

2019학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학 I 정답 및 해설

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

1. 원소와 화합물

원소는 1가지 성분으로 이루어진 순물질이고, 화합물은 2가지 이상의 원소가 결합하여 이루어진 순물질이다.

[정답맞히기] N_2 , Cu는 1가지 성분으로 이루어진 원소이고, NaCl은 2가지, H_3PO_4 은 3가지 원소로 이루어진 화합물이므로, (가)는 원소, (나)는 화합물이다. **정답③**

2. 루이스 전자점식과 분자 구조

(나)의 중심 원자 N에는 비공유 전자쌍이 1개 있고, 결합된 원자 수가 3이므로, (나)는 삼각뿔형의 분자 구조를 갖는다. (다)에서 중심 원자 C에는 비공유 전자쌍이 없고 결합된 원자 수가 4이므로, (다)는 정사면체형의 분자 구조를 갖는다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 공유 전자쌍은 전기 음성도가 큰 F 쪽으로 치우치므로 (가)는 극성 분자이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. (나)의 분자 구조는 삼각뿔형이다.

ㄷ. 비공유 전자쌍과 공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍과 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크다. 따라서 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 (나)의 결합각은 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없는 (다)의 결합각보다 작다.

3. 전자 배치 규칙

바닥상태 전자 배치는 쌓음 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 모두 만족한다.

[정답맞히기] B. (나)는 쌓음 원리와 훈트 규칙을 모두 만족하고 있으므로 바닥상태 전자 배치이다.

C. (다)에서 $3s$ 오비탈에 있는 전자 2개의 스핀 방향이 같으므로 파울리 배타 원리에 어긋난다. **정답④**

[오답피하기] A. (가)에서 에너지 준위가 낮은 $2s$ 오비탈에 전자가 1개만 배치되고 에너지 준위가 높은 $2p$ 오비탈에 전자 1개가 배치되었으므로 쌓음 원리에 어긋난다.

4. 산화 환원

(가)와 (나)에서 반응 전후 원자의 종류와 수는 같으므로 ㉠은 CO이다.

[정답맞히기] ㄷ. (다)에서 Al의 산화수는 0에서 +3으로 증가하므로 산화되고, O의 산화수는 0에서 -2로 감소하므로 환원된다. 따라서 (다)는 산화 환원 반응이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 C는 산소와 반응하였으므로 산화된다.

ㄴ. 산화제는 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질이다. (나)에서 Fe_2O_3 은 산소를 잃고 환원되고, ㉠인 CO는 산소를 얻어 산화되므로 ㉠은 환원제이

다.

5. 탄소 동소체

풀러렌(C_{60})은 60개의 C 원자가 오각형과 육각형 모양으로 연결되어 있다. 따라서 (가)를 포함하는 탄소 동소체는 풀러렌이므로 ㉠은 풀러렌(C_{60})이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠인 풀러렌(C_{60})은 분자이다.

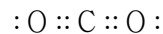
정답①

[오답피하기] ㄴ. 흑연은 자유롭게 움직일 수 있는 전자가 있어 전기 전도성이 있고, 다이아몬드는 전기 전도성이 없다. 따라서 A로 '전기 전도성이 있는가?'를 사용할 수 없다.

ㄷ. ㉠인 풀러렌(C_{60})과 ㉡인 흑연은 모두 C 원자 1개에 결합한 C 원자 수가 3이다.

6. 분자의 극성

탄산수소 나트륨 분해 반응의 화학 반응식은 $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$ 이므로 ㉠은 CO_2 이다. 또한 ㉠의 루이스 전자점식은



[정답맞히기] ㄱ. ㉠은 전기 음성도가 다른 C와 O가 2중 결합을 이루고 있으므로 극성 공유 결합이 있다.

ㄴ. ㉠에 있는 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수는 모두 4이다.

ㄷ. 물은 극성 분자로 분자의 쌍극자 모멘트가 0보다 크다. ㉠의 분자 구조는 직선형이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다. 따라서 분자의 쌍극자 모멘트는 물이 ㉠보다 크다.

정답⑤

7. 산화수

산화수는 물질 중의 원자가 산화 또는 환원된 정도를 나타내는 것으로, 공유 결합 물질에서 전기 음성도가 큰 원자가 공유 전자쌍을 완전히 차지한다고 가정하여 산화수를 구하므로 전기 음성도가 큰 원자가 (-)의 산화수를 갖는다.

[정답맞히기] ㄱ. 화합물을 구성하는 원자의 산화수의 합은 0이고, H_2O_2 에서 H의 산화수는 +1이므로 O의 산화수는 -1이다.

ㄴ. O_2F_2 에서 전기 음성도는 F이 O보다 크므로 F의 산화수는 -1이다. 따라서 O의 산화수는 +1이다.

정답②

[오답피하기] ㄷ. CaO 에서 Ca의 산화수는 +2, O의 산화수는 -2이다.

8. 산과 염기의 정의

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 1개의 C 원자에 $-NH_2$ 와 $-COOH$ 가 모두 결합되어 있으므로 아미노산이다.

ㄴ. (나)는 물에 녹아 H^+ 을 내놓으므로 아레니우스 산이다.

ㄷ. (나)를 염기성 용액인 $NaOH(aq)$ 에 녹이면 (나)의 H^+ 를 수용액 속 OH^- 에게 주

므로 (나)는 브뢴스테드-로우리 산으로 작용한다.

정답⑤

9. 기체의 성질

기체의 온도와 압력이 같을 때 기체의 몰수는 기체의 부피에 비례한다.

[정답맞히기] ㄱ. 분자량은 같은 몰수의 질량에 비례한다. (가)와 (다)에서 질량은 같으나 기체의 몰수는 (가)가 (다)보다 크므로 같은 몰수일 때 기체의 질량은 (다)가 (가)보다 크다. 따라서 분자량은 $XZ_2 > XY_4$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 질량이 같은 (가)와 (나)에서 기체의 분자 수는 (가)가 (나)의 2배이므로 1g에 들어 있는 분자 수는 (가)가 (나)의 2배이다. 또한 1분자 당 원자 수는 (가)가 5, (나)가 2이므로 1g에 들어 있는 원자 수는 (가)가 (나)의 5배이다.

ㄷ. 분자량 비는 $Z_2 : XZ_2 = \frac{1}{11} : \frac{1}{8} = 8 : 11$ 이므로 원자량 비는 $X : Z = 3 : 4$ 이다.

10. 수소 원자에서 전자 전이

[정답맞히기] ㄷ. $a = \Delta E_{n=3 \rightarrow n=1}$, $b = \Delta E_{n=2 \rightarrow n=1}$, $c = \Delta E_{n=3 \rightarrow n=2}$ 이므로 $a = b + c$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. B는 $n=2 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이이므로 B에서 방출되는 빛은 자외선이다. ㄴ. 수소 원자의 이온화 에너지는 $n=\infty \rightarrow n=1$ 의 전자 전이에서 방출되는 빛과 같다. a는 $n=3 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이에서 방출되는 빛이므로 a는 수소 원자의 이온화 에너지와 다르다.

11. 원소의 주기적 성질

AB_2 에서 A 원자 1개는 2개의 B 원자와 각각 단일 결합을 이루고 있으므로 A는 16족 원소이며 원자가 전자 수는 6이고, B는 17족 원소이며 원자가 전자 수는 7이다.

[정답맞히기] ㄴ. B는 비금속 원소, C는 금속 원소이므로 CB_2 는 이온 결합으로 이루어진 이온 결합 물질이다.

ㄷ. A_2 에는 2중 결합이 있고 C_2 에는 단일 결합이 있다. 따라서 공유 전자쌍 수는 A_2 가 B_2 의 2배이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. CA에서 A 이온은 옥텟 규칙을 만족하므로 A와 C가 결합할 때 A는 C로부터 전자 2개를 얻는다. 따라서 A 이온은 A^{2-} 이므로 $m=2$ 이다.

12. 기체의 양적 관계

[정답맞히기] ㉠은 X를 포함하는 3원자 분자이므로 XY_2 또는 X_2Y 이다. ㉠이 XY_2 일 때 화학 반응식은 $2XY + Y_2 \rightarrow 2XY_2$ 이지만, ㉠인 X_2Y 일 때 $aXY + bY_2 \rightarrow cX_2Y$ ($a \sim c$ 는 계수)에서 계수를 만족하는 화학 반응식이 성립되지 않는다. 따라서 ㉠은 XY_2 이다. 또한 반응 몰수 비는 $XY : Y_2 = 2 : 1$ 이므로 반응 후 남아 있는 기체는 Y_2 이며 ㉠

은

Y_2 이다.

정답③

13. 원자 반지름과 이온 반지름

원자 번호 15, 16, 17은 3주기 원소, 원자 번호 19, 20은 4주기 원소이다. 원자 반지름은 같은 주기에서 원자 번호가 작을수록, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 크므로 원자 반지름은 $19 > 20 > 15 > 16 > 17$ 이다. 또한 Ar의 전자 배치를 갖는 이온이 되면 이온의 반지름은 원자 번호가 작을수록 크므로 이온 반지름은 $15 > 16 > 17 > 19 > 20$ 이다.

제시된 자료에서 A, B는 반지름이 (나) > (가)이고, C, D, E는 반지름이 (가) > (나)이므로 A~E는 각각 19(Ca), 20(K), C(P), D(S), E(Cl)이다.

[정답맞히기] ㄴ. A는 Ca이므로 A 이온은 $A^{2+}(Ca^{2+})$ 이다.

ㄷ. 3, 4주기 원소 중 전기 음성도가 가장 큰 것은 Cl이므로 A~E 중 전기 음성도가 가장 큰 것은 E(Cl)이다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. A, B의 반지름은 (나)가 (가)보다 크므로 (가)는 이온 반지름이다.

14. 원자를 구성하는 입자 수

질량수는 양성자 수와 중성자 수를 합한 값과 같으므로 1H 에는 중성자가 없고, ^{16}O 에는 8개의 중성자가, ^{18}O 에는 10개의 중성자가 있다. 또한 기체의 질량은 (분자 수) × (분자량)에 비례한다.

[정답맞히기] $^1H_2^{16}O$ 의 분자량은 18, $^1H_2^{18}O$ 의 분자량은 20이다. (가)와 (나)에 들어 있는 기체의 온도와 압력이 같으므로 용기 속 기체의 분자 수는 같다. (가)에 들어 있는 기체의 분자 수를 x , (나)에 들어 있는 $^1H_2^{16}O(g)$ 의 수를 y , $^1H_2^{18}O(g)$ 의 수를 $x - y$ 라고 할 때 질량 비는 (가):(나) = $18x : 18y + 20(x - y) = 45 : 46$ 이므로 $y = 0.8x$ 이다. 따라서 (나)에 들어 있는 기체의 전체 양성자 수는 $10x$, 전체 중성자 수는

$0.8x \times 8 + 0.2x \times 10 = 8.4x$ 이므로 $\frac{\text{전체 중성자 수}}{\text{전체 양성자 수}} = \frac{8.4x}{10x} = \frac{21}{25}$ 이다. 정답④

15. 제2 이온화 에너지

원자 번호 9~13인 원소는 각각 F, Ne, Na, Mg, Al이고, 제2 이온화 에너지는 $Na > Ne > F > Al > Mg$ 이므로 V는 Mg, W는 Al, X는 F, Y는 Ne, Z는 Na이다.

[정답맞히기] ㄱ. Z는 Na이므로 1족 원소이다.

ㄴ. X는 F, Y는 Ne이므로 모두 2주기 원소이다.

ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 크다. 따라서 Al인 W가 Mg인 V보다 크다.

정답⑤

16. 탄소 화합물의 원소 분석

같은 몰수의 H_2O 과 CO_2 에 들어 있는 O의 질량 비는 $\text{H}_2\text{O}:\text{CO}_2=1:2$ 이므로 X, Y에 포함된 산소의 질량이 같으면 생성된 물질의 몰수 비는 $\text{H}_2\text{O}:\text{CO}_2=2:1$ 이다. (나)는 연소 후 생성물에 포함된 O의 질량이 X가 Y의 2배이므로 X가 CO_2 라면 X와 Y의 몰수는 모두 2×10^{-3} 이고, X가 H_2O 이라면 X가 몰수 비가 $\text{H}_2\text{O}:\text{CO}_2=4:1$ 이어야 하므로 제시된 자료에 맞지 않다. 따라서 X는 CO_2 , Y는 H_2O 이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)는 연소 후 생성물에 포함된 O의 질량이 $2a$ 으로 같으므로 생성물의 몰수 비는 $\text{H}_2\text{O}:\text{CO}_2=2:1$ 이며, X인 CO_2 의 몰수는 1×10^{-3} 몰, Y인 H_2O 의 몰수는 2×10^{-3} 몰이다. 시료 (가) 1×10^{-3} 몰에 포함된 O의 질량은 a g으로 X의 $\frac{1}{2}$ 이므로

O의 몰수는 1×10^{-3} 몰이다. 따라서 시료 (가)에 들어 있는 C의 몰수는 1×10^{-3} 몰, H의 몰수는 4×10^{-3} 몰, O의 몰수는 1×10^{-3} 몰이므로 (가)의 실험식은 CH_4O 이다.

ㄷ. (나) 1×10^{-3} 몰을 연소시킬 때 생성물의 몰수는 CO_2 2×10^{-3} 몰, H_2O 2×10^{-3} 이고, (나) 1×10^{-3} 몰에 포함된 O의 질량은 $2a$ g으로 X의 $\frac{1}{2}$ 이므로 O의 몰수는

2×10^{-3} 몰이다. (나) 1×10^{-3} 몰에는 C 2×10^{-3} 몰, H 4×10^{-3} 몰, O 2×10^{-3} 몰이 들어 있으므로 (나) 1몰에는 C 2몰, H 4몰, O 2몰이 들어 있다. 따라서 (나) 1몰의 질량은 60 g이므로 (나)의 분자량은 60이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. X는 CO_2 , Y는 H_2O 이다.

17. 탄화수소의 구조

(가)는 원자 4개와 결합한 C 원자 수가 4이므로 포화 탄화수소이며 분자식은 C_4H_{10} 이다. (나)는 원자 4개와 결합한 C 원자 수가 2이고, 원자 2개와 결합한 C 원자 수는 2이므로 3중 결합이 있는 탄화수소이며 분자식은 C_4H_6 이다. $x=10$, $y=6$ 이고, $x+y+z=24$ 이므로 $z=8$ 이고 (다)의 분자식은 C_4H_8 이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 H 원자 1개와 결합한 C 원자 수가 1이므로 (가)의 탄소 골격은 오른쪽 그림과 같으므로 H 원자 3개와 결합한 C 원자 수는 3이다.

ㄷ. (다)는 H 원자 1개와 결합한 C 원자 수가 0이므로 (다)의 탄소 골격은 오른쪽 그림과 같다. 따라서 (다)에는 H 원자와 결합하지 않은 C 원자가 있다.

정답

③

[오답피하기] ㄴ. (나)는 H 원자 1개와 결합한 C 원자 수가 1이므로 (나)의 탄소 골격은 $\text{C}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}$ 이다. 따라서 결합각($\angle\text{CCC}$)은 약 109.5° 와 180° 이므로 같지 않다.

18. 기체 반응과 양적 관계

[정답맞히기] 기체의 온도와 압력이 같을 때 기체의 몰수는 기체의 부피에 비례하며, 반응 몰수 비는 계수 비와 같다. (가)와 (다)에서 기체의 몰수 비가 2:5이므로 계수 비는 반응물: 생성물=2:5이다. 따라서 $b=4$ 이다.

반응 전후 질량의 합은 같으므로 A 2몰의 질량은 B 4몰의 질량과 C 1몰의 질량의 합과 같다. A의 분자량을 $27M_1$, B의 분자량을 M_2 라고 할 때, 분자량 비는 A:C=27:8이므로 C의 분자량은 $8M_1$ 이고, $2 \times 27M_1 = 4 \times M_2 + 8M_1$ 이므로 $M_2 = 11.5M_1$ 이다. (나)에서 생성된 C의 몰수는 a 몰이므로 생성된 B의 몰수는 $4a$ 몰이다. 또한

$$\frac{x}{11.5M_1} = 4a, \quad x = 46aM_1 \text{이고, (나)에 들어 있는 A의 질량은 } 27aM_1 \text{ g, C의 질량은}$$

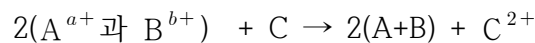
$$8aM_1 \text{ g이므로 } 27aM_1 + 46aM_1 + 8aM_1 = w, \quad aM_1 = \frac{w}{81} \text{이다. 따라서 } x = 46aM_1 = \frac{46}{81}w \text{이다.}$$

정답①

19. 금속과 금속 이온의 반응

[정답맞히기] (나)와 (다)에서 C^{2+} 이 반응할 때 이온 수가 모두 감소하였고 C가 남았으므로 A^{a+} 과 B^{b+} 중 어느 하나는 모두 반응하였고 반응한 금속 이온의 전하는 +1이다.

(나)에서 A^{a+} 과 B^{b+} $12N$ 과 C n 이 반응할 때 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

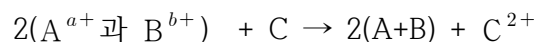


반응 전	$12N$	0
반응	$-2n$	$+n$

반응 후	$12N - 2n$	n
------	------------	-----

$$12N - 2n + n = 10N \text{이므로 } n = 2N \text{이고, 남아 있는 } (A^{a+} \text{과 } B^{b+}) \text{ 수는 } 8N \text{이다.}$$

(다)에서 반응한 C가 m 일 때 일어나는 반응의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.



반응 전	$8N$	0
반응	$-2m$	$+m$

반응 후	$8N - 2m$	m
------	-----------	-----

$$8N - 2m + m = 7.6N \text{이므로 } m = 0.4N \text{이고, 남아 있는 } (A^{a+} \text{과 } B^{b+}) \text{ 수는 } 7.2N \text{이다.}$$

(나)와 (다)에서 반응한 금속 이온의 총 수는 $4.8N$ 이고 (가)에서 수용액 속 이온 수는 $A^{a+} > B^{b+}$ 이므로 반응한 금속은 B이고, (나)와 (다)에 A^{a+} 은 반응하지 않았으므로 (나)에서 A^{a+} 수는 $7.2N$ 이다. 또한 (다) 과정 후 C^{2+} 수는 $2.4N$ 이다.
또한 (다)에서 넣어 준 C w g에 들어 있는 C 원자 수는 $2N$ 이고 반응하지 않고 남은 C의 원자 수는 $1.6N$ 이므로 $\frac{4}{5}w$ g이다.

따라서 $\frac{(\text{다}) \text{ 과정 후 } C^{2+} \text{ 수}}{(\text{나}) \text{ 과정 후 } A^{a+} \text{ 수}} \times x = \frac{2.4N}{7.2N} \times \frac{4}{5}w = \frac{4}{15}w$ 이다. 정답②

20. 산과 염기의 중화 반응

[정답맞히기] $HCl(aq)$ V mL에 들어 있는 총 이온 수를 VN 이라고 할 때, 중화점까지 총 이온 수는 변하지 않으며, $NaOH(aq)$ 5 mL를 넣었을 때가 중화점이므로 $NaOH(aq)$ 5 mL에 들어 있는 총 이온 수는 NV 이다. 혼합 용액이 염기성일 때 총 이온 수는 넣어 준 $NaOH(aq)$ 에 들어 있는 총 이온 수와 같으므로 $NaOH(aq)$ b mL와 15 mL를 넣었을 때 혼합 용액에 들어 있는 총 이온 수는 각각 $\frac{NV}{5}b$, $3NV$ 이다. 따

라서 단위 부피당 이온 수 비는 $\frac{NV}{V} : \frac{3NV}{(V+15)} = 1 : 1.2$, $V = 10$ 이다.

$HCl(aq)$ 10 mL에 들어 있는 총 이온 수는 $10N$ 이고, 중화점까지 총 이온 수는 변하지 않으므로 $NaOH(aq)$ a mL를 넣었을 때 혼합 용액 속 총 이온 수는 $\frac{3}{4}N \times (10+a) = 10N$ 이므로 $a = \frac{10}{3}$ mL이다.

또한 $NaOH(aq)$ b mL를 넣었을 때 단위 부피당 총 이온 수는 $\frac{3}{4}N = \frac{\frac{10N}{5}b}{(10+b)} = \frac{10Nb}{5(10+b)}$ 이므로 $b = 6$ 이다.

따라서 $a \times b = \frac{10}{3} \times 6 = 20$ 이다. 정답④