

2014학년도 11월 고2 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 I]

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |

1. [출제의도] 원자의 구성 입자 이해하기

$\frac{1}{6}\text{C}$ 는 양성자가 6개, 중성자가 8개이므로 \bullet 는 양성자, \circ 는 중성자이다. 핵반응 후 X의 원자핵에는 양성자가 7개, 중성자가 7개가 있으므로, 질량수는 14로 같고 원자 번호는 양성자 수와 같으므로 증가한다.

2. [출제의도] 화합물과 분자 이해하기

(가)~(다)의 반응물 중 H_2 , N_2 , O_2 는 원소이면서 분자, C는 원소, Fe_2O_3 은 화합물, CH_4 은 화합물이면서 분자이다.

3. [출제의도] 전자 배치와 주기율표 관계 이해하기

원자 A, B의 바닥 상태 전자 배치는 A: $1s^2 2s^2 2p^1$, B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 이다. \therefore A는 전자가 들어 있는 s 오비탈이 2개이다. \therefore B는 원자가 전자가 M 전자 껍질에 들어 있으므로 3주기 원소이다. \therefore A와 B의 원자가 전자는 3개이므로 같은 족 원소이다.

4. [출제의도] 오비탈 구별하기

L 전자 껍질은 주양자수가 2이므로 2s, 2p 오비탈은 L 전자 껍질의 오비탈이고, p 오비탈은 에너지가 같고 방향이 다른 세 개의 p_x , p_y , p_z 오비탈이 있다. 따라서 (가)는 2p, (나)는 2s, (다)는 1s 오비탈이다.

5. [출제의도] 철의 부식 방지 원리 이해하기

\therefore , \therefore 마그네슘은 철보다 먼저 산화되므로 반응성이 철보다 크다. 마그네슘의 산화 과정에서 나온 전자는 철로 이동하여 산소의 환원 반응($\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightarrow 4\text{OH}^-$)이 일어나게 한다. \therefore 도금은 산소와 물을 차단하여 부식을 방지한다. 합금은 철의 성질을 변화시켜 부식을 방지한다.

6. [출제의도] 화학식량과 몰 이해하기

온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 분자 수에 비례한다. \therefore (가)에 A와 같은 질량의 B를 넣었을 때 부피가 1L 증가했으므로 같은 질량의 A와 B에 들어 있는 분자 수 비는 A:B=2:1이다. 몰수 = $\frac{\text{질량}}{\text{몰질량}}$ 이므로 A의 분자량은 B의 $\frac{1}{2}$ 배이다. \therefore A보다 2배로 법칙에 의해 (가)와 (나)의 단위 부피당 분자 수는 같다. \therefore (나)는 질량이 (가)의 2배이고 부피가 (가)의 $\frac{3}{2}$ 배이므로 밀도 비는 (가):(나)=3:4이다.

7. [출제의도] 산 염기 구분하기

\therefore 흰 연기 발생 과정에서 NH_3 는 HCl로부터 H^+ 을 받으므로 브뢴스테드-로우리 염기이다. \therefore 붉은 색 리트머스 종이 먼저 푸르게 변했으므로 염기인 NH_3 가 먼저 도달했다. \therefore 푸른색 리트머스 종이

붉게 변한 이유는 산인 HCl가 도달했기 때문이므로 리트머스 종이에 Cl^- 이 존재한다.

8. [출제의도] 탄소 동소체의 특성 이해하기

\therefore , (가)에서 탄소 원자 하나는 3개의 탄소 원자와 결합한다. \therefore , \therefore , (가)와 (나)는 C로만 이루어진 탄소의 동소체이므로 1g당 탄소 원자 수는 같다.

9. [출제의도] 바닥 상태 원자의 전자 배치하기

A가 2개의 전자를 얻어 형성된 A^{2-} 의 전자 배치가 K(2)L(8)이므로, A의 전자는 이보다 2개 적은 8개이다. 따라서 A의 바닥 상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$ 이므로 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$ 이다.

10. [출제의도] 루이스 전자점식으로 분자 나타내기

\therefore , \therefore . 분자 X에서 세 원자 A, B, C가 옥텟 규칙을 만족하기 위해서 공유 전자쌍은 A가 3개, B가 2개, C가 1개를 갖는다. 따라서 이를 만족하는 분자의 구조는 B=A-C로 중심 원자는 A이고, 분자 내 공유 전자쌍은 3개이다. \therefore . 분자 X를 이루는 A, B, C는 전기 음성도가 서로 다르므로 분자 내 모든 결합은 극성 공유 결합이다.

11. [출제의도] 이온 결합 물질의 특성 이해하기

\therefore , \therefore . X(I)를 전기 분해하면 A_2 , B가 생성되므로 구성 원소는 A, B이다. 전기 전도성이 X(s)는 없고 X(l)는 있으므로 X는 이온 결합 물질이다. \therefore . X(l)를 전기 분해할 때 (+)극에서는 음이온이 전자를 잃고 산화된다.

12. [출제의도] 탄화수소의 화학식 구하기

\therefore , (가)를 구성하는 원소의 질량비는 C:H= $11 \times \frac{12}{44} : 6 \times \frac{2}{18} = 9:2$ 로 성분 원소의 몰수 비는 C:H= $\frac{9}{12} : \frac{2}{1} = 3:8$ 이다. 따라서 (가)의 실험식은 C_3H_8 이다. \therefore , (나)를 구성하는 원소의 질량비는 C:H=9:1로 성분 원소의 몰수 비는 C:H=3:4이다. 따라서 (나)의 실험식은 C_3H_4 이다. \therefore , (가)를 구성하는 원자가 11개이므로 분자식은 C_8H_{18} 이다. (나)는 분자량이 80이므로 분자식은 C_6H_{14} 이다. 따라서 분자당 수소 원자는 (가)와 (나)가 같다.

13. [출제의도] 전자 이동에 의한 산화 환원 반응 이해하기

A 이온이 들어 있는 수용액에 B를 넣었을 때 이온 수가 변했고, A, B 이온이 들어 있는 수용액에 C를 넣었을 때에는 이온 수의 변화가 없으므로 세 금속의 반응성은 B>A>C이다. \therefore A 이온과 B의 반응에서 A 이온은 B에서 전자를 얻어 환원되고, B는 전자를 잃어 산화되므로 A 이온은 산화제로 작용한다. \therefore A 이온 수가 2만큼 감소할 때 B 이온 수는 1만큼 증가했으므로 산화수 비는 1:2이다. \therefore C 이온이 들어 있는 수용액에 C보다 반응성이 큰 A를 넣으면 C 이온은 환원, A는 산화된다.

14. [출제의도] 화학 반응식 완성하기

\therefore , (가)와 (나)의 입자 수를 비교하면 A 2개와 B 1개가 반응하여 C 2개가 생성되므로 화학 반응식은 $2\text{A}(g) + \text{B}(g) \rightarrow 2\text{C}(g)$ 이다. \therefore . A와 B의 반응 몰

수 비가 2:1이므로 A는 모두 반응하여 (다)에는 B 2개, C는 4개가 존재한다. \therefore , (가)에는 총 8개, (다)에는 총 6개의 분자가 존재하므로 분자 수 비는 (가):(다)=4:3이다.

15. [출제의도] 수소 원자의 선 스펙트럼과 전자 전이 관계 이해하기

빛의 파장은 에너지에 반비례한다. \therefore . λ_2 에 해당하는 에너지가 λ_3 에 해당하는 에너지보다 크므로 스펙트럼에서 오른쪽으로 갈수록 파장이 길다. 따라서 λ_4 는 λ_1 보다 길다. \therefore , \therefore . 전자 전이에서 방출되는 빛 에너지는 $\Delta E = E_{\text{나}} - E_{\text{가}}$ 이다. 빛의 에너지가 $\frac{3}{16}k$ 인 λ_3 는 $n=4 \rightarrow n=2$, 빛의 에너지가 $\frac{3}{4}k$ 인 λ_2 는 $n=2 \rightarrow n=1$ 로 전이할 때 방출되는 빛의 파장이므로, λ_2 보다 파장이 짧은 λ_1 은 $n=3 \rightarrow n=1$, λ_3 보다 파장이 긴 λ_4 는 $n=3 \rightarrow n=2$ 로 전이할 때 방출되는 빛의 파장이다. 따라서 λ_2 에 해당하는 빛의 에너지는 $a-b$ 이다.

16. [출제의도] 분자 구조 구별하기

AH_3 는 NH_3 로 공유 전자쌍이 3개, 비공유 전자쌍이 1개이다. BH_4 는 CH_4 으로 공유 전자쌍이 4개이다. \therefore . NH_3 는 중심 원자에 비공유 전자쌍과 공유 전자쌍이 존재한다. 전자쌍 사이의 반발력의 크기는 '비공유-공유'가 '공유-공유'보다 크다. \therefore . BH_4 는 정사면체 구조로 결합의 쌍극자 모멘트의 합이 0인 무극성 분자이다. \therefore . AH_4^+ 는 공유 전자쌍이 4개이므로 분자 구조는 BH_4 와 같은 정사면체형이다.

17. [출제의도] 산화수 이해하기

\therefore , \therefore . X_2O_2 에서 O의 산화수는 -1이므로 X의 산화수는 +1, Y_2O 에서 O의 산화수는 +2이므로 Y의 산화수는 -1이다. 따라서 전기 음성도는 $\text{Y} > \text{O} > \text{X}$ 이므로 XOY에서 O의 산화수는 0이다. \therefore . X_2O 에서 O의 산화수는 -2이므로 산화수가 감소한다.

18. [출제의도] 다양한 탄화수소의 구조 파악하기

$-\text{CH}_3$ 와 다중 결합 유무로부터 (가)는 고리 모양의 C_3H_6 , (나)는 CH_3-CH_3 의 C_2H_6 , (다)는 $\text{CH}_3-\text{C} \equiv \text{C}-\text{CH}_3$ 의 C_4H_6 이다. (가)의 탄소 간 결합각은 60° , (다)는 180° 이다.

19. [출제의도] 원소의 주기적 성질 이해하기

2주기 원소 중 홀전자 수가 1개인 것은 Li, B, F이고, 0인 것은 Be, Ne이다. 제1 이온화 에너지는 $\text{Ne} > \text{F} > \text{Be} > \text{B} > \text{Li}$ 이므로 A는 ${}_3\text{Li}$, B는 ${}_5\text{B}$, C는 ${}_4\text{Be}$, D는 ${}_9\text{F}$ 이다. \therefore . 제2 이온화 에너지가 가장 큰 것은 +1가 이온일 때 He의 전자 배치를 갖는 Li이다. \therefore . ${}_5\text{B}$ 는 ${}_4\text{Be}$ 보다 원자 번호가 더 크므로 원자가 전자의 유효 핵전하가 더 크다. \therefore . ${}_4\text{Be}^{2+}$ 은 He의 전자 배치, ${}_9\text{F}^-$ 은 Ne의 전자 배치이므로 이온의 반지름은 전자 껍질 수가 더 많은 ${}_9\text{F}^-$ 이 ${}_4\text{Be}^{2+}$ 보다 크다.

20. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계 파악하기

화학 반응식으로부터 반응 몰수 비는 A:B:C=1:2:2이다. 실험 I에서 반응 후 존재하는 B와 C의

몰수 비가 1:1이므로 반응 전 A와 B의 몰수 비는 1:4이다. 실험 II에서 반응 후 존재하는 A와 C의 몰수 비가 1:1이므로 반응 전 A와 B의 몰수 비는 3:2이다.

ㄱ. A와 B는 1:2의 몰수 비로 반응하므로, 실험 I에서 0.7g의 A는 1.6g의 B와 반응하고 B 1.6g이 남는다.

ㄴ. 질량 보존의 법칙에 의해 반응물과 생성물의 질량비는 A:B:C=0.7:1.6:2.3이고 반응 몰수 비는 A:B:C=1:2:2이다. 분자량 = $\frac{\text{질량}}{\text{몰수}}$ 이므로 분자량 비는 $A:B:C = \frac{0.7}{1} : \frac{1.6}{2} : \frac{2.3}{2} = 14:16:23$ 이다. 따라서 C의 분자량이 46일 때 A의 분자량은 28이다.

ㄷ. 실험 I과 실험 II에서 반응한 B의 질량이 동일하므로 실험 II에서 반응한 A의 질량은 0.7g이다. 반응 후 몰수 비가 A:C=1:1이 되기 위해서 반응 전 A의 질량은 실험 I의 3배가 되어야 하므로 2.1g이다.