

● [화학 I]

1. 탄소 동소체 [2점] [정답] ③

- ㄱ. (가)~(다)는 모두 C와 C 사이의 공유 결합으로 이루어진 물질이다.
- ㄴ. (다)는 전기 전도성이 없다.
- ㄷ. (가)~(다)는 모두 12g에 C 원자 1몰이 들어 있으므로 12g을 완전 연소시키면 1몰의 CO₂가 생성된다.

2. 메탄올의 생성 반응 [2점] [정답] ①

- ㄱ. A와 B는 모두 H₂이다.
- ㄴ. 제시된 물질 중 화합물은 H₂O, CO, CH₃OH 3가지이다.
- ㄷ. (가)에서 C의 산화수는 +2에서 -2로 감소하므로 CO는 환원된다.

3. 산화 환원 반응 [2점] [정답] ②

- ㄱ. (가)에서 I의 산화수는 0에서 -1로 감소하므로 I₂은 산화제이다.
- ㄴ. ㉠의 산화수는 -3이고, ㉡의 산화수는 +5이므로 산화수의 차는 8이다.
- ㄷ. (다)에서 3몰의 S를 얻기 위해 필요한 HNO₃이 2몰이므로 1몰의 S를 얻기 위해 필요한 HNO₃은 $\frac{2}{3}$ 몰이다.

4. 헬륨 원자핵의 생성 [2점] [정답] ①

- ㄱ, ㄴ. (가)는 ${}^3_2\text{He}^{2+}$ 이다. ${}^3_2\text{He}^{2+}$ 과 ㉠이 결합하여 ${}^4_2\text{He}^{2+}$ 이 되므로 ㉠은 전하를 띠지 않는 중성자이고, (가)의 $\frac{\text{중성자 수}}{\text{양성자 수}} = \frac{1}{2}$ 이다.
- ㄷ. (나)는 ${}^3_1\text{H}^+$ 이므로 (나)와 ${}^4_2\text{He}^{2+}$ 은 동위 원소의 원자핵이 아니다.

5. 화학식량 [3점] [정답] ③

- ㄱ. (가)~(다)에서 X와 Y의 몰수 비가 각각 1:1, 2:3, 2:1이므로 (가)~(다)의 실험식(분자식)은 각각 XY, X₂Y₃, X₂Y이다. 따라서 (가)의 분자량은 30이다.
- ㄴ. 1g에 들어 있는 X의 몰수 비는 (가):(다)=11:15이다.
- ㄷ. 1몰의 Y와 결합하는 X의 몰수 비는 (나):(다)=1:3이다.

6. 원자의 질량과 몰수 [3점] [정답] ③

- ㄱ. 아보가드로수가 6.0×10^{23} 이므로 B 1몰의 질량은 4g이다.
- ㄴ. D 1몰의 질량은 $(4.1 \times 10^{-23}) \times (6.0 \times 10^{23}) = 24.6(\text{g})$ 이므로 D 24g에 포함된 원자의 몰수는 1보다 작다.
- ㄷ. A~C의 원자량은 각각 1, 4, 16이므로 A₂C의 분자량은 18이다. 따라서 $\frac{\text{A}_2\text{C의 분자량}}{\text{B의 원자량}} = 4.5$ 이다.

7. 산과 염기의 정의 [2점] [정답] ③

- ㄱ. (가)에서 (CH₃)₂NH는 H⁺을 받으므로 브뢴스테드-로우리 염기이다.
- ㄴ. (나)에서 HCOOH은 물에 녹아 H⁺을 내놓으므로 아레니우스 산이다.
- ㄷ. (다)에서 F⁻은 BeF₂에 비공유 전자쌍을 제공하므로 루이스 염기이다.

8. 이온화 에너지 [2점] [정답] ②

- 제1 이온화 에너지는 C < O < N < F 순이므로 A~D는 각각 F, O, N, C이다.
- ㄱ. 원자 반지름은 D > C > B > A이다.
- ㄴ. 같은 주기에서 전기 음성도는 원자 번호가 커질수록 증가하므로 A > B > C > D이다.
- ㄷ. 제2 이온화 에너지는 B > A > C > D이다.

9. 오비탈과 전자 배치 [3점] [정답] ③

- ㄱ. B는 F이므로 2주기 17족 원소이다.
- ㄴ. $\frac{s \text{ 오비탈의 총 전자 수}}{p \text{ 오비탈의 총 전자 수}} = \frac{2}{3}$ 인 A는 Ne과 P 중 하나이고, $\frac{s \text{ 오비탈의 총 전자 수}}{p \text{ 오비탈의 총 전자 수}} = 1$ 인 C는 O와 Mg 중 하나이다. Ne과 Mg은 홀전자 수가 0이므로 A는 P, C는 O이다. A의 전자 배치는 1s²2s²2p⁶3s²3p³이고 C의 전자 배치는 1s²2s²2p⁴이므로 p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 A가 9, C가 4이다.
- ㄷ. 전자가 들어 있는 오비탈 수는 A가 9, B가 5이다.

10. 전기 음성도와 홀전자 수 [2점] [정답] ①

- 같은 주기에서는 원자 번호가 클수록 전기 음성도가 크다. 홀전자 수가 1개인 2주기 원소는 Li, B, F이므로 A는 F, B는 B(붕소), C는 Li이고, 홀전자 수가 2개인 2주기 원소는 C와 O이므로 D는 O, E는 C(탄소)이다. 홀전자 수가 3개인 것은 N이므로 F는 N이다.
- ㄱ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 커지므로 D가 F보다 크다.
- ㄴ. 전자가 들어 있는 오비탈 수는 C가 2, E가 4이다.
- ㄷ. BA₃ 분자에서 중심 원자인 B에 비공유 전자쌍이 없으므로 BA₃ 분자의 결합각은 120°이다.

11. 화학 결합 [2점] [정답] ④

- ①, ② A는 +1가 양이온이고 전자 배치가 Ne과 같으므로 3주기 1족 원소이고, (가)는 이온 결합 물질이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
- ③ (나)는 중심 원자인 D에 비공유 전자쌍이 2개 존재하므로 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.
- ④ 전기 음성도는 B > D이므로 DB₂에서 B의 산화수는 -1이고, D의 산화수는 +2이다.
- ⑤ A와 D의 안정한 이온은 모두 Ne과 같은 전자 배치를 이루고, 핵전하량이 A > D이므로 이온 반지름은 A < D이다.

12. 분자의 구조 [3점] [정답] ⑤

- ㄱ. (가)의 분자 모양은 굽은형이므로 극성 분자이다.
- ㄴ. 비공유 전자쌍 수는 (나)와 (다)에서 모두 8개로 같다.
- ㄷ. YW₃에서 중심 원자인 Y에 비공유 전자쌍이 1개 존재하므로 분자 모양은 삼각뿔형이다.

13. 원소 분석 실험 [3점] [정답] ②

- A관에서 H₂O 27mg이 흡수되었으므로 X에 포함된 H의 질량은 $\frac{2}{18} \times 27 = 3(\text{mg})$ 이고, C의 질량은 39 - 3 = 36(mg)이다. C 36mg이 완전 연소할 때 생성되는 CO₂의 질량은 $36 \times \frac{44}{12} = 132(\text{mg})$ 이므로 반응한 O₂의 질량은 (27 + 132) - 39 = 120(mg)이고 부피는 $\frac{120}{32} \times 24 = 90(\text{mL})$ 이다. 따라서 반응 후 남은 산소 기체의 부피는 310 - 90 = 220(mL)이므로 $\frac{y}{x} = \frac{132}{220} = 0.6$ 이다.

14. 전자 배치의 원리 [2점] [정답] ①

- 홀전자 수가 1 이상인 2주기 원소는 Li, B, C, N, O, F이고 전자가 들어 있는 오비탈 수는 각각 2, 3, 4, 5, 5, 5이므로 X는 C이고, Y는 Li이다. 홀전자 수는 X가 2, Y가 1이므로 Z는 O이다.
- ㄱ. 제1 이온화 에너지는 C가 Li보다 크다.
- ㄴ. O₂에는 2중 결합이 존재한다.
- ㄷ. CH₄은 무극성 분자이다.

15. 생명 현상과 관련된 물질 [2점] [정답] ④

- ㄱ. (가)를 HCl 수용액에 녹이면 -NH₂ 부분이 H⁺을 받아들이므로 양전하를 띤다.
- ㄴ. (가)는 아미노산으로 단백질 구성하는 물질이고, (나)는 뉴클레오타이드로 DNA를 구성하는 물질이다.
- ㄷ. (가)와 (나)는 모두 다른 물질에 H⁺을 제공할 수 있으므로 브뢴스테드-로우리 산으로 작용할 수 있다.

16. 수소 원자의 선 스펙트럼 [3점] [정답] ⑤

- ㄱ. n=4 이하에 해당하는 전자 전이는 총 6개로 에너지가 3번째로 큰 a는 E_{III}이다.
- ㄴ. 파장이 3번째로 긴 b는 II에 해당하므로 파장은 λ_{II}이다.
- ㄷ. c는 I에 해당하므로 가시광선에 해당한다.

17. 중화 반응 [3점] [정답] ⑤

- ㄱ. (가)~(다)에서 생성된 물 분자 수를 비교하면 (나)에서는 HCl(aq)이 모두 반응하고 (가)와 (다)에서는 HCl(aq)이 과량을 알 수 있다. (나)에

서 생성된 물 분자 수가 $3N$ 이므로 $\text{HCl}(aq)$ 10 mL에 들어 있는 이온 수는 H^+ $3N$, Cl^- $3N$ 이다. $\text{NaOH}(aq)$ 10 mL와 $\text{KOH}(aq)$ 10 mL에 들어 있는 OH^- 의 수를 각각 a , b 라고 하면 (가)에서 $3a+2b=8N$ 이고, (다)에서 $a+3b=5N$ 이므로 $a=2N$, $b=N$ 이다. 따라서 (가)에서 이온 수는 K^+ 은 $2N$ 이고, Cl^- 은 $9N$ 이다.

나. (나)에서 이온 수는 Cl^- $3N$, Na^+ $4N$, K^+ N , OH^- $2N$ 이므로 총 이온 수는 $10N$ 이다. (다)에서 이온 수는 Cl^- $6N$, H^+ N , Na^+ $2N$, K^+ $3N$ 이므로 총 이온 수는 $12N$ 이다. 이온 수의 비는 (나):(다) $=5:6$ 이고 부피 비는 (나):(다) $=2:3$ 이므로 단위 부피당 이온 수의 비는 (나):(다) $=5:4$ 이다.

다. $\text{HCl}(aq)$ 40 mL에는 H^+ $12N$ 이 들어 있고 $\text{NaOH}(aq)$ 30 mL에는 OH^- $6N$ 이 들어 있으며, $\text{KOH}(aq)$ 30 mL에는 OH^- $3N$ 이 들어 있다. 따라서 (라)에서 생성되는 물 분자 수(x)는 $9N$ 이다.



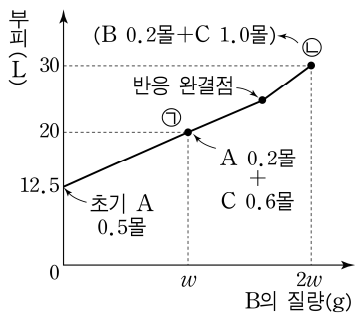
18. 화학 반응에서의 양적 관계

[3점] 정답 ⑤

알짜 개념

- 기체의 몰수와 부피: 모든 기체는 온도와 압력이 같을 때 같은 부피 안에 같은 수의 분자를 포함한다. 따라서 일정 온도와 압력에서 부피 비=분자 수 비=몰수 비이다.
- 화학 반응식의 계수 비: 화학 반응식의 계수 비는 반응 몰수 비와 같다.

한눈에 쏙 보는 해설



자세히 보는 해설

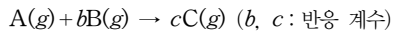
가, 다. B의 질량이 0일 때 부피가 12.5 L이므로 처음 실린더에 들어 있는 A의 몰수는 0.5몰이다. 넣어 준 B의 몰수 비는 ①:②=1:2이고, 생성된 C의 몰수 비는 ①:②=3:5이므로 ①에서는 B가 모두 반응하고 ②에서는 A가 모두 반응한다. B의 분자량을 M 이라고 하면 ②에서 반응 후 남아 있는 B의 몰수는 $(\frac{2w}{M} - 0.5b)$ 몰이다. 생성된 C의 몰수는 1몰이고, 전체 기체의 몰수가 1.2몰이므로 $\frac{2w}{M} - 0.5b = 0.2$ 이다. $\frac{w}{M} = 0.25b + 0.1$ 이고 $0.5 < \frac{w}{M} < 0.8$ 이므로 $0.5 < 0.25b + 0.1 < 0.8$

임을 알 수 있고, 따라서 $b=2$, $M=\frac{5}{3}w$ 이다.

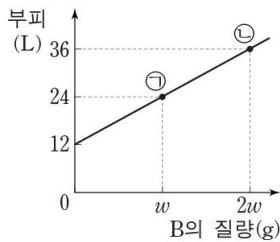
나. ①에서 반응한 A의 몰수를 a 몰이라고 하면 반응 후 남아 있는 A는 $(0.5-a)$ 몰, 생성된 C의 몰수는 $2a$ 몰이다. ②에서 부피는 20 L이므로 전체 기체의 몰수는 0.8몰이다. 따라서 $0.5-a+2a=0.8$ 이므로 $a=0.3$ 이고 생성된 C의 몰수 ($2a$)는 0.6몰이다.

같은 내용 다른 유형 문항

다음은 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 화학 반응식이다.



그림은 A가 들어 있는 실린더에 B를 넣고 반응시켰을 때, B의 질량에 따른 전체 기체의 부피를 나타낸 것이며, ①과 ②에서 C의 질량은 같다.



$(b-c) \times (\text{B의 분자량})$ 은? (단, 온도와 압력은 20°C , 1기압으로 일정하며 기체 1몰의 부피는 24 L이다.)

- ① $-2w$ ② $-w$ ③ 0 ④ w ⑤ $2w$

①과 ②에서 C의 질량이 같으므로, A는 B w g과 모두 반응하였음을 알 수 있다. ①→②의 부피 증가(12L)는 넣어 준 B w g에 의한 것이고, 1기압에서 기체 1몰의 부피가 24 L이므로 B w g의 몰수는 0.5몰이다. 따라서 B의 분자량은 $2w$ (g/mol)이다. 반응 전 A의 몰수는 0.5몰(12L)이고, B w g(0.5몰)과 반응하여 1몰의 기체를 생성하므로 화학 반응식은 $A+B \rightarrow 2C$ 이다. 따라서 $b=1$, $c=2$ 이고, $(b-c) \times \text{B의 분자량} = (-1) \times 2w = -2w$ 이다.

정답 ①

19. 탄화수소의 구조

[3점] 정답 ④

가, 나. 탄소 수가 3개인 탄화수소(C_3H_n)에는 C_3H_4 , C_3H_6 , C_3H_8 이 있다. 따라서 $n=4, 6, 8$ 중 하나인데, $n=8$ 이면 C_5H_{2n} 의 분자식이 C_5H_{16} 이므로 $n=8$ 일 수 없고, $n=6$ 이면 조건에 만족하는 탄화수소가 없으므로 $n=4$ 이다. 따라서 X~Z의 분자식은 C_3H_4 , C_4H_8 , C_5H_8 이다. 3중 결합이 존재하는 탄화수소가 C_5H_8 인 경우 C_5H_8 은 X~Z에 해당 될 수 없으므로 3중 결합은 C_3H_4 에 존재하고, C_3H_4 은 Y에 해당한다.

다. X와 Z는 각각 C_4H_8 , C_5H_8 중 하나이다. X의 조건을 만족하는 것은 C_4H_8 이므로 X는 C_4H_8 , Z는 C_5H_8 이다. X와 Z는 1분자당 H 원자 수가 같으므로 1분자를 완전 연소시킬 때 생성되는 물 분자 수가 같다.

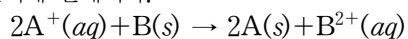


20. 금속의 산화 환원 반응

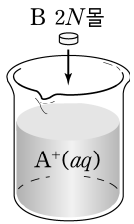
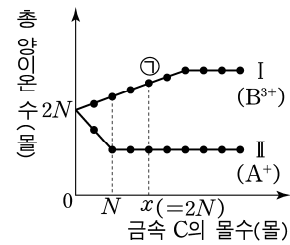
[3점] 정답 ⑤

알짜 개념

금속 이온 수용액에 금속 원자를 넣어 반응시킬 때, 용액은 전기적으로 중성이므로 석출된 금속이 얻은 전자 수와 산화된 금속이 잃은 전자 수가 같아야 한다. 따라서 금속 이온의 산화수와 반응 몰수 비는 반비례 관계이다.



한눈에 쏙 보는 해설



자세히 보는 해설

가. (가)에서 총 이온 수가 증가하는 I은 $\text{B}^{3+}(aq)$ 에 금속 C를, II는 $\text{A}^+(aq)$ 에 금속 C를 넣은 경우이다.

나. (가)의 II에서 2N몰의 A^+ 이 모두 반응하기 위해서는 N몰의 금속 C가 필요하므로 $x=2N$ (몰)이다. I에서 2N몰의 C는 B^{3+} $\frac{4}{3}N$ 몰과 반응하므로 ①에서 남아 있는 양이온(B^{3+})의 수는 $\frac{2}{3}N$ 몰이고, 생성된 C 이온 수는 2N이다. 따라서 $\frac{\text{생성된 C 이온 수}}{\text{반응하지 않고 남아 있는 양이온 수}} = 3$ 이다.

다. 금속 B의 이온은 B^{3+} 이다. 2N몰의 B에 의해 6N몰의 A^+ 이 반응할 수 있고, 반응 후 A가 남아 있으므로 (나)에서 반응 전 A^+ 의 몰수는 6N보다 크다.

같은 내용 다른 유형 문항

다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

- (가) A^{m+} 0.1몰이 들어 있는 수용액을 만든다.
(나) (가)의 용액에 금속 B w_1 g을 넣어 모두 반응시킨다.
(다) (나)의 용액에 금속 C w_2 g을 넣어 모두 반응시킨다.

[실험 결과]

(가)~(다)에서 용액 속에 들어 있는 양이온의 종류와 몰수

	(가)	(나)	(다)
양이온의 종류	A^{m+}	$\text{A}^{m+}, \text{B}^{2+}$	$\text{A}^{m+}, \text{B}^{2+}, \text{C}^{3+}$
양이온의 몰수	0.1몰	0.08몰	0.06몰

w_1+w_2 는? (단, B, C의 원자량은 각각 64, 27이고, 음이온은 반응하지 않는다.)

- ① 1.18 ② 1.55 ③ 1.82 ④ 2.09 ⑤ 2.36

(나)에서 A^{m+} 이 B와 반응하여 전체 양이온의 몰수가 감소하므로 m 은 +2보다 작은 +1이다. (나)에서 $2\text{A}^+ + \text{B} \rightarrow 2\text{A} + \text{B}^{2+}$ 반응이 일어나므로 B^{2+} 이 x 몰 생성된다면, A^+ 은 $2x$ 몰 소모된다. $x + (0.1 - 2x) = 0.08$ 이므로 (나)에는 B^{2+} , A^+ 이 각각 0.02몰, 0.06몰이 들어 있다. (다)에서 $3\text{A}^+ + \text{C} \rightarrow 3\text{A} + \text{C}^{3+}$ 반응이 일어나므로 C^{3+} 이 y 몰 생성될 때, A^+ 은 $3y$ 몰 소모된다. B^{2+} 이 0.02몰 남아 있고, $y + (0.06 - 3y) + 0.02 = 0.06$ 이므로 (다)에는 A^+ , B^{2+} , C^{3+} 이 각각 0.03몰, 0.02몰, 0.01몰이 들어 있다. 반응한 B의 질량(w_1)은 $0.02 \text{몰} \times 64 \text{g/몰} = 1.28 \text{g}$, C의 질량(w_2)은 $0.01 \text{몰} \times 27 \text{g/몰} = 0.27 \text{g}$ 이므로 $w_1 + w_2 = 1.55$ 이다.

정답 ②