1 가의 음이온이, D는 전자를 1개 잃고 안정한 $+1$ 가의 양이온이 되므로 C와 D의 안정한 이온의 배치는 모두 $1s^22s^22p^63s^23p^6$ 이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 원자가 전자는 A는 4개, B는 2개이므로 A와 B는 화학적 성질이 다르다.

18

A는 수소, B는 탄소, C는 플루오린, D는 나트륨, E는 염소이다.

② 1족 원소인 나트륨은 17족 원소인 플루오린보다 전자를 잃기 쉽다.

오답 바로 알기 ① 비금속인 수소와 금속인 나트륨은 화학적 성질이 다르다.

③ 바닥상태에서 2주기 원소인 C는 L 껍질까지, 3주기 원소인 E는

M 껍질까지 전자가 들어간다.

④ 같은 주기 원소인 B와 C는 전자가 들어 있는 전자껍질 수는 같지만 원자가 전자 수는 다르다.

⑤ 비금속 원소는 A, B, C, E 4가지이다.

19

ㄱ, ㄴ. 18족 원소는 원자가 전자가 0개로 끓는점이 매우 낮아 상온(25°C)에서 모두 기체이다.

오답 바로 알기 ㄷ. 18족 원소는 비금속 원소로 열전도도와 전기 전도도가 매우 작다.

20

② 비금속 원소의 원자는 전자를 얻어 음이온이 잘 된다.

오답 바로 알기 ① 1족 원소 중 수소는 비금속 원소이다.

③ 18족 원소는 양이온과 음이온이 되기가 매우 어렵다.

④ 주기율표에서 왼쪽 아래로 갈수록 금속성이 커진다.

6

원소의 주기적 성질

핵심 개념 체크

본문 76~79쪽

- 1 감소 2 커 3 전자껍질 4 큰 5 (1) ○ (2) × (3) ○
 6 작아 7 커 8 작아 9 (1) > (2) < (3) <
 10 이온화 11 커 12 작다 13 (1) > (2) > (3) <
 14 (1) × (2) × 15 증가 16 4 17 2, 2
 18 전기 음성도 19 F 20 (1) ○ (2) × (3) ×

출제 예상 문제

본문 80~83쪽

- 01 ① 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ④ 05 ②
 06 ③ 07 ③ 08 ② 09 (가) ㉠ (나) ㉠ (다) ㉠
 10 ① 11 K(2)L(8)M(3) 12 ③ 13 ④
 14 ③ 15 ④ 16 ④ 17 ② 18 ④
 19 ③ 20 ④

01

ㄱ, ㄴ. 주기율표의 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 전자껍질 수가 증가하여 원자 반지름이 커지고, 핵의 전하량이 크게 증가하므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하도 증가한다.

오답 바로 알기 ㄷ, ㄹ. 주기율표의 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 전기 음성도와 이온화 에너지는 감소한다.

02

ㄱ, ㄴ. A는 이온 반지름이 원자 반지름보다 작으므로 금속 원소이고, B는 이온 반지름이 원자 반지름보다 크므로 비금속 원소이다. 같은 주기에서 비금속 원소인 B는 금속 원소인 A보다 원자가 전자 수가 크고, 따라서 전기 음성도도 크다.

ㄷ. 같은 주기의 비금속 원소인 B가 금속 원소인 A보다 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 크므로 이온화 에너지가 크다.

03

⑤ 바닥상태의 X에서 전자가 채워진 오비탈은 $(1+1+3+1+1) = 7$ 개이다.

오답 바로 알기 ①, ③, ④ 제 4 이온화 에너지가 제 3 이온화 에너지보다 급격히 증가하므로 X의 원자가 전자는 3개이다. 그러므로 X의 안정한 이온은 +3가의 양이온이고, X는 13족 원소이다.

② X는 3주기 13족 원소이므로 바닥상태의 전자 배치는 K(2)L(8)M(3)이다. 그러므로 X의 양성자는 13개이다.

04

④ 전자를 떼어 낼 때는 에너지가 필요하다.

오답 바로 알기 ① M은 3번째 껍질까지 전자가 들어 있으므로 3주

기 원소이다.

②, ③, ⑤ M과 M^+ 의 핵전하량은 같고, M^+ 은 M보다 전자 수가 작으므로 전자가 느끼는 유효 핵전하는 ㉠ < ㉡이다. 따라서 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지는 ㉠ < ㉡이고, 반지름은 $M > M^+$ 이다.

05

A는 수소, B는 헬륨, C는 리튬, D는 질소, E는 플루오린, F는 마그네슘, G는 알루미늄이다.

② 이온화 에너지는 13족인 알루미늄이 2족인 마그네슘보다 작다.

오답 바로 알기 ① C는 금속 원소이고, A는 비금속 원소이다.

③ 전기 음성도가 가장 큰 E가 음이온이 되기 쉽다.

④ F는 양이온이 되고, E는 음이온이 되므로 안정한 이온의 반지름은 $E > F$ 이다.

⑤ 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 원자가 전자의 유효 핵전하가 커지므로 유효 핵전하는 $C < D < E$ 이다.

06

ㄴ, ㄷ. 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전기 음성도, 이온화 에너지가 감소한다.

오답 바로 알기 ㄱ, ㄹ. 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 증가하고, 원자가 전자 수는 일정하다.

07

③ 제 1 이온화 에너지는 같은 주기에서 16족이 15족보다 작으므로 제 1 이온화 에너지는 $A < C < B$ 이다.

오답 바로 알기 ① 원자 반지름은 주기율표에서 왼쪽, 아래쪽으로 갈수록 증가하므로 4주기 1족 원소인 D가 가장 크다.

② A와 D는 원자가 전자가 1개이므로 화학적 성질이 비슷하다.

④ C와 D의 안정한 이온의 전자 배치는 같고, 핵의 전하량이 D가 크므로 안정한 이온의 반지름은 $C > D$ 이다.

⑤ 전기 음성도는 비금속 원소인 C가 금속 원소인 A보다 크다.

08

ㄴ, ㄷ. 1족인 (가)가 17족인 (나)보다 원자 반지름과 제 2 이온화 에너지가 모두 크다.

오답 바로 알기 ㄱ. $\frac{\text{원자가 전자 수}}{\text{총 전자 수}}$ 의 값은 (가) = $\frac{1}{11}$, (나) = $\frac{7}{17}$ 이다.

ㄹ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 핵전하량이 큰 (나)가 (가)보다 크다.

09

(가) 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 전자껍질 수가 증가하여 반지름이 커진다. (㉠)

(나) 비금속 원소의 원자가 음이온이 되면 전자 수가 증가하여 전자 사이의 반발력이 커져 반지름이 커진다. (㉡)

(다) 등전자 이온에서는 양성자 수가 많을수록 핵과 전자 사이의 인력이 커져 반지름이 작아진다. (㉢)

10

ㄱ. A~C는 2주기 원소, D는 3주기 원소이다. 3주기 1족 원소인 D가 가장 원자 반지름이 크므로 (가)는 원자 반지름, (나)는 이온 반지름이다.

오답 바로 알기 ㄴ. D는 원자가 전자가 1개이므로 제 2 이온화 에너지는 D가 C보다 크다.

ㄷ. A와 B는 전자가 들어 있는 껍질 수는 같고, 핵전하량이 B가 크므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하도 $B > A$ 이다.

11

B는 제 4 이온화 에너지가 제 3 이온화 에너지보다 급격히 커지므로 원자가 전자가 3개이다. 따라서 3주기 원소이며 원자가 전자가 3개 인 B의 바닥상태의 전자 배치는 K(2)L(8)M(3)이다.

12

ㄷ. 원자가 전자가 3개 이하이므로 A~C는 전자를 잃어 안정한 양이온으로 된다. 따라서 원자 반지름은 안정한 양이온의 반지름보다 크다.

오답 바로 알기 ㄱ. B의 안정한 이온은 B^{3+} 이다. 그러므로 B가 안정한 이온이 되는 데 필요한 에너지는 $(578 + 1817 + 2745) = 5140 \text{ kJ/mol}$ 이다.

ㄴ. 원자가 전자는 A는 2개, B는 3개, C는 1개이다.

13

④ B는 3주기 2족 원소이고, C는 2주기 17족 원소이다. 따라서 제 3 이온화 에너지는 B가 C보다 크다.

오답 바로 알기 ① D는 4주기 1족 원소로 원자 반지름이 가장 크다.
②, ③ C가 전기 음성도가 가장 크고, 이온 반지름은 B^{2+} 이 가장 작다.

⑤ A, B, E는 모두 3주기 원소이다.

14

(가) 이온화 에너지가 가장 큰 F의 원자가 전자 수는 7이다.

(나) 원자 반지름이 가장 큰 원자는 K로 홀전자 수는 1이다.

(다) 전기 음성도가 가장 큰 원자는 F로 바닥상태에서 전자가 들어 있는 전자껍질 수는 2이다.

(라) 제 3 이온화 에너지가 가장 큰 원자는 Be으로 원자 번호는 4이다. 그러므로 (가) + (나) + (다) + (라)는 $7 + 1 + 2 + 4 = 14$ 이다.

15

④ C와 E의 안정한 이온은 전자 수가 같으므로 바닥상태의 안정한 이온에서 C와 E는 전자가 채워진 오비탈이 같다.

오답 바로 알기 ① A는 13족, E는 1족 원소이다.

② B와 C는 2주기 원소로 핵전하량이 큰 C가 B보다 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 크다.

③ D는 2주기, E는 3주기이므로 전자가 채워진 전자껍질 수가 다

르다.

⑤ 바닥상태에서 홀전자 수는 B가 가장 많다.

16

ㄱ. 원자가 전자가 X는 2개, Y는 4개, Z는 7개이므로 원자 반지름은 $X > Y > Z$ 이다.

ㄴ. 원자가 전자가 2개인 X는 화합물에서 X^{2+} 으로 존재한다.

오답 바로 알기 ㄷ. 바닥상태의 Y의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ 이므로 전자가 채워진 오비탈은 $(1 + 1 + 3 + 1 + 2) = 8$ 개이다.

17

ㄷ. E_3 는 X(g)에 전자가 결합하여 음이온이 생성될 때 방출하는 에너지인 전자 친화도이다.

오답 바로 알기 ㄱ. E_1 은 M의 제1 이온화 에너지이고, E_2 는 제2 이온화 에너지이므로 E_1 은 E_2 보다 작다.

ㄴ. 원자에서 전자를 떼어 낼수록 전자 수가 감소하여 반발력이 감소하므로 유효 핵전하는 커진다. 따라서 최외각 전자가 느끼는 유효 핵전하는 M이 M^+ 보다 작다.

18

ㄱ, ㄴ. A는 6번째 전자를 떼어 낼 때 에너지가 급격히 증가하므로 A의 원자가 전자 수는 5이다. B는 7번째 전자를 떼어 낼 때 에너지가 급격히 증가하므로 원자가 전자 수가 6이다. 따라서 A는 15족, B는 16족 원소이다.

오답 바로 알기 ㄷ. 홀전자는 A가 3개, B가 2개이다.

19

A~E에 해당하는 원소는 다음과 같다.

A : ${}_4\text{Be}$, B : ${}_3\text{Li}$, C : ${}_9\text{F}$, D : ${}_8\text{O}$, E : ${}_7\text{N}$

ㄱ. 15족인 E가 16족인 D보다 이온화 에너지가 크다.

ㄷ. 1족인 B는 전자를 잃고 양이온이 되므로 B의 안정한 이온의 반지름은 원자 반지름보다 작다.

오답 바로 알기 ㄴ. 핵전하량이 큰 C가 A보다 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 크다.

20

같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 전기 음성도는 커지고 원자 반지름은 작아지므로 (나)는 원자 반지름이고, (가)는 이온 반지름이다.

ㄱ. 이온 반지름이 원자 반지름보다 큰 B, C, D는 비금속 원소이다.

ㄷ. B와 D의 안정한 이온의 전자 수는 같다. 이온 반지름이 $B > D$ 인 것은 최외각 전자가 느끼는 유효 핵전하가 $B < D$ 이기 때문이다.

오답 바로 알기 ㄴ. A는 금속 원소로 이온화 에너지가 가장 작다.

01 ③	02 ④	03 ①	04 ③	05 ④
06 ②	07 ③	08 ②	09 ⑤	10 ⑤
11 ①	12 ⑤	13 ③	14 ③	15 ①
16 ③	17 ①	18 ④	19 ④	20 ③
21 ③	22 ⑤	23 ④		

01

ㄱ. X의 전자가 3개이므로 원자핵에 3개가 있는 (가)는 양성자이고 원자 번호는 양성자 (가)의 수와 같다.

ㄷ. 원자의 질량은 양성자의 총 질량과 중성자의 총 질량의 합과 거의 같으므로 (가) 양성자와 (나) 중성자는 원자의 질량을 결정한다.

오답 바로 알기 ㄴ. (나)는 중성자이므로 원자핵 전하와 무관하여 중성자 수가 변해도 이온이 되지 않는다.

02

A : 돌턴의 원자 모형, B : 톰슨의 원자 모형, C : 러더퍼드의 원자 모형, D : 보어의 원자 모형이다. 러더퍼드의 원자 모형(C)과 보어의 원자 모형(D)은 원자핵이 존재하므로 해당되는 분류 기준 (가)는 원자핵의 존재를 밝힌 'ㄴ. α 입자 산란 실험의 결과를 설명할 수 있는가?' 이다. 전자껍질은 보어의 원자 모형(D)에만 존재하고 러더퍼드의 원자 모형(C)에는 없으므로 분류 기준 (나)는 'ㄷ. 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명할 수 있는가?' 이다. 톰슨의 음극선 실험으로 전자의 존재가 밝혀졌으므로 톰슨의 원자 모형(B)과 돌턴의 원자 모형(A)의 분류 기준 (다)는 'ㄱ. 전하를 띤 입자가 있는가?' 이다.

03

얇게 편 금박에 α 입자를 충돌시켰을 때 경로가 휘지 않는 것은 속도와 질량이 매우 큰 α 입자를 휘게 할 수 있는 것이 없기 때문이다. 이러한 원자 모형은 (+) 전하를 띤 구형 원자에 (-) 전하를 띤 가벼운 전자가 박혀 있는 톰슨의 원자 모형에 기반을 둔 예측이다.

04

러더퍼드는 α 입자의 극히 일부가 90° 이상의 큰 각도로 튕겨 나온 실험 결과로부터 원자 중심에 원자 질량의 대부분을 차지하고 (+) 전하를 띤 원자핵이 존재하고 이 주위를 전자가 도는 원자 모형을 제시하였다.

05

ㄱ. 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이므로 (가)는 1이고 (나)는 2이다. 따라서 (나)가 (가)의 2배이다.

ㄷ. 원자핵을 구성하는 양성자(A)와 중성자(B) 사이에는 강한 핵력이 작용한다.

오답 바로 알기 ㄴ. 핵전하량은 양성자 수에 비례하므로 (가)와 (다)가 같다.

06

ㄴ. L 껍질에 존재하는 p 오비탈에서 x 축, y 축, z 축 세 방향 모두 에너지가 같으므로 x 축 방향인 (가)와 y 축 방향인 (나)의 에너지 준위는 같다.

오답 바로 알기 ㄱ. p 오비탈의 x 축, y 축, z 축 세 방향에 모두 들어갈 수 있는 전자 수는 각각 2개씩이다.

ㄷ. 모든 p 오비탈 3개에 최대로 채워질 수 있는 전자 수는 각각 2개씩이므로 (가)와 (다)가 같다.

07

원소 기호를 ${}_m^mX$ 와 같이 나타낼 때 m은 양성자 수와 중성자 수의 합인 질량수를 의미하고, n은 원자 번호인 양성자 수를 의미한다. 질량수가 $a+b$ 로 같은 원소는 A와 D이고, 질량수가 $a+b-1$ 로 같은 원소는 B와 C이다. 양성자 수가 $a-1$ 로 같은 원소는 A와 B이다.

08

바닥상태의 전자 배치는 원자 X : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 와 Y : $1s^2 2s^2 2p^5$ 이다.

ㄴ. X는 3주기, Y는 2주기이므로 전자껍질 수는 X가 Y보다 많다.

오답 바로 알기 ㄱ. 홀전자는 X에는 없고 Y에는 1개 있으므로 홀전자 수는 Y가 X보다 많다.

ㄷ. 원자가 전자 수는 X가 2개, Y가 7개이므로 원자가 전자 수는 Y가 X보다 많다.

09

⑤ 전자가 (가)~(다)에 모두 채워진 원소는 양성자 수가 10개 이상이다.

오답 바로 알기 ① 주양자수가 1인 K 껍질에 들어 있는 (가)는 1s 오비탈로 공 모양이다.

② 오비탈의 수가 1인 것은 s 오비탈이므로 (나)는 2s 오비탈이다.

③ (다)는 2p 오비탈이므로 채워질 수 있는 전자 수는 6개이다.

④ (나) 2s 오비탈의 에너지는 (다) 2p 오비탈의 에너지보다 낮다.

10

양성자와 중성자가 결합하여 형성된 (가)는 중수소의 원자핵이며, 중수소의 원자핵과 중성자가 결합하여 형성된 (나)는 삼중수소의 원자핵이다. 중수소와 양성자가 결합하여 형성된 (다)는 질량수가 3인 헬륨 원자핵이다. (라)는 (나)가 양성자와 결합하거나 (다)가 중성자와 결합하여 형성된 질량수가 4인 헬륨 원자핵이다.

ㄱ. (가)와 (나)는 양성자가 1개로 같으므로 전하량은 같다.

ㄴ. 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합에 해당하므로 (나)와 (다)는 질량수가 3으로 같다.

ㄷ. 동위 원소는 양성자 수는 같으나 중성자 수가 다른 원소이므로 (다)와 (라)는 양성자 수가 2인 헬륨의 동위 원소의 원자핵이다.

11

ㄱ. 탄소(${}_6\text{C}$)의 바닥상태의 전자 배치는 (나)와 (다)로 2개이다.

오답 바로 알기 나. 들뜬상태의 전자 배치는 (라), (마)로 2개이다.

ㄷ. 파울리 배타 원리에 위배되어 불가능한 전자 배치는 (가) 1개이다.

12

⑤ 원소의 바닥상태 전자 배치는 B : $1s^22s^22p^2$, C : $1s^22s^22p^4$ 이므로 홀전자 수는 B와 C가 같다.

오답 바로 알기 ① A는 비활성 기체로 전기 음성도는 없다.

② 원자 반지름은 3주기 금속 원소인 D가 가장 크다.

③ 원자가 전자 수는 17족인 E가 가장 많다.

④ 3주기 원소인 D와 E의 원자가 전자의 유효 핵전하는 양성자 수가 17개인 E가 11개인 D보다 크다.

13

③ (나)에서 원자가 전자 c 가 느끼는 핵전하는 안쪽 껍질에 전자 b 가 있으므로 가리움 효과 때문에 +6보다 작다.

오답 바로 알기 ① (가)에서 전자는 a 뿐이므로 가리움 효과가 없어 a 가 느끼는 핵전하는 +1이다.

② (나)에서 유효 핵전하는 핵으로부터 가까운 안쪽에 있는 b 가 바깥쪽에 있는 c 보다 크다.

④ 핵전하가 가장 큰 원소는 양성자 수가 가장 많은 (다)이다.

⑤ (다)의 양성자 수는 8개이고 (나)의 양성자 수는 6개이므로 유효 핵전하는 (다)의 d 가 (나)의 b 보다 크다.

14

원자 반지름이 가장 큰 원소 (가)는 금속 원소이면서 4주기 원소인 칼륨(K), 원자가 전자 수가 가장 큰 원소 (나)는 17족인 플루오린(F)과 염소(Cl), 전기 음성도가 가장 큰 원소 (다)는 플루오린(F), 18족을 제외한 원소 중 제1 이온화 에너지가 가장 큰 원소 (라)는 플루오린(F)이다.

15

홀전자 수가 1개이면서 이온화 에너지가 가장 큰 원소 A는 17족 플루오린(F), 홀전자 수가 2개인 원소 중 이온화 에너지가 큰 B는 산소(O), 작은 C는 탄소(C), 홀전자 수가 3개인 D는 질소(N)이다.

ㄱ. 핵전하량이 가장 큰 것은 17족 플루오린(F)이다.

오답 바로 알기 나. A 플루오린(F)과 B 산소(O)의 안정한 이온의 전자 수는 10개로 같다.

ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 양성자 수가 6개인 C 탄소(C)가 7개인 D 질소(N)보다 작다.

16

A와 B는 동위 원소이므로 양성자 수가 같다. 따라서 (가)는 18이다.

B와 C는 양성자 수와 중성자 수의 합인 질량수가 같다. 따라서 (나)는 21이다. C와 D는 원자 번호가 같으므로 전자 수가 같다. 따라서 (다)는 19이고 (가)+(나)+(다)는 58이다.

17

ㄱ. 네온(${}_{10}\text{Ne}$)의 바닥상태인 전자 배치 (가)는 $1s^22s^22p_x^22p_y^22p_z^2$ 이므로 전자가 들어 있는 오비탈 수는 5개이고, (나)의 전자 배치는 (가)에서 L 껍질에 있는 전자가 M 껍질의 $3s, 3p, 3d$ 오비탈 중 한 곳으로 전이하였으므로 전자가 들어 있는 오비탈 수는 1개 증가하며 6개이다. 따라서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 (나)가 (가)보다 많다.

오답 바로 알기 나. L 껍질에 있는 s 오비탈은 p 오비탈보다 에너지가 낮으므로 에너지 준위가 같지 않다.

ㄷ. 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지는 (가)에서는 L 껍질에서 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지이고, (나)에서는 M 껍질에서 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지이므로 (가)에서 (나)에서 보다 크다.

18

원자의 크기로부터 원자 번호는 A가 가장 작고 D가 가장 크다. 전기 음성도로부터 A와 B는 금속 원소이고 C와 D는 비금속 원소이다. 따라서 A : Li, B : Be, C : O, D : F이고 안정한 이온의 크기가 큰 원소는 $\text{C}(\text{O}^{2-}) > \text{D}(\text{F}^-) > \text{A}(\text{Li}^+) > \text{B}(\text{Be}^{2+})$ 이다.

19

나. 원소 A와 B 모두 제1 이온화 에너지와 제2 이온화 에너지 사이에서 이온화 에너지가 갑자기 증가하므로 원자가 전자 수는 1개로 같다.

ㄷ. 원소 C는 제2 이온화 에너지와 제3 이온화 에너지 사이에서 갑자기 이온화 에너지가 증가하므로 원자가 전자 수는 2개이며, C가 안정한 이온으로 되기 위해서는 전자 2개를 떼어 내어야 하므로 필요한 에너지는 $738 + 1450 = 2188 \text{ kJ/몰}$ 이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 원소 A와 B는 모두 원자가 전자 수가 1개로 1족 원소이나 제1 이온화 에너지가 A가 B보다 크므로 A는 2주기 원소이고, B는 3주기 원소이다. 따라서 전자껍질 수는 A가 2개로 3개인 B보다 적다.

20

③ 방출되는 빛에너지 A는

$$-\frac{1}{2^2}E - \left(-\frac{1}{1^2}\right)E = \frac{3}{4}E \text{ kJ/몰이고, B는}$$

$$0 - \left(-\frac{1}{2^2}\right)E = \frac{1}{4}E \text{ kJ/몰이므로 A가 B의 3배이다.}$$

오답 바로 알기 ① 전자 전이 A는 주양자수 $n=2 \rightarrow n=1$ 에 해당하는 빛이므로 라이먼 계열의 자외선이다.

② 전자 전이 B는 주양자수 $n=\infty \rightarrow n=2$ 이고, (가)는 전자 전이 $n=3 \rightarrow n=2$ 에 의해 방출하는 빛이므로 B가 (가)에 해당하지 않는다.

④ 에너지의 크기는 $C > A > B$ 이므로 파장의 크기는 $B > A > C$ 로 C의 파장이 가장 짧고 B의 파장이 가장 길다.

⑤ C에서 방출되는 빛에너지는

$$-\frac{1}{3^2}E - \left(-\frac{1}{1^2}\right)E = \frac{8}{9}E \text{ 이므로 } \frac{1}{9}E \text{ kJ/몰이 아니다.}$$

21

ㄱ. 전체 p 오비탈의 전자 수
전체 s 오비탈의 전자 수

$1s^2 2s^2 2p^2$ 이므로 A의 전자껍질 수는 2개이다. 전자가 들어 있는 전자껍질 수가 $B > C$ 이므로 B는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 이고 C는 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^6$ 이다. D는 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ 이다.

ㄴ. B의 안정한 이온은 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^6$ 이므로 C와 같은 전자 배치를 한다.

오답 바로 알기 ㄴ. 홀전자 수는 A는 2개이고, B~D는 없으므로 홀전자 수가 가장 많은 것은 A이다.

22

원자 반지름
이온 반지름 > 1 인 A와 C는 금속 원소인 2족 원소이고

원자 반지름
이온 반지름 < 1 인 원소 B와 D는 비금속 원소인 16족 원소이다.

안정한 이온의 전자 수가 10인 A는 마그네슘(Mg)이고, B는 산소(O)이고, 안정한 이온의 전자 수가 18인 C는 칼슘(Ca)이고, D는 황(S)이다.

⑤ 원자가 전자의 유효 핵전하는 양성자가 16개인 D가 12개인 A보다 크다.

오답 바로 알기 ① 원자 반지름이 가장 큰 것은 C 칼슘(Ca)이다.

② 전기 음성도가 가장 큰 것은 B 산소(O)이다.

③ 전자 껍질 수가 가장 많은 것은 C 칼슘(Ca)이다.

④ 원자가 전자 수는 B 산소(O)는 6개이고 C 칼슘(Ca)은 2개이므로 같지 않다.

23

④ (나)에서 x 에 해당하는 에너지는 자외선 영역에서 2번째로 작으므로 전자 전이 $n=3 \rightarrow n=1$ 에 의해 방출하는 에너지로

$$-\frac{1}{3^2}E - \left(-\frac{1}{1^2}\right)E = \frac{8}{9}E \text{ kJ/몰이다. } y \text{에 해당하는 에너지는}$$

가시광선 영역에서 2번째로 작으므로 전자 전이 $n=4 \rightarrow n=2$ 에 의해 방출하는 에너지로

$$-\frac{1}{4^2}E - \left(-\frac{1}{2^2}\right)E = \frac{3}{16}E \text{ kJ/몰이다.}$$

1

입자 X는 전자이고, Y는 원자핵이다. 톰슨은 방전관에 전기장을 걸어 주었을 때 (+)극 쪽으로 휘어지는 음극선이 생성되는 실험 결과로부터 (-)전하를 띤 입자가 원자의 구성 입자임을 알았다. 원자는 전기적으로 중성이므로 (+)전하를 포함하여야 한다고 추론하였다. 이에 톰슨은 원자 모형을 (+)전하가 고르게 분포된 구형 원자에 전자가 박혀 있는 모습이라고 제시하였다.

러더퍼드는 얇은 금박에 α 입자(He^{2+})를 충돌시켰을 때 α 입자의 극히 일부가 90° 이상의 큰 각도로 튕겨 나오는 결과로부터 원자는 대부분 비어 있고 중심에 원자 질량의 대부분을 차지하고 전기적으로 (+)전하를 띤 입자가 있을 것으로 추론하였다. 이에 러더퍼드는 원자 모형을 대부분 비어 있는 구형 원자 중심에 (+)전하를 띤 질량 대부분을 차지하는 원자핵이 있고 그 주위를 전자가 도는 모습이라고 제시하였다.

2

원소 A는 순차적 이온화 에너지가 제2 이온화 에너지(E_2)와 제3 이온화 에너지(E_3) 사이에서 갑자기 증가하므로 원자가 전자 수가 2이므로 2족이다. 즉, 3주기 원소이므로 마그네슘(Mg)이고 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 이다.

원소 B는 제7 이온화 에너지(E_7)와 제8 이온화 에너지(E_8) 사이에서 갑자기 증가하므로 원자가 전자 수가 7이므로 17족이다. 3주기 원소이므로 염소(Cl)이고 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 이다.

수능 맞보기

본문 90~91쪽

기출1 ④	1 ③	기출2 ⑤	2 ②
기출3 ③	3 ③	기출4 ③	4 ⑤

기출1

2주기에서 원자 번호가 증가할수록 이온화 에너지는 대체로 증가하고, 원자 반지름(18족 제외)은 작아진다. 2족 원소인 Be이 13족 원소인 B보다 제1 이온화 에너지가 큰 것은 B의 $2p$ 오비탈에 있는 전자를 떼어 내는 것이 Be의 $2s$ 오비탈에 있는 전자를 떼어 내는 것보다 쉽기 때문이다.

④ Li, Be, B, C의 제1 이온화 에너지의 크기는 $Li < B < Be < C$ 이므로 a는 Li, b는 B, c는 Be, d는 C이다. 원자 반지름의 크기는 $Li > Be > B > C$ 이므로 $a > c > b > d$ 이다.

1

제1 이온화 에너지는 주기율표에서 오른쪽 위로 갈수록 대체로 증가한다. 같은 주기에서 17족 원소의 제1 이온화 에너지는 16족 원소보다 커야 하는데 C의 이온화 에너지가 B보다 작으므로, C는 3주기 원소인 염소(Cl)이고 B는 2주기 원소인 산소(O)이다. A가 인(P)이라면 같은 주기인 Cl보다 제1 이온화 에너지가 작아야 하는데 Cl보다 크므로 A는 2주기 원소인 질소(N)이다.

③ A : 질소($_7N$), B : 산소($_8O$), C : 염소($_{17}Cl$)이다. 원자 반지름은 주기율표에서 왼쪽 아래로 갈수록 증가한다. 따라서 3주기 원소 C($_{17}Cl$)가 가장 크고, 2주기 원소에서 A($_7N$)가 B($_8O$)보다 크다.

기출2

(가)는 양성자 수와 중성자 수가 같으므로 ${}^1_1H^+$ 이다. (나)는 중성자 수가 양성자 수의 2배이므로 ${}^3_1H^+$ 이다. 따라서 (가)가 ㉠과 반응하여 (나)가 될 때 중성자 수가 증가하였으므로 ㉡은 중성자이다. ㉢은 양성자이므로 (가)가 ㉠과 반응하면 양성자 수가 증가하므로 (다)는 ${}^3_2He^{2+}$ 이다.

㉠. ㉡이 중성자이므로 ㉢은 양성자이다.

㉣. (가)는 ${}^1_1H^+$ 으로 양성자가 1개이고 (다)는 ${}^3_2He^{2+}$ 으로 양성자가 2개이므로, 핵전하량은 (다)가 (가)의 2배이다.

㉤. (나)는 ${}^3_1H^+$ 이고 (다)는 ${}^3_2He^{2+}$ 이므로 질량수는 (나)와 (다)가 같다.

2

질량수 2인 중수소 원자핵이 (가)와 결합해 질량수 3인 삼중수소 원자핵을 형성했으므로 (가)는 중성자이다. 질량수 3인 삼중수소 원자핵이 (나)와 결합해 질량수 4인 헬륨 원자핵을 형성했으므로 (나)는 양성자이다.

㉤. 중수소 원자핵이 (나)양성자와 결합하여 생성된 원자핵은 (다)와 양성자 수는 같으나 중성자 수가 다른 동위 원소이다.

오답 바로 알기 ㉠. 빅뱅으로 형성된 최초의 기본 입자는 쿼크와 전자이다.

㉣. 전하량은 (나) 양성자가 (가) 중성자보다 크다.

기출3 전자 수의 비가 1 : 2이면서 전자가 들어 있는 오비탈 수의 비가 2 : 5인 원자 X와 Y는 각각 ${}_4Be$ 과 $_8O$ 이다.

㉠. X는 ${}_4Be$ 으로 2족 원소의 원자이므로 원자가 전자 수는 2이다.

㉣. Y는 $_8O$ 로 바닥상태의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$ 이므로 전자가 들어 있는 오비탈 수비는 $s : p = 2 : 3$ 이다.

오답 바로 알기 ㉤. Y의 원자가 전자가 p 오비탈에 홀전자로 채워졌으므로 Y^- 이 되어도 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 변하지 않는다.

3

2주기 원소 중 전자가 들어 있는 오비탈 수가 3개인 것은 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^1$ 이므로 X는 붕소($_5B$)이다. 전자가 들어 있는 s 오비탈 수와 p 오비탈 수가 같은 것은 전자 배치가 $1s^2 2s^2 2p^2$ 이므로 Y는 탄소($_6C$)이다. 전자 수의 비는 $Y : Z = 3 : 2$ 이고 Y의 전자 수가 6개이므로 Z는 베릴륨($_4Be$)이다.

기출4

에너지는 E_I 는 파란색이므로 초록색 E_{II} 보다 크다. $E_{IV} > E_{II} > E_{III}$ 이므로 E_I 이 $n=5 \rightarrow n=2$ 이고, $E_{IV} > E_{II} > E_{III}$ 이므로 E_{II} 는 $n=4 \rightarrow n=2$ 이고, $a=3$ 이 되어 E_{III} 는 $n=3 \rightarrow n=2$ 이다. E_{IV} 는 E_{II} 보다 크므로 $b=1$ 이고 $n=4 \rightarrow n=1$ 이다. 따라서 $E_{IV} > E_I > E_{II} > E_{III}$ 이다.

㉠. (가)는 E_{II} 이므로 $n=4 \rightarrow n=2$ 이다.

㉤. E_{IV} 는 E_{II} 보다 크므로 $b=1$ 이다

오답 바로 알기 ㉣. $|E_{II} - E_{III}| = |E_4 - E_3|$ 이고 $|E_I - E_{II}| = |E_5 - E_3|$ 이므로 $|E_I - E_{II}| > |E_{II} - E_{III}|$ 이다.

4

㉠. a에 해당하는 빛에너지는 $n=4 \rightarrow n=1$ 이므로 자외선 영역 라 이먼 계열이다.

㉣. 전자가 낮은 에너지 준위에서 높은 에너지 준위로 변할 경우 에너지를 흡수한다. c에 해당하는 에너지는 $n=1 \rightarrow n=2$, d에 해당하는 에너지는 $n=2 \rightarrow n=3$, e에 해당하는 에너지는 $n=2 \rightarrow n=4$ 이다. 따라서 에너지를 흡수하는 전자 전이는 c, d, e 3가지이다.

㉤. |b에 해당하는 에너지|는 $|n=3 \rightarrow n=2|$ 에 해당하는 방출 에너지이고 |d에 해당하는 에너지|는 $|n=2 \rightarrow n=3|$ 에 해당하는 흡수 에너지이므로 에너지의 부호만 다르고 절댓값은 같다.

Ⅲ. 아름다운 분자 세계

1

분자 구조의 다양성

핵심 개념 체크

본문 94~95쪽

1 동소체 2 다이아몬드 3 (1) ㄹ (2) ㄷ (3) ㄱ (4) ㄴ (5) ㅁ 4 DNA 5 인산, 당, 염기 6 (1) ㄴ (2) ㄱ (3) ㄹ (4) ㄷ 7 2중 나선

출제 예상 문제

본문 96~98쪽

01 ③ 02 ③ 03 ① 04 해설 참조 05 ③
06 ④ 07 ② 08 ⑤ 09 ③
10 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × 11 ③ 12 ⑤
13 ⑤ 14 (가) ㄹ (나) ㄱ (다) ㄴ (라) ㄷ 15 ④
16 ② 17 ④ 18 ⑤

01

(가)는 각 탄소 원자 1개가 다른 탄소 원자 4개와 결합하고 있으며 정사면체 구조가 반복적으로 나타나고 있으므로 다이아몬드이다. (나)는 육각형 벌집 구조가 연속적으로 나타나는 층상 구조이므로 흑연이다. (다)는 흑연인 (나)의 한 층만으로 이루어진 평면 구조이므로 그래핀이다.

02

ㄱ. (나) 흑연과 (다) 그래핀은 모두 각 탄소 원자 1개가 다른 탄소 원자 3개와 결합하여 정육각형 구조가 연속으로 나타나는 구조이다.

ㄴ. 흑연과 그래핀은 모두 탄소(C)로 이루어진 물질로 완전 연소하면 모두 이산화 탄소(CO_2)가 생성된다.

오답 바로 알기 ㄷ. 탄소(C)의 원자가 전자 수는 4개이다. 흑연과 그래핀은 모두 각 탄소 원자 1개가 다른 탄소 원자 3개와 결합하므로 원자가 전자 4개가 모두 결합에 참여하지 않는다.

03

① 산소(O_2)와 오존(O_3)은 (가) 다이아몬드(C), (나) 흑연(C), (다) 그래핀(C)과 같이 한 가지 원소만으로 이루어졌으나 원자 배열과 구조가 달라 성질이 다른 동소체 관계이다.

오답 바로 알기 ② 수소(^1H)와 중수소(^2H)는 원자량이 다를 뿐 전자가 1개이므로 화학적 성질은 같다.

③, ④ 물(H_2O)과 과산화 수소(H_2O_2), 일산화 탄소(CO)와 이산화 탄소(CO_2)는 한 가지 원소로 이루어지지 않았다.

⑤ 드라이아이스(CO_2)는 이산화 탄소(CO_2)의 고체 상태 물질이다.

04

(가)는 탄소의 원자가 전자가 모두 결합에 이용되나, (다)는 결합에 참여하지 않는 원자가 전자가 있어서 자유롭게 이동할 수 있기 때문이다.

05

③ (나)는 다이아몬드로 정사면체 구조가 연속적으로 나타난다.

오답 바로 알기 ① (가)는 흑연으로 평면 구조가 연속으로 이어진 층상 구조이다.

② (나)는 다이아몬드로 전기 전도성이 없다.

④ (다)는 폴러렌으로 탄소 원자 60개가 정육각형 20개, 정오각형 12개로 이어진 축구공 모양이다.

⑤ (다) 폴러렌에서 각 탄소 원자 1개는 다른 탄소 원자 3개와 결합하고 있다.

06

(가)는 흑연 한 층을 원기둥 모양으로 말아놓은 것과 같은 원통형 구조로 탄소 나노튜브이다. (나)는 탄소 60개로 이루어진 축구공 모양으로 폴러렌이다.

07

ㄷ. (가) 탄소 나노튜브와 (나) 폴러렌은 모두 각 탄소 원자 1개당 결합하고 있는 다른 탄소 원자의 수는 3개로 동일하다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가)는 탄소 나노튜브로 육각형 구조가 연속적으로 나타난다.

ㄴ. (나)는 정육각형 구조 20개와 정오각형 구조 12개로 이루어진 공 모양의 구조이다.

08

탄소 원자만으로 이루어진 물질 중 정육각형 모양의 평면 구조로 각 탄소 원자당 결합에 참여하지 않은 전자가 있어 전류가 흐르며, 유연하게 휘어지는 성질을 갖는 것은 그래핀이다.

09

ㄱ. (가)는 다이아몬드, (나)는 폴러렌이므로 (가)와 (나)는 모두 탄소 원자만으로 이루어진 공유 결합 물질이다.

ㄷ. 물질 1몰의 질량은 화학식량에 g을 붙인 값이다. (가) 다이아몬드의 화학식은 C이므로 1몰의 질량은 12 g이고, (나) 폴러렌의 화학식은 C_{60} 이므로 1몰의 질량은 720 g이다. 따라서 물질 1몰에 포함된 탄소 원자 수는 (나)가 (가)보다 60배 많다.

오답 바로 알기 ㄴ. 각 탄소 원자 1개당 결합하고 있는 공유 결합의 수는 (가)에서는 4개이고, (나)에서는 3개이다. 그러므로 물질 1 g에 포함된 탄소-탄소 결합 수는 (나)가 (가)보다 적다.

10

(1) DNA는 생명체에 매우 중요한 물질로서 유전 정보를 저장, 복제, 전달하는 기능은 DNA의 2중 나선형 구조와 밀접한 관련이 있다.

(3) DNA의 염기 중 아데닌(A)은 티민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 상보적 수소 결합을 형성한다.

오답 바로 알기 (2) DNA의 단위체 중 5탄당의 구조는 탄소(C) 원자 4개가 산소(O) 원자 1개와 5각형 평면 고리를 이루는 사면체형 입체 구조이다.

(4) DNA 분자는 2개의 긴 가닥이 비틀린 사다리처럼 꼬인 2중 나선 구조이다.

11

DNA를 이루는 기본 단위에서 (가)는 인(P)이 중심 원소인 인산, (나)는 탄소(C)가 중심 원소인 5탄당, (다)는 아데닌으로 염기이다.

12

(가)는 인산으로 DNA 구조의 바깥 골격을 이룬다. (나)는 5탄당으로 한 분자에 들어 있는 탄소(C) 원자 수는 5개이다. DNA는 (가) 인산 : (나) 당 : (다) 염기가 1 : 1 : 1의 비로 구성되어 있다.

13

ㄱ. DNA 분자는 2개의 긴 가닥이 비틀린 사다리처럼 꼬인 2중 나선 구조이다.

ㄴ. DNA의 2중 나선 구조에는 인산과 당이 바깥쪽 골격을 이룬다.

ㄷ. 염기는 상보적 수소 결합으로 아데닌(A)은 티민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과 연결되어 있다.

14

DNA 구조에서 (가)는 바깥 골격을 이루는 인산-당 결합 구조이고, (나)는 염기이다. (다)는 염기끼리 상보적 수소 결합을 나타내며, 아데닌(A)과 티민(T)은 2개의 수소 결합, 구아닌(G)과 사이토신(C)은 3개의 수소 결합으로 연결되어 있다. (라)는 구아닌(G)과 상보적 수소 결합으로 연결된 사이토신(C)이다.

15

④ DNA의 2중 나선 구조는 매우 중요한 생명체 활동으로 유전 정보를 저장, 복제, 전달하는 기능과 밀접한 관련이 있다.

오답 바로 알기 ① DNA의 단위체에서 인산에는 1개의 인(P)이 존재하고, 당에는 5개의 탄소(C)가 존재한다.

② DNA 가닥이 풀릴 때 염기 사이의 수소 결합 (다)가 끊어진다.

③ DNA 한 분자에서 상보적 수소 결합으로 아데닌(A)과 티민(T)의 수가 같고, 구아닌(G)과 사이토신(C)의 수가 같다.

⑤ 그림에서 볼 수 있듯이 염기 사이의 상보적 수소 결합의 수는 아데닌(A)과 티민(T) 사이에는 2개, 구아닌(G)과 사이토신(C) 사이에는 3개이다.

16

(나)에 나타나는 각 염기가 상보적 수소 결합으로 연결될 수 있는 염기는 아데닌(A)과 티민(T), 구아닌(G)과 사이토신(C)이다.

17

④ 상보적으로 결합한 구아닌(G)과 사이토신(C)의 구성 원소 중 고리를 구성하는 원소는 구조적으로 같은 평면에 있어 3개의 수소 결합으로 연결되어 있으나 고리 주변의 원소($-NH_2$, $-CH_3$ 등)들은 입체 구조를 가지므로 모든 원소가 같은 평면에 위치하는 것은 아니다.

오답 바로 알기 ① 세포 분열 시 염기 사이의 수소 결합이 풀린다.

② 아데닌(A)은 티민(T)과 상보적 수소 결합을 한다.

③ DNA는 2개의 긴 가닥이 비틀린 사다리처럼 꼬인 구조이다.

⑤ DNA의 2중 나선 구조는 유전 정보의 저장, 복제, 전달과 밀접하게 관련된다.

18

분류 기준 (가)에 그래핀과 풀러렌(C_{60})은 해당되고, 다이아몬드만 해당되지 않는 것으로 보아, 이때의 분류 기준은 각 탄소 원자 1개가 가진 원자가 전자 수 4개 중에 3개가 공유 결합을 하여 '결합에 참여하지 않는 전자가 있는가?' 이다. 분류 기준 (나)에 그래핀은 평면 구조이고 풀러렌(C_{60})은 축구공 모양의 입체 구조이므로 그래핀에는 해당되나 풀러렌(C_{60})은 해당되지 않는 것으로 보아, 이때의 분류 기준은 '평면 구조인가?' 이다.

2 이온 결합

핵심 개념 체크

본문 99~101쪽

1 이온 결합 **2** (1) -, + (2) 나트륨, 염소 기체 (3) 양이온, 음이온 (4) 전자 **3** 18족 **4** $1s^2 2s^2 2p^6$ **5** 아르곤(Ar) **6** (1) 알, 양이온 (2) 1, 음이온 (3) O^{2-} , 산화 이온 (4) 이온 결합 **7** (1) NaF (2) $CaCl_2$ (3) KNO_3 (4) Al_2O_3 **8** 이온 결합 물질 **9** (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) ○ **10** MgO를 구성하는 이온의 전하량이 KCl보다 크고 MgO를 구성하는 이온 간 거리가 KCl보다 짧기 때문이다

출제 예상 문제

본문 102~104쪽

- | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|
| 01 ④ | 02 ⑤ | 03 ④ | 04 ⑤ |
| 05 (1) B_2A (2) DA (3) BC (4) DC_2 | 06 ④ | 07 ② | |
| 08 ② | 09 ③ | 10 ⑤ | 11 ⑤ |
| 12 ② | | | |
| 13 ④ | 14 ⑤ | 15 ② | 16 ③ |
| 17 ① | | | |
| 18 AB_2 | | | |

01

④ 산소는 원자가 전자 수가 6개이므로 전자 2개를 얻어 음이온이 되면 가장 바깥 전자껍질에 전자가 8개로 채워져 안정한 전자 배치를 한다.

오답 바로 알기 ① 산화 이온(O^{2-})의 전자 수는 10개이다.

② 양성자 수는 8개이다.

③ Ne과 같은 전자 수를 갖는다.

⑤ 산소 원자가 전자 2개를 얻어 형성된 이온이다.

02

⑤ 이 원소는 중성일 때 전자가 11개인 나트륨(Na)이다. 나트륨 원자 (가)에서 나트륨 이온 (나)가 될 때 양성자 수는 11개로 일정하고 전자 수가 10개로 감소한다.

오답 바로 알기 ① 중성일 때 전자 수가 11개이므로 이 원소의 양성자 수는 11개이며 원자 번호는 11번이다.

② 원자가 전자 수는 세 번째 M 껍질에 1개이다.

③ (나)는 가장 바깥 전자껍질에 전자가 8개로 채워져 안정한 전자 배치를 한다.

④ (가)에서 전자는 11개, (나)에서 전자는 10개이므로 (가)에서 전자 1개를 잃으면 (나)가 된다.

03

④ B가 전자 1개를 얻으면 안정한 이온이 된다.

오답 바로 알기 ① 원자 A의 전자 수가 11개이므로 양성자 수도 11개이다.

② A의 원자가 전자 수가 1개이므로 전자를 1개 잃어 양이온이 되면 안정한 전자 배치를 한다. 그러므로 A 이온의 화학식은 A^+ 이다.

③ B는 원자가 전자 수가 7개이므로 17족 원소이다.

⑤ A와 B로 이루어진 화합물은 A와 B가 1 : 1로 결합하여야 전기적으로 중성이 되고, 이온 결합 물질의 화학식은 양이온의 원소 기호를 앞에 쓰고 음이온의 원소 기호를 뒤에 쓰므로 화학식은 AB로 나타낸다.

04

ㄱ. A가 전자 2개를 얻으면 가장 바깥 전자껍질이 8개의 전자로 채워진 안정한 전자 배치를 한다.

ㄴ. 3주기 1족 원소인 B가 전자 1개를 잃고 안정한 이온이 될 때 전자껍질 수는 3개에서 2개로 감소한다.

ㄷ. C가 전자 1개를 얻어 안정한 이온이 되었을 때와 D가 전자 2개를 잃어 안정한 이온이 되었을 때의 전자 수는 C와 D 모두 18개로 같다.

05

원자 A~D의 안정한 이온의 화학식은 A^{2-} , B^+ , C^- , D^{2+} 이다. 이온 결합 물질의 화학식은 양이온의 원소 기호를 앞에 쓰고, 음이온의 원소 기호를 뒤에 쓰므로 A와 D를 먼저 쓰고, B와 C를 뒤에 쓴다. 전기적으로 중성이 되도록 이온 수의 비를 맞추어 써야 하므로 A~D 사이에 형성된 이온 결합 물질의 화학식은 (1) B_2A , (2) DA, (3) BC, (4) DC_2 이다.

06

ㄴ. 염화 나트륨(NaCl)의 구성 입자인 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-) 사이의 전기적 인력은 결정 구조인 고체 상태 (가)에서 액체 상태인 (나)에서보다 크다.

ㄷ. 액체나 수용액 상태인 (나)와 (다)에서 전류가 흘렀을 때 (-) 전하를 띠는 염화 이온은 반대 전극인 (+)극으로 이동한다.

오답 바로 알기 ㄱ. 고체 상태인 (가)에서는 양이온과 음이온이 규칙적으로 단단하게 결합되어 있어 이온이 이동할 수 없다.

07

② B는 금속 원소이므로 전자를 잃기 쉬운 원소이다.

오답 바로 알기 ① 원소 A와 B가 안정한 이온이 되었을 때의 전자 수가 같고, A는 비금속 원소이고, B는 금속 원소이므로 A는 2주기 원소이고, B는 3주기 원소이다.

③ 양성자 수는 3주기 원소인 B가 2주기 원소인 A보다 많다.

④ A와 B가 안정한 이온이 되었을 때의 전자 수가 같으므로 안정한 이온의 전자껍질 수도 같다.

⑤ 화합물의 용융액을 전기 분해했을 때 (+)극에서 A_2 기체가 생성되므로 A는 음이온이 되기 쉬운 비금속 원소이고, (-)극에서 금속 B가 생성되므로 B는 양이온이 되기 쉬운 금속 원소이다. 그러므로 A와 B로 이루어진 화합물은 양이온과 음이온 사이의 전기적 인력

으로 결합이 형성된 이온 결합 물질이다.

08

염화 나트륨 용융액을 전기 분해했을 때 (+)극에서는 염화 이온(Cl^-)이 전자를 잃어 염소(Cl_2) 기체가 생성되며, (-)극에서는 나트륨 이온(Na^+)이 전자를 얻어 금속 나트륨(Na)이 생성된다.

09

ㄱ. 염화 나트륨 용융액을 전기 분해했을 때 나트륨 이온(Na^+)은 (-)극으로 이동하여 전자를 얻는다.

ㄴ. 염화 나트륨 용융액의 전기 분해 실험을 통해 이온 결합의 형성에는 전자가 관련되어 있다는 것을 알 수 있다.

오답 바로 알기 ㄴ. 염화 이온(Cl^-)은 반대 전극인 (+)극으로 이동한다.

10

⑤ 원자 A~C의 전자 배치에서 A의 전자 수는 3개이므로 ${}_3\text{Li}$, B의 전자 수는 8개이므로 ${}_8\text{O}$, C의 전자 수는 12개이므로 ${}_{12}\text{Mg}$ 이다. 그러므로 B와 C가 안정한 이온이 되었을 때의 전자 수는 10개이므로 전자껍질 수는 같다.

오답 바로 알기 ① A는 원자가 전자 수가 1개이므로 1족 원소이다.

② B는 원자가 전자 수가 6개이므로 음이온이 되기 쉬운 비금속 원소이다.

③ C는 원자가 전자 수가 2개이므로 안정한 이온의 화학식은 C^{2+} 이다.

④ A와 B가 안정한 이온이 되었을 때의 전자 수가 다르며, 전자껍질 수도 다르다.

11

ㄱ. 이온 결합 물질은 액체 상태에서는 이온이 자유롭게 이동하므로 전류가 흐른다.

ㄴ. 고체 상태의 이온 결합 물질 (나)에 힘을 가하면 이온 결합이 끊어지면서 밀리게 되어 같은 전하를 띤 이온들끼리 반발하여 부스러지기 쉽다.

ㄷ. (가)와 (나)는 이온 결합 물질이므로 모두 양이온과 음이온 사이의 전기적 인력으로 형성된 물질이다.

12

고체 상태의 염화 나트륨(NaCl) 결정에서는 양이온과 음이온이 규칙적으로 단단하게 결합되어 있어 이온이 자유롭게 이동할 수 없으나 액체 상태에서는 이온이 자유롭게 이동하므로 전류가 흐른다.

13

주기율표에서 A는 수소(H), B는 탄소(C), C는 플루오린(F), D는 나트륨(Na)이다.

ㄴ. C는 플루오린(F)으로 전자를 얻어 음이온이 되기 쉬운 비금속 원소이다.

ㄷ. 비금속 원소 C와 금속 원소 D로 이루어진 화합물은 이온 결합 물질이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 수소(H)는 비금속 원소이다.

14

A는 수소(H), B는 탄소(C), C는 플루오린(F), D는 나트륨(Na)으로 A~D로 이루어진 이온 결합 물질의 화학식에는 DC(NaF)와 DA(NaH)가 있다.

15

3주기 비금속 음이온의 반지름은 3주기 금속 양이온의 반지름보다 크므로 A는 양이온, B는 음이온이다.

ㄷ. 이 물질은 양이온 A와 음이온 B 사이의 전기적 인력으로 형성된 고체 상태의 이온 결합 물질이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 고체 상태의 이온 결합 물질에 전압을 걸어 주면 이온이 이동할 수 없으므로 전류가 흐르지 못한다.

ㄴ. 양이온 A는 3주기 원소가 원자가 전자를 잃고 Ne의 전자 배치를 가지므로, 3주기 음이온 B의 바닥상태의 전자 배치와 다르다.

16

ㄱ. Na과 Cl로 이루어진 이온 결합 물질에서 ㉠은 염화 이온(Cl^-), ㉡은 나트륨 이온(Na^+)이며 ㉢과 ㉣ 모두 가장 바깥 전자껍질의 전자 수는 8개로 안정한 전자 배치를 한다.

ㄴ. 고체 상태에서 힘을 가하면 이온 결합이 끊어지면서 밀리게 되어 같은 전하를 띤 이온들끼리 반발력이 작용하여 쉽게 부스러진다.

오답 바로 알기 ㄷ. 액체 상태에 전류를 흘려 주면 음이온 ㉠은 (+)극으로, 양이온 ㉡은 (-)극으로 이동하여 이동 방향이 서로 반대이다.

17

A는 전자 수가 12개인 마그네슘(Mg)이고, B는 전자 수가 17개인 염소(Cl)이다.

ㄴ. 양성자 수는 17개인 B가 12개인 A보다 많다.

오답 바로 알기 ㄱ. A는 원자가 전자 수가 2개인 금속 원소이다.

ㄷ. A는 원자가 전자 수가 2개이므로 전자 2개를 잃고 양이온이 되기 쉽다. B는 원자가 전자 수가 7개이므로 전자 1개를 얻어 음이온이 되기 쉽다. 그러므로 안정한 이온이 되었을 때의 전자껍질 수는 A가 2개, B가 3개로 같지 않다.

18

A는 원자가 전자 수가 2개이므로 안정한 이온의 화학식은 A^{2+} 이고, B는 원자가 전자 수가 7개이므로 안정한 이온의 화학식은 B^- 이다. 그러므로 A와 B로 이루어진 이온 결합 물질의 화학식은 AB_2 이다.

- ④ 2주기 원소인 B가 안정한 이온이 되면 Ne의 전자 배치를 한다.
 ⑤ 비금속 원소 A와 비금속 원소 B로 이루어진 화합물은 공유 결합 물질이다.

09

A는 원자가 전자가 4개이며, B는 홀전자가 2개이므로 A와 B는 1:2의 원자 수비로 전자쌍을 2개씩 공유하는 2중 결합을 한다. 루이스 구조식은 $\ddot{B}=A=\ddot{B}$ 이다.

10

⑤ A는 수소(H), B는 탄소(C), C는 산소(O), D는 플루오린(F)으로 모두 비금속 원소이다. 공유 결합은 비금속 원소 사이의 결합이므로 A와 B~D는 모두 공유 결합하여 안정한 화합물을 만든다.

오답 바로 알기 ① A는 수소(H), B는 탄소(C)이므로 4:1의 원자 수 비로 결합하여 BA_4 을 형성한다.

- ② B는 탄소(C)로 결합에 참여할 수 있는 전자가 4개이다.
 ③ C의 수소 화합물은 물(H_2O)이다. 그러므로 공유 전자쌍 2개, 비공유 전자쌍 2개가 존재한다.
 ④ D의 2원자 분자에는 비공유 전자쌍이 6개 존재한다.

11

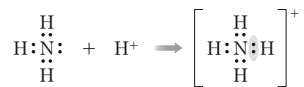
A~D로 이루어진 공유 결합 물질의 화학식은 BA_4 , A_2C , AD, BC_2 , BD_4 , CD_2 등이 있다.

12

- ㄱ. H^+ 은 H가 전자 1개를 잃은 것이므로 전자가 없다.
 ㄴ. 배위 결합도 공유 결합이므로 H_3O^+ 에는 공유 전자쌍이 3쌍이다.
 ㄷ. H와 O 모두 비금속 원소이므로 H_2O 과 H_3O^+ 은 모두 공유 결합 물질이다.

13

H_3O^+ 과 같이 배위 결합으로 생성된 물질은 NH_4^+ 이다.



14

ㄱ. (가)의 염화 나트륨($NaCl$)과 염화 칼륨(KCl)은 금속 원소와 비금속 원소로 구성된 이온 결합 물질이다.

오답 바로 알기 ㄴ. (나)는 공유 결합 물질로 이루어진 분자이므로 녹는점은 분자간 인력과 관련이 있다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모두 고체 상태에서 이온이나 자유롭게 움직이는 전자가 없으므로 전류가 흐르지 않는다.

15

(가)는 이온 결합 물질로 이온 사이의 전기적 인력으로 결합력이 커

서 녹는점이 높다. (나)는 공유 결합 물질로 분자로 이루어져 있어 분자 사이의 인력이 원자 간 결합보다 약하기 때문에 녹는점이 낮다.

16

④ 원자의 핵 전하량은 양성자 수가 많을수록 크며, 양성자 수는 전자 수와 같으므로 C가 가장 크다.

오답 바로 알기 ① A는 전자 1개를 얻어 음이온이 되기 쉽다.

② B 원자는 가장 바깥껍질에 전자 수가 6개이므로 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

③ C^+ 의 전자껍질 수가 2개이므로 원자일 때는 전자껍질 수가 3개이고 3주기 원소이다.

⑤ A와 C로 이루어진 안정한 화합물의 화학식은 양이온을 먼저 쓰고 음이온을 나중에 쓰므로 CA이다.

17

공유 결합 물질은 비금속 원소로 형성되므로 A~C 중 A와 B로 이루어진 화합물이 공유 결합 물질이고, 루이스 구조식은 $:\ddot{A}-\ddot{B}-\ddot{A}:$ 이다.

18

(가) 다중 결합이 존재하는 것은 CO_2 1개이다. (나) 배위 결합으로 형성된 것은 H_3O^+ , NH_4^+ 2개이다. (다) 이온 사이의 전기적 인력으로 결합되어 있는 이온 결합 물질은 NaF , $MgCl_2$ 2개이다.

19

ㄱ. $NaBr$ 과 MgO 은 양이온과 음이온으로 이루어진 이온 결합 물질이다.

ㄷ. 이온 결합 물질의 녹는점이 공유 결합으로 이루어진 분자보다 높은 것으로 보아 이온 간 전기적 인력이 분자 간 인력보다 크다.

오답 바로 알기 ㄴ. 포도당과 에탄올은 공유 결합으로 이루어진 분자로 액체 상태에서 이온화하지 않으므로 전기 전도성이 없다.

20

2주기 원자 X로 이루어진 분자 중 3중 결합을 형성하면 공유 전자쌍이 3개이고, 옥텟 규칙을 만족하기 위해서는 비공유 전자쌍이 1개 있어야 한다. 그러므로 분자식은 X_2 이고 루이스 구조식은 $:X \equiv X:$ 이다.

4

분자의 구조

핵심 개념 체크

본문 111~112 쪽

- 1 전자쌍 반발 원리 2 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × 3 (1) 결합각
(2) 직선 (3) 평면 삼각형 (4) 사면체 4 전자쌍 5 비공유 6 (1)
ㄱ (2) ㄴ (3) ㄷ (4) ㄱ (5) ㄷ

출제 예상 문제

본문 113~116 쪽

- 01 (가) 2, 직선형 (나) 3, 평면 삼각형 (다) 4, 사면체형 02 ②
03 ③ 04 ③ 05 ③ 06 ④ 07 ⑤
08 ④ 09 H:X:H, H:Y:H 10 ① 11 ①
12 ② 13 ② 14 ③ 15 ① 16 ④
17 ② 18 ④ 19 ⑤ 20 ② 21 ④
22 ② 23 ③ 24 ② 25 ① 26 ①

01

공유 결합 분자는 중심 원자를 둘러싸고 있는 전자쌍 사이의 전기적 반발력을 최소화하기 위해 가능한 멀리 떨어진 모양이 된다. 그림과 같이 비공유 전자쌍 없이 공유 전자쌍 수가 (가) 2개이면 직선형, (나) 3개이면 평면 삼각형, (다) 4개이면 사면체형 구조를 가진다.

02

분자 구조 (가)에 해당하는 분자는 중심 원자에 공유 전자쌍만 2개 있으므로 원자가 전자 수가 2개인 Be의 수소 화합물 BeH_2 이고, (나)에 해당하는 분자는 공유 전자쌍만 3개 있으므로 원자가 전자 수가 3개인 B의 플루오린 화합물 BF_3 이다. (다)에 해당하는 분자는 공유 전자쌍만 4개 있으므로 원자가 전자 수가 4개인 C의 수소 화합물 CH_4 이다.

03

③ 물(H_2O)의 중심 원자인 산소(O)에는 비공유 전자쌍 2개가 있으므로 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 강하여 물의 결합각이 메테인(CH_4)의 결합각 109.5° 보다 작다.

오답 바로 알기 ① 물(H_2O)의 중심 원자인 산소(O)에는 비공유 전자쌍 2개가 있으므로 분자 구조는 굽은형이다.

② 산소 원자는 공유 전자쌍 2개, 비공유 전자쌍 2개로 8개의 전자를 가져 옥텟 규칙을 만족한다.

④ 산소 원자에는 비공유 전자쌍 2개가 있다.

⑤ 수소 원자는 공유할 수 있는 전자가 1개뿐이므로 산소 원자와 단일 결합을 한다.

04

ㄱ. A는 산소(O) 원자, B는 염소(Cl) 원자로 A와 B로 이루어진 화합물의 화학식은 AB_2 이다.

ㄴ. AB_2 의 중심 원자 A에는 비공유 전자쌍이 2개, 공유 전자쌍이 2개 있으므로 AB_2 의 분자 모양은 굽은형이다.

오답 바로 알기 ㄷ. AB_2 는 공유 결합 물질로 액체 상태에서 전류가 흐르지 않는다.

05

③ (가)는 공유 전자쌍이 2개, 굽은형 구조이므로 중심 원자의 원자가 전자 수가 6개인 H_2O 이고, (나)는 공유 전자쌍이 3개, 삼각뿔형 구조이므로 중심 원자의 원자가 전자 수가 5개인 NH_3 이다. (다)는 공유 전자쌍이 4개, 사면체형 구조이므로 중심 원자의 원자가 전자 수가 4개인 CH_4 이다. 그러므로 중심 원자의 원자 번호가 가장 큰 분자는 (가)이다.

오답 바로 알기 ① (가)는 분자 구조가 굽은형이므로 중심 원자에는 비공유 전자쌍이 있다.

② (나)의 중심 원자에는 공유 전자쌍이 3개, 비공유 전자쌍이 1개가 있으므로 옥텟 규칙을 만족한다.

④ (가)~(다)의 결합각은 각각 104.5° , 107° , 109.5° 이므로 결합각이 가장 큰 분자는 (다)이다.

⑤ (가)~(다)의 비공유 전자쌍은 각각 2, 1, 0개이므로 비공유 전자쌍이 가장 많은 분자는 (가)이다.

06

분자 (가)~(다)의 중심 원자의 원자가 전자 수가 각각 6개, 5개, 4개이므로 이에 해당하는 분자는 H_2O , NH_3 , CH_4 이다.

07

A는 수소(H), B는 탄소(C)이므로 A와 B가 결합하여 형성된 화합물의 화학식은 BA_4 이고, 공유 전자쌍만 4개 있으므로 분자 구조는 사면체형이다.

08

B는 원자가 전자 수가 4개인 탄소(C), C는 원자가 전자 수가 6개인 산소(O)이므로 B와 C가 결합하여 형성된 화합물의 화학식은 BC_2 이다. B와 C의 루이스 구조식은 $\text{C}=\text{B}=\text{C}$ 이므로 공유 전자쌍 수는 4개, 비공유 전자쌍 수는 4개이다.

09

2주기 원소의 수소 화합물에서 중심 원자 주위의 전자쌍 수가 공유 전자쌍만 2개인 XH_2 의 루이스 전자점식은 $\text{H}:\text{X}:\text{H}$ 이고, 공유 전자쌍 2개, 비공유 전자쌍 2개인 H_2Y 의 루이스 전자점식은 $\text{H}:\ddot{\text{Y}}:\text{H}$ 이다.

10

ㄱ. XH_2 의 루이스 전자점식은 $\text{H}:\text{X}:\text{H}$ 이므로 (가)는 직선형 구조이다.

오답 바로 알기 ㄴ. (나)는 굽은형 구조이므로 결합각은 180° 가 아니

다.

ㄷ. XH_2 에서 X는 공유 전자쌍만 2개이므로 옥텟 규칙을 만족하지 않고, H_2Y 에서 Y는 공유 전자쌍 2개, 비공유 전자쌍 2개이므로 옥텟 규칙을 만족한다.

11

분자 구조 (가)는 공유 전자쌍만 4개이므로 정사면체형이고, (나)는 공유 전자쌍 3개, 비공유 전자쌍 1개이므로 삼각뿔형이고, (다)는 공유 전자쌍 2개, 비공유 전자쌍 2개이므로 굽은형이다.

12

비공유 전자쌍 간 반발력이 공유 전자쌍 간 반발력보다 크므로 결합각 α 는 109.5° , β 는 107° , γ 는 104.5° 로 크기는 $\alpha > \beta > \gamma$ 이다.

13

(가)~(다)에 해당하는 수소 화합물의 중심 원자의 원자가 전자 수가 각각 4개, 5개, 6개이어야 하므로 이에 해당하는 분자는 CH_4 , NH_3 , H_2O 이다.

14

③ BF_3 에서 붕소(B)는 원자가 전자 수가 3개이므로 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

오답 바로 알기 ① 붕소(B)는 원자가 전자 수가 3개이므로 BF_3 는 평면 삼각형 구조인 (나)이고 NF_3 의 구조는 (가)이다.

② NF_3 의 구조는 삼각뿔형으로 입체 모양이다.

④ 질소(N)는 원자가 전자 수가 5개이므로 NF_3 의 중심 원소에는 비공유 전자쌍이 있다.

⑤ NF_3 의 중심 원소에는 비공유 전자쌍이 있으므로 BF_3 와 NF_3 는 배위 결합으로 화합물을 형성할 수 있다.

15

원자 3개와 결합하면서 BF_3 의 평면 삼각형 구조를 가진 분자는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없는 CH_2O 이고, NF_3 의 삼각뿔형 분자 구조를 가진 분자는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 NH_3 이다.

16

④ 암모니아 분자는 비공유 전자쌍이 있으므로 삼각뿔형 입체 구조이다.

오답 바로 알기 ① 비공유 전자쌍 간 반발력이 공유 전자쌍 간 반발력보다 크므로 결합각 α 는 109.5° , β 는 107° , γ 는 104.5° 로, 크기는 $\alpha > \beta > \gamma$ 이다.

② 중심 원자에 있는 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍의 합이 모두 4개이므로 옥텟 규칙을 만족한다.

③ 메테인의 C-H 결합 4개가 모두 동일하므로 결합각 4개는 109.5° 로 모두 동일하다.

⑤ 물의 산소 원자는 원자가 전자 수가 6개이므로 비공유 전자쌍이 2개 있다.

17

CH_4 , NH_3 , HCN , BeCl_2 , H_3O^+ 중 입체 구조는 CH_4 , NH_3 , H_3O^+ 이다. 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 NH_3 , H_3O^+ 중 배위 결합으로 형성된 (가)는 H_3O^+ 이고, (나)는 CH_4 이다. HCN , BeCl_2 중 단일 결합으로 이루어진 (다)는 BeCl_2 이다.

18

④ (가)는 직선형 구조로 결합각이 180° 이고, (다)는 굽은형 구조로 결합각은 180° 보다 작다.

오답 바로 알기 ① (가)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으므로 직선형 구조이다.

② (나)에서 1주기 원소인 수소는 전자쌍 1개로 옥텟 규칙을 만족하며, 다른 두 원자들은 전자쌍 4개로 옥텟 규칙을 만족한다.

③ (가)와 (나)의 공유 전자쌍은 4개이며, (다)의 공유 전자쌍은 2개이다.

⑤ (나)의 중심 원자는 원자가 전자 수가 4개이며 (다)의 중심 원자는 원자가 전자 수가 6개이므로 서로 다른 원소이다.

19

(가)는 원자가 전자 수가 4개인 탄소(C)가 원자가 전자 수 6개인 산소(O)와 결합한 물질인 CO_2 이다. (나)는 탄소(C)가 중심 원자이며 원자가 전자 수 5개인 질소(N)와 수소가 결합한 물질인 HCN 이다. (다)는 원자가 전자 수 6개인 산소(O)가 수소와 결합한 물질인 H_2O 이다.

20

암모니아 분자(NH_3)는 공유 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 1개가 있는 물질이므로 삼각뿔 구조이고, 암모늄 이온(NH_4^+)은 공유 전자쌍만 4개 있으므로 정사면체 구조이다.

21

암모니아 분자(NH_3)와 같이 공유 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 1개로 이루어진 물질은 H_3O^+ 이고, 암모늄 이온(NH_4^+)과 같이 공유 전자쌍 4개로 이루어진 물질은 CH_4 이다.

22

② (나)의 중심 원자는 공유 전자쌍만 3개 있으므로 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

오답 바로 알기 ① 결합각이 180° 로 가장 큰 것은 직선형 구조인 (가)이다.

③ (다)의 공유 전자쌍은 모두 수소와 공유 결합하고 있으므로 모든 결합각은 109.5° 로 동일하다.

④ (라)는 공유 전자쌍이 3개이나 평면 삼각형 구조가 아닌 삼각뿔

구조인 것은 비공유 전자쌍과 관련이 있다.

⑤ (마)의 결합각은 104.5° 이고 (라)의 결합각은 107° 로 (마)의 결합각이 (라)보다 작다.

23

③ (다)는 공유 전자쌍 4개로 이루어진 물질로 CH_4 이 해당될 수 있다.

오답 바로 알기 ① (가)는 공유 전자쌍 2개로 이루어진 물질이므로 공유 전자쌍 4개로 이루어진 CO_2 는 해당되지 않는다.

② NH_3 는 비공유 전자쌍이 있으므로 (나)에 해당되지 않으며, ④ BF_3 에는 비공유 전자쌍이 없으므로 (라)에 해당될 수 없다.

⑤ BeH_2 는 비공유 전자쌍이 없는 직선형이므로 (마)에 해당될 수 없다.

24

(가)는 비공유 전자쌍이 없고 공유 전자쌍만 4개인 구조이므로 사면체형이며, (나)는 비공유 전자쌍이 1개이며 공유 전자쌍이 3개인 구조이므로 삼각뿔 구조이다. (다)는 공유 전자쌍 2개, 비공유 전자쌍 2개이므로 굽은형 구조이다.

25

ㄱ. X는 공유 전자쌍 4개로 옥텟 규칙을 만족한다.

오답 바로 알기 ㄴ. YH_3 는 공유 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 1개로 이루어졌으므로 Y의 원자가 전자 수는 5개이다.

ㄷ. 원자 사이의 결합각은 XH_4 가 109.5° , YH_3 는 107° , H_2Z 는 104.5° 이므로 XH_4 가 가장 크다.

26

X의 원자가 전자 수는 4개이고 Z의 원자가 전자 수는 6개이므로 X와 Z로 이루어진 물질의 분자식은 XZ_2 이고, XZ_2 의 루이스 구조식은 $\text{X}=\text{Z}=\text{Z}$ 이므로 직선형이다.

5

분자의 극성

핵심 개념 체크

본문 117~119쪽

- 1 (1) 전기 음성도 (2) 플루오린(F) (3) 증가, 감소 (4) 무극성, 극성
2 (1) × (2) × (3) ○ (4) × 3 (1) ㄱ (2) ㄷ (3) ㄴ (4) ㄷ
4 (1) × (2) × (3) ○ (4) × 5 HF, NH_3

출제 예상 문제

본문 120~122쪽

01 ⑤	02 ④	03 ③	04 ②	05 ②
06 ⑤	07 ②	08 ⑤	09 ④	10 ①
11 ③	12 ④	13 ④	14 ③	15 ⑤
16 ⑤	17 ④	18 ③		

01

⑤ (가)는 무극성 분자이므로 전기장의 영향을 받지 않으나, (나)는 극성 공유 결합이면서 극성 분자이므로 전기장의 영향을 받아 부분적인 음전하(δ^-)를 띠는 부분은 (+)극 방향으로, 양전하(δ^+)를 띠는 부분은 (-)극 방향으로 일정하게 배열한다.

오답 바로 알기 ① (가)는 무극성 공유 결합 물질이므로 쌍극자는 존재하지 않는다.

② (나)에서 공유 전자쌍은 부분적인 음전하(δ^-)를 띠는 Y 원자 쪽으로 치우친다.

③ (나)에서 X와 Y 사이의 결합은 극성 공유 결합이다.

④ 극성 물질인 물에 대한 용해도는 극성 분자인 (나)가 무극성 분자인 (가)보다 크다.

02

④ H와 B의 결합에서 전기 음성도가 상대적으로 작은 H는 부분적인 양전하를 띤다.

오답 바로 알기 ① 전기 음성도는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 증가하므로 원자 번호는 B가 A보다 크다.

② 공유 전자쌍을 끌어당기는 상대적 세기를 전기 음성도라하므로 B가 A보다 크다.

③ H와 A의 결합에서 공유 전자쌍은 전기 음성도가 큰 A 원자 쪽으로 치우친다.

⑤ 종류가 서로 다른 A와 B로 이루어진 화합물은 극성 공유 결합을 하므로 쌍극자가 존재한다.

03

③ 직선형 구조인 CO_2 , 평면 삼각형인 BF_3 , 정사면체 구조인 CCl_4 모두 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.

오답 바로 알기 ① 세 분자 모두 무극성 물질이므로 극성인 물에 잘 녹지 않는다.

② 서로 다른 종류의 원자가 공유 결합하고 있으므로 극성 공유 결합을 한다.

④ 3분자 모두 극성 공유 결합을 하므로 쌍극자가 존재한다.

⑤ CO_2 , CCl_4 의 중심 원소 C는 최외각 전자 수가 8개로 옥텟 규칙을 만족하나, BF_3 의 중심 원소 B는 최외각 전자 수가 6개로 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

04

② (나)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 극성 분자이므로 전기장에서 일정하게 배열한다.

오답 바로 알기 ① (가)의 중심 원자는 공유 전자쌍만 2개이므로 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

③ (다)의 중심 원자에는 비공유 전자쌍이 있으므로 분자의 쌍극자 모멘트는 0보다 큰 극성 분자이다.

④ (라)는 무극성 물질로 극성인 물에 잘 녹지 않는다.

⑤ (마)의 중심 원자는 종류가 다른 플루오린 원자와 결합하고 있으므로 공유 전자쌍 4개는 플루오린 원자 쪽으로 치우쳐 있다.

05

(-) 대전체를 가까이 대었을 때 끌려오는 극성 물질에 잘 녹는 물질은 극성을 띤다. 극성 분자는 비대칭 분자 구조를 가진 (나)와 (다)이다.

06

쌍극자 모멘트의 합이 0인 것은 무극성 분자이며 (가), (라), (마)가 해당된다. 중심 원자가 지닌 전자쌍이 4쌍인 것은 (마) CF_4 이다.

07

② 두 화합물 H_2A 와 BH_3 는 모두 비대칭 분자 구조로 극성 분자이다. 그러므로 무극성 분자인 사염화 탄소에는 잘 녹지 않는다.

오답 바로 알기 ① $\text{H}-\text{A}$, $\text{H}-\text{B}$ 결합은 종류가 다른 원자끼리의 공유 결합이므로 모두 극성 공유 결합을 갖는다.

③ 모두 극성 분자이므로 전기장 안에서 일정하게 배열된다.

④ 극성 분자이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 0보다 크다.

⑤ 원자가 전자 수가 A는 6개이므로 산소(O), B는 5개이므로 질소(N)이고, 전기 음성도는 모두 수소(H)보다 크다. 그러므로 공유 전자쌍은 중심 원자 쪽으로 치우친다.

08

ㄱ. A는 베릴륨(Be), B는 질소(N), C는 플루오린(F)이므로 원자가 전자 수가 가장 적은 것은 A 베릴륨(Be)이다.

ㄴ. 홀전자 수가 3개로 가장 많은 것은 B 질소(N)이다.

ㄷ. 전기 음성도가 가장 큰 것은 C 플루오린(F)이다.

09

A 베릴륨(Be), B 질소(N), C 플루오린(F)으로 이루어진 화합물의

화학식에는 $\text{AC}_2(\text{BeF}_2)$ 와 $\text{BC}_3(\text{NF}_3)$ 가 있으며, 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없는 AC_2 는 무극성 분자이고, 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 BC_3 는 극성 분자이다.

10

ㄱ. 2주기 원소로 이루어진 두 분자의 공유 결합은 모두 종류가 다른 원자 사이의 결합이므로 극성 공유 결합이다.

오답 바로 알기 ㄴ. BA_2 의 분자 구조는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으므로 직선형이나, AC_2 의 분자 구조는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있으므로 굽은형이다.

ㄷ. 쌍극자 모멘트의 합은 대칭 구조를 이루고 있는 BA_2 는 0이나, AC_2 는 굽은형으로 쌍극자 모멘트가 상쇄되지 않아 0이 아니다.

11

ㄱ. (가)는 CO_2 , (나)는 HCN 이다. (가)와 (나)의 공유 전자쌍 수는 4개로 같다.

ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트는 극성 분자인 (나)가 무극성 분자인 (가)보다 크다.

오답 바로 알기 ㄴ. 물에 대한 용해성은 극성 분자인 (나)가 무극성 분자인 (가)보다 크다.

12

입체 구조인 분자나 이온은 CH_4 , NH_3 , NH_4^+ 3가지이고, 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자는 BF_3 , BeCl_2 , CH_4 3가지이며, 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 분자는 NH_3 1가지이므로 $x+y+z$ 는 $3+3+1$ 로 7이다.

13

(가)는 비대칭 구조로 극성 분자이나 (나)는 대칭 구조로 무극성 분자이다. 염화 메틸렌의 실제 분자 구조가 (가)와 같다고 증명할 수 있는 방법은 염화 메틸렌의 극성 유무를 확인하는 것이다.

ㄴ. 분자의 쌍극자 모멘트의 합을 알아보았을 때 0이 아니면 (가)의 구조이다.

ㄷ. 기체 상태에서 전기장 안에서의 배열을 알아보았을 때 일정하게 배열되면 (가)의 구조이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 염화 메틸렌 (가)와 (나)의 분자식은 CH_2Cl_2 으로, 구조가 다르더라도 분자량은 같으므로 (가)와 (나)를 구분할 수 없다.

14

③ AB_2 와 BC_2 에는 모두 서로 다른 종류의 원자가 극성 공유 결합을 하고 있다.

오답 바로 알기 ① $\text{A}-\text{B}$ 결합에서 B가 전기 음성도가 크고, $\text{B}-\text{C}$ 결합에서 C가 전기 음성도가 크므로 전기 음성도는 C가 A보다 크다.

② 2주기 원소 $\text{A}-\text{B}$ 결합에서 B가 전기 음성도가 크므로 원자 변

호는 $B > A$ 이다. $B-C$ 결합에서 C 가 전기 음성도가 크므로 원자 번호는 $C > B$ 이다. 그러므로 AB_2 는 CO_2 이고, BC_2 는 OF_2 이다. 결합각은 직선형 구조인 AB_2 가 굽은형 구조인 BC_2 보다 크다.

④ 물에 대한 용해성은 극성 분자인 BC_2 가 무극성 분자인 AB_2 보다 크다.

⑤ 분자의 쌍극자 모멘트는 극성 분자인 BC_2 가 무극성 분자인 AB_2 보다 크다.

15

BC_2 에서 공유 전자쌍이 2개이므로 B 에는 홀전자 수가 2개 있고, AB_2 에는 4개의 공유 전자쌍이 있다. 따라서 A 와 C 로 이루어진 안정한 분자의 화학식은 AC_4 이고, 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고 공유 전자쌍만 4개 있는 사면체 구조이면서 무극성을 띠는 분자이다.

16

CH_4 , HF , NF_3 , BF_3 에서 HF , NF_3 는 극성 분자이고 CH_4 , BF_3 는 무극성 분자이다. HF 와 NF_3 에서 HF 는 직선형 구조이고 NF_3 는 삼각뿔 구조로 입체 구조이다. CH_4 , BF_3 에서 CH_4 는 사면체형 입체 구조이고 BF_3 는 삼각형 평면 구조이다. 따라서 분류 기준은 (가) 분자의 쌍극자 모멘트가 있는가?, (나) 직선형 구조인가?, (다) 평면 구조인가?이다.

17

중심 원자 X 의 공유 전자쌍 수가 2개이며 굽은형 구조인 분자는 (가) 극성을 나타낸다. 중심 원자 Y 의 공유 전자쌍 수가 3개이며 극성을 띠는 분자는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있으며 (나) 삼각뿔 구조를 나타낸다. 중심 원자가 Z 인 분자가 정사면체 구조이며 무극성을 띠는 것은 (다) 공유 전자쌍 수가 4개임을 나타낸다.

18

③ 2주기 원소에서 X 는 공유 전자쌍 2개와 비공유 전자쌍 2개가 있는 원소이며, Z 는 공유 전자쌍만 4개 있는 원소이므로 X 와 Z 로 이루어진 안정한 화합물은 ZX_2 이다. ZX_2 는 서로 다른 종류의 원자가 결합하고 있으므로 극성 공유 결합이 존재한다.

오답 바로 알기 ① ZX_2 는 중심 원소에 비공유 전자쌍이 없고 공유 전자쌍만 4개 있는 직선형 구조이다.

② 화합물의 중심 원자는 Z 이다.

④ 공유 전자쌍은 원자가 전자 수가 많은 X 쪽으로 치우친다.

⑤ ZX_2 는 무극성 분자이므로 쌍극자 모멘트는 0이다.

6

탄소 화합물

핵심 개념 체크

본문 123~125쪽

1 (1) 탄소 (2) 4, 공유 (3) 이산화 탄소, 물 2 (1) \times (2) \bigcirc (3) \bigcirc
3 (1) C_5H_{10} (2) C_3H_4 4 정사면체, 109.5° 5 (1) 사면체형, 109.5° , 무극 (2) 2중, 120, 평면 (3) 3중, 180, 직선형 6 (1) \neg (2) \neg (3) \neg (4) \neg 7 120 8 (1) 정사면체 (2) 성질 (3) 포화 (4) 공명 (5) 120, 평면

출제 예상 문제

본문 126~129쪽

01 ②	02 ⑤	03 ②	04 ②	05 ⑤
06 ③	07 ⑤	08 ③	09 ②	10 해설 참조
11 ③	12 ④	13 ④	14 ⑤	15 ①
16 해설 참조	17 ④	18 ②	19 ④	20 ③

01

② (가)의 분자식은 탄소가 2개, 수소가 4개이므로 C_2H_4 이다.

오답 바로 알기 ① (가)는 2중 결합 물질로 불포화 탄화수소이다.

③ (나)의 탄소에 결합되어 있는 원자가 2개이고 비공유 전자쌍이 없으므로 분자 구조는 직선형이다.

④ (나)에는 탄소 원자 간 3중 결합이 있다.

⑤ (가)와 (나)는 모두 사슬 모양의 탄화수소이다.

02

(가)와 (나)는 사슬 모양이고, (가)에는 3중 결합이, (나)에는 2중 결합이 있는 불포화 탄화수소이다. 완전 연소 생성물은 이산화 탄소와 물로 생성물의 종류가 같다.

03

② (나)는 $CH_2=CH_2$ 로 2중 결합이 있다.

오답 바로 알기 ① (가)는 $CH \equiv CH$ 로 불포화 탄화수소이다.

③ (다)는 CH_3-CH_3 로 분자 구조는 사면체형이다.

④ (가)의 분자 구조는 직선형이고, (나)의 분자 구조는 평면 구조이므로 모두 입체 구조가 아니다.

⑤ (나)에서 탄소 원자 간 결합은 2중 결합이므로 공유 전자쌍은 2개이고 (다)에서 탄소 원자 간 결합은 단일 결합이므로 공유 전자쌍은 1개이다. 따라서 (나)와 (다)에서 탄소 원자 간 공유 전자쌍 수는 같지 않다.

04

(가)는 분자식이 C_5H_{12} 이고 $-CH_3$ 수가 4개이므로 구조식은

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 이고, 2중 결합은 없다. (나)는 분자식이 C_5H_{10} 이고,

$-\text{CH}_3$ 수가 3개이므로 구조식은 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$ 이고, 2중 결합이 1개 있다. (다)는 분자식이 C_5H_{10} 이고 2중 결합이 없으므로

고리 모양의 포화 탄화수소 $\begin{array}{c} \text{C} & & \text{C} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} & - \text{C} \end{array}$ 이므로 $-\text{CH}_2$ 수만 5개이고 $-\text{CH}_3$ 수는 없다.

05

⑤ (나)와 (다)는 분자식이 C_5H_{10} 로 같으나 구조와 성질이 다르다.

오답 바로 알기 ① (가)는 사슬 모양의 포화 탄화수소이다.

② (나)의 분자 구조는 입체 구조이다.

③ (다)는 고리 모양의 포화 탄화수소이므로 2중 결합이 없다.

④ (가)의 원자 간 결합각은 모두 109.5° 에 가깝고 (나)의 원자 간 결합각은 2중 결합 부근에서는 평면 120° 에 가깝고, 단일 결합 주변은 109.5° 에 가까운 입체 구조이므로 다르다.

06

분자 (가)의 구조식은 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$,

(나)의 구조식은 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$,

(다)의 구조식은 $\begin{array}{c} \text{C} & & \text{C} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} & - \text{C} \end{array}$ 이므로,

이에 속하지 않은 분자는 $-\text{CH}_3$ 수가 2개인 $\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ \text{C} = \text{C} - \text{C} - \text{C} \end{array}$ 이다.

07

⑤ 결합각 ($\angle\text{CCC}$)은 (다) C_6H_6 120° , (라) C_6H_{12} 109.5° 로 (다)가 (라)보다 크다.

오답 바로 알기 ① (나)는 3중 결합이 있는 불포화 탄화수소이다.

② (가)와 (다)는 결합각이 120° 에 가까운 평면 구조이다.

③ (나)와 (다)는 탄소와 수소 원자 수의 비가 1 : 1로 실험식은 CH로 동일하다.

④ (다) 벤젠은 공명 구조를 하기 때문에 단일 결합보다 짧고 2중 결합보다 긴 1.5 중 결합으로 탄소와 탄소 사이의 결합 길이는 모두 같다.

08

ㄱ. (가)~(다)는 모두 탄소와 수소 원자 수의 비가 1 : 2로 실험식은 CH_2 로 같다.

ㄴ. 완전 연소 생성물은 이산화 탄소와 물로 동일하다.

오답 바로 알기 ㄴ. (가)~(다)는 고리 모양의 포화 탄화수소이므로 H와 결합하지 않은 C는 없다.

09

탄소 수가 4개인 탄화수소에서 고리 모양이면서 포화 탄화수소인 (가)는 사이클로뷰테인으로 분자식은 C_4H_8 이다. (나)는 사슬 모양이면서 3중 결합을 하고 있으므로 분자식은 C_4H_6 이다. (다)는 사슬 모양이면서 포화 탄화수소이므로 분자식은 C_4H_{10} 이다.

10

(다)는 분자식이 C_4H_{10} 인 사슬 모양의 포화 탄화수소이므로

2가지 구조식은 $\text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C}$ 와 $\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ \text{C} - \text{C} - \text{C} \end{array}$ 이다.

11

X 분자 1개가 완전 연소되면 이산화 탄소 분자 4개가 생성되므로 한 분자에 포함된 탄소 수는 4개이다. 실험식이 CH_2 이므로 X는 분자식이 C_4H_8 이고, 사슬 모양이면서 2중 결합이 1개 포함되거나 고리 모양이면서 모두 단일 결합으로 이루어진 분자이다. ③은 분자식이 C_4H_6 으로 X가 아니다.

12

(가)는 에테인으로 사면체형 구조이며 결합각 α 는 109.5° 이다. (나)는 에텐으로 평면 구조이며 결합각 β 는 120° 이다. (다)는 에타인으로 직선형 구조이며 결합각 γ 는 180° 이다. 따라서 결합각의 크기는 $\gamma > \beta > \alpha$ 이다.

13

ㄱ. 탄소와 수소로 이루어진 탄화수소는 무극성 분자로 극성 용매인 물에 잘 녹지 않는다.

ㄴ. 분자를 구성하는 탄소는 공유 전자쌍 4개로 옥텟 규칙을 만족하고 수소는 공유 전자쌍 1개로 옥텟 규칙을 만족한다.

오답 바로 알기 ㄴ. 탄소는 원자가 전자 4개가 모두 공유 결합에 참여하여 공유 전자쌍 4개를 형성하므로 비공유 전자쌍은 없다.

14

ㄱ. 에타인과 벤젠을 구성하는 탄소와 수소의 원자 수비가 1 : 1이므로 실험식은 CH로 같다.

ㄴ. 에타인은 3중 결합을 포함하고 벤젠은 단일 결합과 2중 결합의 중간 형태의 공명 구조를 가지므로 모두 불포화 탄화수소이다.

ㄷ. 에타인은 분자식 C_2H_2 , 분자량 26이고, 벤젠은 분자식 C_6H_6 , 분자량 78이므로, 에타인과 벤젠 1g이 각각 완전 연소되었을 때 생성되는 이산화 탄소의 양은 같다.

15

헥세인(C_6H_{14})과 사이클로헥세인(C_6H_{12}), 벤젠(C_6H_6)을 구분할 수 있는 기준은 ㄱ. 사슬 모양인가?이고, 사이클로헥세인(C_6H_{12})과 벤



젠(C_6H_6)을 구분할 수 있는 분류 기준은 ㄴ. 포화 탄화수소인가? 이다.


16

벤젠은 2중 결합이 3개 포함되어 단일 결합과 2중 결합이 교대로 나타나는 것이 아니다. 벤젠의 모든 탄소 원자 사이의 결합은 단일 결합과 2중 결합의 중간 정도로 탄소 원자 간 모든 결합 길이가 일정하다.

17

탄소 화합물 C_6H_{12} , C_6H_6 , C_6H_{10} , C_5H_{10} , C_5H_{10} 에서 불포화

탄화수소는 , , $H_2C=CH(CH_2)_2CH_3$ 3가지이다. 모

든 원자가 같은 평면에 있는 탄화수소는  1가지이다. 탄화수소의 분자식은 C_6H_{12} , C_6H_6 , C_6H_{10} , C_5H_{10} , C_5H_{10} 으로 한 분자를 형성하는 수소 원자 수가 같은 분자는 3가지이다. 따라서 $x+y+z=7$ 이다.

18


(가)는 사이클로헥세인, (나)는 벤젠, (다)는 헥센이다.


ㄷ. (가)~(다)의 한 분자에 포함된 탄소 수가 모두 6개이므로 1몰이 완전 연소되었을 때 생성되는 이산화 탄소의 양은 같다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가)와 (다)의 실험식은 CH_2 , (나)의 실험식은 CH 로 서로 같지 않다.

ㄴ. (가)는 포화 탄화수소이고, (나)와 (다)는 불포화 탄화수소이다.

19

C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 , C_6H_{12} 4가지 탄화수소를 와 C_2H_2 로 분류할 수 있는 기준 (가)는 ㄷ. 모두 단일 결합인가?이다. 단일 결합만으로 이루어진

C_2H_6 과 를 분류하는 기준 (나)는 ㄱ. 사슬 모양인가?이다.

C_2H_2 와 C_2H_4 를 분류하는 기준 (다)는 ㄴ. 3중 결합이 있는가?이다.

20

A는 C_2H_6 이고 B는 C_2H_4 이다.

ㄱ. A인 C_2H_6 에서 중심 원자인 탄소는 공유 전자쌍 4개로 사면체 입체 구조이며 모든 결합각은 109.5° 에 가깝다.

ㄴ. B는 C_2H_4 에서 탄소 원자 간 2중 결합을 포함하고 있으므로 모든 원자는 같은 평면에 존재한다.

오답 바로 알기 ㄷ. A인 C_2H_6 의 분자량은 30이고, B인 C_2H_4 의 분자량은 28이다. A인 C_2H_6 1몰을 완전 연소시키기 위해 필요한 산소의 양은 3.5몰이고 B인 C_2H_4 1몰을 완전 연소시키기 위해 필요한 산소의 양은 3몰이므로 필요한 산소의 양은 같지 않다.

대단원 종합 문제

본문 130~134쪽

01 ④	02 ⑤	03 ⑤	04 ③	05 ③
06 ③	07 ⑤	08 ④	09 ⑤	10 ①
11 ③	12 ④	13 ④	14 ①	15 ④
16 ①	17 ③	18 ③	19 ②	20 ①
21 ③	22 ④	23 ②	24 ②	25 ③
26 ④				

01

탄소의 동소체 중 탄소 원자가 정육각형 벌집 모양이 연속적으로 이어진 구조는 그래핀, 흑연, 탄소 나노튜브이다. 이 중 평면 구조가 여러 층으로 반복하여 나타나는 층상 구조는 흑연이다.

02

벤젠은 해당되고 다이아몬드는 해당되지 않는 분류 기준 (가)는 ㄷ. 모든 원소가 같은 평면에 존재하는가? 이다. 모든 원소가 같은 평면에 존재하는 그래핀과 벤젠 중 그래핀은 해당되고 벤젠은 해당되지 않는 분류 기준 (나)는 ㄴ. 전기 전도성이 있는가? 이다. 모든 원소가 같은 평면에 존재하지 않는 다이아몬드와 풀러렌 중 다이아몬드는 해당되고 풀러렌은 해당되지 않는 분류 기준 (다)는 ㄱ. 결합각이 모두 같은가? 이다. 다이아몬드는 정사면체가 연속된 구조이므로 결합각이 모두 같으나 풀러렌은 오각형과 육각형으로 이루어진 화합물로 분자 내 결합각이 2가지이다.

03

ㄱ. A는 그래핀으로 층상 구조인 흑연으로부터 한 층을 떼어내어 얻을 수 있다.

ㄴ. B는 풀러렌으로 탄소 원자는 다른 탄소 원자 3개와 공유 결합하고 있다.

ㄷ. A 그래핀(C) 1몰의 질량은 12 g이므로 1 g에 포함된 탄소 원자 수는 $\frac{1}{12}$ 몰이다. B 풀러렌(C_{60}) 1몰의 질량은 $12 \times 60 =$

720 g이므로 C_{60} 1 g은 $\frac{1}{720}$ 몰이고, 1 g에 포함된 탄소 원자 수는

$\frac{1}{720}$ 몰 $\times 60 = \frac{1}{12}$ 몰이다. 따라서 각 1 g의 A와 B의 탄소 원자 수는 A와 B가 같다.

04

③ (다)에서 당은 5탄당이므로 탄소 원자 수는 5개이다.

오답 바로 알기 ① (가)의 두 염기는 수소 결합으로 DNA의 2중 나선 구조를 형성한다.

② (나)는 인산으로 중심 원자는 인(P)이다.

④ (나) 인산과 (다) 당은 DNA의 바깥 골격을 형성한다.

⑤ DNA의 2중 나선 구조는 유전 정보의 저장, 복제, 전달에 효과적이다.

05

ㄱ. DNA는 2중 나선 구조이다.

ㄴ. (가)에서 DNA 가닥이 풀릴 때 염기 사이의 수소 결합이 끊어진다.

오답 바로 알기 ㄷ. (나)에서 염기 A는 티민(T)과 상보적 수소 결합을 하는 아데닌(A)이고, 염기 B는 사이토신(C)과 상보적 수소 결합을 하는 구아닌(G)이므로 염기 A와 B는 다른 물질이다.

06

③ (-)극에서 나트륨 이온(Na^+)이 전자를 얻어 금속 나트륨이 석출된다.

오답 바로 알기 ① A는 (-)극 쪽으로 이동하는 나트륨 이온(Na^+)이다.

② B는 염화 이온(Cl^-)으로 (+)극에서 전자를 잃는다.

④ 전자는 (+)극에서 (-)극으로 도선을 따라 이동한다.

⑤ 염화 나트륨은 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)으로 이루어진 이온 결합 물질이다.

07

A : 수소(H), B : 산소(O), C : 플루오린(F), D : 나트륨(Na), E : 염소(Cl)이다.

⑤ A와 E의 화합물에서 공유 전자쌍은 전기 음성도가 큰 E 쪽으로 치우친다.

오답 바로 알기 ① A와 C의 화합물 AC는 서로 다른 종류의 원자가 결합하므로 극성 공유 결합이면서 쌍극자 모멘트가 0이 아니므로 극성 분자이다.

② B와 C의 화합물 BC_2 은 비금속 원소로만 이루어진 공유 결합 물질이다.

③ C와 D의 화합물 DC는 금속 원소와 비금속 원소로 형성된 이온 결합 물질이다.

④ C와 E는 전자를 서로 공유하는 결합을 한다.

08

④ 원자가 전자 수가 A는 1개, B는 6개, C는 7개, D는 1개, E는 7개이다. 따라서 B와 D로 이루어진 안정한 화합물은 D_2B 이다.

오답 바로 알기 A~E로 이루어진 화합물의 화학식은 AC, AE, BC_2 , D_2B , DE이다.

09

분자의 쌍극자 모멘트가 0이면 무극성 분자이므로 대칭 구조를 갖는다. 중심 원자가 옥텟 규칙을 만족하면 중심 원자 주위에 전자쌍이 8개이어야 하므로 정사면체 구조이다.

10

A : 탄소(C), B : 산소(O), C^{2+} : 마그네슘 이온(Mg^{2+}), D^- : 플루오린화 이온(F^-)이다.

① A 탄소(C)는 원자가 전자 수가 4개로 대부분 공유 결합하여 안정한 전자 배치를 한다.

오답 바로 알기 ② B는 원자가 전자 수가 6개이므로 전자를 2개 얻어 안정한 이온이 되어도 전자껍질 수는 변화 없다.

③ C 마그네슘(Mg)은 원자가 전자 수가 2개이다.

④ 전기 음성도가 가장 큰 원소는 D 플루오린(F)이다.

⑤ A, B, D는 2주기 원소이나 C는 3주기 원소로 모두 같은 주기의 원소가 아니다.

11

③ B와 D로 이루어진 화합물 BD_2 는 OF_2 로 공유 결합 물질이다.

오답 바로 알기 ① A와 B로 이루어진 화합물 AB_2 는 CO_2 로 공유 결합 물질이다.

② A와 D로 이루어진 화합물 AD_4 는 CF_4 로 공유 결합 물질이다.

④ C와 B로 이루어진 화합물 CB는 MgO 로 이온 결합 물질이다.

⑤ C와 D로 이루어진 화합물 CD_2 는 MgF_2 로 이온 결합 물질이다.

12

ㄴ. (나)에서 공유 전자쌍은 전기 음성도가 상대적으로 큰 F 쪽으로 치우친다.

ㄷ. (다)에서 N와 B가 공유 결합을 하므로 B는 공유 전자쌍이 4쌍이 되어 옥텟 규칙을 만족한다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가)는 중심 원자 N에 비공유 전자쌍이 있으므로 삼각뿔형의 입체 구조이다.

13

(가)는 삼각뿔 구조, (나)는 평면 삼각형 구조, (다)는 사면체 구조이다. 결합각의 크기는 $\alpha = 107^\circ$, $\beta = 120^\circ$, $\gamma = \text{약 } 109.5^\circ$ 이므로 $\beta > \gamma > \alpha$ 이다.

14

(+)극에서 발생하는 기체 X는 산소(O_2)이고 (-)극에서 발생하는 기체 Y는 수소(H_2)이다.

ㄱ. X 산소(O_2)와 Y 수소(H_2)는 모두 공유 결합 물질이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 두 원자 사이에 공유하는 전자쌍은 산소(O_2)가 2쌍이고 수소(H_2)가 1쌍이므로 X가 Y보다 많다.

ㄷ. 일정 시간 동안 발생하는 산소(O_2) 기체와 수소(H_2) 기체의 부피비는 1 : 2이므로 Y가 X보다 많다.

15

XF_2 는 비공유 전자쌍이 2개이므로 OF_2 로 분자 구조 (가)는 굽은형 구조이고, YF_3 는 평면 삼각형이므로 공유 전자쌍만 3쌍인 BF_3 로 비공유 전자쌍 (나)는 0이다. 정사면체 구조로 비공유 전자쌍이 없는 것은 플루오린화 탄소 CF_4 로 화학식 (다)는 ZF_4 이다.

16

ㄱ. XF_2 에서 X는 공유 전자쌍 2개와 비공유 전자쌍 2개로 옥텟 규

칙을 만족한다.

오답 바로 알기 나. YF_3 은 평면 삼각형 구조로 원자 간 결합각은 120° 이다.

다. (다)에 해당하는 물질은 공유 전자쌍 4개로 이루어진 정사면체 구조로 무극성 분자이다.

17

ㄱ. (가)는 양이온 A^+ 과 음이온 B^- 의 이온 결합 물질이다.

나. 원자가 전자는 A 1개, B 7개, C 6개로 B가 가장 많다.

오답 바로 알기 다. C는 전자 2개를 얻어 음이온이 되기 쉬운 원소로 양이온 A^+ 과 이온 결합을 한다.

18

③ 극성 공유 결합을 하는 분자는 서로 다른 종류의 원자가 결합하고 있는 물질로 이산화 탄소(CO_2), 물(H_2O), 포도당($C_6H_{12}O_6$) 3가지이다.

오답 바로 알기 ① 극성 분자는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 물질로 물(H_2O), 포도당($C_6H_{12}O_6$) 2가지이다.

② 직선형 구조인 분자는 이산화 탄소(CO_2)와 산소(O_2) 2가지이다.

④ 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 것은 무극성 분자로 이산화 탄소(CO_2)와 산소(O_2) 2가지이다.

⑤ 분자를 구성하는 원자들 중 수소(H)는 가장 바깥 전자껍질에 2개의 전자를 갖는다.

19

$CO_2(O=C=O)$ 와 $HCN(H-C\equiv N)$ 는 해당되고, CH_4 , NH_3 , CH_2Cl_2 는 해당되지 않는 분류 기준 (가)는 나. 다중 결합이 있는가? 이다. CO_2 와 CH_4 는 해당되고 HCN 와 NH_3 , CH_2Cl_2 는 해당되지 않는 분류 기준 (나)는 ㄱ. 무극성 분자인가? 이다. NH_3 는 해당되고 CH_2Cl_2 는 해당되지 않는 분류 기준 (다)는 다. 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는가? 이다.

20

결합각은 (가)는 직선형 구조이므로 180° , (나)는 굽은형이므로 180° 보다 작다. 따라서 (가) > (나)이다. 쌍극자 모멘트의 합은 (가)는 대칭 구조를 가지므로 0이고, (나)는 굽은형으로 0이 아니므로 (나) > (가)이다. 중심 원자의 원자가 전자 수는 (가)는 4개, (나)는 6개이므로 (나) > (가)이다. 따라서 (가)가 (나)보다 큰 값을 갖는 것은 ㄱ. 결합각이다.

21

③ (가)는 프로펜(C_3H_6), (다)는 사이클로프로페인(C_3H_6)으로 분자식은 같다.

오답 바로 알기 ① (가)에는 $-CH_3$ 가 존재하므로 입체 구조이다.

② (나)는 탄소 주위에 공유 전자쌍이 4개로 사면체 구조이다.

④ 결합각의 크기는 $\alpha \approx 120^\circ$, $\beta \approx 109.5^\circ$, $\gamma = 60^\circ$ 이므로 $\alpha > \beta > \gamma$ 이다.

⑤ (가)는 C_3H_6 , (나)는 C_3H_8 , (다)는 C_3H_6 이므로 완전 연소될 때 한 분자 당 생성되는 물의 양은 (가)와 (다)는 3분자이고, (나)는 4분자로 같지 않다.

22

(가)는 당, (나)는 염기, (다)는 인산이다.

나. DNA에서 (나) 염기는 아데닌(A), 티민(T), 사이토신(C), 구아닌(G) 4 종류가 있다.

다. (가)~(다)는 탄소, 수소, 질소, 인 등으로 이루어져 모두 공유 결합 물질이다.

오답 바로 알기 ㄱ. DNA가 음이온인 이유는 바깥 골격을 이루는 (다) 인산이 수소 이온(H^+)을 내놓고 음이온으로 되기 때문이다.

23

나. N_2 는 직선형 구조 ($:N \equiv N:$)이고, N_2H_2 는 굽은형 구조

($:\ddot{N}=\ddot{N}:$)이다. N_2H_4 는 삼각뿔 구조 ($\begin{smallmatrix} & H \\ & | \\ H & -N- \\ & | \\ & H \end{smallmatrix}$)이다. 따라서 질소 원자에 있는 비공유 전자쌍의 수는 모두 1개로 같다.

오답 바로 알기 ㄱ. N_2H_4 는 삼각뿔형 입체 구조이다.

다. 질소 원자 사이에 공유 전자쌍은 N_2 는 3중 결합, N_2H_2 는 2중 결합, N_2H_4 는 단일 결합으로 공유 전자쌍이 가장 많은 것은 N_2 이다.

24

나. 공유 전자쌍의 수는 BeF_2 와 OF_2 는 2개이고, 2중 결합을 하는 CO_2 는 4개로 가장 많다.

오답 바로 알기 ㄱ. 굽은형 구조를 갖는 화합물은 OF_2 1개이다.

다. BeF_2 에서 Be는 원자가 전자 수가 2개이며 공유 전자쌍은 2개 뿐이므로 가장 바깥 전자껍질에 4개의 전자를 가진다.

25

(가) 하이드로늄 이온(H_3O^+)은 삼각뿔 구조로 결합각은 약 107° 이고, (나) 암모늄 이온(NH_4^+)은 정사면체 구조로 결합각은 109.5° 이다. (다) 물(H_2O)은 굽은형 구조로 결합각은 104.5° 이다. 따라서 결합각은 (나) > (가) > (다)이다.

26

(가)는 벤젠(C_6H_6), (나)는 사이클로헥센(C_6H_{10}), (다)는 사이클로헥세인(C_6H_{12})이다.

나. (가) 벤젠의 모든 원자는 동일 평면에 존재한다.

다. (가) 벤젠(C_6H_6)과 (다) 사이클로헥세인(C_6H_{12})의 분자당 수소 원자 수의 비는 1 : 2이다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가)의 결합각 α 는 120° 이고 (나)의 결합각 β 는 약 109.5° 이므로 α 와 β 는 같지 않다.

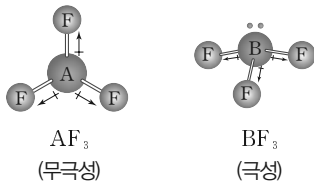
서술형 문제

본문 135쪽

1

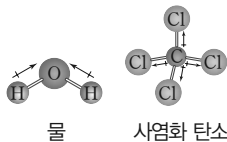
결합에 참여하는 원자가 전자 수는 A가 3개, B가 5개이고 F가 7개이다. A의 플루오린(F) 화합물의 화학식은 AF_3 이며, B의 플루오린(F) 화합물의 화학식은 BF_3 이다. AF_3 의 구조는 중심 원자 A에 공유 전자쌍만 3개 있으므로 평면 삼각형 구조이며 결합각은 약 120° 이다. 분자의 쌍극자 모멘트가 0으로 무극성 분자이다.

BF_3 의 구조는 중심 원자 B에 공유 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 1개가 있으므로 삼각뿔 구조이며 결합각은 약 107° 이다. 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니므로 극성 분자이다.

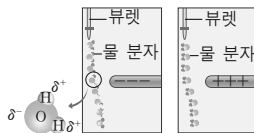


2

물(H_2O)은 분자 내에 전기 음성도가 상대적으로 큰 산소(O)가 부분적인 음전하를 띠는 쌍극자를 가지며 분자의 쌍극자 모멘트의 합이 0이 되지 않는 구조로 극성 분자이다. 사염화 탄소(CCl_4)는 분자 내에 쌍극자가 존재하나 쌍극자 모멘트의 합이 0이 되는 구조로 무극성 분자이다.



물(H_2O)은 음전하를 띠는 대전체를 가까이 하면 부분적인 양전하를 띠는 수소(H)가 대전체 방향으로 끌려가고 양전하를 띠는 대전체를 가까이 하면 산소(O)가 대전체 방향으로 끌려 물줄기가 휘어진다. 반면, 무극성 분자인 사염화 탄소는 대전체의 전하와 상관없이 끌려가지 않는다.



3

(가)는 사슬 구조이므로 정육각형 고리 구조인 벤젠의 구조는 아니다. (나)는 탄소 사이에 이중 결합과 단일 결합이 교대로 나타나는 고리 모양의 평면 구조이며 탄소 사이에 2중 결합 길이는 단일 결합 길이에 비해 짧다. 벤젠의 구조는 탄소 사이의 결합 길이가 모두 같은 정육각형 구조이므로 탄소 사이의 결합 길이가 다른 (나)의 구조가 아니다. 따라서 벤젠의 실제 구조에 가장 가까운 것은 (다)이다. (다)에서 H 1개가 Cl 1개로 치환되어도 탄소 사이의 결합이 모두 동등하므로 C_6H_5Cl 의 분자 구조가 1개인 것은 자료와 일치한다.

수능 맛보기

본문 136~137쪽

기출 1 ⑤ 1 ⑤
기출 3 ① 3 ②

기출 2 ⑤ 2 ④
기출 4 ⑤ 4 ③

기출 1

A는 Li, B는 B, C는 O, D는 F이다.

ㄱ. C는 옥텟 규칙을 만족하기 위해 2개의 전자가 필요하므로 C_2 분자는 원자 간 2중 결합을 형성한다.

ㄴ. AD에서 A는 금속 원소이고, D는 비금속 원소이므로 AD는 이온 결합 화합물이다.

ㄷ. BD_3 의 B에는 비공유 전자쌍이 없으므로 평면 삼각형의 구조이며, 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.

1

⑤ 옥텟 규칙을 만족하기 위해 필요한 전자 수만큼 공유 결합을 하므로 공유 전자쌍은 D_2 가 2개로 2중 결합, C_2 가 3개로 3중 결합을 하므로 C_2 가 D_2 보다 많다.

오답 바로 알기 ① A는 붕소(B)로 13족 원소이다.

② B는 탄소(C)로 원자가 전자 수가 4개이므로 다른 원자와 최대 4개의 결합을 할 수 있다.

③ C는 질소(N)로 수소 화합물은 암모니아(NH_3)이며, 삼각뿔 구조로 입체 구조를 한다.

④ BD_2 에서 B에는 비공유 전자쌍이 없는 직선형 구조이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.

기출 2

ㄱ. 풀러렌(C_{60}), ㄴ. 흑연(C), ㄷ. 다이아몬드(C)는 모두 탄소의 동소체이며 실험식이 모두 C인 공유 결합 물질이다. 따라서 모두 12 g인 1몰의 탄소(C)를 완전 연소시키면 1몰의 이산화 탄소(CO_2)가 생성된다.

2

ㄱ. 다이아몬드(C), ㄴ. 탄소 나노튜브(C), ㄷ. 풀러렌(C_{60})은 모두 탄소의 동소체이고, 실험식이 모두 C이다. 따라서 12 g인 1몰의 탄소(C)를 완전 연소시키면 1몰의 이산화 탄소(CO_2)가 생성된다. 탄소 원자가 인접한 탄소 원자 3개와 공유 결합을 하고 있는 것은 ㄴ. 탄소 나노튜브와 ㄷ. 풀러렌이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 다이아몬드의 탄소 원자는 인접한 탄소 원자 4개와 결합하고 있다.

기출 3

모든 원자는 옥텟 규칙을 만족하므로 (가)에서 공유 전자쌍이 4개인 X는 C이고, 공유 전자쌍이 2개인 W는 O이다. (나)에서 공유 전자쌍이 3개인 Z는 N, 공유 전자쌍이 1개인 Y는 F이다. 분자식은 (가) XW_2 : CO_2 , (나) ZY_3 : NF_3 , (다) XY_2W : CF_2O 이다.

ㄱ. (나)의 중심 원자 Z에는 비공유 전자쌍이 있으므로 삼각뿔 구조

IV. 닳은꼴 화학 반응

이고 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니므로 극성 분자이다.

오답 바로 알기 나. (다)의 X 원자에는 비공유 전자쌍이 없으므로 분자 모양은 평면 삼각형이다.

ㄷ. WY_2 는 OF_2 이고 중심 원자 산소(O)에 비공유 전자쌍 2개가 있으므로 분자 모양은 굽은형이다.

3

2주기 원소로 이루어진 분자이므로 (가)는 FCN, (나)는 CO_2 , (다)는 NF_3 , (라)는 CF_2O 이다.

ㄷ. 중심 원자는 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍의 합이 모두 4개이므로 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족한다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가)와 (나)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으므로 직선형 구조이고, (다)는 중심 원자에 비공유 전자쌍 1개와 공유 전자쌍 3개가 있으므로 삼각뿔형 입체 구조를 한다. (라)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으므로 평면 삼각형 구조이다. 따라서 입체 구조는 (다) 1개이다.

나. 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 (나) 1개이다.

기출 4

(가)와 (나)에는 H 원자 3개와 결합한 C 원자 수가 없으므로 (가)와 (나)는 고리 모양 포화 탄화수소이며 각각 사이클로프로페인과 사이클로뷰테인이다. (라)에는 H 원자 3개와 결합한 C 원자 수가 3개이므로 사슬 모양의 포화 탄화수소 중 아이소 뷰테인이다. (다)와 (라)는 분자식은 같고 구조는 다르므로 (다)는 노말 뷰테인이다.

ㄱ. (다)에는 $-CH_3$ 수가 2개이므로 ㉠은 2이다.

나. (가)와 (나)는 고리 모양 탄화수소이다.

ㄷ. $-CH_2$ 수는 (가) 3개, (나) 4개, (다) 2개, (라) 0개이므로 (나)가 가장 많다.

탄화수소	(가)	(나)	(다)	(라)
분자식	C_3H_6	C_4H_8	C_4H_{10}	C_4H_{10}
구조식				
$-CH_3$ 수	0	0	2	3
$-CH_2$ 수	3	4	2	0

4 (가)는 포화 탄화수소이며 $-CH_3$ 가 4개이므로 이다.

(나)는 $-CH_3$ 가 3개이고 2중 결합이 1개 있으므로 이다. (다)는 2중 결합이 없으므로 고리 모양 포화 탄화수소이고

$-CH_3$ 수가 없으므로 이다.

ㄱ. (가)에 H와 결합하지 않은 C 원자 수는 1개이고, (다)에 2중 결합이 없으므로 ㉠+㉡은 1이다.

ㄷ. $-CH_2$ 수는 (가)와 (나)에는 없고, 고리 모양 포화 탄화수소인 (다)에는 5개가 있으므로 (다)가 가장 많다.

오답 바로 알기 나. 고리 모양의 포화 탄화수소는 (다) 1개이다.

1

산화 환원 반응

핵심 개념 체크

본문 140~141쪽

1 산화, 환원 **2** (1) ○ (2) ○ (3) × **3** (1) 잃고, 환원 (2) 얻고, 산화 (3) 동시에 **4** 환원, 산화 **5** (1) 환원, 얻었 (2) 커, 얻었기, 환원 **6** (1) R (2) O (3) O (4) O (5) R

출제 예상 문제

본문 142~144쪽

01 ④

02 (1) $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

(2) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

(3) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

(4) $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

(5) $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

03 ④

04 ④

05 ①

06 ③

07 ④

08 ③

09 ③

10 ⑤

11 ⑤

12 5, 환원되었다.

13 ⑤

14 ⑤

15 ④

01

④ 산화 환원 반응은 산소, 수소, 전자의 이동으로 설명할 수 있는데 이러한 물질은 새로 만들어지거나, 없어질 수 없으므로 한 곳이 없으면 다른 곳은 얻게 되어 항상 동시에 일어난다.

오답 바로 알기 ② 산소 없이 수소나 전자의 출입으로도 산화 환원 반응을 설명할 수 있다.

02

반응물과 생성물을 쓰고, 양쪽의 원자의 수가 같도록 계수를 맞춘다. 그리고 산화수의 합이 변화하지 않도록 확인하면 반응식을 완성할 수 있다.

03

(가) 포도당은 산소와 결합하여 반응하므로 산소를 얻어 산화 반응을 한다.

(다) 자전거를 오래도록 밖에 세워 두면 비에 의해 물을 공급받고, 공기 중의 산소에 의해 산화가 진행되어 녹이 발생할 수 있다.

오답 바로 알기 (나) 질소가 수소를 얻는 반응은 환원 반응이다.

04

메테인은 산소와 반응하여, 물과 이산화 탄소를 생성한다. ($CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$) 이때 메테인의 탄소는 수소를 잃고, 산소를 얻는 산화 반응을 한다.

05

① $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ 은 중화 반응으로 산화 환원이 일어나지 않는 반응이다. 산화수의 변화가 나타나지 않는다.

오답 바로 알기 ② $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 에서 반응물에 있는 산소 중 하나는 수소와 다른 하나는 산소와 공유 결합을 이루고 있으나 O_2 에 존재하는 산소가 가지는 2개의 공유 결합은 모두 산소와 이루어져 있다. 즉, 반응물의 산소 원자는 수소와의 결합이 끊어지고, 산소 분자를 형성하면서 산소와 결합하여 산화되었다.

④ $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$ 에서 탄소와 결합되어 있던 산소는 마그네슘과 결합하여 탄소는 환원, 마그네슘은 산화되었다.

06

도가니에서 일어나는 반응을 화학식으로 나타내면 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ 이 된다. 반응물에 있는 구리는 붉은색이고, 생성물인 산화 구리는 검은색을 나타낸다.

07

④ 묽은 황산과 수산화 나트륨의 반응을 화학 반응식으로 나타내면 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 이다. 이 반응은 중화 반응으로 산화 환원 반응이 아니다.

오답 바로 알기 ① 구리가 산소를 얻어 산화된다. $2\text{Cu(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CuO(s)}$

② 물을 전기 분해하면 수소와 산소로 나누어진다. $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ 수소는 산소를 잃는 환원 반응, 산소는 산소를 얻는 산화 반응이 일어난다.

③ 염소는 수소를 얻어 환원되었다. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$

⑤ 연소 반응으로 산소와 결합하는 산화 반응이 포함되었다.

$2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$

08

(가) 탄소는 수소를 얻어 환원되었고, 수소 분자는 수소를 잃고 산화되었다.

(나) 질소가 산소를 얻는 산화 반응을 하였다.

(다) 질소가 수소를 얻는 환원 반응을 하였다. 따라서 수소가 산화 반응을 하였다.

09

$a\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + b\text{CO}(\text{g}) \rightarrow c\text{Fe}(\text{l}) + d\text{CO}_2(\text{g})$ 의 계수를 맞추면 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{l}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ 으로 $a=1$, $b=3$, $c=2$, $d=3$ 이다. 따라서 반응 계수 $a \sim d$ 의 합은 9이다.

10

그림은 마그네슘을 산소와 반응시키는 산화 반응을 나타낸 것으로 빠르게 반응하여 빛과 열을 발생시키는 연소 반응에 해당한다.

⑤ 뷰테인을 공기 중의 산소와 반응시켜 빛과 열을 발생시켜 음식을 조리하는 것은 대표적인 산화 반응이다.

오답 바로 알기 ① 산화 구리는 속불꽃에서 환원 반응이 일어난다.

② 용광로 내부에서 일어나는 반응으로 빛이나 열을 이용하고자 하는 것이 아닌 생성물인 철을 얻기 위한 반응이다.

③ 포도당을 생성하는 과정에서도 산화 환원 반응이 일어나지만 빛과 열을 발생시키지 않는다.

④ 고온, 고압인 조건에서 이루어지는 산화 환원 반응이지만 열을 이용하고자 하는 목적인 아닌 암모니아라는 생성물을 활용하기 위한 방법이다.

11

과정 (가)에서 구리가 산화되는 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ 반응이 일어나고 과정 (나)에서는 구리가 환원되는 $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ 반응이 일어난다.

⑤ 구리가 산화되면 검은색의 산화 구리가 생성된다.

오답 바로 알기 ① 구리가 산화되는 과정에서 공기 중의 산소와 반응하여 질량은 구리의 질량과 산소의 질량까지 합쳐져 증가한다.

② 탄소는 산화 구리와 결합한 산소를 얻어 이산화 탄소가 된다. 이는 석회수가 뿌영게 흐려지는 것을 통해 확인할 수 있다.

④ 시험관 내부는 산화 구리와 탄소가 있었으나 반응 후 탄소와 산소는 이산화 탄소 기체로 바뀌어 배출되므로 시험관 내부의 질량은 감소한다.

12

$a\text{H}_2\text{O} \rightarrow b\text{H}_2 + c\text{O}_2$ 의 계수를 맞추면 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ 이 된다. 물에 있는 수소는 반응을 통해 산소를 잃었으므로 환원되었다.

13

ㄱ. 구리는 겉불꽃에서 산소와 결합하는 산화 반응을 하여 검게 변한다. 이때의 변화를 화학 반응식으로 표현하면 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ 이다.

ㄴ. 산화 구리는 수소와 반응하여 산소를 잃는 환원 반응을 한다. 화학 반응식으로 나타내면 $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 이다.

ㄷ. 산화 구리는 산소를 잃게 되어 코일의 질량은 감소한다.

14

ㄱ. 일산화 탄소가 산화되는 반응식은 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{l}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ 이다.

ㄴ. 구리를 제련할 때의 변화를 화학 반응식으로 나타내면 $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu} + \text{SO}_2$ 이므로 B는 황과 산소의 화합물이다.

ㄷ. (나)의 과정에서 구리 광석에 포함된 구리는 화합물(CuS)에서 순물질(Cu)로 변하였다.

15

ㄱ. 화합물 C는 탄산 칼슘(CaCO_3)으로 열을 가하면 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ 반응을 하는데 이를 열분해라고 한다. 그 생성물은 철 광석의 불순물과 반응을 하여 슬래그를 형성한다. $(\text{CaO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3)$

ㄷ. 코크스가 화합물 A로 되는 반응은 $2C + O_2 \rightarrow 2CO$ 로 탄소의 산화 반응이다.

오답 바로 알기 ㄴ. (나)의 과정에서 슬래그를 형성하는 물질은 철광석에 포함된 규소가 산소와 반응하여 생긴 것이다.

2

산화 환원 반응과 전자 이동

핵심 개념 체크

본문 145~147쪽

1 산화 **2** 잃기, 산화, 이온 **3** Mg, Al, Zn, Fe, Cu, Ag **4** 물, 산소 **5** 쉽게 **6** 주석, 큰 **7** 7 **8** 얻기, 음이온 **9** 산화력 **10** 황록색, 염소

출제 예상 문제

본문 148~150쪽

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

01

용액에서 일어나는 반응은

$2HCl(aq) + Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2Cl^{-}(aq) + H_2(g)$ 이다. 마그네슘은 전자를 잃고 산화된다.

오답 바로 알기 발생한 수소 기체는 폭발성이 있고, 수소 이온보다 마그네슘 이온이 훨씬 무거워 용액의 밀도는 증가한다.

02

④ 구리는 은보다 이산화 경향이 더 커서 전자를 내놓고 산화되었고, 은 이온은 구리로부터 전자를 받아 금속으로 석출되었다.

$2Ag^{+} + 2NO_3^{-} + Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2NO_3^{-} + 2Ag$

오답 바로 알기 ① 상대적으로 가벼운 구리 이온 1개가 생성될 때 더 무거운 은 이온 두 개가 석출되어 용액의 밀도는 감소한다.

② 두 금속 사이의 반응으로 질산 이온은 반응에 참여하지 않는다.

③ 구리 이온이 점점 많아져서 용액의 색은 푸른색이 짙어진다.

⑤ 한 개의 구리 원자가 +2가 이온이 될 때 두 개의 은 이온이 금속으로 석출되므로 수용액 속 이온의 개수는 점차 감소한다.

03

각 물질의 화학식은 철(Fe), 철광석(Fe_2O_3), 코크스(C), 산소(O_2), 물(H_2O), 이산화 탄소(CO_2)이다. 화합물에서는 서로 다른 원소의 결합으로 구성 원자가 전자를 얻거나 잃은 상태로 존재한다. 그러므로 원소인 물질을 찾으면 철, 코크스, 산소 총 3개이다.

04

용액에서 산화 환원 반응은 금속 A와 구리 이온 사이의 반응이다. 황산 이온(SO_4^{2-})은 반응에 참여하지 않는다. 금속 A의 표면에 생긴 붉은색 금속은 용액 속에 있던 구리 이온으로 A의 반응성이 구리보다 크고, 반응하지 않은 B는 구리보다 반응성이 작다. 따라서 반응성의 순서는 $A > Cu > B$ 이다. 따라서 구리는 B보다 전자를 잃기

쉬우므로 산화되기 쉽다.

05

시험관 안에서는 $2\text{Na}^+ + 2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ 의 반응이 일어난다.

오답 바로 알기 ① 염수에는 황록색의 Cl_2 가 들어 있다.

② (나) 시험관에는 적갈색 브로민이 존재한다.

④ 염소는 브로민보다 반응성이 커 전자를 얻고 환원된다.

⑤ 환원력은 다른 물질을 환원시키는 정도이므로 브로민이 더 크다.

06

③ (라)에 들어 있는 못은 식용유에 의해 물이 차단되고, 산소도 차단된다. 그래서 녹이 거의 생기지 않는다.

오답 바로 알기 ① (나)의 건조제는 물을 흡수하지만 산소는 제공된다.

② (다)의 끓인 물은 물속의 산소를 제거하기 위함이다. 산소는 제공되지 않고 물만 제공된다.

⑤ (마)의 소금물은 전해질로 전자의 이동을 도와 부식이 빠르게 진행된다.

07

ㄱ은 음극화 보호이므로 C와, ㄴ은 산소와 물의 접촉 차단으로 A와, ㄷ은 합금이므로 B와 연결되어야 한다.

08

금속 A는 철보다 반응성이 큰 금속으로 음극화 보호가 이루어졌다.

⑤ 반응성이 큰 금속이 용액 속에서 이온으로 존재하므로 금속 A가 이온으로 있을 때 철을 넣으면 반응이 일어나지 않는다.

오답 바로 알기 ① 금속 A가 산화되어 전자를 내놓고 전자는 구리 선을 따라 철로 이동하여 철이 산화되는 것을 방지한다.

09

ㄱ. 소금은 전해질로 작용하여 전자의 이동을 도와 더 빨리 반응하게 한다.

ㄷ. 반응성이 큰 알루미늄이 산화되고 은 이온은 환원된다.

오답 바로 알기 ㄴ. 반응식을 완성하면

$3\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{Al} \longrightarrow 6\text{Ag} + \text{Al}_2\text{S}_3$ 이므로 $a + b < c + d$ 이다.

10

비금속은 반응성이 큰 원소가 용액 속에서 음이온으로 존재하므로 (가)에서 반응성은 $X > Y$ 임을, (나)에서 $Z > Y$ 임을 확인할 수 있다. 반응성의 크기가 클수록 원자 번호가 작고 X의 원자 반지름이 작다고 하였으므로 X는 F, Y는 Br, Z는 Cl이다.

⑤ $2\text{Cl}^- + \text{F}_2 \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{F}^-$ 의 반응이 일어나므로 염화 이온은 산화된다. 즉, 환원제로 작용한다.

오답 바로 알기 ① 전기 음성도는 X(F)가 Y(Br)보다 더 크다.

② X는 2주기, Z는 3주기이므로 Z가 X보다 전자껍질 수가 더 많다.

③ Z는 염소로 이원자 분자 상태에서 황록색이다.

④ (나)에서 Y가 분자 상태로 존재하게 된다. 브로민의 색은 적갈색이다.

11

이 물질의 변화를 화학 반응식으로 표현하면

$3\text{CuCl}_2(aq) + 2\text{Al}(s) \longrightarrow 2\text{AlCl}_3(aq) + 3\text{Cu}(s)$ 이다.

ㄱ. 알루미늄은 전자를 잃고 산화되었다.

오답 바로 알기 ㄴ. 용액의 푸른색은 용액 속에 이온으로 존재하는 구리 이온에 의한 것이다. 반응 결과 구리가 금속으로 석출되어 구리 이온의 양이 감소하므로 푸른색은 옅어진다.

12

질산 은과 구리의 반응은

$2\text{Ag}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{Ag}$ 이다.

ㄴ. 구리가 산화되어 전자를 잃고, 은이온이 환원되었다.

오답 바로 알기 ㄱ. 용액의 전기 전도도는 단위 부피당 이온의 개수가 많을수록 크다. $2\text{Ag}^+(aq) + \text{Cu}(s) \longrightarrow \text{Cu}^{2+}(aq) + 2\text{Ag}(s)$ 이므로 반응이 진행될수록 용액 속의 이온의 양은 감소하므로 전기 전도도는 감소한다.

ㄷ. 금속의 산화 환원 반응만 일어나고 기체의 발생 등이 없으므로 비커 내의 전체 질량의 변화는 없다.

3

산화 환원 반응과 산화수

핵심 개념 체크

본문 151~153 쪽

1 1, +1, 1, -1 **2** 산화, 감소 **3** 전기 음성도, 환원 **4** (1) 0
(2) 0 (3) 0 (4) 0 **5** +1, -1 **6** -4, +1, 0 **7** +4, -2,
-2 **8** (1) +1 (2) +1 (3) +1 (4) -1 (5) -1 **9** (1) -2
(2) -2 (3) -2 (4) -1 (5) +2 **10** 2, 산화, 2, 환원 **11**
+2, -2 **12** (1) 0 (2) +1 (3) -3 (4) +4 (5) +1 **13** Cl,
O, O, F, N

출제 예상 문제

본문 154~156 쪽

01 ④ **02** ④ **03** ⑤ **04** ① **05** ③
06 ③ **07** ② **08** ② **09** ④ **10** ⑤
11 ⑤ **12** ② **13** ⑤ **14** ③ **15** ④
16 ⑤ **17** ⑤

01

전기 음성도가 큰 원소는 전자를 얻으려는 경향이 더 커서 환원되기 쉽다. 즉, 음의 산화수를 지니기 쉽다. 따라서 두 원소 중 전기 음성도가 큰 물질을 찾으면 된다.

④ LiH에서 수소는 -1의 산화수를 지닌다. 수소는 +1의 산화수를 지니는 것이 보통이지만 알칼리 금속과 반응할 때는 오히려 전자를 받아 -1의 산화수를 지니게 된다.

오답 바로 알기 ① HF에서 H = +1, F = -1, ② H₂O에서 H = +1, O = -2, ③ LiF에서 Li = +1, F = -1, ⑤ OF₂에서 O = +2, F = -1의 산화수를 지닌다. 산소는 주로 -2의 산화수를 지니는 데 산소는 전기 음성도가 커서 전자를 받기 때문이다. 그러나 F는 산소보다 전기 음성도가 커서 산소의 전자를 빼앗으므로 산소의 산화수는 +2가 된다.

02

화합물에서는 산화수의 합이 0이 되고, 이온은 이온의 전하량이 곧 산화수가 된다. 밑줄 친 원소의 산화수는 ① CH₄ = -4 ② NaOH = +1 ③ Mg²⁺ = +2 ④ H₂CO₃ = +4 ⑤ NH₃ = -3이다.

03

(가)는 H₂O₂, (나)는 H₂O (다)는 O₂이다.

ㄴ. (나)는 화합물이므로 산화수의 합은 0이다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 수소가 결합한 원소는 산소로 수소 원자의 산화수는 모두 +1을 나타낸다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가)에서 산소는 과산화물을 형성하므로 산화수는 -1이고, (나)에서 산소의 산화수는 -2이다. (다)는 원소이므로

0의 산화수를 지닌다. 따라서 산소의 산화수가 가장 큰 물질은 (다)이다.

04

F는 전기 음성도가 제일 큰 물질로 화합물에서 -1의 산화수를 지닌다. 수소는 +1의 산화수를 지니므로, 밑줄 친 원소의 산화수는 AF₂에서 A = +2, BF₃에서 B = +3, CH₄에서 C = -4, DH₃에서 D = -3, H₂E에서 E = -2이다. 따라서 A~E의 산화수의 합은 -4가 된다.

05

B는 +1가 이온일 때 네온과 같은 전자 배치를 하므로 3주기 1족 원소이고, A는 -2가 이온일 때 네온과 같은 전자 배치를 하므로 2주기 16족 원소이다. 주어진 물질은 이온 결합 물질로 각 이온의 전하량이 곧 산화수가 된다.

③ A는 B보다 전기 음성도가 커서 환원된다.

오답 바로 알기 ① A는 16족 원소이므로 원자가 전자는 6개이다.

② A는 -2가 음이온이 되므로 전자를 2개 얻었다.

④ B는 전자를 1개 잃고 산화되었다.

⑤ 이온 결합성 물질들은 고체 상태에서 전기를 통하지 않는다.

06

B는 A보다 원자가 전자가 더 많으므로 전기 음성도가 더 크고 전자를 받아 환원되려는 성질이 더 크다.

③ A는 전자를 빼앗기고 산화된다.

오답 바로 알기 ① A의 수소화물은 H₂A 이고 이때 수소가 +1의 산화수를 지녀 A는 -2의 산화수를 지닌다.

② A는 두 개의 B와 단일 결합을 형성하며 화학식은 AB₂이다.

⑤ 중심 원자인 A는 두 개의 공유 결합을 형성하는데 2개의 비공유 전자쌍을 가지고 있어 굽은형 구조를 형성한다.

07

반응식을 완성하면 a = 1이므로 2SO₂ + O₂ → 2SO₃이다. 이 반응에서 이산화 황은 산소를 얻어 산화되며, 산소를 환원시키는 환원제로 작용하였다.

오답 바로 알기 ③ 이산화 황에서 산소의 산화수는 -2이므로, 황의 산화수는 +4이다.

⑤ 1몰의 산소 분자는 화합물을 형성하면서 산소 원자마다 두 개의 전자를 얻으므로 총 4몰의 전자를 얻는다.

08

수소의 산화수는 원소 상태에서 0이고, 화합물에서는 +1을 지닌다. 예외적으로 알칼리 금속과 화합물을 형성할 때는 오히려 전자를 받아 -1의 산화수를 지닌다.

② LiH에서 1족 원소인 리튬은 +1의 산화수를, 수소는 -1의 산화수를 지닌다.

오답 바로 알기 NH_3 , H_2O , HF , CH_4 에서 수소는 모두 +1의 산화수를 지닌다.

09

B는 2중 결합으로 2원자 분자를 형성하므로 16족 원소이다. A는 B보다 전기 음성도가 더 크므로 17족 원소이다.

ㄱ. 전기 음성도가 더 큰 A는 화합물을 형성하면서 전자를 얻어 환원되므로 다른 물질을 산화시키는 산화제로 작용한다.

ㄴ. BA_2 에서 전기 음성도가 큰 A는 -1의 산화수를, B는 +2의 산화수를 지닌다.

오답 바로 알기 ㄷ. 생성물의 공유 전자쌍은 전기 음성도가 큰 A 쪽으로 쏠린다.

10

ㄱ. XH_3 에서 옥텟 규칙을 만족하는 X는 원자가 전자가 5개인 15족 원소이다.

ㄴ. 옥텟 규칙을 만족하기 위해 X는 3중 결합을 형성한다.

ㄷ. HXO_3 에서 수소는 +1, O는 -2의 산화수를 지닌다. $1 + X + (-2 \times 3) = 0$ 이므로 X의 산화수는 +5이다. XH_3 에서 X는 -3의 산화수를 지니므로 산화수 차이는 8이다.

11

ㄱ. 각 산화물에서 황은 SO_2 : +4, SO_3 : +6, H_2SO_3 : +4, H_2S : -2, S: 0의 산화수를 지닌다.

ㄷ. (다)의 이산화 황은 산소를 잃고 환원되어 다른 물질을 산화시키는 산화제로 작용하였다.

오답 바로 알기 ㄴ. (나)에서 S의 산화수는 변하지 않았다.

12

각 화합물 또는 이온은 HNO_3 (H = +1, N = +5, O = -2), H_2SO_4 (H = +1, S = +6, O = -2), NH_3 (N = -3, H = +1), CaCl_2 (Ca = +2, Cl = -1), CO_3^{2-} (C = +4, O = -2)의 산화수를 지닌다. 산화수가 가장 큰 원자는 H_2SO_4 에 포함된 황이다.

13

H_2O (H = +1, O = -2), H_2S (H = +1, S = -2), BF_3 (B = +3, F = -1), CaCO_3 (Ca = +2, C = +4, O = -2), NH_3 (N = -3, H = +1)의 산화수를 가지므로, 가장 작은 산화수를 지닌 원자는 NH_3 에 포함된 질소 원자이다.

14

1, 2주기 원소인 A~D의 산화수를 통해서 A는 H이고, B는 원자가 전자가 1개인 Li임을 확인할 수 있다. C는 원자가 전자가 5개인 N이다. 최대 산화수는 원자가 전자 수이기 때문이다. D는 전자를 잃지는 않으므로 1개만을 받으면 되는 F이다.

ㄱ. A와 B가 화합물을 만들면 LiH를 이루므로 A의 산화수는 -1

이 된다.

ㄴ. B는 Li으로 원자가 전자 수는 1개이다.

오답 바로 알기 ㄷ. 원자가 전자 수는 C는 5개, D는 7개로 D가 더 많은 원자가 전자 수를 지니고 있다.

15

ㄴ. (나)에서 질소의 산화수는 $-3 \rightarrow +2$ 로 증가하였다.

ㄷ. (가)의 생성물에서 수소의 산화수는 +1이고, (다)의 반응물에 포함된 수소의 산화수는 +1로 서로 같다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가)에서 수소의 산화수는 $0 \rightarrow +1$ 로 증가하였으므로 산화되었다. 따라서 H_2 는 환원제로 작용하였다.

16

ㄴ. 반응이 진행되는 동안 A는 전자를 잃고 산화된다.

ㄷ. B는 원자가 전자가 7개이므로 전자 1개를 받아 -1의 산화수를 지니는 것이 가장 작은 산화수이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 화학 반응식은 $2\text{A} + \text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}$ 이다.

17

X의 산화수는 +4이고, 원자가 전자가 4개인 C이다. Z는 -1의 산화수를 지니는 F이다.

ㄱ. X의 원자가 전자가 4개 있으므로 최대 산화수는 +4이다.

ㄴ. Y는 전자 3개를 얻어 옥텟 규칙을 만족하므로 15족인 질소이고, W는 3개의 전자를 잃는 13족 원소인 B이다. 따라서 W는 Y보다 전기 음성도가 작다. 만일 Y가 붕소(B)라면 VXY에서 X의 산화수는 -4가 되어야 한다.

ㄷ. YV_3 의 중심 원소는 3개의 공유 결합과 1개의 비공유 전자쌍을 가지고 있어 루이스 염기로 작용할 수 있다.

4

산과 염기의 정의와 성질

핵심 개념 체크

본문 157~159쪽

- 1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ○ 2 받는 3 염기, 암모늄 4 받는
5 (1) □ (2) ≧ (3) ≦ (4) ≧ 6 (1) □ (2) ≧ (3) ≦ 7 전해질

출제 예상 문제

본문 160~162쪽

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 01 ④ | 02 ① | 03 ⑤ | 04 ⑤ | 05 ④ |
| 06 ⑤ | 07 ⑤ | 08 ④ | 09 ④ | 10 ② |
| 11 ④ | 12 ⑤ | 13 ⑤ | | |

01

전기 전도성은 보기의 모든 산에서 공통적으로 관측되는 성질이다. 수소 이온을 내놓는 산은 모두 전해질이기 때문이다. 탈수 반응을 하는 것은 진한 황산이 지니는 매우 독특한 특성이다. 진한 황산은 수분이 부족해서 충분히 이온화되지 못해 수분을 흡수하는 성질이 있어 데시케이터 등에 건조제로 활용된다.

02

수산화 나트륨은 공기 중의 수분을 흡수하여 스스로 녹는 조해성을 지닌다.

03

(가) 공기 중의 수분을 흡수하여 스스로 녹아 나타나는 현상으로 이를 조해성이라 한다. (나) 염기성 용액이 지니는 공통적인 성질이다. (다) 노란색 불꽃 반응은 나트륨이 포함되어 있는 경우를 의미한다. 주어진 물질 중 염기이면서 나트륨을 포함하는 물질은 수산화 나트륨(NaOH)이다.

04

- ⑤ 석회석에 떨어뜨리면 이산화 탄소를 발생시킨다.
 $\text{CaCO}_3(s) + 2\text{HCl}(aq) \rightarrow \text{CaCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g)$
오답 바로 알기 ① 염산은 전해질로 전기를 통한다.
 ② 염산은 1양성자성 산으로 양성자 : 음이온이 1 : 1의 비율로 구성되어 있다.
 ③ 물에 녹아 수소 이온을 내놓으므로 아레니우스 산이다.
 ④ $\text{Zn}(s) + 2\text{H}^+(aq) + 2\text{Cl}^-(aq) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + 2\text{Cl}^-(aq) + \text{H}_2(g)$

05

ㄱ. 두 물질의 반응식은 $\text{NH}_3(g) + \text{HCl}(g) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(s)$ 으로, 흰 연기의 성분은 염화 암모늄이다.
 ㄴ. 용액 속에 녹아 있던 물질이 휘발하여 기체로 나온 후 서로 만나 반응한 것이다. (두 물질은 모두 자극적 냄새가 난다.)

오답 바로 알기 ㄷ. 암모니아는 수소 이온을 받는 브뢴스테드-로우리의 염기로 정의될 수 있으나 분자 자체에 수산화 이온을 포함하고 있지 않아 아레니우스의 염기로 작용할 수는 없다.

06

기체 상태로 존재하는 암모니아는 물에 매우 잘 녹는 성질이 있다. 물에 녹았을 때의 반응식은
 $\text{NH}_3(g) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{NH}_4^+(aq) + \text{OH}^-(aq)$ 이다.
 ㄴ, ㄷ. 기체 상태로 있던 암모니아가 물에 녹아 둥근바닥 플라스크 안쪽의 압력이 감소하면 이를 채우기 위해 대기압에 의해 수면이 늘린 비커의 물이 플라스크 안으로 솟구쳐 분수를 만든다.

오답 바로 알기 ㄱ. 암모니아가 녹으면 염기성 용액이 된다.

07

두 용액의 알짜 이온 반응식이
 $\text{Mg}(s) + 2\text{H}^+(aq) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(aq) + \text{H}_2(g)$ 이다.
 ㄴ. 염산은 강산으로 분자가 모두 이온화하여 수소 이온으로 존재한다. 하지만 아세트산은 약산으로 대부분 분자 상태로 존재하며 일부만 이온화한다. 거품이 생성되는 정도가 적은 것은 이온화한 수소 이온의 개수가 적기 때문이다.
 ㄷ. 두 물질 모두 물에 녹아 수소 이온을 발생시키므로 아레니우스 산이다.

오답 바로 알기 ㄱ. 산의 음이온은 반응에 참여하지 않는다.

08

ㄱ. 물에 녹아 염기성을 나타내어 토양이나 호수의 산성을 중화시키는 데 사용된다.
 ㄷ. $\text{Ca}(\text{OH})_2(aq) + \text{CO}_2(g) \rightarrow \text{CaCO}_3(s) + \text{H}_2\text{O}(l)$ 을 통해 이산화 탄소를 검출하는 물질로 사용되며 수용액을 석회수라 부른다.
오답 바로 알기 ㄴ. 수산화 나트륨이 지니는 성질로 흰색 물질은 탄산 나트륨이다.

09

ㄱ. 용액 X에서 (-)극 쪽으로 이동하는 성분이 있다. 이는 양이온이 있음을 의미하며 또한 음이온도 함께 존재해야 한다.
 ㄷ. 푸른색 리트머스 종이를 붉은색으로 변화시키는 이온은 수소 이온이다. 이때 일어나는 알짜 이온 반응식은
 $\text{Zn}(s) + 2\text{H}^+(aq) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + \text{H}_2(g)$ 이다.
오답 바로 알기 ㄴ. (+)극으로 끌리는 이온은 음이온이다. 음이온의 산화수는 이온의 전하량과 같으므로 산화수는 음의 값을 지닌다.

10

수용액에서 전기를 통하지 않는 것은 ㉠ 설탕물이다. 전해질 중 산은 철과 반응하여 수소 기체를 발생시키므로 그렇지 않은 물질은 ㉡ 암모니아이다. 진한 암모니아수 근처에서 흰 연기를 만드는 것은 ㉢ 염산이다. 갈색병에 보관해야 하는 물질은 ㉣ 질산이고, 나머지는 ㉤ 아세트산이다.

11

ㄱ. 물은 염화 수소로부터 H^+ 을 받는 브뢴스테드-로우리의 염기로 작용하였다.

ㄴ. 물은 염산과 반응할 때는 수소 이온을 받는 브뢴스테드-로우리의 염기로 작용하였지만, 암모니아와 만나서는 수소 이온을 내놓는 산으로 작용하였다. 이러한 물질을 양쪽성 물질이라 한다.

오답 바로 알기 ㄴ. 암모니아는 분자 내에 수산화 이온을 가지고 있지 않아 아레니우스 염기로 작용할 수 없고, 수소 이온을 받는 브뢴스테드-로우리의 염기로 작용하였다.

12

ㄱ. BF_3 는 암모니아로부터 비공유 전자쌍을 제공받아 공유 결합을 형성하는 반응에서 루이스 산으로 작용한다. 반응 전에는 120° 의 결합각을 지니는 평면 삼각형 구조를 하고 있었으나 공유 결합을 하나 더 하게 되면서 약 109.5° 의 사면체 구조로 바뀌며 결합각이 줄어든다.

ㄴ. 암모니아는 비공유 전자쌍을 제공하는 루이스 염기로 작용한다.

ㄷ. B가 유일하게 옥텟 규칙을 만족하지 않는 원자였으나 반응 후에는 옥텟 규칙을 만족한다.

13

ㄱ. (가)의 반응물은 원소이므로 산화수는 0이다.

ㄴ. (나) 용액은 물에 녹아 이온화하므로 전기를 잘 통할 것이다.

ㄷ. 암모니아는 수소 이온에 질소의 비공유 전자쌍을 제공하였으므로 루이스 염기로 작용한다.

5

산-염기 중화 반응

핵심 개념 체크

본문 163~165쪽

1 지시약 2 구경꾼 이온 3 작 4 =, OH^- 5 변하지 않는다
6 (1) ㄷ (2) ㄱ (3) ㄴ 7 1, 1 8 변하지 않는다 9 일정, 부피, 감소한다 10 중화열 11 약하고, 높다

출제 예상 문제

본문 166~169쪽

01 ⑤	02 ④	03 ①	04 ①	05 ⑤
06 ⑤	07 ①	08 ⑤	09 ⑤	10 ④
11 ④	12 ②	13 ④	14 ①	15 ⑤
16 ④	17 ③			

01

오답 바로 알기 pH미터는 전극을 용액에 담가 수소 이온의 농도를 측정하여 디지털 수치로 표시한다.

02

pH는 수소 이온의 농도를 표현하는 방법으로 $pH = -\log[H^+]$ 로 정의된다. pH가 1만큼 작아지면 수소 이온의 농도는 10배 전해진다. 또한 숫자가 낮을수록 농도가 진한 것을 의미한다. $pH = 5$ 인 용액은 $pH = 7$ 인 용액보다 수소 이온 농도가 100배 더 진하다.

03

ㄱ. (가)는 수산화 이온이 존재하는 염기성 용액이므로 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨리면 붉게 변한다.

오답 바로 알기 ㄴ. (나) 용액은 중화가 모두 끝난 중성 용액 상태를 나타낸다. 이때 전기 전도도가 가장 낮은 것은 사실이지만 용액 속에는 나트륨 이온과 염화 이온이 존재하여 전류가 흐른다.

ㄷ. (가)에서는 중화 반응이 진행되어 중화열이 발생하여 온도가 상승한다. (나)에서는 더 이상 중화 반응이 일어나지 않아 온도는 상승하지 않는다.

04

ㄱ. 전기 전도도가 가장 낮은 지점이 중화점이므로 중화점은 $NaOH(aq)$ 을 20 mL 넣었을 때이다. $NaOH(aq)$ 10 mL를 넣었을 때에는 아직 중화가 덜 일어난 산성인 상태이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 중화 반응이 진행되는 동안에는 $NaOH(aq)$ 을 넣을수록 온도가 증가하지만 중화가 끝난 이후에는 오히려 온도가 낮아진다.

ㄷ. 중화가 진행되는 동안에는 $NaOH(aq)$ 을 넣는 양에 따라 생성되는 물 분자 수가 증가하지만 중화 이후에는 물이 생성되지 않는다. 따라서 $NaOH(aq)$ 30 mL를 넣어도 생성된 물은 $NaOH(aq)$

20 mL를 넣었을 때와 같다. 즉, 생성된 물의 양은 2배이다.

05

중화 반응식은 $H^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \rightarrow H_2O + Na^+ + Cl^-$ 이다. 이때 구경꾼 이온은 Na^+ 와 Cl^- 이다. (-)전하를 지니는 Cl^- 은 처음 들어 있던 개수가 변화하지 않고 일정하게 유지된다.

오답 바로 알기 ① 이온의 수가 증가하지 않다가 중화점 이후 증가하므로 OH^- 의 그래프이다.

③ 이온의 수가 중화 반응 동안 계속 줄어든 후 완전히 사라지므로 H^+ 의 그래프이다.

④ 이온의 수가 계속해서 증가하므로 NaOH에 포함된 구경꾼 양이온인 Na^+ 의 그래프이다.

06

(가)는 수소 이온, (나)는 나트륨 이온, (다)는 염화 이온, (라)는 수산화 이온이다.

ㄱ. 중화점에서의 온도가 가장 높다.

ㄴ. 점 b는 중화점의 절반에 해당하므로 용액 속에 존재한 수소 이온의 절반이 사라졌다. 이는 수산화 이온과 반응하였기 때문으로 사라진 수소 이온의 수=남은 수소 이온의 수=넣어 준 수산화 이온의 수=용액 속의 나트륨 이온의 수이다.

ㄷ. (다)는 염화 이온으로 처음 존재한 수소 이온의 양과 같다. a점은 처음 들어 있던 수소 이온의 수만큼 수산화 이온을 넣은 부피이므로 그만큼 더 넣어 2a가 되면 (다)와 (라)는 같아진다.

07

$HCl(aq)$ 에 $NaOH(aq)$ 을 첨가할 때 중화 반응이 완결될 때까지 전체 이온의 수는 변화하지 않는다.

ㄱ. 중화점 이후 더 넣어 준 $NaOH(aq)$ 에서 이온화한 OH^- 에 의해 음이온의 개수가 증가하므로 20 mL를 넣었을 때가 중화점이다. 이때 존재하는 양이온과 음이온의 개수는 서로 같다.

오답 바로 알기 ㄴ. 혼합 용액 a는 중화 반응이 끝나지 않은 산성 용액이다. 페놀프탈레인 용액은 산성에서 무색이다.

ㄷ. $NaOH(aq)$ 20 mL를 넣었을 때 발생한 열은 10 mL를 넣었을 때의 두 배이다. 그러나 그 이후에 $NaOH(aq)$ 을 더 넣어 주어도 중화 반응은 일어나지 않으므로 발생한 중화열은 $a : b = 1 : 2$ 이다.

08

ㄱ. 중화 반응이 일어날 때 중화열이 발생한다.

ㄴ. 수산화 나트륨과 염산의 온도와 농도가 일정하므로 넣어 준 부피에 비례하여 중화 반응이 일어난다. B에서는 6 mL의 수산화 나트륨 수용액이, E에서는 2 mL의 묽은 염산이 반응하므로 물 분자가 B에서 3배 더 많이 생성된다.

ㄷ. 중화 반응이 진행되는 동안에 수소 이온과 수산화 이온이 반응하여 사라지지만 구경꾼 이온이 들어와 이온의 개수는 변하지 않는다.

09

염기 B 수용액을 10 mL 넣을 때 수소 이온은 3개가 사라지고 양이온이 3개 늘어난다.

ㄱ. ■는 염기에 포함된 양이온으로 구경꾼 이온이다.

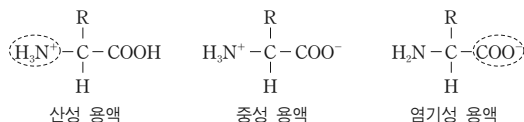
ㄴ. ●은 산성 용액에 들어 있는 양이온이므로 수소 이온이고 사라진 ●만큼 ■이 생겨났으므로 두 물질의 산화수는 서로 같다. ■의 산화수는 +1이다.

ㄷ. (가)의 모형으로부터 10 mL의 염기를 넣으면 수산화 이온 3개가 들어오는데 남아 있는 수소 이온은 1개이므로 혼합 용액 (나)는 2개의 수산화 이온이 남아 있는 염기성 용액이 된다.

10

ㄱ. 산성 용액에서 풍부한 수소 이온에 (가)에 포함된 질소의 비공유 전자쌍을 제공하여 루이스 염기로 작용한다.

ㄷ. 알라닌을 포함하는 아미노산은 양쪽성 물질로 아미노기는 염기로, 카복실기는 산으로 작용한다.



오답 바로 알기 ㄴ. (나)는 카복실기로 물에 녹아 이온화할 때는 수소 이온을 내놓는다.

11

단위 부피당 존재하는 이온의 모습을 나타낸 것으로 두 용액의 농도는 서로 같다.

ㄴ. 두 용액의 농도는 서로 같지만 양은 $NaOH(aq)$ 가 2배 많아 혼합 용액의 액성은 염기성을 나타낸다.

ㄷ. 염기가 충분할 때 생성되는 물 분자 수는 산의 수소 이온 수에 의해 결정되는데 그만큼 Cl^- 도 존재하므로 생성된 물 분자 수와 Cl^- 수는 서로 같다.

오답 바로 알기 ㄱ. 단위 부피에 존재하는 물질의 양이 서로 같으므로 농도비는 1 : 1이다.

12

HA의 음이온인 ○는 A^- 이고, NaOH를 넣었을 때 새로 생긴 음이온인 ▲는 OH^- 이며, BH를 넣었을 때 새로 생긴 음이온인 ■는 B^- 이다.

ㄴ. (다)에 존재하는 3개의 B^- 은 구경꾼 이온으로 반응에 참여하지 않는다. 다만 H^+ 도 3개 공급되었다. H^+ 은 (나)에 있던 OH^- 한 개와 중화 반응하고 두 개만 존재한다. 그러므로 $Na^+ : H^+ = 3 : 2$ 이다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가)에는 두 개의 A^- 이 존재하므로 수소 이온도 두 개 존재한다. 10 mL에 총 4개의 이온이 존재한다. (나)에는 하나의 OH^- 이 존재하므로 넣어준 $NaOH(aq)$ 20 mL에 포함된 Na^+ 의 개수는 3개이다. 중화 반응으로 2개의 H^+ 과 두 개의 OH^- 이 물

로 변화하여 혼합 용액 30 mL 안에 총 6개의 이온이 존재하므로 10 mL 당 2개가 존재한다. 그러므로 (가)가 (나)보다 단위 부피당 이온 수가 더 많다.

ㄷ. 용액 (가)와 (다)에 존재하는 H^+ 의 개수는 서로 같지만 용액의 부피가 (다)가 더 크다. 즉, H^+ 의 농도는 (가)가 더 진하다. $[H^+]$ 가 클수록 pH는 더 작으므로 pH는 (가)가 (다)보다 작다.

13

HA는 강산으로 모두 이온화한다. HB는 일부는 이온화하고, 일부는 이온화하지 않고 분자 상태로 남아 있다.

ㄴ. HB는 이온화하면 $HB \rightarrow H^+ + B^-$ 이므로 양이온과 음이온의 양은 같다. (가)와 같은 양을 지닌 입자가 없으므로 양이온, 음이온이 아닌 입자, 즉 분자 상태의 HB이다.

ㄷ. 철을 넣었을 때의 반응은 $Fe(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2(g) \uparrow$ 이므로 수소 이온의 농도가 더 진할 때 반응이 더 빠르게 일어난다. 같은 양의 물질을 녹여 같은 부피의 용액을 만들었으므로 HA와 HB의 농도는 같다. 그러나 HA는 HB보다 더 잘 이온화하여 용액 속에 존재하는 수소 이온의 농도는 HA가 더 진한다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가)는 이온화하지 않고 분자 상태로 존재하는 HB이다.

14

ㄱ. 염산과 수산화 나트륨이 중화 반응을 할 때 반응에 참여하는 H^+ 만큼 Na^+ 가 첨가되어 처음 양이온의 개수가 계속 유지된다. 그러나 중화점 (나) 이후 추가되는 Na^+ 의 수에 의해 양이온의 개수는 증가한다. 양이온의 수를 비교하면 (가) = (나) < (다)가 된다.

오답 바로 알기 ㄴ. (나)는 흐르는 전류가 가장 작으므로 중화점이다. 이때에도 구경꾼 이온인 Na^+ 과 OH^- 은 존재한다.

ㄷ. (가)는 중화 반응이 절반 정도 일어난 시점이다. (나)까지 생성된 물의 양은 (가)보다 더 많다. 중화점 이후 물은 더 생성되지 않는다. 생성된 물의 양을 비교하면 (가) < (나) = (다)이다.

15

⑤ 리트머스 시험지는 산성에서 붉은색을 나타내고 중화 반응을 하면서 점점 pH가 증가하여 푸른색으로 변화해 간다.

오답 바로 알기 ① $K^+(aq)$ 은 구경꾼 이온으로 KOH를 넣어줄수록 점점 증가한다.

② 반응을 할수록 중화열에 의해 온도가 증가하였다가 중화점 이후 낮아진다.

③ 중화 반응이 일어나는 동안에는 수산화 칼륨 1몰당 물 1몰을 생성한다.

④ $H^+(aq)$ 은 중화 반응에 참여하여 그 수가 점점 감소한다.

16

④ 암모니아와 수산화 나트륨 수용액의 농도가 같을 때 이온화하는 정도가 더 큰 수산화 나트륨 수용액에 더 많은 수산화 이온이 존재한

다. 따라서 수산화 나트륨 수용액의 pH가 더 높다.

오답 바로 알기 ① 염산은 아세트산보다 이온화 정도가 더 커서 수소 이온이 더 많이 이온화하여 존재한다.

② 1 mL에서 1 L로 부피가 증가하는 것은 10^3 배 차이가 나며 pH는 3이 더 커진 5가 되어야 한다.

③ pH가 12인 염기성 용액을 10배 묽히면 염기성이 약해지므로 pH는 낮아져야 한다. pH는 11이 된다.

⑤ 황산은 1몰당 2몰의 수소 이온을 내놓을 수 있고, 질산은 1몰당 1몰의 수소 이온을 내놓는다. 수소 이온의 농도는 황산이 더 커서 황산 수용액의 pH가 더 낮다.

17

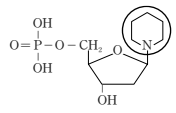
용액 A~E의 부피는 20 mL로 모두 같다. 농도가 같은 두 용액이 중화 반응을 할 때에는 1 : 1의 비율로 반응한다. 중화점은 C이고, 이때 중화열이 가장 많이 발생하여 온도는 가장 높고, 총 이온의 농도는 가장 낮다.

6

생명 현상과 화학 반응

핵심 개념 체크

본문 170~172쪽

- 1 탄소, 아미노, 카복실 2 비공유 전자쌍, 브뢴스테드-로우리 3 수소 4 + 5 펩타이드 6 카복실 7 염기 8 삼양성자 9 비공유 전자쌍 10 확장된 옥텟 규칙 11 염기, 당, 인산 12 사이토신 13 비공유 전자쌍, 수소 이온 14  15 수소 결합 16 티민 17 3 18 티민 19 3 20 방출 21 (1) × (2) × (3) ○

출제 예상 문제

본문 173~175쪽

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

01

(가)는 인산, (나)는 아데닌, (다)는 글라이신이다. 글라이신은 아미노산으로 핵산을 구성하지는 않는다. 핵산은 염기(아데닌, 티민, 구아닌, 사이토신), 당(디옥시리보스), 인산으로 구성된다.

ㄱ. 1개의 인산은 두 개의 당과 결합하여 DNA의 골격을 구성한다.

오답 바로 알기 나. 아데닌은 염기로 작용할 수 있으나 산으로 작용할 수는 없다.

ㄷ. 글라이신은 2개의 산소 원자에 각각 2쌍, 1개의 질소 원자에 1쌍, 총 5쌍의 비공유 전자쌍을 가지고 있다.

02

④ 아데닌과 티민은 상보적 결합을 형성한다. 그러므로 DNA에는 하나의 아데닌이 있으면 반대쪽 사슬에 티민이 존재하여 그 비가 항상 1 : 1이다.

오답 바로 알기 ① DNA 골격은 인산과 당에 의해 형성된다.

② 물에 녹아 염기성을 나타낸다. 질소가 비공유 전자쌍을 제공할 수 있다.

③ 티민은 당과 공유 결합을 형성한다.

⑤ 아데닌은 5개의 질소를 가지고 있어 5쌍의 비공유 전자쌍을 가지고 있다.

03

① 아미노산은 산성 용액에서 수소 이온을 받는 염기로 작용하는데 이때 아미노기의 $\angle\text{HNH}$ 는 약 107° 에서 약 109.5° 로 증가한다.

오답 바로 알기 ② 비공유 전자쌍은 5개를 가지고 있다.

③ 염기성 용액에서는 카복실기에서 수소 이온을 내놓고 (-) 전하를 띤 상태로 존재한다.

④ 아미노산은 종류에 관계없이 아미노기, 카복실기, 수소가 기본으

로 구성되어 있다.

⑤ 산으로 작용하는 것은 카복실기에 의한 효과이다.

04

ㄱ. 글라이신은 기본 골격 이외에 수소가 결합되어 있으므로 분자량이 가장 작은 아미노산이다.

ㄷ. 글라이신의 질소 원자와 결합한 탄소 4개의 공유 결합을 같은 종류의 원자인 탄소 1개와, 전기 음성도가 작은 수소 2개와, 전기 음성도가 더 큰 질소 1개와 이루고 있다. 전기 음성도가 큰 원자와 결합하면 전자를 잃고, 전기 음성도가 작은 원자로부터는 전자를 얻어와 환원된다. 글라이신의 탄소 원자는 -1의 산화수를 지닌다.

오답 바로 알기 나. 염기성 용액에서는 카복실기의 수소가 이온화하여 구조가 바뀐다.

05

(가)는 인산이고, (나)는 염기이다.

ㄱ. 당은 인산과 공유 결합을 형성한다.

나. (가) 인산은 두 개의 당과 결합하여 DNA의 골격을 형성한다.

오답 바로 알기 ㄷ. 염기는 다른 사슬의 염기와 상보적 결합을 하여 안쪽에 배치된다.

06

① 염기의 상보적 결합은 수소 결합으로 형성된다.

오답 바로 알기 ② 전자쌍을 공유하는 공유 결합을 형성하지는 않고, 수소 결합을 형성한다.

③ 질소 원자는 탄소와 수소와 결합한다. 질소는 전기 음성도가 더 커 부분적인 (-) 전하를 띤다.

④ 아데닌이 상보적 결합을 형성하는 것은 티민이다. 다른 물질이 오면 입체적인 구조 차이로 인해서 결합이 형성되지 않는다.

⑤ 이온 결합을 형성하지 않고, 수소 결합을 형성한다.

07

(가)는 디옥시리보스로 DNA에 포함되는 당이고, (나)는 리보스로 RNA에 포함된다.

나. 두 당은 모두 5개의 탄소로 구성된 5탄당이다.

오답 바로 알기 ㄱ. (나)는 (가)보다 산소 원자가 하나 더 있다. 따라서 실험식은 같을 수 없다.

ㄷ. 티민은 DNA에만 포함되는 염기이다.

08

ㄱ. (가)에는 4개의 염기가 있다. DNA는 염기, 당, 인산이 1 : 1 : 1로 구성되어 있으므로 4개의 염기가 상보적 결합을 형성한다.

오답 바로 알기 나. (가)에서 수소 결합에 참여하는 수소와 공유 결합한 분자는 질소이지만 (나)에서는 산소로 서로 다르다.

ㄷ. DNA가 복제될 때에는 수소 결합이 끊어지면서 복제가 일어난다.

09

ㄱ. (가)에는 4개의 산소 원자가 2개씩의 비공유 전자쌍을 가지고 있어 총 8개를, (나)에는 5개의 질소 원자가 1개씩의 비공유 전자쌍을, 산소 원자가 2개의 전자쌍을 가지고 있어 총 7개의 비공유 전자쌍을 가지고 있다.

ㄴ. DNA에 있는 (가)는 인산, (나)는 염기로 당과 공유 결합을 형성한다.

ㄷ. 염기는 이웃하는 사슬의 염기와 상보적 결합을 형성한다.

10

ㄱ. A는 골격에 해당하는 부분으로 인산과 당의 결합으로 구성되어 있다.

ㄴ. B는 수소 결합으로 염기와 염기 사이의 정전기적 인력에 의한 상호 작용으로 결합되어 있다.

오답 바로 알기 ㄷ. 아데닌은 티민과, 구아닌은 사이토신과 상보적 결합을 하므로 아데닌과 구아닌의 구성 비율은 1 : 1을 항상 유지하는 것은 아니다.

11

ㄱ. (가)는 염기로 염기의 배열 순서가 유전 정보에 해당한다.

ㄴ. (나)는 인산, (다)는 당으로 이들의 결합이 골격을 형성한다.

오답 바로 알기 ㄷ. (라)의 질소는 3개의 공유 결합을 하고 있고, 한 쌍의 비공유 전자쌍을 지니고 있는 삼각뿔의 형태를 유지하므로 입체 구조이다.

12

산성 용액에서는 수소 이온이 풍부하여 아미노기의 질소 원자가 지니는 비공유 전자쌍에 결합하여 \angle 은 약 107° 에서 약 109.5° 로 증가한다.

대단원 종합 문제

본문 176~180쪽

01 ③	02 ③	03 ⑤	04 ③	05 ③
06 ①	07 ③	08 ③	09 ②	10 ④
11 ③	12 ③	13 ①	14 ⑤	15 ②
16 ④	17 ④	18 ④	19 ④	20 ③
21 ③				

01

(가)는 산성 용액이고, 반응을 하며 개수가 일정한 \bullet 은 산에 포함된 음이온이고 혼합 용액에 처음에는 있었으나 사라진 \triangle 는 수소 이온이다.

ㄱ. \blacksquare 는 수산화 나트륨이 혼합되었을 때부터 지속적으로 증가하므로 구경꾼 이온인 나트륨 이온이다.

ㄴ. 수산화 나트륨을 일정한 양씩 넣었을 때 (가)보다 (다)에서 나트륨 이온이 4개 더 증가하였으므로 (나)의 혼합 용액은 산성을 나타낸다. 그러므로 아연 조각을 넣으면 수소 기체가 발생할 수 있다.

오답 바로 알기 ㄷ. (가)에 존재하는 음이온 \bullet 은 일정한 수를 유지한다.

02

③ 메테인에서 탄소의 산화수는 -4 였지만 수소를 잃고 산소를 얻는 산화 반응을 통해 $+4$ 로 증가하였다.

오답 바로 알기 ① 산화 철의 철은 산소를 잃고 환원되었다.

② 이산화 탄소에서 탄소의 산화수는 $+4$ 에서 0 으로 감소하는 환원 반응을 하였다.

④ 칼슘은 반응 전과 후의 산화수가 모두 $+2$ 로 산화 환원 반응이 일어나지 않았다.

⑤ 탄소의 산화수는 반응 전후에 모두 변화하지 않았다.

03

ㄱ. A는 전자 하나를 잃고 $+1$ 가 양이온이 되었을 때 네온과 같은 전자 배치를 하므로 원자가 전자 수가 1개이다. 원자의 최대 산화수는 원자가 전자 수이므로 $+1$ 이다.

ㄴ. A는 $+1$ 가 양이온, B는 -1 가 음이온을 형성하므로 이온 결합을 할 때 1 : 1의 비율로 결합하므로 화학식은 AB이다.

ㄷ. $2A + B_2 \rightarrow 2AB$ 의 반응을 할 때 알칼리 금속인 A가 산화되므로 B_2 가 산화제이다.

04

ㄱ. (가)는 Cl^- 으로 구경꾼 이온이다. 이온의 개수는 변화하지 않지만 용액의 부피가 증가하여 단위 부피당 이온 수는 감소한다.

ㄴ. a 점은 중화점으로, 중화점 이후로는 점점 수산화 이온의 개수가 증가한다.

오답 바로 알기 ㄷ. 단위 부피당 이온 수가 더 많은 $H_2SO_4(aq)$ 을

넣으면 중화 반응이 이루어질 때까지 넣어야 할 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피가 더 많아지기 때문에 a점은 오른쪽으로 이동한다.

05

제시된 물질이 물에 녹았을 때 존재하는 양이온은 서로 다르지만 음이온은 OH^- 으로 서로 같다.

06

ㄱ. (가) KClO_3 에서 염소의 산화수는 +5, KCl 에서 염소의 산화수는 -1이므로 산화수는 6만큼 감소하였다.

오답 바로 알기 ㄴ. Ca은 반응 전과 후 산화수의 변화가 없다.

ㄷ. (가)는 $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ 이고, (나)는 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 이다. X는 2원자 분자이고, Y는 3원자 분자이다.

07

ㄱ. 반응이 진행됨에 따라 수용액 속에 존재하는 수소 이온의 개수가 감소하므로 pH는 점점 커진다.

ㄴ. $2\text{H}^+(aq) + \text{Mg}(s) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(aq) + \text{H}_2(g)$ 의 반응을 하면 두 개의 수소 이온이 기체로 빠져나간 후 마그네슘 이온 하나가 용액 속에 들어오는데 이때 질량이 증가하여 밀도도 증가한다.

오답 바로 알기 ㄷ. 이온의 개수가 점점 감소하므로 전기 전도도는 감소한다.

08

ㄱ. 금속 A를 넣었을 때 A는 $\text{A}(aq) \rightarrow \text{A}^{2+} + 2e^-$ 로 반응하며 산화되었다. 이때 전자를 받은 물질은 B^+ 였다. 이는 상대적으로 반응성이 큰 물질이 이온으로 존재하고, 반응성이 작은 물질이 금속으로 석출되기 때문이다. 그러므로 금속의 반응성은 A가 B보다 크다. 금속 A 조각이 남아 있음에도 C^{2+} 이 남아 있는 것은 반응성이 $\text{C} > \text{A} > \text{B}$ 이기 때문이다.

ㄴ. 금속 A 조각에 금속 C를 붙이면 C가 A보다 먼저 산화되어 전자를 제공하는 음극과 보호가 일어나 A의 산화를 막을 수 있다.

오답 바로 알기 ㄷ. 반응 후 비커에는 C^{2+} 과 A^{2+} 이 존재한다. 여기에 반응성이 더 큰 금속 C 조각을 넣으면 $\text{C}(s) + \text{A}^{2+}(aq) \rightarrow \text{C}^{2+}(aq) + \text{A}(s)$ 로 반응이 일어난다. 이때 A^{2+} 이온 한 개가 금속으로 석출될 때 C^{2+} 이온 한 개가 용액 속으로 들어가므로 전체 이온의 개수는 변화하지 않고 일정하다.

09

$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$ 의 반응이 일어날 때 HCl 에서 Cl의 산화수는 -1이고, HClO 에서 Cl의 산화수는 +1이다. 반응이 진행되는 동안에 반응물인 염소는 산화되면서 환원되었다.

ㄷ. 물에 녹인 생성물에는 HCl 이 포함되어 있으므로 산성을 나타낸다.

오답 바로 알기 ㄱ. 산소의 산화수는 변화하지 않았다.

ㄴ. 염소의 산화수는 $0 \rightarrow -1$ 로 환원되었다.

10

A는 전자 2개를 잃고 네온과 같은 전자 배치를 하므로 3주기 2족 원소이고, B는 전자 2개를 얻어 네온과 같은 전자 배치를 하므로 2주기 16족 원소이다.

ㄴ. $2\text{A} + \text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}$ 의 반응을 할 때 A는 산화된다.

ㄷ. C는 전자 1개를 얻어 네온과 같은 전자 배치를 하므로 2주기 17족이다. B보다 C의 전기 음성도가 더 커 화합물을 형성할 때 C는 전자를 얻어 -1의 산화수를 지닌다.

오답 바로 알기 ㄱ. 화합물 AB는 이온 결합 물질로 고체에서는 이온이 움직일 수 없이 서로에게 고정되어 있어 전기를 통하지 않는다.

11

ㄱ. (-)극에서 $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(g)$ 의 반응이 일어난다.

ㄴ. 반응이 진행될수록 이온이 감소한다.

오답 바로 알기 ㄷ. 설탕은 물에는 잘 녹지만 분자 상태로 존재하기 때문에 이온화하지 않는다. 설탕은 전기가 통하지 않는 비전해질이다.

12

ㄱ. Z_2 를 조금씩 넣었을 때 X^- 이 먼저 산화한 후, Y^- 이 전자를 잃어 산화된다. 그러므로 반응성의 크기는 $\text{Z} > \text{Y} > \text{X}$ 이다. 비금속은 원자 번호가 작을수록 반응성이 크므로 $\text{Z} = \text{Cl}$ 이다. 이온 반지름은 X^- 가 Y^- 보다 더 크다.

ㄷ. 다른 이온들은 모두 전자를 잃고 2원자 분자로 산화되어 용액 속에 존재하는 음이온은 Z^- 한 가지이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 2a까지는 X나 Y의 음이온으로부터 전자를 얻어 Z_2 가 환원되었으나 그 이후에는 반응이 일어나지 않아 Z^- 의 개수는 2N으로 일정하게 유지된다.

13

ㄱ. 금속의 산화 환원이 일어나도 전체 전하량은 변하지 않는다. 전체 전하량이 같을 때 이온의 개수 변화에 따라 $\bullet = +1$, $\blacktriangle = +2$, $\blacksquare = +3$ 의 산화수를 지니므로 $\bullet : \blacksquare$ 의 전하량의 비도 1 : 3이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 금속 Z는 용액 속에 들어가 자신이 산화되고 다른 물질(Y)을 환원시켰으므로 환원제로 작용하였다.

ㄷ. 반응성의 크기를 비교하면 $\text{X} < \text{Y} < \text{Z}$ 이다. 금속 X는 가장 반응성이 작기 때문에 Z 이온을 환원시켜 석출되게 할 수 없다.

14

용액 A는 아미노산을 물에 녹였을 때의 모습이고 용액 C는 염기성 용액에 존재하는 아미노산의 형태이므로 넣어 준 용액 B는 염기성이다.

⑤ 염기성 용액 B를 넣었을 때 아미노산에서 수소 이온이 떨어져 나와 반응에 참여하였으므로 아레니우스 산으로 작용하였다.

오답 바로 알기 ① 용액 A에 존재하는 아미노산의 모습은 중성일 때 나타나는 구조이다.

② 용액 A는 중성, 용액 C는 염기성이므로 pH는 용액 A가 더 작다.

③ 용액 A에서 네 개의 공유 전자쌍을 지니던 질소는 반응 후 세 개의 공유 전자쌍과 하나의 비공유 전자쌍을 지니게 되므로 전자들 사이의 반발력이 더 커져 결합각은 작아진다.

④ 용액 B는 염기성이므로 수산화 이온이 수소 이온보다 더 많다.

15

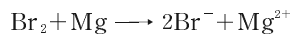
ㄴ. 암모니아(NH_3)는 탄산(H_2CO_3)으로부터 수소 이온을 받아 암모늄 이온(NH_4^+)이 된다($\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$). 암모니아에 있는 질소는 수소 이온에 비공유 전자쌍을 제공하는 루이스 염기로 작용하였다.

오답 바로 알기 ㄱ. 암모니아에서 수소는 +1의 산화수를 지닌다. 암모니아는 분자이므로 산화수의 합이 0이다. 수소 + $1 \times 3 = +3$ 이므로 생성물인 암모니아에 포함된 질소의 산화수는 -3이다. 반응물인 질소(N_2)는 원소이므로 산화수는 0이다. 그러므로 질소의 산화수는 $0 \rightarrow -3$ 으로 감소하였다. 질소가 환원되었으므로 산화제로 작용한다.

ㄷ. 반응물인 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 는 화합물로 산화수의 전체 합은 0이다. 두개의 암모늄 이온(NH_4^+)은 각각 +1의 산화수를 지니고, 산소 원자는 각각 -2의 산화수를 지니므로 $+2 + \text{X}(\text{탄소의 산화수}) + (-2 \times 3) = 0$ 이 되어 탄소의 산화수는 +4이다. 생성물인 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 에서 탄소는 두 개의 질소와 단일 결합을 형성하고 산소와 2중 결합을 형성한다. 공유 결합에서 전자쌍은 전기 음성도가 큰 원자가 모두 가져가 환원되는 것으로 여기므로 탄소의 4개의 공유 결합은 모두 자신보다 전기 음성도가 큰 질소와 산소와 결합하여 +4의 산화수를 지닌다. 즉, 탄소의 산화수는 $+4 \rightarrow +4$ 이므로 환원되지 않았다.

16

ㄱ. 브로민(Br_2)은 할로젠으로 금속인 마그네슘(Mg)으로부터 전자를 받아 환원된다.



브로민은 이원자 분자일 때 적갈색을 나타내지만 전자를 얻어 환원되어 브로민화 이온(Br^-)이 되면 무색이 된다. 마그네슘의 산화수는 $0 \rightarrow +2$ 로 증가하여 산화되었다.

ㄷ. (나)에서 할로젠인 X_2 를 넣었을 때 적갈색이 나타난 것은 브로민(Br_2)이 생성되었다는 것을 의미한다.



할로젠은 원자 번호가 작을수록 전자를 얻으려는 성질이 커지므로 원자 번호는 $\text{X} < \text{Br}$ 이다.

오답 바로 알기 ㄴ. 할로젠 원소 X_2 는 전자를 얻어 환원되었다. 자신이 환원되며 다른 물질(브로민화 이온)을 산화시켰으므로 X_2 는 산화제로 작용하였다.

17

(가)는 염기성 용액으로 중화 반응이 일어나므로 전기 전도도가 감소하다가 증가할 것이다. (나)는 중성 용액으로 점점 산성이 되어 전기 전도도가 점차 증가한다.

18

용액 속에 존재하는 양이온만을 표시하였으므로 $\bullet = \text{X}^+$ 이다. \blacktriangle 이 하나 생길 때 \bullet 은 3개가 사라졌으므로 $\blacktriangle = \text{Y}^{3+}$ 이고 $\blacksquare = \text{Z}^{2+}$ 이다.

ㄱ. Y는 +3, Z는 +2의 산화수를 지닌다.

ㄷ. 금속 Y를 넣으면 산화되고 반응성이 약한 Z가 금속으로 석출된다.

오답 바로 알기 ㄴ. (가) \rightarrow (나)가 될 때에도 Y^{3+} 은 이온으로 존재하므로 반응성의 크기를 비교하면 $\text{Y} > \text{Z} > \text{X}$ 이다.

19

c는 H^+ 이다. 2N의 수소 이온이 사라질 때 a는 2N만큼 생성되었으므로 a는 A^+ 이다. 2N만큼의 c가 사라질 때 N만큼의 b가 생성되었으므로 b는 B^{2+} 이다.

ㄴ. B가 반응할 때에도 A는 이온 상태를 유지하므로 이온화 경향은 $\text{H} < \text{B} < \text{A}$ 이다.

ㄷ. 반응이 진행되는 동안 수소 이온이 지속적으로 감소하였으므로 pH는 증가한다.

오답 바로 알기 ㄱ. 최대 산화수는 $\text{A} : \text{B} = 1 : 2$ 이다.

20

ㄷ. c점은 중화점이므로 중성이고, b점은 염기의 양이 부족하므로 산성 용액이다. 리트머스 시험지는 산성에서 붉은색을 나타낸다.

ㄴ. 전기 전도도는 중화점(c점)에서 가장 낮아진다.

오답 바로 알기 ㄱ. 염산보다 질산에서 중화 반응이 2배 더 일어났다. $Q = cm\Delta t$ 에서 염산 : 질산 = $1Q : 2Q$ 이다. 두 용액의 농도가 같다면 질량도 2배 차이ना야 하고 이때 온도 변화는 같아야 한다.

ㄴ. a점에서는 나트륨 이온과 염소 이온은 같은 수로 존재한다.

21

(가)는 4개의 수소와 공유 결합을 형성하므로 CH_4 이고, (나)는 2개의 공유 결합과 2개의 비공유 전자쌍을 지닌 H_2O 이다. (다)의 중심 원자는 질소인 NH_3 이고, (라)는 F와 결합한 HF 이다.

구분	(가)	(나)	(다)	(라)
화합물	CH_4	H_2O	NH_3	HF
중심 원자의 산화수	-4	-2	-3	-1
출전자 수	2	2	3	1

오답 바로 알기 ㄷ. O와 F가 결합하면 O는 +2, F는 -1의 산화수를 지니므로 양의 산화수를 지니는 것은 (나)의 중심 원자이다.

1

산성 용액에는 수소 이온이 풍부하며 아미노기의 질소 원자가 지니는 비공유 전자쌍과 공유 결합을 형성한다.

①은 약 107° 에서 약 109.5° 로 증가한다.

2

(1) $Fe > Cu > A$, 금속 A가 들어 있는 비커에서는 용액의 색이 변화하지 않았다. 이는 구리 이온의 농도가 변화하지 않았기 때문이며, 구리는 A보다 이온화 경향이 더 크다. 철이 들어 있는 비커 쪽으로 양팔저울이 기울은 것은 철이 산화되어 이온이 되고 철보다 무거운 구리가 철판에 석출되어 더 무거워졌기 때문이다.

(2) 용액의 밀도는 감소한다, $Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$ 의 반응을 하는 과정에서 전체 이온 수는 변화하지 않지만 용액 속에 존재하는 무거운 구리 이온 대신에 가벼운 철 이온이 존재하여 용액 전체의 질량이 감소하여 밀도는 감소한다.

기출 1 ②

1 ①

기출 2 ④

2 ④

기출 3 ③

3 ②

기출 4 ①

4 ③

기출 1

어떤 물질이 '산화' 되었다는 것은 산소를 얻는 반응, 수소를 잃는 반응, 전자를 잃는 반응을 의미한다. 또, 어떤 물질이 '환원' 되었다는 것은 산소를 잃는 반응, 수소를 얻는 반응, 전자를 얻는 반응을 의미한다. 탄소(C)는 산소(O_2)를 얻어 이산화 탄소(CO_2)가 되는 과정에서 산화되고, 산소는 환원된다. 산화 구리(CuO)는 수소(H_2)와 반응하여 구리와 물을 생성한다. 이때 산화 구리는 산소를 잃고 환원된다. 이 산소는 수소가 얻게 된다. 산화되는 물질은 수소이다.

1

첫 번째 마그네슘과 염산의 반응에서 반쪽 반응을 나타내면

산화 반응: $Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2e^-$

환원 반응: $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g) \uparrow$ 이다.

이때 산화되는 물질은 Mg이다.

두 번째 탄산 칼슘과 염산의 반응에서

$CaCO_3$ 는 화합물이므로 산화수의 합은 0이다. 각 원소의 산화수는 $Ca = +2$, $C = +4$, $O = -2$ 이므로 $(+2) + (+4) + (-2 \times 3) = 0$ 이다. HCl 에서 $H = +1$, $Cl = -1$ 의 산화수를 지닌다. 생성물 중 염화 칼슘($CaCl_2$)에서 $Ca = +2$, $Cl = -1$ 의 산화수를 지니며, 탄소와 산소, 수소의 산화수도 변화하지 않는다.

기출 2

화합물에서 산화수의 합은 0이다. 주어진 물질 NH_3 에서 +1의 산화수를 지니는 수소가 3개 있으므로 질소의 산화수는 -3이다. NO_2 에서 -2의 산화수를 지니는 산소가 2개 있으므로 질소의 산화수는 +4이다. N_2O 에서 -2의 산화수를 지니는 산소가 1개 있고, 질소는 2개가 있어 +1의 산화수를 지닌다. HNO_3 에서 수소의 산화수는 +1이고, -2의 산화수를 지니는 산소는 3개 있다. 따라서 질소는 +5의 산화수를 지닌다.

2

ㄴ. (나)에서 NO는 산소와 결합한 상태에서 N_2 가 되면서 산소를 잃고 원소로 존재하므로 산화수의 변화는 $+2 \rightarrow 0$ 으로 감소하였다.

ㄷ. 질소는 산소, 플루오린과 결합된 상태로 존재할 때 질소의 전기 음성도가 가장 작으므로 전자를 잃고 산화된다. 원소인 N_2 로 존재할 때 가장 작은 산화수를 지닌다.

오답 바로 알기 ㄱ. (가) 반응에서 F_2 는 원소이므로 산화수가 0이다. 반응 후 화합물에서 F는 전기 음성도가 가장 큰 물질이므로 -1의 산화수를 지니게 된다. 즉, 산화수 변화는 $0 \rightarrow -1$ 로 감소되었으므로 환원 반응을 하였다. 그러므로 NO는 환원제로 작용하였다.

기출 3

③ (가)는 아미노산으로 산으로도 작용할 수 있고, 염기로도 작용할 수 있는 양쪽성 물질이다. 염기로 작용하는 것은 아미노기 때문인데, 중성인 물이나, 산성 용액에서 H^+ 에 비공유 전자쌍을 주어 브뢴스테드-로우리의 염기나, 루이스의 염기로 작용할 수 있다. 그러나 물질 자체에서 수산화 이온(OH^-)을 내놓을 수는 없어 아레니우스의 염기로는 작용하지 않는다.

오답 바로 알기

- ① (가)는 중심 탄소에 수소와 아미노기($-NH_2$), 카복실기($-COOH$)가 결합된 아미노산이다.
- ② 아미노기의 질소 원자는 비공유 전자쌍을 가지고 있어 이를 제공하는 루이스 염기로 작용할 수 있다.
- ④ (나)는 염색체를 이루는 가장 기본적인 구조로 염기(티민), 당, 인산으로 구성되어 있는 뉴클레오타이드이다. 인은 총 5개의 공유 전자쌍을 지니고 있으며 확장된 옥텟 규칙을 만족한다.
- ⑤ 인과 연결된 $-OH$ 의 수소와 산소 사이의 공유 전자쌍은 모두 산소에 속해지며 H^+ 를 방출하는 브뢴스테드-로우리의 산으로 작용할 수 있다.

3

(가)는 인산, (나)는 5탄당, (다)는 염기이다.

ㄷ. (다)는 염기의 한 종류인 구아닌이다. 구아닌의 아미노기($-NH_2$)에 포함된 질소는 비공유 전자쌍을 수소 이온에게 제공하여 루이스 염기로 작용할 수 있다. 구아닌을 물에 녹이면 용액은 염기성이 되지만 DNA에 결합된 상태에서는 이웃 사슬의 아데닌과 수소 결합을 형성하여 염기로 작용하지 못한다. 문제에서는 DNA 사슬에 연결된 상태가 아닌 따로 떨어진 상태를 의미하므로 루이스 염기로 작용할 수 있다.

오답 바로 알기

ㄱ. 인산은 당과 결합하여 DNA의 골격을 구성한다. 유전 정보는 염기의 상보적 결합에 의한 배열에 의해 결정되고, 저장된다.

ㄴ. (나)는 당으로 물에 잘 녹지만 이온화하지 않는다. 탄소에 결합된 $-OH$ 는 염기가 아닌 알콜기로 이온화하지 않아 중성을 나타낸다.

기출 4

(가)에서 수산화 칼륨(KOH)은 물에 녹아

$KOH(s) \longrightarrow K^+(aq) + OH^-(aq)$ 로 이온화하여 아레니우스 염기로 작용할 수 있다.

(나)에서 아세트산(CH_3COOH)은 물에 녹아

$CH_3COOH(l) + H_2O(l) \longrightarrow CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$ 로 이온화한다. 아세트산은 이온화하여 수소 이온을 제공하고, 물은 수소 이온을 받는 브뢴스테드-로우리의 산-염기 정의에 의해 염기로 작용한다.

(다)에서 암모니아는 염화 수소와 만나

$NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(s)$ 반응을 한다. 염화 수소는 H^+ 를 제공하고 암모니아는 H^+ 를 받아 브뢴스테드-로우리의 산과 염

기로 작용하였다.

4

ㄱ. 플루오린화 수소는 수소 이온을 내놓아 산으로 작용하고, 물은 이 수소 이온에게 물에 포함된 산소의 비공유 전자쌍을 제공하여 루이스 염기로 작용하였다.

ㄴ. (가)에서 물은 수소 이온을 받는 염기로 작용하였지만, (나)에서 물은 수소 이온을 내놓는 산으로 작용하였다.

오답 바로 알기

ㄷ. 아세트산 이온(CH_3COO^-)은 물로부터 수소 이온을 받아 브뢴스테드-로우리의 염기로 작용하였다.

MEMO