

2018학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학 I 정답 및 해설

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

1. NH₃의 루이스 전자점식

N의 원자가 전자 수는 5, H의 원자가 전자 수는 1이므로 N 원자 1개는 H 원자 3개와 각각 전자를 공유하여 결합을 이룬다.

[정답맞히기] 공유 결합에 참여하여 두 원자가 공유하고 있는 전자쌍을 공유 전자쌍이라고 한다. 따라서 NH₃에서 공유 전자쌍 수는 3이다. 정답③

2. 전기 음성도와 산화수

공유 결합 물질에서 전기 음성도가 큰 원자가 공유 전자쌍을 완전히 차지한다고 가정하고 산화수를 구하므로, 전기 음성도가 큰 원자가 (-)의 산화수를, 전기 음성도가 작은 원자가 (+)의 산화수를 갖는다.

[정답맞히기] XY₂에서 Y의 산화수는 -2이므로 전기 음성도는 Y가 X보다 크다. Y₂Z₂에서 Y의 산화수는 +1이므로 전기 음성도는 Z가 Y보다 크다. 따라서 전기 음성도는 Z > Y > X이다. 정답⑤

3. 물질의 반응과 화학 반응식

XY와 Y₂의 반응을 화학 반응식으로 나타내면 2XY + Y₂ → 2XY₂이다. 화학 반응식에서 계수 비는 반응 몰수 비와 같다.

[정답맞히기] 다. 반응 전후 원자의 종류와 수가 같으므로 질량은 보존된다. 따라서 용기에 존재하는 물질의 총 질량은 반응 전과 후가 같다. 정답②

[오답피하기] 가. 반응 후 ●○는 반응하지 않고 남은 반응물이고, 생성된 물질은 ○○이다. 따라서 생성물의 종류는 1가지이다.

나. 반응한 물질의 분자 수가 ●○ 2개, ○○ 1개이므로 반응하는 물질의 몰수 비는 XY : Y₂ = 2 : 1이다.

4. 산화 환원 반응

어떤 물질이 산소를 얻으면 산화되며 산소를 잃으면 환원된다. 또한 산화제는 다른 물질을 산화시키는 물질이고, 환원제는 다른 물질을 환원시키는 물질이다.

[정답맞히기] 가. (가)에서 Mg은 O₂와 결합하였으므로 산화된다. 정답①

[오답피하기] 나. (나)에서 CO는 산소를 얻었으므로 산화되었다. CO는 자신은 산화되면서 Fe₂O₃를 환원시켰으므로 환원제이다.

다. Fe₂O₃를 구성하는 원자의 산화수의 합은 0이고, O의 산화수는 -2이므로 Fe의 산화수는 +3이다. 따라서 (나)에서 Fe의 산화수는 +3에서 0으로 감소한다.

5. 인산의 구조

뉴클레오타이드는 핵산을 이루는 기본 단위로서 인산, 당, 염기로 구성된다.

[정답맞히기] ② A는 뉴클레오타이드를 구성하는 물질이므로 인산, 당, 염기 중 하나이며, 이 중 아레니우스 산인 물질은 인산이다. 따라서 A는 인산이다. 정답②

[오답피하기] ① 글라이신은 아미노산 중 하나이며 산과 염기 모두와 반응한다.

③ 아세트산은 아레니우스 산이지만 뉴클레오타이드를 구성하는 물질이 아니다.

④ 티민은 뉴클레오타이드를 구성하는 염기 중 하나이지만 아레니우스 산이 아니다.

⑤ 디옥시리보스는 뉴클레오타이드를 구성하는 물질이지만 아레니우스 산이 아니다.

6. 전자쌍 반발 원리

중심 원자 주위의 전자쌍들은 서로 반발하여 가능한 한 멀리 떨어지려고 하는데, 이를 전자쌍 반발 원리라고 한다. 풍선으로 만든 전자쌍 모형에서 풍선을 전자쌍이라고 가정한다.

[정답맞히기] ㄱ. 풍선을 전자쌍으로 가정하여 전자쌍 모형을 나타낸 것이므로 ㉠은 '가능한 한 서로 멀리 떨어져 있으려 한다'가 적절하다.

ㄴ. BCl_3 에서 B는 비공유 전자쌍이 없으므로 평면 삼각형의 분자 구조를 갖는다. 풍선 3개를 매듭끼리 묶어 만들었을 때 평면 삼각형 모형으로 배열되었으므로 이 모형으로 BCl_3 의 분자 구조가 평면 삼각형임을 예측할 수 있다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. CH_4 에 있는 공유 전자쌍 수가 4이므로 풍선 4개를 매듭끼리 묶었을 때 배열된 모습을 분자 구조를 예측할 수 있다.

7. 분자와 화합물

주어진 5가지 물질은 분자는 Ar, O_3 , HF이고, 화합물은 HF, NaCl이다. 따라서 I에 해당하는 물질은 Ar, O_3 , II에 해당하는 물질은 Cu, III에 해당하는 물질은 HF, IV에 해당하는 물질은 NaCl이다.

[정답맞히기] ① O_3 은 I에 속하는 물질이다. 정답①

[오답피하기] ② 분자이지만 화합물이 아닌 물질은 Ar, O_3 의 2가지이다.

③ Ar은 분자이면서 원소이므로 I에 속한다.

④ NaCl은 화합물이지만 분자가 아니므로 IV에 속한다.

⑤ HF는 분자이면서 화합물이므로 III에 속한다.

8. 원자의 바닥상태 전자 배치

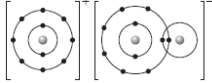
바닥상태인 원자 X, Y는 전자가 들어 있는 전자껍질 수가 같으므로 같은 주기 원소이다. 같은 주기 원소 중 p 오비탈에 들어 있는 전자 수비가 1:5인 원소는 2주기 원소의 B와 F이므로 X는 F, Y는 B다. 또한 X^- 과 Z^+ 의 전자 수가 같으므로 Z는 Na이다.

[정답맞히기] ㄱ. Y는 B이므로 2주기 13족 원소이다.

ㄷ. X~Z의 바닥상태 전자 배치는 X : $1s^2 2s^2 2p^5$, Y : $1s^2 2s^2 2p^1$, Z : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이므로 홀전자 수는 모두 1로 같다. 정답③

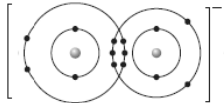
[오답피하기] ㄴ. Z에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 6이다.

9. 분자의 구조와 성질

는 NaOH의 결합 모형을 나타낸 것이다. HXY와 NaOH가 반응하면 H₂O와 NaXY가 생성되므로 (가)는 H₂O이다.

[정답맞히기] ㄱ. 브뢴스테드-로우리 산은 양성자(H⁺)를 주는 물질이다. HXY와 NaOH가 반응할 때 HXY는 H⁺를 OH⁻에 주어 반응하였으므로 브뢴스테드-로우리 산이다.

ㄴ. (가)는 H₂O로 극성 분자이므로 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.

ㄷ. NaXY에서 XY⁻의 결합 모형은 인데 XY⁻에서 X와 Y는 모두 가장 바깥 전자껍질에 8개의 전자를 가지므로 모두 옥텟 규칙을 만족한다. 정답⑤

10. 원자 반지름과 주기성

원자 반지름은 같은 족에서 원자 번호가 증가할수록 커지고, 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 작아진다.

[정답맞히기] 1족 원소인 Li, Na, K, Rb의 원자 반지름을 조사하여 비교하였고, 17족 원소인 F, Cl, Br, I의 원자 반지름을 조사하여 비교하였으므로 학생 A는 같은 족에서 원자 번호가 따른 원자 반지름의 주기성을 비교하고 가설을 설정하였다. 따라서 학생 A가 세운 가설은 '같은 족에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름은 커진다.'가 가장 적절하다. 정답③

11. 원자핵을 구성하는 입자

Z는 2주기 원소이므로 Z⁻은 F⁻이며, 양성자 수는 9, 전자 수는 10이다. Z⁻에서 ⊕의 수가 ⊖과 ⊕의 수보다 1 적으므로 ⊕은 양성자이며 b=9이다. 만일 a=5이면 Y에서 ⊕은 $\frac{1}{2}(a+b) = \frac{1}{2}(5+9) = 7$ 이므로 ⊖은 전자이다. 만일 a=6이면 $\frac{1}{2}(a+b) = \frac{1}{2}(6+9) = 7.5$ 가 되는 데, 양성자 수, 중성자 수, 전자 수는 자연수이므로 맞지 않다. 따라서 a=5, b=7, ⊖은 전자, ⊕은 양성자, ⊕중성자이다.

[정답맞히기] ㄴ. 질량수는 원자핵을 구성하는 양성자 수와 중성자 수를 더한 값과 같다. X의 양성자는 5, 중성자는 6이므로 질량수는 11이다.

ㄷ. 중성자 수는 X 6, Y 8, Z 10이므로 중성자 수는 Z가 가장 크다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. ⑦은 전자이다.

12. 탄소 동소체

탄소 동소체 I은 풀러렌(C_{60}), II는 흑연, III은 다이아몬드이다.

[정답맞히기] ㄱ. I인 풀러렌은 분자, II인 흑연과 III인 다이아몬드는 모두 분자가 아니므로 '분자로 존재한다.'는 I만의 특성인 (가)에 속한다.

ㄷ. 탄소 원자 1개에 결합한 탄소 원자 수는 I과 II는 3, III은 4이므로 '탄소 원자 1개에 결합한 탄소 수는 4이다.'는 III만의 특성인 (다)에 속한다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 탄소 동소체의 화학식은 모두 C이므로 I~III의 공통 특성인 (라)에 속한다.

ㄹ. I 1몰을 완전 연소시키면 60몰의 CO_2 가 생성되고, II와 III을 각각 완전 연소시키면 모두 1몰의 CO_2 가 생성된다. 따라서 '1몰을 완전 연소시켰을 때 1몰의 CO_2 가 생성된다.'는 I~III의 공통 특성이 아니다.

13. 수소 원자에서 전자 전이와 선 스펙트럼

$n \leq 4$ 이므로 $x=1$ 일 때 다음과 같은 경우의 전자 전이를 생각해 볼 수 있다.

n 전이 후		x		$x+2$	
		1	2	3	4
y	4	흡수	흡수	흡수	-
	3	흡수	흡수(a)	-	방출(b)
$y-2$	2	흡수	-	방출	방출
	1	-	방출(c)	방출	방출(d)

4가지 전자 전이에서 빛이 방출되는 전자 전이는 3가지이므로 전자 전이가 일어날 때 방출 또는 흡수되는 에너지 $a \sim d$ 는 $x=2, y=3$ 일 때에 해당된다.

[정답맞히기] ㄱ. d 는 $n=4 \rightarrow n=1$ 일 때 방출되는 빛이므로 λ_d 에 해당하는 빛은 자외선이다.

ㄴ. 방출되는 빛의 파장은 에너지에 반비례한다. b 는 $n=4 \rightarrow n=2$ 일 때이고, c 는 $n=2 \rightarrow n=1$ 일 때 방출되는 빛 에너지로 $c > b$ 이므로 방출되는 빛의 파장은 λ_b 가 λ_c 보다 길다.

ㄷ. n 전이 전 = $(x+2) = 4$ 이고 n 전이 후 = $y-1 = 2$ 이므로 n 전이 전 = $(x+2) \rightarrow n$ 전이 후 = $(y-1)$ 는 $n=4 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이에 해당한다. 따라서 $n=4 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이에서 방출되는 빛의 에너지는 $n=4 \rightarrow n=1$ 일 때 방출되는 빛 에너지인 d 에서 $n=2 \rightarrow n=1$ 일 때 방출되는 빛 에너지인 c 를 뺀 값인 $d-c$ 와 같다.

정답⑤

14. 원소의 주기적 성질

2, 3주기 원소 중 원자가 전자 수와 전자가 들어 있는 전자껍질 수가 같은 원소는 2주기 2족 원소인 Be, 3주기 13족 원소인 Al이다. 또한 A와 B는 같은 족 원소이므로

A는 2주기 2족 원소인 Be이고, B는 3주기 2족 원소인 Mg이다. 또한 B와 C는 같은 주기 원소이고, 전기 음성도가 $B > C$ 이므로 C는 3주기 1족 원소인 Na이다.

[정답맞히기] ㄱ. 같은 주기에서 원자 반지름은 원자 번호가 클수록 작으므로 B가 C보다 원자 반지름이 작고, 같은 족에서 원자 반지름은 원자 번호가 작을수록 작으므로 A가 B보다 작다. 따라서 A~C에서 원자 반지름은 A가 가장 작다.

ㄷ. A는 2주기 원소이므로 $n=2$ 이며, 2주기에서 모든 원소 중 원자의 이온화 에너지가 A보다 작은 것은 2주기 1족 원소인 Li과 2주기 13족 원소인 B로 2가지이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 크다. 따라서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 큰 B가 C보다 크다.

15. 분자의 질량과 몰수

X_2Y 의 질량은 용기 (나)에서가 (가)에서의 2배이므로 X_2Y 의 몰수도 (나)에서가 (가)에서의 2배이다. 또한 X_2Y_2 의 질량은 (가)에서가 (나)에서의 2배이므로 X_2Y_2 의 몰수도 (가)에서가 (나)에서의 2배이다.

[정답맞히기] (가)에서 X_2Y 의 몰수를 x 라고 한다면 (나)에서는 $2x$ 이고, (나)에서 X_2Y_2 의 몰수를 y 라고 한다면 (가)에서는 $2y$ 이다. (가)에서 용기 내 전체 원자의 수는 $3x + 8y = 19N$ 이고 (나)에서 용기 내 전체 원자의 수는 $6x + 4y = 14N$ 이므로 $x = N$, $y = 2N$ 이다. 따라서 (가)에서 Y 원자 수는 $N + 8N = 9N$ 이고 (나)에서 Y 원자 수는 $2N + 4N = 6N$ 이므로 $\frac{\text{(가)에서 Y 원자 수}}{\text{(나)에서 Y 원자 수}} = \frac{9N}{6N} = \frac{3}{2}$ 이다. 정답③

16. 탄소화합물의 실험식 구하기

실험식이 $C_xH_yO_z$ 인 탄소 화합물 w mg을 완전 연소시켰을 때 생성된 CO_2 에 포함된 산소(O)의 질량이 $\frac{8}{5}w$ mg, H_2O 에 포함된 산소(O)의 질량이 $\frac{16}{45}w$ mg이므로, CO_2 와

H_2O 에 포함된 산소(O)의 몰수는 각각 $\frac{\frac{8}{5}w}{16} = \frac{1}{10}w$ 몰, $\frac{\frac{16}{45}w}{16} = \frac{w}{45}$ 몰이다. 따라서 탄소 화합물 w mg에 포함된 C의 몰수는 $\frac{1}{20}w$ 몰, H의 몰수는 $\frac{2}{45}w$ 몰이다.

[정답맞히기] 탄소 화합물의 질량은 w mg에 포함된 C의 질량은 $\frac{1}{20}w \times 12$ mg이고, H의 질량은 $\frac{2}{45}w \times 1$ mg이므로 O의 질량은 $w - \frac{29}{45}w = \frac{16}{45}w$ mg이며, 몰수는 $\frac{1}{45}w$ 몰이다. 따라서 원자 수비는 $C : H : O = \frac{1}{20}w : \frac{2}{45}w : \frac{1}{45}w = 9 : 8 : 4$ 이므로 $x + y + z = 21$ 이다. 정답②

17. 기체 반응과 양적 관계

일정한 온도와 압력에서 기체의 몰수는 기체의 부피에 비례한다.

[정답맞히기] 일정량의 A x L에 B의 부피를 달리하여 반응시켰을 때 I에서 B가 모두 반응하고, II에서 A가 모두 반응한다고 가정하여 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

[I에서]	$2A(g) + bB(g) \rightarrow C(g) + 2D(g)$			
처음 부피(L)	x	4	0	0
반응 부피(L)	$-\frac{4 \times 2}{b}$	-4	$\frac{4}{b}$	$\frac{8}{b}$
나중 부피(L)	$x - \frac{4 \times 2}{b}$	0	$\frac{4}{b}$	$\frac{8}{b}$

$$\frac{x - \frac{4 \times 2}{b} + \frac{12}{b}}{\frac{4}{b}} = 4, \quad xb + 4 = 16, \quad xb = 12 \text{로 나타낼 수 있다.}$$

[II에서]	$2A(g) + bB(g) \rightarrow C(g) + 2D(g)$			
처음 부피(L)	x	9	0	0
반응 부피(L)	$-x$	$-\frac{x}{2}b$	$\frac{x}{2}$	x
나중 부피(L)	0	$9 - \frac{x}{2}b$	$\frac{x}{2}$	x

$$\frac{9 - \frac{x}{2}b + \frac{x}{2} + x}{\frac{x}{2}} = 4, \quad 18 - xb + 3x = 4x \text{로 나타낼 수 있다.}$$

따라서 $x = 6, b = 2$ 이므로 $\frac{x}{b} = \frac{6}{2} = 3$ 이다.

정답④

18. 금속과 금속 이온의 반응

금속과 금속 이온의 반응에서 양이온의 전하량의 총합은 일정하므로 q 는 이온 수에 반 비례한다. 따라서 I에서 $\frac{\text{전체 양이온의 전하량 총합}}{\text{전체 양이온 수}} = \frac{1}{m}$ 이다.

만일 B^{b+} 의 전하가 +1이면 전하량의 총합은 일정한 데 수용액 속 이온 수가 증가하므로 q 는 1보다 작아지고, +3이면 수용액 속 이온 수가 감소하므로 q 는 1보다 커진다.

수용액 II의 q 가 I보다 작으므로 B^{b+} 의 전하는 +1이다. 따라서 $b = 1$ 이다.

수용액 I에서 A^{2+} 수를 m 이라고 할 때 II에서 일어나는 반응의 양적 관계는 다음과 같이 나타낼 수 있다. II에서 A^{2+} 과 B^{b+} 이 모두 존재하므로 넣어 준 B는 모두 반응하였다.

	$A^{2+} + 2B \rightarrow A + 2B^+$	
처음	m	
반응	$-2N$	$4N$
나중	$m - 2N$	$4N$

수용액 II에서 $\frac{\text{전체 양이온의 전하량 총합}}{\text{전체 양이온 수}} = \frac{1}{(m+2N)}$ 이다. 수용액 I과 II의 q 는 $1 : \frac{7}{9}$

이므로 $\frac{1}{m} : \frac{1}{(m+2N)} = 1 : \frac{7}{9}$ 이며, $m = 7N$ 이고 II에 들어 있는 A^{2+} 은 $5N$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. II의 q 는 I보다 작고, III의 q 는 II보다 크므로 이온의 전하는 C 이온이 B 이온보다 크다. 따라서 $c > b$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. II에서 C를 넣었을 때 A^{2+} 과 금속 C는 모두 반응하였다. 만일 C 이온의 전하가 2라고 한다면 A^{2+} 과 C가 반응할 때 생성되는 C^{c+} 은 $5N$ 이다. 또한 $4N$ 의 B^+ 과 반응한 C^{2+} 의 수를 n 이라고 하면 양적 관계는 다음과 같다.

	$C + 2B^+ \rightarrow C^{2+} + 2B$
처음	$4N$
반응	$-2n \quad n$
나중	$4N-2n \quad n$

수용액 III에서 $\frac{\text{전체 양이온의 전하량 총합}}{\text{전체 양이온 수}} = \frac{1}{(5N+4N-n)}$ 이다.

따라서 $\frac{1}{7N} : \frac{1}{(9N-n)} = 1 : \frac{7}{8}$ 이므로 $n = N$ 이므로 $x = 5N + N = 6N$ 이다.

ㄷ. 수용액 III에 존재하는 B^{b+} 은 $2N$, C^{c+} 은 $6N$ 이다.

19. 탄화수소의 구조와 성질

C 원자 2개와 결합 C 원자는 사슬 모양 탄화수소에서 가운데 쪽에 있는 탄소 원자이거나 고리 모양을 형성하는 탄소 원자이다. 그런데 탄소 수가 4이하인 탄화수소의 탄소골격은 C-C-C-C이므로 C 원자 2개와 결합 C 원자가 3개인 탄화수소는 존재하지 않으므로 (가)는 \triangle 인 C_3H_6 이다. (나)는 C 원자 1개와 결합한 C 원자 수가 3개이므로

$\begin{array}{c} C \\ | \\ C-C-C \end{array}$ 인 C_4H_{10} 이다. (다)는 C 원자 2개와 결합 C 원자와 C 원자 1개와 결합한 C

원자가 각각 2개인 탄화수소이므로 C-C=C-C 또는 C-C \equiv C-C 중 하나인데 H 원자 1개와 결합 C 원자 수가 1인 탄화수소는 1가지이므로 (다)는 C-C \equiv C-C인 C_4H_6 이다.

[정답맞히기] ㄴ. (다)에서 H 원자와 결합하지 않은 C 원자는 3중 결합을 이루고 있는 탄소 원자이므로 2이다.

ㄷ. 1g을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO_2 의 질량은 (가) $\frac{1}{44} \times 3 \times 44$ g, (다)

$\frac{1}{54} \times 4 \times 44$ g이므로 (다)가 (가)보다 크다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (나)에서 가운데 탄소는 C 원자 3개와 H 원자 1개와 결합되어 있으므로 사면체형의 입체 구조를 이룬다.

20. 산 염기 중화 반응과 양적 관계

[정답맞히기] X 이온이 Cl^- 이라면 $\text{NaOH}(aq)$ 을 10mL 넣었을 때와 20mL 넣었을 때 혼합 용액에 존재하는 이온 수가 같아야 하므로 $2(x+10) = x+20$ 이다. 그런데 이 식을 풀면 $x=0$ 이 되므로 X 이온은 Cl^- 이 아니고 H^+ 임을 알 수 있다.

$\text{HCl}(aq)$ x mL에 들어 있는 H^+ 수를 $4x$ 라 하면 $\text{NaOH}(aq)$ 10mL와 20mL를 넣었을 때 반응한 H^+ 수가 같으므로 $4x - 2(x+20) = 2(x+20) - (x+20)$ 이며, $x=20$ 이다.

$\text{NaOH}(aq)$ 20mL를 넣었을 때 혼합 용액 속에는 H^+ 40N이 들어 있으므로, (다)에서 이 용액의 15mL를 취했을 때 혼합 용액 속에는 H^+ 15N이 들어 있다고 할 수 있다.

또한 $\text{KOH}(aq)$ 25mL 단위 부피당 H^+ 수가 0.2이므로 이 용액 속에는 5N의 H^+ 이 들어 있다. 따라서 $\text{KOH}(aq)$ 10mL에는 K^+ 10N, OH^- 10N이 들어 있다.

$\text{HCl}(aq)$ x mL에는 80N의 Cl^- 이 들어 있고, $\text{KOH}(aq)$ 30mL에는 30N의 K^+ 이 들어

있으므로 이를 혼합한 용액에는 $\frac{\text{K}^+\text{수}}{\text{Cl}^-\text{수}} = \frac{30\text{N}}{80\text{N}} = \frac{3}{8}$ 이다. 정답②