

2018학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가
과학탐구영역 화학 I 정답 및 해설

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

1. 화학 반응식

질량 보존 법칙에 의해 반응 전후 원자의 수는 변하지 않는다.

[정답맞히기] ② 화학 반응식에서 반응 전후 H, C, O의 원자 수는 같아야 하므로 다음과 같은 식이 성립한다.

H 원자 수 : $6 = 2c$, C 원자 수 : $2 = b$, O 원자 수 : $1 + 2a = 2b + c$
 $a = 3, b = 2, c = 3$ 이므로 $a \times b = 6$ 이다.

정답②

2. 원소와 화합물

원소는 1가지 성분으로 이루어진 순물질이고, 화합물은 2가지 이상의 원소가 결합하여 이루어진 순물질이다. 또한 분자는 물질의 고유한 성질을 가지며 독립적으로 존재하는 입자이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 원소는 O_2 1가지이다.

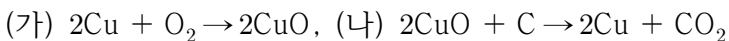
ㄴ. (나)에서 화합물은 NaCl 1가지이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. (나)에서 분자는 Cl_2 1가지이다.

3. 산화 환원 반응

(가)와 (나)를 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



[정답맞히기] ④ 산화는 물질이 산소와 결합하거나 전자를 잃는 반응이고, 환원은 물질이 산소를 잃거나 전자를 얻는 반응이다. (가)에서 O_2 는 전자를 얻었으므로 환원되었고, (나)에서 CuO는 산소를 잃었으므로 환원되었다.

정답④

4. 이온 결합 화합물과 공유 결합 화합물의 성질

염화 나트륨(NaCl)은 이온 결합 화합물이고, 설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$)은 공유 결합 화합물이다.

[정답맞히기] ⑤ 이온 결합 화합물인 NaCl은 물에 녹아 양이온과 음이온으로 나뉘어 지므로 전기 전도성이 있지만 설탕은 물에 녹아도 분자로 존재하므로 전기 전도성이 없다. 또한 NaCl은 Na 원소를 포함하고 있으므로 불꽃 반응의 불꽃색이 노란색이지만 설탕은 불꽃색이 없다. 따라서 소금과 설탕은 (나)와 (다) 실험으로 구별할 수 있다.

정답⑤

[오답피하기] NaCl과 설탕은 고체 상태에서 모두 전기 전도성이 없으므로 실험 (가)로는 두 물질을 구별할 수 없다.

5. 기체의 성질

기체의 온도와 압력이 일정할 때 기체의 몰수(분자 수)는 기체의 부피에 비례한다.

[정답맞히기] ④ 25°C, 1기압에서 $A_2B_4(g)$ 와 $A_4B_8(g)$ 의 부피가 각각 3 L, 2 L이므로 각 기체의 분자 수는 $3n$, $2n$ 이라고 가정할 수 있다.

총 원자 수는 (기체 분자 수) × (1분자 당 원자 수)와 같다. 1분자 당 원자 수가 A_2B_4 는 6, A_4B_8 는 12이므로 총 원자 수는 A_2B_4 가 $3n \times 6 = 18n$, A_4B_8 가 $2n \times 12n = 24n$ 이다. 따라서 총 원자 수비가 $A_2B_4 : A_4B_8 = 18n : 24n = 3 : x$ 이므로 $x = 4$ 이다.

또한 단위 부피당 질량 값은 기체의 밀도 값과 같고, 기체의 온도와 압력이 같을 때 기체의 밀도는 기체의 분자량에 비례한다. 분자량은 A_4B_8 가 A_2B_4 의 2배이므로 단위 부피당 질량도 A_4B_8 가 A_2B_4 의 2배이다. 따라서 $y = 1$ 이다.

$x = 4$, $y = 1$ 이므로 $x + y = 5$ 이다.

정답④

6. 분자의 구조식과 확장된 옥텟

(가)는 인산(H_3PO_4), (나)는 아세트산(CH_3COOH)이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)와 (나)의 O에는 모두 비공유 전자쌍이 있다.

ㄴ. 극성 공유 결합은 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 공유 결합이다. 따라서 (가)와 (나)에는 모두 극성 공유 결합이 있다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. (가)의 P은 공유 전자쌍 수가 5이므로 확장된 옥텟이 적용되는 원자이다. 그러나 (나)에는 확장된 옥텟이 적용되는 원자가 없다.

7. 산과 염기의 정의

루이스 염기는 비공유 전자쌍을 주는 물질이고, 브뢴스테드-로우리 산은 양성자(H^+)를 주는 물질이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)의 질소(N)에는 비공유 전자쌍이 있으므로, (가)는 $HCl(aq)$ 에서 H^+ 에게 N의 비공유 전자쌍을 주어 반응한다. 따라서 (가)는 루이스 염기로 작용한다.

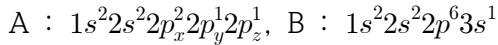
ㄷ. $NaOH(aq)$ 에서 (나)의 $-COOH$ 가 OH^- 에게 양성자(H^+)를 주어 반응한다. 따라서 (나)는 브뢴스테드-로우리 산으로 작용한다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. (가)의 구조에서 질소(N) 원자를 제외한 고리의 꼭짓점에는 탄소(C) 원자가 위치하고 있으므로 (가)를 구성하는 탄소 수는 5이다.

8. 원자의 바닥상태 전자 배치와 들뜬상태 전자 배치

들뜬 상태 원자 A의 전자 배치 모형에서 L 전자껍질에 4개의 전자가 있고 M 전자껍질에 2개의 전자가 있으므로 바닥 상태 원자 A의 전자 배치 모형에서는 L 전자껍질에 6개의 전자가 있다고 할 수 있다. 또한 들뜬 상태 원자 B의 전자 배치 모형에서 L 전자껍질에 7개의 전자가 있고 M 전자껍질에 2개의 전자가 있으므로 바닥 상태 원자 B의 전자 배치 모형에서는 L 전자껍질에 8개, M 전자껍질에 1개의 전자가 있다고

할 수 있다. 따라서 바닥상태 A, B의 전자 배치는 다음과 같다.



[정답맞히기] ③ 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 A가 2, B가 1이므로 A가 B의 2배이다. 정답③

[오답피하기] ① A는 2주기 원소, B는 3주기 원소이다.

② 원자가 전자 수는 A가 6, B가 1이다.

④ s 오비탈의 전자 수는 A가 4, B가 5이다.

⑤ 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 A, B 모두 3으로 같다.

9. 메테인과 흑연의 구조

메테인(CH₄)에서 C 원자는 4개의 H 원자와 결합되어 있으므로 분자 모양은 정사면체형이다. 흑연에서 C 원자는 3개의 다른 C 원자와 결합되어 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 1g에 들어 있는 총 원자의 몰수는 CH₄은 $\frac{1}{16} \times 5 = \frac{5}{16}$ 몰이고, 흑연은 $\frac{1}{12}$ 몰이다. 따라서 1g에 들어 있는 총 원자 수는 CH₄이 흑연보다 많다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. C 원자와 이웃한 원자 사이의 결합각은 CH₄은 109.5°, 흑연은 120°이다.

ㄷ. CH₄과 흑연 각 1g을 각각 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO₂의 몰수는 각 물질 1g에 들어 있는 C 원자의 몰수와 같다. 따라서 1g에 들어 있는 C 원자의 몰수는 CH₄은 $\frac{1}{16}$ 몰, 흑연은 $\frac{1}{12}$ 몰이므로 1g을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO₂의 질량은 CH₄은 $\frac{1}{16} \times 44$ g, 흑연은 $\frac{1}{12} \times 44$ g이다.

10. 이온 반지름

Ne과 같은 전자 배치를 갖는 이온(등전자 이온)의 반지름은 원자 번호가 클수록 작다. 따라서 이온 반지름은 Mg²⁺ < Na⁺ < F⁻ < O²⁻이므로 A는 Na, B는 Mg, C는 O, D는 F이다.

[정답맞히기] ㄴ. 같은 주기에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 크다. B(Mg)의 원자 번호는 A(Na)보다 크므로 원자가 전자의 유효 핵전하는 B(Mg)가 A(Na)보다 크다.

ㄷ. C는 O, D는 F이므로 모두 2주기 원소이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. C는 O이다.

11. 순차적 이온화 에너지와 원자가 전자

순차적 이온화 에너지로 전자를 떼어낼 때 원자가 전자를 모두 떼어 낸 후, 그 다음

전자를 떼어 낼 때는 안쪽 전자껍질에서 전자가 떨어지게 되어 순차적 이온화 에너지가 급격히 증가하게 된다.

[정답맞히기] ㄱ. 순차적 이온화 에너지가 급격히 증가하기 직전까지 떼어 낸 전자 수는 원자가 전자 수와 같으므로, 원자가 전자 수가 x 일 때 제 $x+1$ 이온화 에너지는 급격히 증가한다.

ㄴ. 원자에서 전자를 떼어 낼수록 전자 수가 감소하므로 남아 있는 전자의 유효 핵전하가 증가하여 전자를 떼어 내기 어려워진다. 따라서 순차적 이온화 에너지는 차수가 커질수록 증가하므로 Be의 순차적 이온화 에너지는 $E_3 > E_2$ 이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 제시된 실험의 탐구결과에서 알 수 있듯이, $\frac{E_{n+1}}{E_n}$ 가 최대일 때의 n 은 원자가 전자 수와 같으므로 $\frac{E_{n+1}}{E_n}$ 가 최대인 n 이 6인 원자의 원자가 전자 수는 6이다.

12. 원자를 구성하는 입자

원자는 전기적으로 중성이므로 양성자 수와 전자 수가 같으며, 질량수는 원자핵을 구성하는 양성자 수와 중성자 수를 합한 값과 같다. 원자 X, Y, Z의 양성자 수가 각각 x, y, z 라고 할 때 전자 수도 각각 x, y, z 이므로 다음과 같은 식이 성립한다.

$$X : \frac{\text{질량수}}{\text{전자수}} = \frac{6+x}{x} = 2, \quad Y : \frac{\text{질량수}}{\text{전자수}} = \frac{7+y}{y} = 2, \quad Z : \frac{\text{질량수}}{\text{전자수}} = \frac{8+z}{z} = \frac{7}{3}$$

따라서 $x=6, y=7, z=6$ 이다.

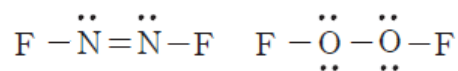
[정답맞히기] ㄴ. X와 Z는 양성자 수가 6으로 같으나 중성자 수가 달라 질량수가 다른 원소이므로 동위 원소이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. Y는 양성자 수가 7, 중성자 수가 7, 질량수가 14이므로 $^{14}_7\text{N}$ 이다

ㄷ. Z는 양성자 수가 6, 중성자 수가 8, 질량수가 14이므로 Y와 Z의 질량수는 같다.

13. 루이스 전자점식

2주기 원자 X~Z의 원자가 전자 수가 각각 5, 6, 7이므로 X는 N, Y는 O, Z는 F이다. X~Z로 이루어진 분자 $X_2Z_2(N_2F_2)$ 와 $Y_2Z_2(O_2F_2)$ 의 루이스 구조식은 다음과 같다.



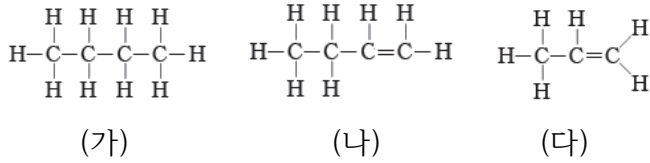
[정답맞히기] ㄴ. $X_2Z_2(N_2F_2)$ 에서 X(N) 원자 사이에 2중 결합이 있다.

ㄷ. 화합물을 구성하는 원자의 산화수의 합은 0이며, 화합물에서 F의 산화수는 -1이므로 Y(O)의 산화수는 +1이다. **정답⑤**

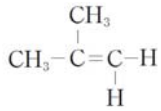
[오답피하기] ㄱ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 전기 음성도가 크다. 원자 번호가 Y(O)가 X(N)보다 크므로 전기 음성도는 Y가 X보다 크다.

14. 탄화수소의 분자 구조

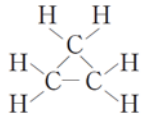
제시된 조건에 맞는 분자식이 C_4H_{10} 인 탄화수소 (가), C_4H_8 인 탄화수소 (나), C_3H_6 인 탄화수소 (다)의 구조식은 각각 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄱ. (나)와 분자식은 같으나 H 원자와 결합하지 않은 C 원자를 가진 분자의 구조식은 다음과 같다.



ㄴ. (다)와 분자식이 같은 포화 탄화수소 분자의 구조식은 다음과 같다.



ㄷ. (가)는 C를 중심으로 결합된 4개의 원자가 정사면체의 꼭짓점에 위치하므로 $\angle \text{CCC}$ 는 약 109.5° 이다. (다)는 가운데 C 원자에 결합된 3개의 원자가 평면 삼각형의 꼭짓점에 위치하므로 $\angle \text{CCC}$ 는 약 120° 이다. 정답㉔

15. 수소 원자의 선 스펙트럼

수소 원자의 선 스펙트럼에서 전자가 전이할 때 방출되는 빛의 파장은 빛 에너지의 크기에 반비례한다. 들뜬 상태에 있는 수소 원자의 전자가 주양자수(n) 4이하에서 전이할 때 가능한 전자 전이는 $n=4 \rightarrow n=3$, $n=4 \rightarrow n=2$, $n=4 \rightarrow n=1$, $n=3 \rightarrow n=2$, $n=3 \rightarrow n=1$, $n=2 \rightarrow n=1$ 이다. 이 중 $n_{\text{전이 전}} - n_{\text{전이 후}} = 1$ 인 전자 전이는 $n=4 \rightarrow n=3$, $n=3 \rightarrow n=2$, $n=2 \rightarrow n=1$ 이고 방출되는 에너지의 크기는 $n=2 \rightarrow n=1 > n=3 \rightarrow n=2 > n=4 \rightarrow n=3$ 이므로 파장의 크기는 $n=4 \rightarrow n=3 > n=3 \rightarrow n=2 > n=2 \rightarrow n=1$ 이다. 따라서 a 는 $n=2 \rightarrow n=1$, b 는 $n=3 \rightarrow n=2$, c 는 $n=4 \rightarrow n=3$ 에 해당한다.

[정답맞히기] ① 제시된 전자 전이 중 라이먼 계열에서 a 에 해당하는 $n=2 \rightarrow n=1$ 에서 방출되는 빛 에너지의 크기보다 에너지가 큰 전자 전이는 $n=4 \rightarrow n=1$, $n=3 \rightarrow n=1$ 이므로 스펙트럼에서 a 선 왼쪽에 2줄이 나타나며, 발머 계열에서 b 에 해당하는 $n=3 \rightarrow n=2$ 에서 방출되는 빛 에너지의 크기보다 에너지가 큰 전자 전이는 $n=4 \rightarrow n=2$ 이므로 스펙트럼에서 b 선 왼쪽에 1줄이 나타난다. 또한 파셴 계열에서 c 에 해당하는 $n=4 \rightarrow n=3$ 에서 방출되는 빛 에너지의 크기보다 에너지 큰 전자 전이는 없다. 따라서 (나)의 결과로 가장 적절한 것은 ①이다. 정답㉑

18. 산 염기 중화 반응

HCl(aq), NaOH(aq), KOH(aq)의 중화 반응에서 혼합 용액 속 양이온의 총수와 음이온의 총수는 같다. 또한 혼합 용액에 존재하는 이온 수는 (단위 부피당 이온 수) × (용액의 부피)와 같다.

[정답맞히기] (다)에서 용액 I 에 NaOH(aq) 5 mL를 더 넣었을 때 B의 단위 부피당 이온 수가 4N에서 0으로 감소하였으므로 B는 H⁺이다. 또한 용액 I 에서 C의 단위 부피당 이온 수가 A와 B의 단위 부피당 이온 수의 합과 같으므로 A는 K⁺, C는 Cl⁻이다. 용액 II에서 단위 부피당 이온 수가 A와 E의 합이 C와 D의 합과 같으므로 A와 E는 양이온, C와 D는 음이온이다. 따라서 E는 Na⁺, D는 OH⁻이다. 용액 I 과 용액 II에 존재하는 이온의 수를 구하면 다음과 같다. 용액 I 의 총 부피는 15 mL, 용액 II의 총 부피는 20 mL이다.

이온의 종류		A	B	C	D	E
단위 부피당 이온 수	I	4N	4N	8N	0	0
	II	3N	0	6N	9N	12N
이온 수 (단위 부피당 이온 수 × 부피)	I	60N	60N	120N	0	0
	II	60N	0	120N	180N	240N

따라서 HCl(aq) 5 mL 속에 존재하는 H⁺과 Cl⁻이 각각 120N이고, NaOH(aq) 5mL 속에 존재하는 Na⁺과 OH⁻이 각각 240N이므로, HCl(aq) 10 mL를 모두 중화시키기 위해 필요한 NaOH(aq)의 부피는 5 mL이다.

HCl(aq) 10 mL에 NaOH(aq)을 조금씩 넣었을 때 단위 부피당 전체 양이온 수를 구하면 다음과 같다.

HCl(aq)의 부피	10	10	10	10
NaOH(aq)의 부피	0	5	10	15
혼합 용액의 부피	10	15	20	25
전체 양이온 수	240N	240N	480N	720N
단위 부피당 전체 양이온 수	24N	16N	24N	28.8N
단위 부피당 전체 양이온 수(상댓값)	1	$\frac{2}{3}$	1	1.2

위 표를 그래프로 나타내면 ②와 같다.

정답②

19. 탄화수소의 원소 분석

탄화수소를 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO₂의 몰수는 탄화수소에 포함된 C 원자의 몰수와 같고 H₂O의 몰수는 탄화수소에 포함된 H 원자 몰수의 $\frac{1}{2}$ 과 같다.

[정답맞히기] 실험식과 분자식이 같은 탄화수소는 CH₄, C₃H₄, C₃H₈, C₅H₈, C₅H₁₀ 등이 해당될 수 있으며, 각 탄화수소 8g을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO₂와 H₂O

의 몰수는 다음과 같다.

가능한 탄화수소	CH ₄	C ₃ H ₄	C ₃ H ₈	C ₅ H ₈	C ₅ H ₁₀
분자량	16	40	44	68	70
탄화수소의 질량(g)	8	8	8	8	8
탄화수소의 몰수(몰)	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{2}{11}$	$\frac{2}{17}$	$\frac{4}{35}$
생성된 CO ₂ 의 몰수(몰)	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{6}{11}$	$\frac{10}{17}$	$\frac{20}{35}$
생성된 H ₂ O의 몰수(몰)	1	$\frac{2}{5}$	$\frac{8}{11}$	$\frac{8}{17}$	$\frac{20}{35}$
생성된 물질의 전체 몰수(n)	$\frac{3}{2}$	1	$\frac{14}{11}$	$\frac{18}{17}$	$\frac{40}{35}$

탄화수소 8 g을 완전 연소시켰을 때 생성된 물질의 전체 몰수(n)가 1.5몰인 탄화수소는 CH₄, 1몰인 탄화수소는 C₃H₄이므로 X는 CH₄, Y는 C₃H₄이다. 따라서 $\frac{X \text{의 분자량}}{Y \text{의 분자량}} = \frac{16}{40} = \frac{2}{5}$ 이다. 정답④

20. 금속과 금속 이온의 산화 환원 반응

금속과 금속 이온의 반응에서 수용액에 존재하는 금속 이온의 산화수와 금속 이온의 수를 곱한 값은 항상 일정하므로 금속 이온의 반응 몰수 비는 금속 이온의 산화수 비의 역수에 비례한다.

[정답맞히기] (나)와 (다)에서 각 수용액에 존재하는 A^{a+}과 B^{b+}이 모두 반응하였으므로, (다) 과정 후 각 수용액에 존재하는 C 이온의 몰수와 반응하지 않고 남은 금속 C의 몰수의 합은 반응 전 (가)에서 준비한 금속 C의 몰수와 같다. 따라서 (가)에서 준비한 금속 C(s)의 몰수를 5n이라고 하면 (다) 과정 후 물질의 몰수 비는 6:3:1이므로 (다) 과정 후 반응하지 않고 남은 C의 몰수는 3n, 비커 I의 수용액에 존재하는 C 이온의 몰수는 1.5n, 비커 II의 수용액에 존재하는 C 이온의 몰수는 0.5n이다.

(가)에서 물질의 몰수 비가 5:1:x이므로 금속 C(s)의 몰수는 5n, 비커 I의 A^{a+} 몰수는 n, 비커 II의 B^{b+} 몰수는 xn이다.

(나)에서 비커 I의 수용액에 존재하는 A^{a+} n몰이 모두 반응하고 C 이온 1.5n몰이 생성되었고 비커 II는 (가)의 상태 그대로 이므로 B^{b+} xn몰이 존재한다. 따라서 $y:2 = 1.5n:3n$ 이 성립하고 $xy = 3$ 이며, A^{a+}과 C 이온의 반응 몰수 비가 $n:1.5n = 2:3$ 이므로 이온의 산화수 비는 A^{a+}:C 이온 = 3:2이고 a=3이다.

따라서 $xy = 3$, a=3이므로 $\frac{xy}{a} = 1$ 이다. 정답①