

과학탐구 영역(화학I) 정답과 해설 대치복스

제 1 회 정답

1	⑤	2	①	3	③	4	②	5	③
6	⑤	7	③	8	①	9	①	10	②
11	①	12	①	13	②	14	④	15	⑤
16	④	17	②	18	④	19	③	20	④

해설

1. [정답] ⑤

[출제의도] 탄화수소의 실험식 결정

염화칼슘은 연소된 후 생성된 물을 흡수하고, 수산화칼륨은 이산화탄소를 흡수한다. 미지 시료의 실험식은 CH_2O 이므로 아세트산(CH_3COOH)의 실험식과 같다.

2. [정답] ①

[출제의도] 원자량과 분자량

(가)는 A, B 두 원소로 이루어져 있는데 분자당 구성 원자의 수가 2개이므로 분자식은 AB_2 이다. (나)의 경우에는 가능한 분자식이 AB_3 , A_2B_2 , A_3B 3가지인데 우선 A_2B_2 의 경우는 분자량이 AB의 2배이어야 하므로 분자식이 될 수 없다. 또한 A_3B 의 경우에는 A의 원자량이 B보다 크다고 하므로 분자량(상댓값)은 20보다 커야한다. 따라서 분자식은 AB_3 이고 분자량(상댓값)이 17이기 위해서는 A의 원자량(상댓값)은 6.5, B의 원자량(상댓값)은 3.5이어야 한다.

- ㄱ. (나)의 분자식이 AB_3 이므로 분자를 구성하는 원자의 수는 B가 A의 세배이다.
- ㄴ. AB_3 의 분자량(상댓값)은 $24(6.5+3.5 \times 3)$ 이므로 (가)의 2.4배이다.
- ㄷ. (가)와 (나)가 같은 몰 수 B일 때 원자의 수가 (나)가 (가)의 3배이다. 1g의 몰수는 (가)와 (나)가 다르다.

3. [정답] ③

[출제의도] 화학 반응식 양적 관계

- ㄱ. 마그네슘과 묽은 염산의 화학 반응식은 $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ 이다.
- ㄴ. 반응 후 생성된 기체의 부피는 11.2L이므로 수소 기체 0.5몰이 생성되었다. 수소 기체 1몰은 2g이므로 수소기체 1g을 얻기 위해서 마그네슘 12g이 필요하다.
- ㄷ. 수소기체 1몰을 얻기 위해서 Mg 24g이 필요하므로 마그네슘의 원자량은 24이다.

4. [정답] ②

[출제의도] 연소반응식의 양적 관계

- ㄱ, ㄴ. 반응식의 계수비=반응 몰수비이므로 메테인 1몰과 산소 2몰이 반응하며, 메테인 1몰이 반응하면 CO_2 는 1몰, H_2O 은 2몰이 생성된다. 0°C, 1기압에서 메테인 11.2L는 0.5몰이므로 산소는 1.0몰($32\text{g}=22.4\text{L}$)이 필요하다. 그리고 H_2O 은 1.0몰이 생성되고, CO_2 는 0.5몰, 즉 $0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$ 개가 생성된다.

5. [정답] ③

[출제의도] 아보가드로의 법칙

- ㄱ. 30°C, 1기압에서 기체 1몰의 부피가 25L이므로 기체 A 25L의 질량을 구하면 분자량을 알 수 있다. 밀도= $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 에서 기체 A 25L의 질량은 $32\text{g}(=1.28\text{g/L} \times 25\text{L})$ 이므로 A의 분자량은 32이다. 따라서 분자량은 $A > B$ 이다.
- ㄴ. 메탄올(CH_3OH)의 분자량은 32이고 여기에 포함된 H의 원자량의 합은 4이므로, 메탄올 16g 속에 들어 있는 H의 질량은 $16\text{g} \times \frac{4}{32} = 2\text{g}$ 이다.
- ㄷ. 액체 B 9.0mL의 질량은 $9\text{g}(=1.0\text{g/mL} \times 9.0\text{mL})$ 이고, B의 분자량은 18이므로 액체 B는 0.5몰이다. 메탄올은 분자량 32이고 질량이 16g이므로 몰수는 0.5몰이다. 따라서 B의 몰수와 메탄올의 몰수는 같다.

6. [정답] ⑤

[출제의도] 금속의 반응성

반응성이 클수록 산화되기 쉽고, 자신은 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 물질을 환원제라고 한다. 반응성이 클수록 환원제로 작용하기 쉽다. 이 반응의 알짜 이온 반응식은 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ 로서, Zn은 산화되었고 Cu^{2+} 은 환원되었으므로 Zn은 환원제로 작용하였다. 또, 용액 속에 있던 Cu^{2+} 이 Cu로 석출되므로 반응이 진행됨에 따라 수용액의 푸른색은 점점 없어진다.

7. [정답] ③

[출제의도] 금속의 반응성에 따른 이용시기

- ㄱ. 반응성이 큰 금속일수록 산화물로부터 산소를 분리하기 어려우므로 산화물을 환원시키기 어려운 정도는 $\text{CuO} < \text{Fe}_2\text{O}_3 < \text{Al}_2\text{O}_3$ 이다.
- ㄴ. 전기 전도성과 열 전도성은 금속의 자유 전자에 의해 생기는 현상이므로 전기 전도성이 큰 금속일수록 열 전도성이 크다. 따라서 Cu는 Fe보다 열 전도성이 클 것이다.
- ㄷ. 금속의 이용 시기는 구리>철>알루미늄이고, 녹는점 철>구리>알루미늄이므로 녹는점과 이용 시기는 관련이 없다.
- ㄹ. 밀도가 작을수록 1g당 부피가 크므로 알루미늄이 1g당 부피가 가장 크다.

8. [정답] ①

[출제의도] 이온의 전자 배치

- 바닥 상태의 원자 A가 전자 1개를 잃으면 A^+ 이 되고, 원자 B가 전자 1개를 얻으면 B^- 이 된다. 따라서 원자 A와 B는 각각 전자 11개와 전자 9개를 가지고 있으므로, 두 원자의 바닥 상태 전자배치는 다음과 같다.
- A : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 - B : $1s^2 2s^2 2p^2, 2p^2, 2p^1$
- ㄱ. A는 3s 오비탈에 전자 1개가 채워져 있고, B는 2p 오비탈에 전자 5개가 채워져 있다. 따라서 홀전자 수는 A와 B가 1개로 같다.
 - ㄴ. 가장 바깥 전자 껍질에 채워져 있는 전자 수가 원자가 전자 수이다. A는 3s 오비탈에 전자 1개가 채워져 있고, B는 2s와 2p 오비탈에 전자가 각각 2개와 5개씩 채워져 있다. 따라서 원자가 전자 수는 B가 A보다 6개 더 많다.
 - ㄷ. A의 원자가 전자는 3s 오비탈에 채워져 있고, B의 원자가 전자는 2s와 2p 오비탈에 각각 채워져 있다. 따라서 원자가 전자가 들어 있는 오비탈의 주양자수는 다르다.

9. [정답] ①

[출제의도] 탄소의 동소체

탄소 원자 1개당 공유 결합한 탄소 원자의 수는 흑연과 풀러렌 모두 3개이다. 단위 부피당 질량은 밀도로 밀도는 물질의 종류에 따라 다르다. 물질 1몰에 포함된 탄소 원자의 수는 흑연은 1몰, 풀러렌은 60몰이다.

10. [정답] ②

[출제의도] 원자의 구성 입자

원자핵 속의 양성자의 전하량은 전자의 전하량과 크기는 같고 부호가 반대이다. 따라서 양성자의 개수는 $\frac{3.2 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} = 20$ 개이며, 중성 원자의 전자 수는 양성자의 개수와 같으므로 전자 수도 20개이다. 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이므로, 중성자 수 = 질량수 - 양성자수 = $39 - 20 = 19$ (개)이다.

11. [정답] ①

[출제의도] 전기 음성도

전기 음성도는 비금속 원소가 금속 원소보다 크며, 같은 주기인 경우 원자 번호가 클수록 크고 같은 족인 경우 원자 번호가 클수록 작다. 따라서 A는 Na, B는 Mg, C는 O, D는 F이다.

- ㄱ. A(Na)는 1족 원소로 전자 1개를 잃어 +1가의 양이온이 되며, D(F)는 17족 원소로 전자 1개를 얻어 -1가의 음이온이 된다. 따라서 A와 D는 1 : 1의 개수비로 결합하여 이온 결합 화합물이 되므로, A와 D가 결합한 화합물의 화학식은 AD이다.
- ㄴ. B(Mg)는 금속 원소이고 D(F)는 비금속 원소이다. 따라서 B와 D가 결합하면 이온 결합 화합물이 생성된다.
- ㄷ. C(O)는 16족 원소로 원자가 전자 수가 6개로, C_2 는 이중 결합을 가지므로 C_2 분자에는 2개의 공유 전자쌍이 있다.

12. [정답] ①

[출제의도] 수소원자에서의 전자의 에너지 준위

(가)와 (나)의 에너지 차이를 비교해 보면 (가)의 에너지가 크므로 선스펙트럼 a에 해당된다. 바닥상태로의 전자 전이 $n=1$ 껍질로의 전자 전이를 의미하므로 보기 ㄴ은 옳지 않다.

13. [정답] ②

[출제의도] 현대적 원자 모형

- ㄱ. 2s 오비탈에서 전자가 발견될 확률은 핵에서 멀어질수록 증가하다가 작아져서 0이 된 후 다시 증가하다 작아진다.
- ㄴ. 2s 오비탈에서 전자가 발견될 확률은 핵에서의 거리에 따라 달라지고, 핵에서의 거리가 같으면 전자가 발견될 확률은 같다.
- ㄷ. x, y, z 축 방향에서 전자가 발견될 확률이 커지는 오비탈은 p 오비탈이다.

14. [정답] ④

[출제의도] 원자의 전자 배치

- ① A, D는 원자가전자수가 3개로 같으므로 주기율표에서 같은 족 원소이다.
- ② B는 2s 오비탈의 전자가 2p 오비탈로 전이하였으므로 들뜬 상태이다.
- ③ C⁻와 D³⁺의 전자수는 10개이므로 전자 배치는 같다.
- ④ E의 전자 배치는 K(2)L(8)M(6)이므로 원자가전자

수가 6개이고, C는 K(2)L(7)이므로 원자가 전자수가 7개이다.

⑤ 하나의 오비탈에 최대 전자 2개가 배치되었으므로 전자 배치에 파울리의 배타 원리가 적용되었다.

15. [정답] ⑤

[출제의도] 탄화수소의 시성식

주어진 자료로부터 각 탄화수소의 시성식을 나타내면 다음과 같다.

(가)	(나)	(다)	(라)
CH ₃ C≡CH	CH ₃ CH=CH ₂	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \end{array}$	CH ₃ CH ₂ CH ₃

ㄱ. 다중 결합의 전자쌍은 1개의 단일 결합으로 취급하므로 (가)에서 가운데 탄소 원자 주위에는 전자쌍이 2개이다. 따라서 (가)는 직선 모양으로 탄소 사이의 결합각은 180°이다.

ㄴ. 이중 결합이 있는 탄화수소는 (나) 1가지이다.

ㄷ. (나)에서 탄소 사이의 결합각은 약 120°, (다)에서는 60°, (라)에서는 약 109.5°이다.

16. [정답] ④

[출제의도] 원자의 주기성

같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 핵전하량이 커져서 원자 반지름이 작아진다. 그리고 ₃Li, ₄Be은 양이온이 되므로 전자를 잃을 때 전자 껍질수가 감소하므로 이온이 될 때 반지름이 작아진다. ₈O, ₉F는 음이온이 되므로 전자수가 증가하여 전자 사이의 반발력으로 인해 이온이 될 때 반지름이 커진다.

17. [정답] ②

[출제의도] 순차적 이온화 에너지

먼저 전자 A를 떼어 내면 전자 A가 있을 때보다 전자 D가 핵에 더 많이 끌리므로 전자 D를 떼어 낼 때는 A를 떼어 낼 때보다 에너지가 더 많이 필요하다. 그리고 전자 B는 안쪽 껍질에 배치되어 있으므로 전자 D를 떼어 낼 때보다 에너지가 더 많이 필요하다. 또, 전자 B가 없으면 전자 C가 핵에 더 많이 끌리므로 전자 C를 떼어 낼 때는 B를 떼어 낼 때보다 에너지가 더 많이 필요하다. 따라서 필요한 에너지의 크기는 A < D < B < C이다.

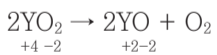
18. [정답] ④

[출제의도] 공유 결합과 분자의 구조

X, Y는 2주기 원소이고, XH₄와 YH₃에서 중심 원자는 옥텟 규칙을 만족하므로 X는 탄소(C)이고, Y는 질소(N)이다. 전기 음성도는 H < C < N < F 순이며, F는 전기 음성도가 가장 크므로 화합물에서 F의 산화수는 -1이다.

ㄴ. XF₄에서 전기 음성도가 큰 F의 산화수가 -1이므로 X의 산화수는 +4이다.

ㄷ. 주어진 반응에서 Y의 산화수는 +4에서 +2로 2만큼 감소한다.



ㄱ. Y(N)는 H보다 전기 음성도가 크므로 YH₃에서 Y의 산화수 a는 -3이다. YF₃에서는 전기 음성도가 큰 F의 산화수가 -1이므로 Y의 산화수 b는 +3이다. 따라서 a와 b는 같지 않다.

19. [정답] ③

[출제의도] 중화 반응

실험 II에서 혼합 용액 속에 H⁺ 또는 OH⁻이 존재하지 않으므로 중화점임을 알 수 있다.

실험 III의 혼합 용액에서 HCl(aq)의 부피는 실험 II와 같은데 HBr(aq)의 부피는 증가하고 NaOH(aq)의 부피는 감소했으므로 혼합 용액의 액성은 산성이며, H⁺의 수는 6N개이다.

실험 I의 혼합 용액에서 HCl(aq)과 NaOH(aq)의 부피는 실험 II에 비해 10mL씩 증가했지만 HBr(aq)의

부피가 20mL 감소했으므로 염기성이라고 예상할 수 있으며, OH⁻의 수는 5N개이다.

따라서 HCl(aq), HBr(aq), NaOH(aq) 각 10mL에 들어 있는 H⁺ 또는 OH⁻의 수를 각각 a, b, c라고 하면 다음과 같은 식이 성립한다.

$$\text{실험 I} : 4c - 3a - b = 5N$$

$$\text{실험 II} : 2a - 3b - 3c = 0$$

$$\text{실험 III} : 2a - 4b - 2c = 6N$$

위 세 식을 풀면 a = 3N, b = 2N, c = 4N이다.

ㄱ. 실험 I의 혼합 용액은 염기성이므로 pH는 7보다 크다.

ㄷ. 실험 I과 II에 관련된 용액 중 이온 수는 다음과 같다.

실험	혼합 전			혼합 후
	HCl(aq)	HBr(aq)	NaOH(aq)	
I	H ⁺ 9N Cl ⁻ 9N	H ⁺ 2N Br ⁻ 2N	Na ⁺ 16N OH ⁻ 16N	Na ⁺ 16N Cl ⁻ 9N Br ⁻ 2N OH ⁻ 5N
II	H ⁺ 6N Cl ⁻ 6N	H ⁺ 6N Br ⁻ 6N	Na ⁺ 12N OH ⁻ 12N	Na ⁺ 12N Cl ⁻ 6N Br ⁻ 6N

따라서 혼합 용액 속에 존재하는 전체 이온 수는 실험 I이 32N, 실험 II가 24N이므로 이온 수의 비는 실험 I : 실험 II = 32 : 24 = 4 : 3이다.

ㄴ. 단위 부피당 H⁺수의 비는 HCl(aq) : HBr(aq) = 3N : 2N = 3 : 2이다.

20. [정답] ④

[출제의도] 화학반응에서의 양적 관계

ㄱ. 화학 반응에서 반응 전과 후에 원자의 종류와 개수가 같아야 한다. CO₂ 2몰이 생성되었으므로 C_mH_n에는 C 원자가 2몰 들어 있으며, m = 2이다.

ㄷ. 연소 전 기체의 몰수는 총 6몰이고, x = 1.5이므로 연소 후 기체의 몰수는 총 6.5몰이다. 같은 온도와 압력에서 기체의 부피는 기체의 분자 수(몰수)에 비례하므로 연소 전 기체의 부피는 6V이고, 연소 후 기체의 부피는 6.5V이다.

밀도 = $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이고 연소 전과 후의 질량은 같으므로 연소 전과 후 기체의 밀도비는 다음과 같다.

$$\frac{\text{연소 후 기체의 밀도}}{\text{연소 전 기체의 밀도}} = \frac{\frac{m}{6V}}{\frac{m}{6.5V}} = \frac{12}{13}$$

ㄴ. 연소 전과 연소 후 O 원자의 몰수는 같아야 하므로 10 = 4x + 2x + 2x에서 x = 1.5이다.

제 2 회 정답

1	①	2	⑤	3	⑤	4	④	5	③
6	⑤	7	④	8	④	9	⑤	10	③
11	⑤	12	②	13	①	14	①	15	③
16	④	17	①	18	⑤	19	②	20	④

해설

1. [정답] ①

[출제의도] 탄화수소의 실험식 결정

7.2g의 물에 포함된 수소 원자의 질량은 0.8g이다. 미지 시료의 실험식은 탄소와 산소의 비율이 1 : 4이므로 CH₄이다.

2. [정답] ⑤

[출제의도] 아보가드로의 법칙

ㄱ. 아보가드로 법칙에 의하면 같은 온도, 같은 압력에서 같은 부피 속에는 같은 수의 분자가 존재한다. 따라서 기체의 부피는 분자 수에 비례하므로 A의 몰수는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$A \text{의 몰수} = \frac{A \text{의 부피(L)}}{90^\circ\text{C, 1기압에서 기체 1몰의 부피(L)}}$$

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

ㄴ. 기체의 몰수는 $\frac{\text{기체의 질량(g)}}{\text{기체 1몰의 질량(g/몰)}}$ 이므로,

A와 B의 질량이 13g으로 같을 때 기체의 몰수는 기체의 분자량에 반비례한다. 부피로 보아 기체의 몰수는 B가 A의 3배이므로, 기체의 분자량은 A가 B의 3배이다.

$$\begin{aligned} \text{ㄷ. B의 몰수} &= \frac{B \text{의 부피(L)}}{90^\circ\text{C, 1기압에서 기체 1몰의 부피(L/몰)}} \\ &= \frac{B \text{의 질량(g)}}{B \text{ 1몰의 질량(g/몰)}} = \frac{15\text{L}}{30\text{L/몰}} \\ &= \frac{13\text{g}}{B \text{ 1몰의 질량(g/몰)}} \text{이다.} \end{aligned}$$

따라서 B 1몰의 질량은 26g/몰이다.

B의 분자량은 26이며 C와 H의 원자량은 각각 12와 1이므로, B의 분자식은 C₂H₂이다.

3. [정답] ⑤

[출제의도] 분자의 화학식

ㄱ. 포도당 분자를 구성하는 원자의 몰수비를 가장 간단한 정수로 나타내면 1 : 2 : 1이므로, 실험식은 CH₂O이다.

ㄴ. 포도당 분자 1몰의 질량은 180g이므로, 분자 1개의 질량은 $\frac{180\text{g}}{6 \times 10^{23}}$ 로 구한다.

ㄷ. 36g = 0.2몰이고 포도당 분자 1개당 수소 원자는 12개 포함되어 있으므로, 0.2 × 12 = 2.4몰이다.

4. [정답] ④

[출제의도] 분자량과 아보가드로의 법칙

ㄱ. CO₂의 분자량이 44이고, 플라스크 속의 CO₂의 몰수는 $\frac{4.4}{44} = 0.1$ 몰이다.

ㄴ. 플라스크 속에 넣은 CO₂, 단백질과 뷰테인의 혼합 기체의 온도, 압력, 부피가 같으므로 CO₂와 플라스크 II의 혼합 기체의 분자수가 같다. (I)에 넣은 CO₂의 몰수가 0.1몰이므로 (II)에 넣은 단백질의 몰수 x라 하면 뷰테인의 몰수 = 0.1 - x이다. 따라서 44(= 단백질의 분자량) × x + 58(= 뷰테인의 분자량) × (0.1 - x) = 5.24g이므로 x = 0.04이다.

과학탐구 영역(화학 I)

따라서 단백질의 질량은 $44 \times 0.04 = 1.76\text{g}$ 이다.
 다. 플라스크에 넣은 단백질의 몰수가 0.04몰이므로 뷰테인의 몰수 = $0.01 - 0.04 = 0.06\text{몰}$ 로 (나)에 넣은 단백질과 뷰테인의 몰수비는 2:3이다.

5. [정답] ③

[출제의도] 금속의 산화, 환원 반응

철은 황산구리(II) 수용액과 반응하여 철판 표면에 구리가 석출되므로 그림 (나)와 같이 천칭이 기운다. 따라서 철의 반응성이 구리보다 크다(반응성의 크기: $\text{Fe} > \text{Cu}$). 그러나 황산구리(II) 수용액에 금속 A판을 넣으면 금속 A의 표면에 아무런 변화가 없으므로 구리의 반응성이 금속 A보다 크다(반응성의 크기: $\text{Cu} > \text{A}$).

- ① 구리는 철보다 반응성이 작으므로 철보다 양이온으로 되기가 어려운 금속이다.
- ② 금속 A는 구리보다 반응성이 작다. 따라서 공기 중에서 구리가 금속 A보다 빨리 산화된다.
- ③ 금속 A를 FeCl_2 수용액에 넣으면 금속 A가 철보다 반응성이 작으므로 반응이 일어나지 않는다.
- ④ 금속 A는 철보다 반응성이 작아 산화되기 어려우므로 철의 산화를 막기 위한 도금 재료로 쓸 수 있다.
- ⑤ 철 제품에 철보다 반응성이 더 큰 금속을 연결하여 철보다 먼저 산화되게 함으로써 철의 부식을 방지할 수 있다(음극화 보호). 그런데 철 제품에 구리선을 연결하면 반응성이 큰 철이 먼저 산화되므로 철이 더 빠르게 녹는다.

6. [정답] ⑤

[출제의도] 수소 원자의 에너지 준위

- 가. (가)에서 A는 $n=1 \rightarrow n=\infty$ 의 전자 전이로, 흡수하는 에너지는 수소의 이온화 에너지와 같다.
- 나. (가)에서 B는 에너지 준위가 높은 $n=2 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이로, 자외선의 빛이 방출된다.
- 다. (나)의 $2s, 2p$ 오비탈은 $n=2$ 인 L 껍질에 있는 오비탈이므로, (가)에서 $n=2$ 의 에너지 준위와 같다.

7. [정답] ④

[출제의도] 주기율표에서의 금속, 비금속의 반응성

- 가. A는 알칼리 금속으로 찬물과 반응할 정도로 반응성이 매우 크다.
- 나. B와 C는 금속 원소로 고체 상태에서 전기를 통한다.
- 다. D는 할로젠 원소로 수소 화합물(HX)은 물에 녹아 H^+ 을 내놓으므로 산성을 나타낸다.
- 라. E는 18족의 비활성 기체로 전자를 잃거나 얻기 어렵다.

8. [정답] ④

[출제의도] 주기율표에서의 원자의 주기성

- 나. C와 D는 같은 주기 원소이므로 전자껍질 수는 같지만 핵전하량은 $C < D$ 이므로 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $C < D$ 이다.
- 다. B는 원자가 전자가 6개이므로 안정한 이온이 될 때 전자 2개를 얻어 B^{2-} 이 된다.
- 가. C와 A의 원자가 전자 수는 1개로 같다.

9. [정답] ⑤

[출제의도] DNA의 구조

A-T와 G-C의 염기쌍이 형성되면 전체적인 결합 길이가 동일하여 이중 나선이 일정한 간격을 유지하면서 뒤틀리지 않는 구조를 유지할 수 있다.

10. [정답] ③

[출제의도] 원자모형

전자 궤도 모형은 수소의 선스펙트럼을 설명할 수 있고, 어느 순간에 전자의 위치를 정확하게 알 수 있다. 고무 풍선을 털가죽으로 문지르면 정전기가 발생하는데, 이는 풍선을 구성하는 원자가 전자를 포함하고 있기 때문이다.

원자핵 모형은 전자 전이에 의한 선스펙트럼을 설명할 수 없고, 전자 궤도 모형은 전자의 불확정성을 설명할 수 없으며, 정전기의 발생은 전자 모형인 백설기 쿵덕 모형으로 설명할 수 있다.

전자 궤도 모형은 전자가 예측 가능한 일정한 궤도에서 운동한다는 모형인 반면, 오비탈 모형(전자 구름 모형)은 전자의 위치를 정확히 예측할 수 없고 전자가 발견될 확률을 점으로 찍어서 구름처럼 나타낸 것이다.

11. [정답] ⑤

[출제의도] 분자의 구조

원자가 전자 수는 (공유 전자쌍 수) + 2 × (비공유 전자쌍 수)와 같으므로 각 원자의 원자가 전자 수는 X는 6개, Y는 7개, Z는 4개이다.

- 가. (나)에서 비공유 전자쌍은 X 원자 주위에 2개씩 있으므로 총 4개이다.
- 나. (가)는 중심 원자 X 주위에 공유 전자쌍 2개와 비공유 전자쌍 2개가 있으므로 분자의 모양은 굽은형이고 결합각은 약 104.5° 이다. (나)는 중심 원자 Z 주위에 비공유 전자쌍이 없고 이중 결합이 2개 있으므로 분자의 모양은 직선형이고 결합각은 180° 이다. 따라서 결합각은 (나) > (가)이다.
- 다. ZY_4 는 중심 원자에 공유 전자쌍만 4개를 가지므로 분자의 모양은 정사면체이다.

12. [정답] ②

[출제의도] 수소 원자의 에너지 준위

수소 원자의 방출 스펙트럼은 전자가 바깥 껍질에서 안쪽 껍질로 전이할 때 관찰된다. $n=1$ 일 때 에너지 준위가 -13.60eV 이므로 이 전자를 떼어 내려면 13.60eV 의 에너지가 필요하다.

수소 원자의 에너지 준위는 주양자수에 의해 결정되며, 오비탈의 종류와는 무관하다. 전자가 원자핵에 구속되었을 때의 에너지는 -값의 eV 를 가지며, 전자가 원자핵과의 인력에 자유로운 상태($n=\infty$)에서의 에너지는 0이다.

13. [정답] ①

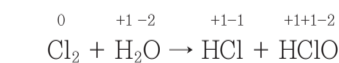
[출제의도] 오비탈의 종류 및 에너지 준위

- 가. L 껍질에 들어 있는 오비탈의 수는 s 오비탈 1개, p 오비탈 3개로 총 4개이다.
- 나. (나) ~ (라)는 p 오비탈로 에너지 준위가 같다.
- 다. (가)는 2s 오비탈로 핵에서의 거리에 따라 전자가 발견될 확률이 달라진다.
- 라. p 오비탈인 (나) ~ (라)는 x, y, z 축 방향에서 전자가 발견될 확률이 크므로, 핵에서의 거리가 같아도 전자가 발견될 확률이 다를 수 있다.

14. [정답] ①

[출제의도] 산화, 환원 반응

- 가. 염소(Cl_2) 기체를 물에 녹이면 HCl 과 HClO 이 생성되는데, 이 물질들은 물에 녹아 H^+ 을 내놓으므로, Cl_2 를 녹인 수용액은 산성이다.
- 나. 반응 전후에 H와 O의 산화수는 변하지 않으므로, H_2O 은 산화되거나 환원되지 않았다.



- 다. HClO 에서 H의 산화수는 +1이고 O의 산화수는 -2이다. 따라서 화합물을 이루는 원자들의 산화수를 합하면 0이 되므로 Cl의 산화수는 +1이다.

15. [정답] ③

[출제의도] 원자의 주기성

전자 껍질수가 원자 반지름이나 이온 반지름에 미치는 영향을 알아보기 위해서는 전자 껍질수가 다른(Na, Na^+), ($\text{Mg}, \text{Mg}^{2+}$)등을 비교해야 한다. 전자수가 원자 반지름이나 이온 반지름에 미치는 영향을 알 보기 위해서는 양성자수와 전자 껍질수가 같고, 전자수가 다른(Cl, Cl^-), (O, O^{2-})등을 비교해야 한다. 핵전하가 원

자 반지름이나 이온 반지름에 미치는 영향을 알아보기 위해서는 전자 껍질수와 전자수가 같고, 양성자수가 다른($\text{O}^{2-}, \text{F}^-, \text{Na}^+, \text{Mg}^{2+}$)이나($\text{S}^{2-}, \text{Cl}^-$)을 비교해야 한다.

16. [정답] ④

[출제의도] 등전자 이온의 반지름

- 가. 전자를 잃고 양이온이 될 때는 전자 껍질수가 감소하기 때문에 반지름이 작아진다.
- 나. 전자를 얻어 음이온이 될 때 전자수가 많아져서 전자 사이의 반발력이 커지므로 반지름이 커진다.
- 다. $\text{Na}^+, \text{Mg}^{2+}, \text{Al}^{3+}$ 은 전자수가 10개로 K(2)L(8)의 전자 배치를 하나, 양성자수가 다르므로 핵에서의 인력 차이로 인해 반지름에 차이가 난다.
- 라. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 작아지는 것은 양성자수, 즉 핵의 전하량 때문이다.

17. [정답] ①

[출제의도] 순차적 이온화 에너지

순차적 이온화 에너지에 대한 자료를 해석하여 안정한 이온이 되는 데 필요한 에너지와 족 수를 묻는 문제이다.

A와 C는 순차적 이온화 에너지가 E_3 에서 급격히 증가하였으므로 2족 원소이다.

원자가전자 수는 D가 가장 많으므로 안정한 이온이 되는 데 D가 가장 많은 에너지가 필요하다.

18. [정답] ⑤

[출제의도] 극성, 무극성 분자

(가)는 전기를 띤 막대에 끌려오므로 극성이고, (나)는 아무런 변화가 없으므로 무극성이다.

- ① (나)는 전기를 띤 막대를 가까이 가져가도 아무런 변화가 없으므로 액체 (나)의 분자는 무극성 분자이다.
- ② 물질 A~D 중 D가 극성인 (가)에 가장 잘 녹으므로 극성이 가장 크다.
- ③ 물질 A는 (나)보다 (가)에 더 잘 녹으므로 액체 (나)보다 (가)와의 친화력이 더 크다.
- ④ 액체 (가)는 극성이므로 (가)의 분자는 분자 내에 부분 전하를 가지고 있다.
- ⑤ 물질 C는 (나)에 잘 녹으므로 무극성이다. 따라서 물질 C가 액체이면 흐르는 줄기에 전기를 띤 막대를 대어도 끌려오지 않는다.

19. [정답] ②

[출제의도] 중화반응의 양적 관계

구분	(나)	(다)	
부피	12mL	16mL	12mL
이온 수	$\text{Na}^+ : 8\text{개}$ $\text{OH}^- : 4\text{개}$ $\text{Cl}^- : 4\text{개}$	$\text{Na}^+ : 8\text{개}$ $\text{Cl}^- : 8\text{개}$	$\text{Na}^+ : 6\text{개}$ $\text{Cl}^- : 6\text{개}$

(나)의 혼합 용액은 수산화 나트륨 수용액 8mL와 염산 4mL를 혼합한 용액이다. 따라서 수산화 나트륨 8mL에는 Na^+ 과 OH^- 이 8개씩 들어 있고, 염산 4mL에는 H^+ 과 Cl^- 이 4개씩 들어 있다. 따라서 (나)의 혼합 용액에 염산 4 mL를 더 넣으면 전체 부피는 16mL가 되고, Na^+ 과 Cl^- 은 각각 8개씩 존재한다. 전체 부피가 12mL인 경우로 환산하면 Na^+ 과 Cl^- 은 각각 6개가 된다.

20. [정답] ④

[출제의도] 화학 반응식의 양적 관계

실험 I에서 반응 전후의 질량비를 이용하여 반응의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

	2A	+	B	→	2C
반응 전 질량	a		2a		0
반응 질량	-a		-m		11c
반응 후 질량	0		10c		11c

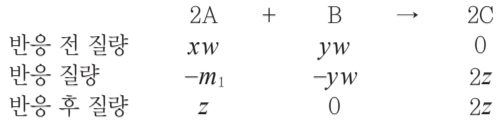
반응 전 총 질량과 반응 후 총 질량은 같아야 하므로

로 $3a=21c$ 이고, B의 질량 변화에서 $2a-m=10c$ 이다. 따라서 두 식을 이용하여 반응한 A와 B의 질량비를 구하면

$$a : m = a : \frac{4}{7}a = 7 : 4 \text{이다.}$$

즉, 화합물 C를 구성하는 A와 B의 질량비는 7 : 4이다.

실험 II에서 반응 전후의 질량비를 이용하여 반응의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.



반응 전 총 질량과 반응 후 총 질량은 같아야 하므로 $xw+yw=3z$ 이고, A의 질량 변화에서 $xw-m_1=z$ 이다. 따라서 두 식을 이용하여 반응한 A와 B의 질량비를 구하면

$$m_1 : yw = \frac{2xw - yw}{3} : yw \text{이다.}$$

일정 성분비 법칙에 의해 화합물을 구성하는 성분 원소의 질량비는 일정하므로

$$\frac{2xw - yw}{3} : yw = 7 : 4 \text{이며,}$$

이 식을 풀면 $8x = 25y$ 이므로 $x : y = 25 : 8$ 이다.

제 3 회 정답

1	④	2	③	3	②	4	⑤	5	③
6	③	7	⑤	8	②	9	④	10	④
11	③	12	①	13	③	14	②	15	①
16	①	17	②	18	②	19	⑤	20	⑤

해 설

1. [정답] ④

[출제의도] 화합물의 실험식 결정

- ㄱ. 생성된 CO₂의 질량은 수산화나트륨이 흡수한다
- ㄴ. 수소질량 4mg, CO₂의 질량은 24mg이므로 산소의 질량은 32mg이다

2. [정답] ③

[출제의도] 화학 반응식 결정

- 그림에서 X₂ 2분자와 Y₂ 4분자가 반응하여 XY₂ 4분자가 생성된다.
- ㄱ. 반응 후 생성물은 X 원자 1개와 Y 원자 2개로 구성되어 있으므로 생성물의 화학식은 XY₂이다.
 - ㄷ. 반응 후 X₂가 남아 있으므로 반응 용기에 X₂를 더 첨가하면 생성물의 양이 증가한다.
 - ㄴ. X₂ 2분자와 Y₂ 4분자가 반응하여 XY₂ 4분자를 생성하므로 X₂와 Y₂는 1 : 2의 몰수 비로 반응한다.

3. [정답] ②

[출제의도] 동위 원소와 분자량

- ㄱ. 동위 원소는 양성자 수가 같고 중성자 수가 달라 질량수가 다른 원소이다.
- ㄷ. ⁷⁹Br과 ⁸¹Br의 상대적 질량과 원자량을 비교해 볼 때 원자량이 두 동위 원소의 상대적 질량의 중간 값 정도이므로 자연계에 존재하는 비율은 거의 비슷하다고 할 수 있다.
- ㄴ. 질량수가 다르므로 중성자 수가 다르다.
- ㄷ. 각 동위 원소의 상대적 질량과 원자량을 비교해 볼 때 원자량이 ³⁵Cl의 상대적 질량 가까우므로 ³⁵Cl가 ³⁷Cl보다 더 많이 존재함을 알 수 있다.

4. [정답] ⑤

[출제의도] 생명속의 화학 물질

- 인산과 아데닌은 핵산의 구성 성분이며, 글라이신은 아미노산이다. 인산은 물에 H⁺을 내놓으므로 브뢴스테드-로우리 산으로 작용하므로, (가)는 인산, (나)는 아데닌, (다)는 글라이신이다.
- ㄱ. 인산의 중심 원자 P은 주위에 10개의 전자를 가지므로 확장된 옥텟이 적용된다.
 - ㄴ. 아데닌의 N는 물 속에서 H⁺에게 비공유 전자쌍을 주므로 루이스 염기로 작용한다.
 - ㄷ. 글라이신의 O에는 2개의 비공유 전자쌍이 있고, N에는 1개의 비공유 전자쌍이 있으므로, 글라이신에 있는 비공유 전자쌍의 수는 총 5개이다.

5. [정답] ③

[출제의도] 금속의 음극화 보호

- ㄱ, ㄴ. Zn, Sn, Fe의 반응성 크기가 Zn>Fe>Sn이므로 (가)에서는 Fe이 먼저 산화되어 Fe의 부식이 촉진되고, (나)에서는 Zn이 먼저 산화되므로 Fe의 부식이 억제된다.
- ㄷ. (가)에서는 반응성이 큰 Fe에서 Sn쪽으로 전자가 이동하고, (나)에서는 반응성이 큰 Zn에서 Fe쪽으로 전자가 이동한다.

6. [정답] ③

[출제의도] 금속의 반응성

- ① 금속 X의 반응성이 가장 크다.
- ② (다)의 알짜 이온 반응식은 $Y + Fe^{2+} \rightarrow Y^{2+} + Fe$ 이므로 수용액 속의 양이온의 수는 변하지 않는다.
- ③ 금속의 반응성은 $X > Fe > Y > Cu$ 이므로 (다)에 금속 Y 대신에 금속 X를 넣어 주어도 반응이 일어난다. 따라서 (다)에 금속 X를 넣으면 용액의 푸른색이 없어진다.
- ④ 금속 Y는 철보다 반응성이 작으므로 금속 Y를 철에 연결하면 철이 빠르게 녹는다.
- ⑤ (가)에서 X는 X로 산화되고, Fe²⁺는 Fe로 환원되므로 알짜 이온 반응식은 $X + Fe^{2+} \rightarrow X^{2+} + Fe$ 이다.

7. [정답] ⑤

[출제의도] 원자의 전자 배치

각 원자의 바닥상태에서 전자 배치는 다음과 같다.

원소	전자 배치	원자가 전자 수	홀전자 수
Li	1s ² 2s ¹	1	1
C	1s ² 2s ² 2p ²	4	2
N	1s ² 2s ² 2p ³	5	3
O	1s ² 2s ² 2p ⁴	6	2
F	1s ² 2s ² 2p ⁵	7	1

바닥상태에서 전자 배치의 홀전자 수가 같은 (가)와 (나)는 Li와 F 또는 C와 O이다. 원자 전자 수는 (다)>(가)>(나)는 F>O>N>C>Li 순이며, 제1 이온화 에너지는 F>N>O>C>Li 순이다. 따라서 (가)는 O, (나)는 C, (다)는 F, (라)는 Li, (마)는 N이다.

- ㄴ. Li는 전자 1개를 잃으면 비활성 기체인 He과 같은 안정한 전자 배치를 가지므로 두 번째 전자를 떼어 낼 때 매우 큰 에너지가 필요하다. 따라서 $\frac{\text{제2 이온화 에너지}}{\text{제1 이온화 에너지}}$ 값은 Li이 F보다 크다.
- ㄷ. (가)의 안정한 음이온은 O²⁻이고 (마)의 안정한 음이온은 N³⁻이며, 두 음이온은 모두 Ne의 전자 배치와 같다. 전자 수가 같은 이온의 경우 전자껍질 수가 같으므로 핵전하량이 클수록 유효 핵전하가 증가하여 이온 반지름이 작으므로, 이온 반지름은 (마)가 (가)보다 크다.
- ㄱ. (나)는 C이다.

8. [정답] ②

[출제의도] 탄화수소의 구조

(가)는 벤젠(C₆H₆), (나)는 사이클로헥세인(C₆H₁₂), (다)는 펜테인(C₅H₁₂)이다.

- ① (가)는 정육각형의 평면 구조이므로 모든 원자는 동일 평면에 있다.
- ③ (나)의 분자식은 C₆H₁₂, (다)의 분자식은 C₅H₁₂이므로 분자 1개에 포함된 수소 원자 수는 같으나 탄소 원자 수는 (나)가 (다)보다 많다. 따라서 분자 1개에 포함된 탄소의 질량 백분율은 (나)가 (다)보다 크므로 1g에 있는 탄소 원자의 전체 질량도 (나)가 (다)보다 크다.
- ④ (나)와 (다)에서 분자 1개에 포함된 수소 원자 수는 12개로 같으므로 (나)와 (다) 1몰을 완전 연소시켰을 때 생성되는 H₂O분자 수도 같다.
- ⑤ (가)와 (나)는 고리 모양 탄화수소이고, (다)는 사슬 모양 탄화수소이다.
- ② (가)는 정육각형의 평면 구조이므로 결합각 α는 120°이다. (나)는 각 탄소 원자를 중심으로 사면체 구조이므로 결합각 β는 109.5°이다.

9. [정답] ④

[출제의도] ATP에서의 고에너지 인산결합

- ㄱ. ATP가 ADP로 분해되면서 에너지를 방출한다.
- ㄴ. ADP에서 인산기는 공명 구조이므로 P-O 결합 길이는 모두 같다.
- ㄷ, ㄹ. ATP와 ADP의 인 원자와 산소 원자의 산화수는 일정하다.

10. [정답] ④

[출제의도] 원자모형

이온 모형을 그리기 위해서는 원자 속에 양전하와 음전하가 동시에 존재하고 있는 원자 모형을 택해야 한다. 얼음이 녹는 상태 변화는 돌턴의 원자 모형으로 설명할 수 있다. 그러나 전하를 띤 이온 모형은 돌턴의 모형으로는 설명이 불가능하다.

중성 원자: (양전하의 합) = (음전하의 합)

양이온: (양전하의 합) > (음전하의 합)

음이온: (양전하의 합) < (음전하의 합)

11. [정답] ③

[출제의도] 수소원자에서 전자의 에너지 준위

- ① 들뜬 상태의 전자가 일정한 진동수의 빛만 방출하므로 전자는 불연속적인 일정한 에너지 준위에서만 존재한다.
- ② 전자가 들뜬 상태로 전이할 때 에너지를 흡수하므로 원자핵에서 멀어질수록 전자가 가지는 에너지는 커진다.
- ③ 원자핵에서의 거리에 따라 전자가 발견될 확률이 달라지는 것은 현대적 모형으로 설명이 가능하다.
- ④ 전자가 들뜬 상태로 전이할 때 에너지를 흡수하고, 들뜬 상태에서 바닥상태로 전이할 때 에너지를 방출하므로 전자가 다른 궤도로 전이할 때는 에너지를 흡수하거나 방출한다.
- ⑤ 전자가 일정한 궤도에서 원 운동할 때는 에너지를 방출하거나 흡수하지 않는다.

12. [정답] ①

[출제의도] 보어의 원자모형

수소 원자의 전자들이 갖는 주양자수 n 이 1, 2, 3뿐이라면, 빛을 방출하는 전자 전이는 다음과 같이 세 가지이다.

$n=3 \rightarrow n=2$ 로 $n=3 \rightarrow n=1$, $n=2 \rightarrow n=1$ 이 가운데에 $n=3 \rightarrow n=1$ 은 에너지준위의 차이가 크므로 파장이 짧은 자외선 영역의 빛이 방출되고, $n=3 \rightarrow n=2$ 인 경우에는 에너지 준위의 차이가 작으므로 파장이 긴 가시광선 영역의 빛이 방출된다.

따라서, 자외선 영역의 짧은 파장 2개와 가시광선 영역의 긴 파장 1개가 발견된다.

$n=2, 3, 4, 5, \dots$ 에서 $n=1$ 로 전자가 전이할 때 방출되는 자외선 영역의 스펙트럼을 라이먼 계열이라고 하며, $n=3, 4, 5, \dots$ 에서 $n=2$ 로 전자가 전이할 때 방출되는 가시광선 영역의 스펙트럼을 발머 계열이라고 한다.

13. [정답] ③

[출제의도] 오비탈에 따른 전자 배치

- ㄱ. 홀전자수가 많은 (나)와 같은 전자 배치가 (가)보다 안정하므로 (가)는 훈트의 규칙에 어긋난다.
- ㄴ, ㄷ. (나)는 홀전자수가 많은 전자 배치를 하므로 훈트의 규칙이 적용되었으며, 가장 안정한 전자 배치이다
- ㄹ. (나)에서 들뜬 상태인 (다)로 될 때는 에너지를 흡수한다.

14. [정답] ②

[출제의도] 주기율표와 전자 배치

원자가전자수는 족에 해당하고 전자 껍질 수는 주기에 해당한다. 각 원자의 전자 배치로부터 원자가전자수와 전자 껍질 수를 구하여 주기율표상의 위치를 파악한다.

헬륨은 원자가전자수는 2개이지만 18족에 속하므로, 주기율표의 1주기 오른쪽 끝에 위치해야 한다.

15. [정답] ①

[출제의도] 원자 반지름 주기성

주어진 자료에서 규칙적으로 변하는 양은 핵전하량, 원자가전자 수, 원자 반지름이다. 중성자수는 변화하기는 하지만 규칙적인 변화를 하고 있지 않으며, 전자 껍질은 모두 같다.

따라서 같은 주기 원소의 원자 반지름의 크기에 영향을 주는 요인은 핵전하량과 원자가전자의 수라고 우선 생각할 수 있다. 그러나 전자수가 많아지면 전자 사이의 반발력이 증가하므로 원자 반지름을 증가시키는 요인은 될 수 있으나 반지름을 감소시키는 요인은 될 수 없다.

따라서 핵전하량은 전자와의 인력에 영향을 미칠 것이므로 핵전하량이 클수록 원자 반지름은 작아지게 될 것이라고 추측할 수 있다.

16. [정답] ①

[출제의도] 원자와 이온의 크기

- ㄱ. 같은 족에서 원자 번호가 클수록 이온의 전자 껍질 수가 많아지므로 이온 반지름은 커진다.
- ㄴ. 음이온이 되면 전자간의 반발력으로 인해 항상 원자보다 반지름이 커진다.
- ㄷ. 양이온끼리 비교하거나 음이온끼리 비교하면 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 이온 반지름은 작아진다. 그러나 같은 주기에서 양이온과 음이온을 함께 비교하면 원자 번호가 큰 음이온이 원자 번호가 작은 양이온보다 반지름이 크다.
- ㄹ. 등전자 이온은 원자 번호가 커질수록 핵 전하량이 증가하여 전자를 강하게 잡아당기므로 반지름이 작다.

17. [정답] ②

[출제의도] 중화 반응의 양적 관계

묽은 염산(HCl) x mL에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액의 부피를 달리하면서 넣은 용액 (가)와 (나)의 액성이 염기성이므로 (가)와 (나)에 수소 이온은 남아 있지 않다. 따라서 나트륨 이온(Na^+)의 수 = 염화 이온(Cl^-)의 수 + 수산화 이온(OH^-)의 수이므로,

(가)와 (나)에서 이온 수의 비율 중 $\frac{1}{2}$ 을 차지하는 이온은 Na^+ 이다.

또한 (가)~(다)에서 HCl의 부피가 같으므로 (가)~(다)에 들어 있는 Cl^- 의 수는 같다.

NaOH(aq) 30mL에 들어 있는 Na^+ 과 OH^- 의 수를 각각 3N로 가정할 때, 반응 전후 각 용액에 들어 있는 이온 수는 다음과 같다.

구분	용액 (가)	용액 (나)	용액 (다)
	HCl x mL NaOH 30mL	HCl x mL NaOH 60mL	HCl x mL NaOH 10mL
반응 전	H^+ 2N Cl^- 2N	H^+ 2N Cl^- 2N	H^+ 2N Cl^- 2N
	Na^+ 3N OH^- 3N	Na^+ 6N OH^- 6N	Na^+ N OH^- N
반응 후	Cl^- 2N	Cl^- 2N	H^+ N Cl^- 2N
	Na^+ 3N OH^- 3N	Na^+ 6N OH^- 4N	Na^+ N

따라서 용액 (다)에서 이온 수의 비율은

$$\text{H}^+ = \frac{1}{4}, \text{Cl}^- = \frac{1}{2}, \text{Na}^+ = \frac{1}{4}$$

18. [정답] ②

[출제의도] 분자의 구조

- ㄱ. 메탄은 4개의 C-H 결합에 작용하는 쌍극자 모멘트의 합이 0이 되므로 무극성 분자이고, 암모니아와 물은 쌍극자 모멘트의 합이 0이 되지 않으므로 극성 분자이다.
- ㄴ. 메탄, 암모니아, 물의 결합각은 각각 109.5° , 107° , 104.5° 이다.
- ㄷ. 암모니아와 물의 결합각이 메테인보다 작은 이유는 비공유 전자쌍이 공유 전자쌍보다 반발력이 커서 공간을 많이 차지하기 때문이다.

19. [정답] ⑤

[출제의도] 중화 반응

- ㄱ. 혼합 용액의 온도가 가장 높은 혼합 용액의 경우 중화 반응한 산과 염기의 부피가 가장 큰 것이다.

중화 반응을 한 산과 염기의 부피가 클수록 생성되는 물의 부피가 증가하므로, 중화 반응이 끝난 후 5개의 시험관에 든 용액의 부피를 비교하면 염산 10mL에 수산화나트륨 30mL를 가한 혼합 용액의 부피가 가장 크다.

$$\text{나. B점의 용액 중의 염산의 부피는 } 30 - \frac{10}{3} = \frac{80}{3} \text{ mL}$$

$$\text{이고, A점의 용액 중의 염산의 부피는 } 20 - \frac{20}{3} = \frac{40}{3} \text{ mL}$$

$$\text{이므로 B점의 용액 중의 수소 이온수는 A점의 용액 중의 수소 이온수의 2배이다.}$$

$$\text{ㄷ. A에서는 수산화나트륨 용액 20mL와 염산 } \frac{20}{3} \text{ mL가 반응하였고, B에서는 수산화나트륨 용액 10mL와 염산 } \frac{10}{3} \text{ mL가 반응하였다.}$$

20. [정답] ⑤

[출제의도] 아보가드로의 법칙

같은 온도, 압력에서 같은 부피 기체의 질량비는 분자량의 비와 같다.

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

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

세 식을 풀면 $x=6, y=0.5, z=8$ 이므로, X와 Z의 원자량은 비는 3 : 4이다.

- ㄷ. XY_4 의 분자량은 8이고, Z_2 의 분자량은 16이므로 XY_4 2몰의 질량과 Z_2 1몰의 질량은 같다.

제 4 회 정답

1	④	2	④	3	④	4	④	5	②
6	①	7	②	8	③	9	④	10	④
11	②	12	④	13	③	14	②	15	①
16	①	17	⑤	18	①	19	⑤	20	③

해설

1. [정답] ④

[출제의도] 화학 반응 모형

X와 Y는 1:2의 몰수비로 반응하므로, 위 모형을 화학 반응식으로 나타내면 $X + 2Y \rightarrow XY_2$ 로 나타낼 수 있다.

2. [정답] ④

[출제의도] 원소 분석을 통한 실험식 구하는 법

생성된 H_2O 는 27mg, CO_2 는 44 mg이므로 H_2O 과 CO_2 에 각각 포함된 H 원자와 C 원자의 질량은 다음과 같다.

$$H \text{ 원자의 질량} = 27mg \times \frac{2}{18} = 3mg$$

$$C \text{ 원자의 질량} = 44mg \times \frac{12}{44} = 12mg$$

따라서 O 원자의 질량은 $23mg - (3+12)mg = 8mg$ 이다. 각 원소의 질량을 원자량으로 나누어 원자 수 비를 구하면

$$C : H : O = \frac{12}{12} : \frac{3}{1} : \frac{8}{16} = 2 : 6 : 1 \text{ 이므로}$$

물질 X의 실험식은 C_2H_6O 이다.

3. [정답] ④

[출제의도] 아보가드로의 법칙

- ① Mg의 원자량은 24이므로, 마그네슘 12g은 Mg 0.5몰이다.
- ② H_2O 의 분자량은 18로 9g은 H_2O 0.5몰이므로, H_2O 9g에는 수소 원자 1.0몰이 포함되어 있다.
- ③ N_2 의 분자량이 28이므로 N_2 14g은 N_2 0.5몰이며, 11.2L(0°C, 1기압)이다.
- ④ 0°C, 1기압에서 CO_2 11.2L는 CO_2 0.5몰로, CO_2 11.2L에는 O 원자가 0.5몰 \times 2 = 1.0몰, 즉 6.02×10^{23} 개가 포함되어 있다.
- ⑤ 같은 온도와 압력에서 같은 부피 속에는 같은 수의 분자가 포함되며, 수소 분자와 산소 분자의 질량비 = 1:16이므로 같은 부피의 산소와 수소의 질량비 = 1:16이다.

4. [정답] ④

[출제의도] 분자량과 아보가드로의 법칙

- ㄱ. CO_2 의 분자량이 44이고, 플라스크 속의 CO_2 의 몰수는 $\frac{4.4}{44} = 0.1$ 몰이다.
- ㄴ. 플라스크 속에 넣은 CO_2 , 단백질과 뷰테인의 혼합 기체의 온도, 압력, 부피가 같으므로 CO_2 와 플라스크 II의 혼합 기체의 분자수가 같다. (가)에 넣은 CO_2 의 몰수가 0.1몰이므로 (나)에 넣은 단백질의 몰수 = x 라 하면 부탄의 몰수 = $0.1 - x$ 이다. 따라서 $44(= \text{단백질의 분자량}) \times x + 58(= \text{뷰테인의 분자량}) \times (0.1 - x) = 5.24g$ 이므로 $x = 0.04$ 이다. 따라서 단백질의 질량은 $44 \times 0.04 = 1.76g$ 이다.
- ㄷ. 플라스크에 넣은 단백질의 몰수가 0.04몰이므로 부탄의 몰수 = $0.01 - 0.04 = 0.06$ 몰로 (나)에 넣은 단백질과 뷰테인의 몰수비는 2:3이다.

5. [정답] ②

[출제의도] 금속의 반응성

금속은 반응성이 클수록 양이온으로 되기 쉽다. D는 A^{2+} , C^{2+} 과 반응하므로 반응성은 $D > (A, C)$ 이고, A는 B^{2+} 과 반응하므로 반응성은 $A > B$, B는 C^{2+} 과 반응하므로 반응성은 $B > C$ 이다. 즉, 금속의 반응성은 $D > A > B > C$ 순이다.

그림에서 (가)를 보호하려면 (나)의 반응성이 (가)보다 커야 하므로 A와 D가 짝이 되어야 한다.

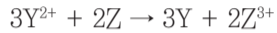
6. [정답] ①

[출제의도] 금속의 산화 환원 반응

X 이온이 들어 있는 수용액에 Y를 넣었을 때 X 이온 6개가 모두 없어지고 Y 이온 3개가 생성되었으므로, 반응식은 다음과 같다.



또한 Y 이온 3개가 들어 있는 수용액에 Z를 넣었을 때 Y 이온 3개가 모두 없어지고 Z 이온 2개가 생성되었으므로, 반응식은 다음과 같다.



- ㄱ. Y가 Y^{2+} 으로 산화되므로 ●(X^+)은 산화제로 작용하였다.
- ㄴ. ▲은 Y^{2+} , ■은 Z^{3+} 이다. 각 이온의 산화수는 전하수와 같으므로 산화수의 비는 ▲ : ■ = 2 : 3이다.
- ㄷ. 금속의 반응성은 $X < Z$ 이므로 X를 ■(Z^{3+})이 들어 있는 수용액에 넣으면 반응이 일어나지 않는다.

7. [정답] ②

[출제의도] 보어 모형에 따른 전자 배치

- ㄴ. Ne 원자의 전자 배치에서 (나)의 전자 배치를 오비탈로 나타내면 $1s^2 2s^2 2p^2, 2p^2, 2p^1, 3s^1$ 이므로, 전자가 들어 있는 오비탈의 수는 6개이다.
- ㄱ. L 껍질에는 2s, 2p 오비탈이 존재하며, Ne 원자는 다전자 원자이므로 오비탈의 에너지는 2p 오비탈이 2s 오비탈보다 크다.
- ㄷ. (가)는 안정한 바닥상태의 전자 배치이고, (나)는 불안정한 들뜬상태의 전자 배치이다. 따라서 안정한 바닥상태의 (가)에서 전자 1개를 떼어 내는 데 더 많은 에너지가 필요하다.

8. [정답] ③

[출제의도] 산화 환원 반응

철광석에 코크스를 넣고 반응시키면 산화, 환원 반응이 일어난다. ㄱ은 중화반응이고, ㄷ은 앙금 생성 반응이다.

9. [정답] ④

[출제의도] 통선의 음극선 실험

음극선의 진로에 놓아 둔 바람개비가 돌아가는 것으로 음극선은 질량을 가진 입자의 흐름임을 알 수 있고, 전기장에서 휘어지는 것으로 (-)전하를 띤 입자임을 알 수 있다. 따라서 음극선은 (-)전하를 띠고, 질량을 가진 입자의 흐름이다.

10. [정답] ④

[출제의도] 원자의 기본 입자

전자의 질량은 원자핵의 질량에 비해 무시할 정도이다.

11. [정답] ②

[출제의도] 수소 원자의 에너지 준위

- ㄴ. 수소 원자의 에너지 준위에서 E_1 은 가장 안정한 바닥 상태를 나타내고 있다. 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 이동할 때 에너지 차이만큼 빛을 내는데 에너지가 클수록 짧은 파장의 빛을 낸다. 그러므로 ㄴ. 방출되는 빛 중에서 파장이 가장 짧은 빛은 b이다.
- ㄷ. d에서 나오는 에너지는 c에서 나오는 에너지보다 크다. (\therefore d의 에너지 차이가 크므로)

12. [정답] ④

[출제의도] 보어 모형에 따른 수소 원자의 선스펙트럼

- ① 빛이 가지는 에너지는 진동수에 비례하고, 파장에 반비례하므로 파장이 큰 B보다 작은 D의 에너지가 크다.
- ② 수소 원자의 스펙트럼이 선스펙트럼이므로 수소 원자에서 에너지 준위는 불연속적으로 존재한다.
- ③ 발머 계열은 전자가 주양자수 $n = 2$ 인 L 껍질로 전이할 때 방출되는 빛이다. 그런데 B는 파장이 두 번째로 큰 빛이므로 전자가 N 껍질에서 L 껍질로 전이될 때 방출되는 빛이다.
- ④ A~D에서 주양자수(n)가 가장 큰 곳에서 전이되는 빛은 에너지가 크므로 파장이 가장 작은 D이다. A는 파장이 크므로 주양자수 $n = 3$ 인 M 껍질에서 주양자수 $n = 2$ 인 L 껍질로 전이되는 빛이다.
- ⑤ 수소 원자에서 주양자수(n)가 매우 크면 방출되는 빛의 파장이 거의 연속적으로 나타나므로 에너지 준위는 거의 연속적으로 존재한다.

13. [정답] ③

[출제의도] 오비탈에 따른 전자 배치

- ㄱ. A의 원자가전자는 주양자수가 2인 오비탈에 채워진 전자이므로 5개이다.
- ㄴ. A의 전자 배치는 한 오비탈에 2개까지만 전자를 채우고 있으므로 파울리의 배타 원리에 위배되지 않는다.
- ㄷ. B에서 전자가 들어 있는 오비탈은 오비탈 s 3개(1s, 2s, 3s), 2p 오비탈 3개(2p_x, 2p_y, 2p_z) 3p 오비탈 3개(3p_x, 3p_y, 3p_z)로 모두 9개이다.
- ㄹ. B는 다전자 원자이므로 주양자수가 3으로 같아도 s 오비탈보다는 p 오비탈의 에너지가 더 높다. 3p 오비탈의 3p_x, 3p_y, 3p_z는 에너지의 크기가 같고 오비탈의 방향만 다르다.

14. [정답] ②

[출제의도] 분자의 구조

각 기준에 해당하는 분자는 다음과 같다.
(가)-HCN, CO_2 , (나)-HCN, CO_2 , CH_4 , (다)- H_2O , NH_3
A, B, C 영역은 각각 다른 기준과 겹치지 않는 화합물을 나타내므로 A 영역에는 해당하는 화합물이 없고, B 영역에는 CH_4 1개, C 영역에는 H_2O , NH_3 모두 해당하므로 2개이다.

15. [정답] ①

[출제의도] 원자 반지름의 주기성

원자 반지름의 크기에 영향을 주는 요인은 전자 껍질, 핵의 전하량, 가리움 효과 등이다. 같은 족에서 원자 번호가 증가할수록 원자 반지름이 증가하는데, 이것은 전자 껍질 수가 증가하고, 전자 껍질 수가 많아지면서 안쪽 전자 껍질에 있는 전자들이 핵을 가려서 원자핵과 바깥 전자 껍질 사이의 인력을 감소시키는 가리움 효과 때문이다. 한편 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 핵의 전하량이 증가하여 원자핵과 전자 사이의 정전기력 인력이 커져서 전자 껍질이 핵 가까이로 끌려가므로 원자 반지름이 감소한다.

16. [정답] ①

[출제의도] 이온화 에너지의 주기성

- ㄱ. 각 주기에서 A와 E의 이온화 에너지가 가장 작으므로, A와 E는 전자를 1개 잃어 양이온이 되기 쉬운 1족 알칼리 금속이라는 것을 알 수 있다.
- ㄴ. 같은 족 원소는 화학적 성질이 비슷하다. 따라서 B와 F는 원자가전자수가 2개로 같은 2족 원소이므로, G와 결합하여 형성한 화합물의 화학식 형태도 같다. B와 F는 2족 원소이므로 +2의 양이온을 형성하고, G는 17족 원소이므로 -1의 음이온을 형성한다. 따라서 화합물의 화학식은 BG_2 , FG_2 이다.

- 다. 원자 번호가 증가할수록 이온화 에너지가 증가한다고 말할 수는 없다. C와 E같이 주기가 달라지면 원자 번호가 큰 원소의 이온화 에너지가 원자 번호가 작은 원소의 이온화 에너지 보다 작을 수 있다.
 라. 같은 주기에서 이온화 에너지가 가장 큰 D와 H는 18족 비활성 기체이다. 18족 원소는 안정한 전자 배치를 하고 있으므로 전자를 떼어 내기 힘들 뿐 아니라, 전자를 얻어 음이온이 되기도 힘들다. 같은 주기에서 음이온이 되기 가장 쉬운 원소는 17족 할로젠 원소인 G이다.

17. [정답] ⑤

[출제의도] 이온과 원자의 전자 배치

- 가. A는 최외각에 전자 8개가 채워진 비활성 기체이므로 반응성이 거의 없는 원소이다.
 나. B의 전자 배치는 $1s^2, 2s^2, 2p^5$ 이고, D의 전자 배치는 $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$ 이다. 따라서 B는 2주기, D는 3주기 원소이다.
 다. 등전자 이온의 경우 양이온은 음이온보다 원자핵의 전하량이 커서 반지름이 작아진다. 따라서 반지름의 크기는 $B^+ > D^{2+}$ 이다.
 라. C는 3주기 1족 원소이고 D는 3주기 2족 원소이다. 따라서 반지름은 $C > D$ 이다.

18. [정답] ①

[출제의도] 분자의 구조

- 가. 비공유 전자쌍과 공유 전자쌍 사이의 반발력은 공유 전자쌍과 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크다. 따라서, 비공유 전자쌍이 더 많은 H_2O 의 결합각이 NH_3 보다 작다.
 나. 공유 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 1개가 있는 암모니아는 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크기 때문에 메테인 분자의 결합각보다 작다.
 다. BF_3 는 공유 전자쌍만 3개 있으며, 전자쌍간의 반발력이 최소가 될 수 있는 평면 삼각형 구조를 가진다.
 라. CH_4 은 중심 원자 C 주위에 4개의 수소 원자가 공유 결합을 하고 있다. 따라서, 공유 전자쌍 사이의 반발력은 같고, 전자쌍 사이의 반발력이 최소가 되기 위해 정사면체 구조를 가진다.

19. [정답] ⑤

[출제의도] 산화, 환원 반응

- ⑤ $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$. 각 원소의 산화수의 변화가 없으므로 산화·환원 반응이 아니다.

$$2CuO + C \rightarrow 2Cu + CO_2$$
 (환원계)

20. [정답] ③

[출제의도] 중화반응의 양적 관계

- 실험 II에서 혼합 용액 속에 H^+ 또는 OH^- 이 존재하지 않으므로 중화점임을 알 수 있다.
 실험 III의 혼합 용액에서 $HCl(aq)$ 의 부피는 실험 II와 같은데 $HBr(aq)$ 의 부피는 증가하고 $NaOH(aq)$ 의 부피는 감소했으므로 혼합 용액의 액성은 산성이며, H^+ 의 수는 6N개이다.
 실험 I의 혼합 용액에서 $HCl(aq)$ 과 $NaOH(aq)$ 의 부피는 실험 II에 비해 10mL씩 증가했지만 $HBr(aq)$ 의 부피가 20mL 감소했으므로 염기성이라고 예상할 수 있으며, OH^- 의 수는 5N개이다.
 따라서 $HCl(aq)$, $HBr(aq)$, $NaOH(aq)$ 각 10mL에 들어 있는 H^+ 또는 OH^- 의 수를 각각 a, b, c라고 하면 다음과 같은 식이 성립한다.
 실험 I : $4c - 3a - b = 5N$
 실험 II : $2a + 3b - 3c = 0$
 실험 III : $2a + 4b - 2c = 6N$
 위 세 식을 풀면 $a=3N$, $b=2N$, $c=4N$ 이다.
 가. 실험 I의 혼합 용액은 염기성이므로 pH는 7보다 크다.

- 다. 실험 I과 II에 관련된 용액 중 이온 수는 다음과 같다.

실험	혼합 전			혼합 후
	$HCl(aq)$	$HBr(aq)$	$NaOH$	
I	$H^+ 9N$ $Cl^- 9N$	$H^+ 2N$ $Br^- 2N$	$Na^+ 16N$ $OH^- 16N$	$Na^+ 16N$ $Cl^- 9N$ $Br^- 2N$ $OH^- 5N$
II	$H^+ 6N$ $Cl^- 6N$	$H^+ 6N$ $Br^- 6N$	$Na^+ 12N$ $OH^- 12N$	$Na^+ 12N$ $Cl^- 6N$ $Br^- 6N$

- 따라서 혼합 용액 속에 존재하는 전체 이온 수는 실험 I이 32N, 실험 II가 24N이므로 이온 수의 비는 실험 I : 실험 II = 32 : 24 = 4 : 3이다.
 나. 단위 부피당 H^+ 수의 비는 $HCl(aq) : HBr(aq) = 3N : 2N = 3 : 2$ 이다.

제 5 회 정답

1	⑤	2	⑤	3	④	4	⑤	5	⑤
6	⑤	7	①	8	①	9	②	10	⑤
11	⑤	12	⑤	13	②	14	③	15	⑤
16	③	17	⑤	18	③	19	③	20	④

해설

1. [정답] ⑤

[출제의도] 원소 분석을 통한 실험식 결정

- 생성된 H_2O 은 염화칼슘관이 흡수하고 생성된 CO_2 은 수산화나트륨관이 흡수한다.
 X의 분자량이 28이므로 분자식은 C_2H_4 이다

2. [정답] ⑤

[출제의도] 철과 비료의 이용

- 가. ① 철광석에서 철을 얻는 것은 산화 철을 환원시켜 철을 얻는 과정이므로 화학적 변화이다.
 나. ① 질소는 분자식이 N_2 인 2원자 분자이다.
 다. ③ 암모니아(NH_3)는 2종류의 원소로 이루어진 합물이다.

3. [정답] ④

[출제의도] 아보가드로의 법칙

- 물의 질량 = 물의 부피(180mL) × 물의 밀도(가)이며,

$$\text{물의 몰수} = \frac{\text{물의 질량}(180g)}{\text{물의 분자량}(나)}$$
 이다.
 그리고 물 분자수 = 물의 몰수 (= 10몰) × 아보가드로수 (다)이며, 물 분자 1개에는 수소 원자 2개와 산소 원자 1개가 포함되어 있으므로 원자수 = 물 분자수 (= 6.02×10^{24} 개) × 물 1분자를 이루는 원자수(라)이다.

4. [정답] ⑤

[출제의도] 음극화 보호

- 가. (가)에서 철이 먼저 산화되므로 금속 X는 철보다 반응성이 작고, (나)에서 철의 부식이 방지되므로 금속 Y는 철보다 반응성이 크다. 따라서 금속 X는 금속 Y보다 산화되기 어렵다.
 나. (가)에서 철이 부식되므로 철은 산화되어 산화철(Fe_2O_3)로 된다.
 다. (나)에서 철의 부식이 느려지는 것은 금속 Y가 산화되면서 내놓은 전자가 철제 기름 저장 탱크로 이동하기 때문이다.

5. [정답] ⑤

[출제의도] 금속의 반응성

- ① (가)에서 금속 B가 물과 반응하면 수소 기체가 발생하고, (나)에서 금속 A가 묽은 염산과 반응하면 수소 기체가 발생한다.
 ②, ④ 금속의 반응성이 $B > A > C$ 이므로, 금속 A는 금속 B보다 산화되기 어렵다.
 ③ 금속 B는 금속 A보다 반응성이 크므로 금속 B는 묽은 염산과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.
 ⑤ 금속이 수증기나 묽은 염산과 반응하면 수소 기체가 발생한다. 수증기와 반응하는 금속 B의 반응성은 금속 A나 금속 C보다 크고, 묽은 염산과 반응하는 금속 A의 반응성은 금속 C보다 크다. 따라서 반응성은 $B > A > C$ 이므로 금속 A를 CSO_4 수용액에 넣으면 금속 C가 석출된다.

6. [정답] ⑤

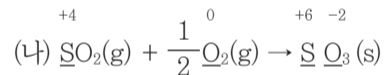
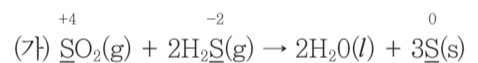
[출제의도] 주기율표의 주기성

- 주어진 자료를 해석하면 세로줄인 같은 족인 일정한 규칙성을 가진다.
 가. 녹는점, 끓는점을 자료를 통해 모두 확인할 수 없으므로 액체로 존재하는 원소를 2개라 할 수 없다.
 나. C는 녹는점이 B의 $98^\circ C$ 와 D의 $39^\circ C$ 사이에 존재해야 하며, G는 끓는점 $59^\circ C$ 이고 녹는점은 이보다 낮아야 하므로 녹는점이 $63^\circ C$ 인 물질은 C임을 알 수 있다.
 다. E의 끓는점은 F의 끓는점보다 낮고 E의 녹는점($-220^\circ C$)보다 높아야 하므로 1의 끓는점인 $-246^\circ C$ 보다 높다.
 라. k의 녹는점은 J의 녹는점($-189^\circ C$)보다 높고 K의 끓는점($-153^\circ C$)보다 낮아야 한다.

7. [정답] ①

[출제의도] 산화 환원 반응

- (가)와 (나)에서 각 원자의 산화수 변화는 다음과 같다.



- 가. (가)에서 H_2S 는 산화수가 $-2 \rightarrow 0$ 으로 증가하므로 산화된다.
 나. (가)에서 H_2S 는 산화되고 SO_2 은 환원되므로, SO_2 산화제이다. (나)에서 O_2 는 환원되고 SO_2 은 산화되므로, SO_2 은 환원제이다.
 다. (가)와 (나)에서 S의 산화수가 제일 큰 것은 +6이고 제일 작은 것은 -2이다. 따라서 산화수가 가장 큰 것과 가장 산화수가 가장 작은 것의 차이는 8이다.

8. [정답] ①

[출제의도] 러더퍼드의 원자 모형

- 가. 대부분의 α 입자는 금박을 통과하였으므로 원자핵은 부피가 작다. 원자핵과 충돌한 α 입자는 진로가 휘어지거나 큰 각도로 튀어나온다. 만일 원자핵이 가볍다면 α 입자는 진로가 크게 변하지 않으므로 원자핵은 α 입자에 비해 상당히 무겁다고 볼 수 있다.
 나. 극히 일부의 입자가 큰 각도로 튀어나온 것은 원자핵이 (+)전하를 띠고 있기 때문이다. 원자핵이 (+)전하를 띠고 있지 않다면 α 입자를 큰 각도로 튕겨낼 수 없다.
 다. 원자핵을 구성하는 양성자의 존재는 골트슈타인의 양극선 실험으로 밝혀졌고, 중성자의 존재는 채드윅의 실험으로 밝혀졌다.
 라. 원자에서 전자가 지닐 수 있는 에너지가 불연속적이라는 것은 보어가 수소 원자 스펙트럼을 분석하여 알아 낸 사실이다.

과학탐구 영역(화학 I)

9. [정답] ②

[출제의도] 동위 원소의 분자량

- ㄱ. 자연계에 존재하는 HCl 분자는 ${}^1\text{H}{}^{35}\text{Cl}$ (질량수 36), ${}^1\text{H}{}^{37}\text{Cl}$ (질량수 38), ${}^2\text{H}{}^{35}\text{Cl}$ (질량수 37), ${}^2\text{H}{}^{37}\text{Cl}$ (질량수 39)이므로 질량이 다른 HCl 분자는 4종류이다.
- ㄴ. 자연계에 존재하는 Cl_2 분자는 ${}^{35}\text{Cl}{}^{35}\text{Cl}$ (질량수 70), ${}^{35}\text{Cl}{}^{37}\text{Cl}$ (질량수 72), ${}^{37}\text{Cl}{}^{37}\text{Cl}$ (질량수 74)이므로 질량이 다른 Cl_2 분자는 3종류이다.
- ㄷ. 동위 원소는 전자수가 같으므로 자연계에 존재하는 Cl_2 분자들이 가지는 전자수는 모두 같다.
- ㄹ. 자연계에 존재하는 질량이 가장 큰 H_2 분자는 ${}^2\text{H}{}^2\text{H}$ 이므로 이 분자가 가지는 중성자수는 2개이다.

10. [정답] ⑤

[출제의도] 수소원자의 에너지 준위

- ㄱ. a에서 방출되는 빛은 b에서 방출되는 빛보다 에너지가 크고 파장이 짧다.
- ㄴ. b는 $n=4 \rightarrow n=2$ 로의 전이이고, e는 $n=3 \rightarrow n=2$ 로의 전이이므로 모두 발머 계열인 가시광선 영역의 빛에 해당한다.
- ㄷ. c에 방출되는 빛은 라이먼 계열인 자외선이므로 가시광선보다 진동수가 크다.
- ㄹ. 수소 원자에서 들뜬 전자가 $n=3$ 인 껍질로 전이(d)할 때 방출되는 빛은 파센 계열인 적외선이다.

11. [정답] ⑤

[출제의도] 산화 환원 반응

- ㄴ. 화합물 X를 분해했을 기체 A_2 와 B_2 가 생성되었으므로 A와 B는 비금속 원소이다. 따라서 화합물 X는 비금속 원소인 A와 B의 공유 결합으로 이루어져 있으며, A와 B는 전기 음성도가 다르므로 극성 공유 결합을 이룬다.
- ㄷ. 생성된 기체의 몰수 비가 $\text{A}_2 : \text{B}_2 = 1 : 2$ 이므로 화합물 X에 포함된 원자 수의 비도 $\text{A} : \text{B} = 1 : 2$ 이다.
- 따라서 X에서 성분 원소의 비 $\frac{\text{B 원자수}}{\text{A 원자수}} = 2$ 이다.
- ㄱ. 화합물을 전기 분해하면 (+)극에서 전자를 잃는 산화 반응이 일어난다.

12. [정답] ③

[출제의도] DNA 구조

- ㄱ. (가)의 질소는 5개의 원자가전자 중 2개가 이중 결합에, 1개가 단일 결합에 사용되고 원자가 전자 2개가 1쌍의 비공유 전자쌍으로 존재한다.
- ㄴ. 인(P)은 5개의 원자가전자를 가지고 있으므로 질소와 같이 보통 3쌍의 공유 결합을 하고 1쌍의 비공유 전자쌍을 가지지만, (나)에서는 5쌍의 공유 전자쌍을 가진 확장된 옥텟을 나타낸다.
- ㄷ. (다)는 전기 음성도가 큰 질소(N) 원자에 수소(H) 원자가 결합되어 있으므로 짝을 이루는 상보적인 염기와 수소 결합을 한다.

13. [정답] ②

[출제의도] 수소원자의 선스펙트럼

- ㄱ. c는 $n=2$ 인 껍질에서 $n=1$ 인 껍질로의 전자 전이로 방출되는 에너지는
- $$\Delta E = -\frac{1}{n_2^2} - \left(-\frac{1}{n_1^2}\right) = -\frac{1}{2^2} - (-1) = \frac{3}{4}$$
- 에 비례한다.
- 또한 d는 $n=3$ 인 껍질에서 $n=2$ 인 껍질로의 전자 전이로 방출되는 에너지는
- $$\Delta E = -\frac{1}{n_2^2} - \left(-\frac{1}{n_1^2}\right) = -\frac{1}{3^2} - \left(-\frac{1}{2^2}\right) = \frac{5}{36}$$
- 에 비례한다.
- 빛의 파장은 에너지에 반비례하고 d에서 방출되는 에너지가 더 작으므로, 방출되는 빛의 파장은 d가 c보다 길다.
- ㄷ. 656nm의 선은 가시광선 영역의 선 스펙트럼 중

가장 파장이 긴 선이며, 이것은 $n=3$ 인 껍질에서 $n=2$ 인 껍질로의 전자 전이인 d에 의한 선이다.

14. [정답] ③

[출제의도] 원자의 주기성

- ㄷ. B와 C는 같은 주기 원소이므로 원자 번호가 큰 C의 반지름이 B보다 작다.
- ㄱ. 같은 주기에서는 일반적으로 원자 번호가 클수록 이온화 에너지가 증가하지만 예외적으로 16족 원소는 15족 원소보다 이온화 에너지가 작다. 그런데 주어진 그래프에서 16족 원소인 B의 이온화 에너지가 15족 원소인 A보다 크므로 B, C는 2주기, A는 3주기 원소임을 알 수 있다.
- ㄴ. B는 같은 2주기의 15족 원소보다는 이온화 에너지가 작다.

15. [정답] ⑤

[출제의도] 이온화 에너지의 주기성

- ① N는 2p 오비탈에 전자가 3개 채워져 있으므로 모두 홀전자로 존재하고, O는 2p 오비탈에 전자가 4개 채워져 있으므로 한 오비탈에는 전자 2개가 들어 있어 전자 사이의 반발력이 크다. 따라서 N보다 O의 이온화 에너지가 작아진다.
- ② Na의 이온화 에너지가 크게 작아지는 것은 전자 껍질수가 많아지기 때문이다.
- ③ O보다 F의 이온화 에너지가 큰 것은 양성자수가 많아 핵전하가 크기 때문이다.
- ④ Ne의 이온화 에너지가 큰 것은 안정한 전자 배치인 옥텟을 이루기 때문이다.
- ⑤ Mg보다 Al의 이온화 에너지가 작은 것은 Mg는 원자가전자가 3s 오비탈에 배치되어 있고, Al은 원자가전자가 에너지 준위가 높은 3p 오비탈에 배치되어 있기 때문이다.

16. [정답] ③

[출제의도] 분자의 구조

- ㄱ. (가)는 메테인(CH_4)으로 정사면체 구조이고 무극성 분자이다. (나)는 암모니아(NH_3)로 삼각뿔형 구조이고 극성 분자이다. 따라서 끓는점은 무극성 분자인 (가)가 극성 분자인 (나)보다 낮다.
- ㄴ. (가)는 정사면체 구조로 결합각이 109.5° 이고, (다)는 2개의 비공유 전자쌍 때문에 굽은 형 구조로 결합각이 104.5° 이다. 따라서 결합각은 (가)가 (다)보다 크다.
- ㄷ. (가)는 무극성 분자이고, (나)는 극성 분자이므로 물(액체 (다))에 대한 용해도는 (나)가 (가)보다 크다.

17. [정답] ⑤

[출제의도] 루이스의 전자점식

- ① H_2S , NCl_3 는 각각 굽은형 구조, 삼각뿔 구조를 이루므로 극성 분자이다.
- ② BF_3 는 평면 삼각형 구조로 결합각이 120° 이고, SiH_4 는 정사면체 구조로 결합각이 109.5° 이다. 따라서 결합각은 BF_3 가 SiH_4 보다 크다.
- ③ NCl_3 와 BF_3 가 결합하면 N의 비공유 전자쌍을 B가 공유하여 배위 결합이 형성된다.
- ④ NCl_3 는 삼각뿔 구조이고, SiH_4 는 정사면체 구조이므로 분자 구조가 입체 구조이다.
- ⑤ SiH_4 는 대칭 구조로 무극성 분자이다.

18. [정답] ③

[출제의도] 산화 환원 반응

- (가) 반응에서 H_2S 의 황 원자는 산화수가 -2에서 0으로 변했으므로 SO_2 은 산화제로 작용하였고, (나) 반응에서 Cl의 산화수가 0에서 -1로 변했으므로 SO_2 은 환원제로 작용하였다. 또한 (나) 반응에서 S의 산화수가 +4에서 +6으로 증가하였으므로 Cl_2 가 산화제로 작용하였다. 따라서 Cl_2 는 SO_2 보다 산화력이 강하다.
- ㄱ. H_2S 의 황 원자는 산화수가 -2에서 0으로 변했

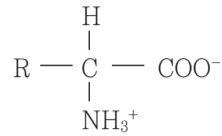
므로 황 원자는 산화되었다.

ㄴ. H_2SO_4 에서 S의 산화수는 +6이다.

19. [정답] ③

[출제의도] 아미노산의 양쪽성

아미노산은 양쪽성 물질로서 중성 용액 중에서는 다음과 같은 쌍극성 이온으로 존재한다.



pH3은 산성 용액이므로 수용액 중에 수소 이온이 많이 존재한다. 따라서 수소 이온이 아미노산 중의 $-\text{COO}^-$ 와 결합하여 카르복시기는 $-\text{COOH}$ 로 존재하고 아미노기는 $-\text{NH}_3^+$ 로 존재하므로, (-)극 쪽으로 끌려가게 된다.

- ① 염기성 용액에서의 아미노산의 존재 형태를 나타낸다. 염기성 용액에서는 $-\text{NH}_3^+$ 은 H^+ 을 내어 놓고 $-\text{NH}_2$ 로 존재하고, H^+ 은 수용액 중의 OH^- 와 반응하여 물로 된다. 카르복시기는 $-\text{COO}^-$ 로 존재하므로 전체적으로는 (-)전하를 띠게 되어 전류를 통해 주면 (+)극 쪽으로 이동하게 된다.
- ② 한 분자 내에 (+)전하와 (-)전하를 동시에 띠는 쌍극성 이온은 특정 전극 방향으로 끌려가기 어렵다.
- ④, ⑤ 아미노산 분자는 수소 이온과 반응하여 탄소와 수소간의 공유 결합이 끊어지고 탄소 원자가 (+)전하를 띤 이온은 생성하지 않는다.

20. [정답] ④

[출제의도] 탄화수소의 분류

- ㄱ. (가)의 '예' 쪽에 사이클로헥세인이 있으므로 (가)는 '사슬 모양인가?'일 수 없다. (다)의 '예'쪽에 삼중 결합을 가지는 C_2H_2 이 있으므로 (다)는 '삼중 결합이 있는가?'이다. 따라서 (가)는 '모두 단일 결합인가?'이다.
- ㄷ. ㄱ의 기준으로 4가지 탄화수소를 분류하면 A는 C_2H_2 이고, B는 C_2H_4 이다. B는 탄소 원자 사이의 2중 결합을 가지므로 평면 구조이다.
- ㄴ. (나)의 '아니요' 쪽에 탄소 원자 사이의 단일 결합을 가지는 고리 모양의 탄화수소인 사이클로헥세인이 있으므로 (나)는 '사슬 모양인가?'이다. A는 탄소 원자 사이의 단일 결합을 가지는 사슬 모양 탄화수소인 C_2H_6 이다.