

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

1. 탄소 동소체 그래핀

탄소의 동소체는 탄소 원자만으로 이루어진 동소체로 그래핀, 풀러렌(C_{60}), 탄소나노튜브, 다이아몬드 등이 있다.

[정답맞히기] ① 그래핀은 흑연에서 분리된 한 층으로 탄소 원자가 연결된 벌집 모양의 2차원 평면 구조이다. **정답①**

2. 아보가드로수와 몰

몰은 원자, 분자, 이온 등과 같은 작은 입자의 개수를 묶음으로 나타내는 단위이며, 1몰은 6.02×10^{23} 개의 입자 수를 의미한다.

[정답맞히기] ④ 화학식에서 구성 입자의 개수 비는 몰수 비와 같다. H_2O 분자 1개에는 H 원자 2개와 O 원자 1개가 있으므로 H_2O 1몰에는 분자가 $1 \times 6.02 \times 10^{23}$ 개, 원자가 $3 \times 6.02 \times 10^{23}$ 개가 있다. 따라서 ㉠은 1, ㉡은 3이므로 ㉠+㉡=4이다. **정답④**

3. 원소와 화합물

화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.

반응 I : $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$, $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$ 반응 II : $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$

따라서 ㉠은 CO, ㉡은 H_2 이다.

[정답맞히기] ㄴ. ㉡은 H_2 으로 1가지 성분으로 이루어진 순물질이므로 원소이다.

ㄷ. 화합물은 2가지 이상의 성분으로 이루어진 순물질이다. 반응 I과 II에서 H_2O , CO, CH_3OH , CH_4 이 화합물이다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 CO로 2원자 분자이다.

4. 원자 모형 비교

A는 현대적 원자 모형, B는 톰슨의 원자 모형, C는 보어의 원자 모형이다.

[정답맞히기] ② 수소 원자의 선 스펙트럼은 전자가 에너지가 낮은 전자껍질로 전이될 때 에너지 준위 차이에 해당하는 불연속적인 에너지의 빛만 방출하기 때문이며, 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명할 수 있는 원자 모형은 A와 C이다. 또한 전자의 존재를 확률 분포로 설명할 수 있는 원자 모형은 A이다. 따라서 (가)는 A, (나)는 C, (다)는 B이다. **정답②**

5. 등전자 이온의 반지름

전자 수가 같은 이온의 반지름은 원자핵의 전하량이 클수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 크므로 이온 반지름이 작다.

${}^8\text{O}^{2-}$, ${}^9\text{F}^{-}$, ${}^{11}\text{Na}^{+}$, ${}^{12}\text{Mg}^{2+}$ 은 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 가지므로 서로 전자 수가 같은 이온이며, ${}^{16}\text{S}^{2-}$, ${}^{17}\text{Cl}^{-}$, ${}^{19}\text{K}^{+}$, ${}^{20}\text{Ca}^{2+}$ 은 아르곤(Ar)과 같은 전자 배치를 가지므로 서로 전자 수가 같은 이온이다.

[정답맞히기] ⑤ 자료 분석 결과에서 전자 수가 같은 이온 끼리 반지름을 비교하고 있으므로 철수가 세운 가설은 ‘원자핵의 전하량이 클수록 전자 수가 같은 이온의 반지름은 작아진다’이다. **정답⑤**

6. 동위 원소

주어진 원자의 양성자 수, 중성자 수, 질량 수, 전자 수는 다음과 같다.

	${}^{12}\text{C}$,	${}^{13}\text{C}$	${}^{14}\text{N}$	${}^{15}\text{N}$	${}^{16}\text{O}$	${}^{17}\text{O}$	${}^{18}\text{O}$
원자 번호 (양성자 수)	6	6	7	7	8	8	8
중성자 수	6	7	7	8	8	9	10
질량수	12	13	14	15	16	17	18
전자 수	6	6	7	7	8	8	8

[정답맞히기] ㄴ. ${}^{13}\text{C}$ 와 ${}^{14}\text{N}$ 의 중성자 수는 7로 서로 같다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 원자는 전기적으로 중성이므로 양성자 수와 전자 수가 같다. ${}^{14}\text{N}$ 와 ${}^{15}\text{N}$ 은 동위 원소이므로 전자 수가 같다.

ㄷ. 동위 원소는 질량수는 다르지만 양성자 수가 같아 전자 수가 같으므로 화학적 성질은 같다. 따라서 ${}^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$ 와 ${}^{13}\text{C}^{18}\text{O}_2$ 는 각각 C와 O 사이의 공유 결합으로 이루어진 분자이다.

7. DNA의 염기와 아미노산

아레니우스 염기는 수용액에서 수산화 이온(OH^{-})을 내놓는 물질이고, 브뢴스테드-로우리 염기는 양성자(H^{+})를 받는 물질이다. 또한 루이스 염기는 전자쌍을 주는 물질이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 질소(N) 원자에는 비공유 전자쌍이 있으므로 산성 용액에서 H^{+} 에게 비공유 전자쌍을 주므로 루이스 염기로 작용한다.

ㄷ. (가)와 (나)를 각각 염산에 넣으면 염산이 주는 H^{+} 를 (가)와 (나)의 N가 받으므로 (가)와 (나)은 염산에서 각각 브뢴스테드-로우리 염기로 작용한다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. (나)는 물에서 OH^{-} 을 내놓지 않으므로 아레니우스 염기로 작용하지 않는다.

8. 은 반지의 복원과 산화 환원 반응

[정답맞히기] ② 과정 I 에서 Ag의 산화수가 $0 \rightarrow +1$ 로 증가하므로 산화 환원 반응이며, 과정IV에서 Ag의 산화수가 $+1 \rightarrow 0$ 으로 감소하므로 산화 환원 반응이다. 과정 II와 III에서 원자들의 산화수 변화가 없으므로 산화 환원 반응이 아니다. 정답②

9. 무극성 분자와 극성 분자의 성질

옥텟 규칙을 만족하면서 분자의 중심에 있을 때 비공유 전자쌍 수가 2개인 원자는 16족 원소의 원자이다. 또한 옥텟 규칙을 만족하면서 분자의 중심에 있을 때 비공유 전자쌍 수가 없는 원자는 14족 원소의 원자이다.

[정답맞히기] ㄱ. 물질 X의 중심 원자 B는 2개의 비공유 전자쌍이 있으므로 B는 2개의 A 원자와 공유 결합을 형성한다. 따라서 물질 X의 분자 모양은 굽은 형이다.

ㄴ. 물질 X의 분자 모양이 굽은 형이므로 물질 X는 극성 분자이다. 실험 (가)에서 X, Y가 섞이지 않고 두 층으로 분리되었으므로 물질 Y는 무극성이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 극성 분자는 극성인 용매에, 무극성 분자는 무극성인 용매에 잘 용해된다. I_2 은 무극성 분자이므로 극성인 X보다 무극성인 Y에 잘 용해되므로 (나)에서 I_2 은 Y층에 녹았다.

10. 물의 생성과 전기 분해

실험 I 과 II에서 일어나는 반응의 화학 반응식이다.

실험 I : $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$, 실험 II : $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

[정답맞히기] ㄱ. 일정한 온도와 압력에서 화학 반응식의 계수 비는 기체의 부피 비와 같다. 따라서 실험II에서 생성된 기체의 부피는 H_2 가 O_2 의 2배이다.

ㄷ. 실험 I 과 II에서 H와 O의 산화수가 변화하므로 모두 산화 환원 반응이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 실험II에서 (-)극에서는 H_2 기체가, (+)극에서는 O_2 기체가 생성되므로 (-)극에서 생성되는 기체 분자는 단일 결합으로 이루어져 있다.

11. 화합물을 구성하는 원소의 질량 비율

AC와 AC_2 에서 C의 질량 비율이 AC_2 가 더 크므로 W는 AC_2 , X는 AC이다. 또한 BC와 BC_2 에서 C의 질량 비율이 BC_2 가 더 크므로 Y는 BC, Z는 BC_2 이다.

[정답맞히기] ㄴ. W와 Z에서 일정량의 C에 결합한 A와 B의 질량 비율이 B가 A보다 크므로 원자량은 $B > A$ 이다.

ㄷ. X는 AC이고, Z는 BC_2 이므로 X와 Z에서 C 원자 1몰 당 결합한 A와 B의 몰수는 각각 1몰, 0.5몰이므로 A와 B의 몰수 비는 2:1이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. Y는 BC이다.

12. 이온 결합 화합물의 결합 모형과 성질

화학 결합 모형에서 A는 +1가의 양이온이므로 전자가 3개인 Li이다. B와 C는 단일 결합을 이루고 있고 전체적으로 -1가의 음이온이므로 B는 O, C는 H이다.

X는 A 2개와 B 1개로 구성되어 있으므로 $A_2B(Li_2O)$ 이고, Y는 B 1개와 C 2개로 이루어져 있으므로 $C_2B(H_2O)$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. Y는 비금속 원소인 O와 H가 결합하여 생성된 물질이므로 공유 결합 화합물이다.

ㄷ. Y에서 B는 원자가 전자가 6개이므로 C 2개와 각각 단일 결합을 형성하며, 옥텟 규칙을 만족한다.

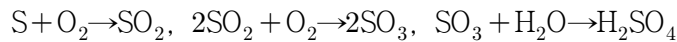


정답③

[오답피하기] ㄴ. X는 이온 결합 화합물이므로 액체 상태에서 이온이 자유롭게 움직일 수 있어 전기 전도성이 있다. 그러나 Y는 공유 결합 화합물로 이온으로 구성되어 있지 않으므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다. 따라서 액체 상태에서 전기 전도성은 $X(l) > Y(l)$ 이다.

13. 산성비의 생성과 산화 환원 반응

산성비가 만들어지는 과정을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄱ. ㉠ S이 ㉡ SO_2 으로 될 때 S의 산화수가 $0 \rightarrow +4$ 로 증가하여 산화되었고 O의 산화수가 $0 \rightarrow -2$ 로 감소하여 환원되었으므로 ㉠ S은 환원제이다.

ㄴ. 화합물에서 H의 산화수는 +1, O의 산화수는 -2이므로 ㉠ S에서 S의 산화수는 0, ㉡ SO_2 에서 S의 산화수는 +4, ㉢ SO_3 에서 S의 산화수는 +6, ㉣ H_2SO_4 에서 S의 산화수는 +6이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. ㉢ SO_3 에서 ㉣ H_2SO_4 이 될 때 S, H, O의 산화수가 변하지 않으므로 산화되거나 환원되지 않는다.

14. 철의 생산 과정과 산화 환원 반응

[정답맞히기] ① 반응하거나 생성되는 물질의 몰수 비는 화학 반응식의 계수비와 같다.

탄소(C) 72 g은 6몰($= \frac{72 \text{ g}}{12 \text{ g/몰}}$)이고, $2C + O_2 \rightarrow 2CO$ 에서 C와 CO의 계수 비는 1:1이므로 C 72 g으로 CO 6몰을 만들 수 있다.

Fe_2O_3 을 사용할 때 $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$ 의 반응에서 CO와 Fe의 계수 비는 3:2이므로 6몰의 CO로 Fe 4몰을 생성할 수 있다.

Fe_3O_4 을 사용할 때 $Fe_3O_4 + 4CO \rightarrow 3Fe + 4CO_2$ 의 반응에서 CO와 Fe의 계수 비는 4:3이므로 6몰의 CO로 Fe 4.5몰을 생성할 수 있다. 따라서 Fe_2O_3 과 Fe_3O_4 을 사용할 때 생성되는 Fe의 몰수 차이가 0.5몰이므로 질량 차이는 28 g이다.

정답①

15. 탄화수소의 원소 분석과 실험식

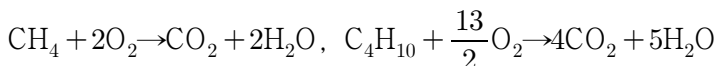
탄화수소를 완전 연소시키면 CO_2 와 H_2O 이 생성되며, 각 1몰에는 산소 원자 2몰, 1몰이 들어 있다. 탄화수소 (가)는 산소의 질량비가 1:1이므로 CO_2 1몰과 H_2O 2몰이 생성되며, (나)는 산소의 질량비가 1:4이므로 CO_2 2몰과 H_2O 1몰이 생성되며, (다)는 산소의 질량비가 5:8이므로 CO_2 4몰과 H_2O 5몰이 생성된다.

탄화수소	산소의 질량비 ($m_X : m_Y$)	생성물의 몰수 비 ($n_X : n_Y$)	X와 Y의 몰수의 합	분자식
(가)	1:1	2:1	3	CH_4
(나)	1:4	1:2	3	C_2H_2
(다)	5:8	5:4	9	C_4H_{10}

[정답맞히기] ㄱ. m_X 가 X의 질량이므로 X는 H_2O 이다.

ㄴ. 탄화수소에 포함된 C의 몰수는 CO_2 의 몰수와 같고, H의 몰수는 $2 \times \text{H}_2\text{O}$ 의 몰수와 같으므로 (나)의 분자식은 C_2H_2 이다. 따라서 (나)의 실험식은 CH이다.

ㄷ. (가)와 (다)의 연소 반응식은 다음과 같다.



연소 전 혼합물 속 (가)와 (다)의 몰수 비가 2:1이고, (가)와 (다) 혼합물의 몰수가 1몰이므로 (가)를 $\frac{2}{3}$ 몰, (다)를 $\frac{1}{3}$ 몰 혼합했다고 할 때, (가) $\frac{2}{3}$ 몰을 완전 연소시키면

CO_2 $\frac{2}{3}$ 몰과 H_2O $\frac{4}{3}$ 몰이 생성되고, (다) $\frac{1}{3}$ 몰을 완전 연소시키면 CO_2 $\frac{4}{3}$ 몰과 H_2O

$\frac{5}{3}$ 몰이 생성되므로 생성물의 총 몰수는 $\frac{2}{3} + \frac{4}{3} + \frac{4}{3} + \frac{5}{3} = 5$ 몰이다. 따라서 연소 전 혼합

물 속 (가)와 (다)의 몰수 비는 2:1이므로 $\frac{\text{연소 전 (가)의 몰수}}{\text{연소 전 (나)의 몰수}} = 2$ 이다. 정답⑤

16. 바닥상태인 원자의 전자 배치

전자가 들어 있는 전자껍질 수가 $B > A$, $D > C$ 이므로 A, C는 2주기 원소, B, D는 3주기 원소이다. 2주기 원소는 $1s^2 2s^2 2p^x$ 의 전자 배치를, 3주기 원소는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^y$ 의 전자 배치로 나타낼 수 있다. A와 B는 s와 p 오비탈의 전자 수가 같으므로 2주기 원소인 A는 p 오비탈에 4개의 전자가, 3주기 원소인 B는 p 오비탈에 6개의 전자가 있으며, C와 D는 p 오비탈에 있는 전자가 s 오비탈에 있는 전자보다 1.5배 많으므로 2주기 원소인 C는 p 오비탈에 6개의 전자가, 3주기 원소인 D는 p 오비탈에 9개의 전자가 있다. 따라서 각 원자의 전자 배치는 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄱ. 홀전자 수는 A는 2, B는 0, C는 0, D는 3개이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. B와 C의 전자 수 차이는 2개이다.

ㄷ. A가 안정한 이온이 될 때 $2p$ 오비탈로 전자 2개를 받으므로 p 오비탈 수는 변하지 않는다.

17. 제2 이온화 에너지

[정답맞히기] ④ 2주기 원소의 홀전자 수와 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 다음과 같다.

족	1	2	13	14	15	16	17	18
원소	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
홀전자 수	1	0	1	2	3	2	1	0
전자가 들어 있는 p 오비탈의 수	0	0	1	2	3	3	3	3

홀전자 수의 합이 8인 경우는 B, C, N, O이거나 C, N, O, F이다. 그런데 전자가 들어 있는 p 오비탈의 수가 C가 B보다 크므로 A~D는 B, C, N, O이다.

A~D의 바닥상태 전자 배치에서 제1 이온화 에너지를 가하여 전자를 떼어냈을 때의 전자 배치는 다음과 같다.

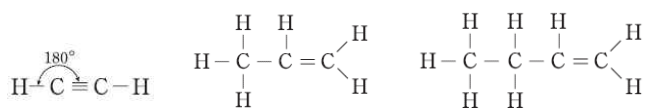
원자	바닥상태 전자 배치	전자 1개를 떼어냈을 때의 전자 배치
A	$1s^2 2s^2 2p^1$	$1s^2 2s^2$
B	$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$	$1s^2 2s^2 2p^1$
C	$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$	$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$
D	$1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$	$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$

전자 1개를 떼어낸 후 전자 배치에서 A는 $2s$ 오비탈에 2개의 전자가 있고, B는 $2p$ 오비탈에 전자 1개가 있으므로 A에서 두 번째 전자를 떼어낼 때가 B에서 두 번째 전자를 떼어낼 때보다 어려우므로 제2 이온화 에너지는 A가 B보다 크다. 또한 원자핵의 전하량은 $D > C > A$ 이므로 원자핵의 전하량이 클수록 전자를 떼어내기가 어려우므로 제2 이온화 에너지는 $D > C > A$ 이다. 따라서 제2 이온화 에너지의 크기는 $D > C > A > B$ 이다.

정답④

18. 탄화수소의 분자 모형

C_2H_2 , C_3H_6 , C_4H_8 의 구조식은 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄴ. C_3H_6 에서 $C=C-C$ 에서 2중 결합을 하고 있는 탄소 원자에 결합된 원자들은 120° 의 결합각을 이루고 있으므로  2개와  1개가 필요하며, 단일 결합을 하고 있는 탄소 원자에 결합된 원자들은 109.5° 의 결합각을 이루고 있으므로  1개와  1개가 필요하고, 수소 원자는 6개가 있으므로  6개와  6개가 필요하다. 따라서 제시된 분자 모형 세트로 조립 가능하다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. C_2H_2 에서 $C \equiv C$ 의 탄소 원자에 수소 원자는 180° 의 결합각으로 결합되어 있으므로  2개와  1개가 필요하고 수소 원자는 2개가 있으므로  2개

2개와  2개가 필요하다. 그러나 제시된 분자 모형 세트에는  1개만 있으므로 조립할 수 없다.

c. C_4H_8 $C=C-C-C$ 에서 2중 결합을 하고 있는 탄소 원자에 결합된 원자들은 120° 의 결합각을 이루고 있으므로  2개와  1개가 필요하며, 단일 결합을 하고 있는 탄소 원자에 결합된 원자들은 109.5° 의 결합각을 이루고 있으므로  2개와  2개가 필요하고, 수소 원자는 8개가 있으므로  8개와  8개가 필요하다. 그러나 제시된 분자 모형 세트에는  7개만 있으므로 조립할 수 없다.

19. 산 염기의 중화 반응과 양적 관계

[정답맞히기] ④ 혼합 용액의 양이온 수는 혼합 용액이 염기성이면 혼합 전 염기의 양이온의 몰수, 산성이면 혼합 전 $HCl(aq)$ 의 H^+ 의 몰수와 같다.

- (가)에서 $NaOH(aq)$ 의 부피가 $HCl(aq)$ 의 부피보다 크므로 혼합 용액은 염기성이며 혼합 용액 속의 양이온 수는 Na^+ 의 수와 같다. 따라서 $NaOH(aq)$ 30 mL 속에 있는 Na^+ 의 수는 2N이다.
- (다)에서 $NaOH(aq)$ 와 $KOH(aq)$ 의 부피의 합이 $HCl(aq)$ 의 부피보다 크므로 혼합 용액은 염기성이며 용액 속의 양이온 수는 Na^+ 수와 K^+ 수의 합과 같다. $NaOH(aq)$ 30 mL 속에 있는 Na^+ 의 수는 2N이고 혼합 용액 속의 양이온 수가 2.5N이므로 $KOH(aq)$ 25 mL에 있는 K^+ 의 수는 0.5N이다.
- (나)에서 $KOH(aq)$ 15 mL에 있는 K^+ 의 수는 0.3N인데 혼합 용액 속의 양이온 수가 N이므로 (나) 혼합 용액은 산성이다. 따라서 $HCl(aq)$ 20 mL 속에 있는 H^+ 수가 N이다.
- (라)에서 $HCl(aq)$ 30 mL 속에 있는 H^+ 수는 $\frac{3}{2}N$ 이고, $NaOH(aq)$ 10mL 속에 있는 Na^+ 수는 $\frac{2}{3}N$, $KOH(aq)$ 25 mL 속에 있는 K^+ 수는 0.5N이다. 이 때 H^+ 수($\frac{3}{2}N$)가 Na^+ 과 K^+ 수의 합($\frac{7}{6}N$)보다 크므로 (라)의 혼합 용액 속의 양이온 수는 H^+ 와 같은 $\frac{3}{2}N$ 이다.

정답④

20. 금속과 금속 이온의 반응과 양적 관계

[정답맞히기] ⑤ 실험 (가)~(다)에서 넣어 준 $C^+(aq)$ 의 부피가 V mL로 같으므로 (가)~(다)에서 넣어 준 C^+ 수도 같다. 또한 A가 모두 산화된 후 B가 산화되는데 (가)에는 A^{2+} , B^{3+} 이 모두 존재하므로 (가)에서 A는 모두 반응하였고, (가)와 (나)의 양이온 수 차이 값은 (나)에서 반응하여 생성된 B^{3+} 수와 같다. 또한 금속과 금속 이온의 반응에서 반응하는 입자 수비는 금속 이온의 산화수에 반비례하므로 반응하거나

생성되는 이온 수비는 $B^{3+}:C^+=1:3$ 이다.

1. (나)에서 B^{3+} 5개가 생성되었으므로 반응한 C^+ 은 15개가 반응한 것이며 $C^+(aq)$ V mL 속에는 C^+ 15개가 들어 있다는 것을 알 수 있다.

2. (가)에서 C^+ 15개가 모두 반응하였으므로 A^{2+} 과 반응한 C^+ 수를 x 라고 한다면 B^{3+} 과 반응한 C^+ 수는 $15-x$ 이다. 반응하거나 생성되는 이온 수비는 $A^{2+}:C^+=1:2$ 이므로 생성된 A^{2+} 은 $\frac{x}{2}$ 이며, $B^{3+}:C^+=1:3$ 이므로 생성된 B^{3+} 은 $\frac{(15-x)}{3}$ 이

다. 따라서 반응 후 용액 속 양이온의 수는 $\frac{x}{2} + \frac{(15-x)}{3} = 6$ 이므로 $x=6$ 이고, 반응한 A의 수는 3개, B의 수는 3개이다.

3. (다)에서 C^+ 이 존재하므로 (나)와 (다)의 이온 수 차이는 B^{3+} 수와 C^+ 수의 합과 같다.

	$B + 3C^+ \rightarrow B^{3+} + 3C$	
반응 전 입자 수	15	0
반응한 입자 수	$-3y$	$+y$
반응 후 이온 수	$15-3y$	y

$\Rightarrow$ 이온 수비 $C^+:B^{3+}=3:1$

따라서 $(15-3y)+y=13$ 이므로 $y=1$ 이며 반응한 B의 수는 1개이다.

(가)에서 반응한 A의 수는 3, B의 수는 3, (나)에서 반응한 B의 수는 5, (다)에서 반응한

B의 수는 1이므로 $\frac{B의\ 몰수}{A의\ 몰수} = \frac{9}{3} = 3$ 이다.

정답⑤