

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

1. 원소와 화합물

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

[정답맞히기] Fe, He, O₂는 1가지 성분으로 이루어진 원소이고, H₂O, NaCl은 2가지 성분으로 이루어진 화합물이므로 화합물의 종류는 2가지이다. **정답②**

2. 탄소 동소체

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 흑연, (나)는 풀러렌(C₆₀)이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 흑연과 풀러렌(C₆₀)은 모두 C 원자 1개에 결합한 C 원자 수가 3이다.

ㄷ. 흑연 1몰에 들어 있는 C 원자는 1몰이고, 풀러렌(C₆₀) 1몰에 들어 있는 C 원자는 60몰이므로, 각 물질 1몰을 완전 연소시킬 때 생성되는 CO₂의 몰수는 각각 1몰과 60몰이다. 따라서 물질 1몰을 완전 연소시켰을 때 생성되는 CO₂의 몰수는 (나)>(가)이다.

3. 산화 환원 반응

환원제는 자신은 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 물질이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 MgO은 마그네슘이 산소와 결합하여 형성된 화합물이므로 산화물이다.

ㄴ. (나)에서 CuO는 산소를 잃어 Cu로 환원되었고 C는 산소를 얻어 CO₂로 산화되었으므로, C는 환원제이다.

ㄷ. (가)에서 Mg은 전자를 잃고 산화되고, O₂는 전자를 얻어 환원되었다. 따라서 (가)와 (나)는 모두 산화 환원 반응이다. **정답⑤**

4. 화학 반응식과 반응 몰수 비

반응 전후 질량은 보존되므로 원자의 종류와 수는 변하지 않는다. 반응 전후 원자의 수를 맞추어 화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄴ. ㉠은 CaCO₃이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. $a=2$, $b=1$ 이므로 $a+b=3$ 이다.

ㄷ. 반응 몰수 비는 화학 반응식의 계수 비와 같다. 반응 몰수 비는 (가)에서 NaHCO₃ : CO₂ = 2 : 1이고, (나)에서 Ca(HCO₃)₂ : CO₂ = 1 : 1이므로 반응물 1몰을 반응

시켰을 때 생성되는 CO₂의 몰수는 비는 (나)에서가 (가)에서의 2배이다.

5. 전자 배치 규칙

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

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 에너지 준위가 같은 3p 오비탈에 있는 2개의 전자가 서로 다른 오비탈에 각각 배치되었으므로 훈트 규칙을 만족한다.

ㄴ. (나)에서 1개의 3p 오비탈에 2개의 전자가 배치될 때 스핀이 같은 방향으로 배치 되었으므로 파울리 배타 원리에 어긋난다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. (다)에서 3p 오비탈에 전자가 모두 배치되지 않았는데 4s 오비탈에 전자 1개가 배치되었으므로 쌓음 원리에 어긋난다. 따라서 (다)는 들뜬 상태 전자 배치이다.

6. 루이스 전자점식과 분자의 구조

(가)의 중심 원자 W에는 비공유 전자쌍이 1개 있고, 결합된 원자 수가 3이므로, (가)는 삼각뿔형의 분자 구조를 갖는다. (나)에서 중심 원자 Y는 비공유 전자쌍이 없고 결합된 원자 수가 4이므로, (나)는 정사면체형의 분자 구조를 갖는다. (다)에서 중심 원자 Y는 비공유 전자쌍이 없고 결합된 원자 수가 2이므로, (다)는 직선형의 분자 구조를 갖는다. (라)에서 중심 원자 Z는 비공유 전자쌍이 2개 있고 결합된 원자 수가 2이므로, (라)는 굽은 형의 분자 구조를 갖는다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 삼각뿔형이므로 극성 분자, (나)는 정사면체형으로 중심 원자에 결합된 원자의 종류가 같으므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이다. 또한 (다)는 직선형으로 중심 원자에 결합된 원자의 종류가 같으므로 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이고, (라)는 굽은 형이므로 극성 분자이다. 따라서 (가)~(라) 중 무극성 분자는 2가지이다.

ㄷ. (라)는 굽은 형 구조이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. (가)의 분자 구조는 삼각뿔형이므로 입체 구조이다.

7. 이온화 에너지의 주기적 성질

[정답맞히기] 학생 A는 '3주기에서 원자 번호가 큰 원자일수록 항상 제1 이온화 에너지(E_1)가 크다.'로 가설을 설정하였으므로, 3주기 원소 중 원자 번호가 크지만 제1 이온화 에너지가 작은 원자가 있는지를 확인하여야 한다.

제1 이온화 에너지는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 대체로 증가하지만, 2족과 13족, 15족과 16족 원소의 경우 원자 번호가 크지만 제1 이온화 에너지가 작으므로 가설에 어긋나는 비교 결과를 알아보려면 2족과 13족 원소인 (나)와 (다), 15족과 16족 원소인 (마)와 (바)를 비교하여야 한다. 정답③

8. 이온 결합과 공유 결합

XY에서 X는 +1가의 양이온이므로 2주기 1족 원소인 Li이고, Y는 -1가의 음이온이므로 2주기 17족 원소인 F이다. Z_2Y_2 에서 Z는 Y 원자 1개, Z 원자 1개와 각각 1개의 전자쌍을 각각 공유하였으므로 Z는 2주기 16족 원소인 O이다.

[정답맞히기] ㄱ. XY에서 Y^- 과 Z_2Y_2 에서 Y는 모두 18족 원소인 Ne과 전자 배치가 같으므로 옥텟 규칙을 만족한다. 정답㉑

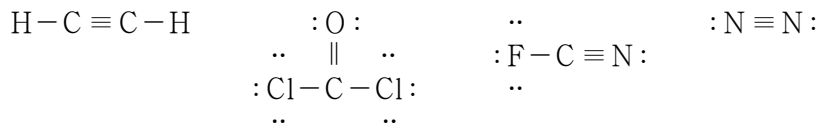
[오답피하기] ㄴ. Z_2Y_2 는 공유 결합으로 분자를 형성하였으므로 공유 결합 화합물이다.

ㄷ. Z_2 의 루이스 전자점식은 $\cdot\cdot\cdot\cdot$ 이므로 공유 전자쌍 수는 2, 비공유 전자쌍 수는 $:Z::Z:$

4이다. 따라서 $\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}} = \frac{1}{2}$ 이다.

9. 분자의 구조와 성질

4가지 분자의 구조식은 다음과 같다.



[정답맞히기] (가) 3중 결합이 있는 분자는 C_2H_2 , FCN, N_2 의 3가지이고, (나) 극성 공유 결합이 있는 분자는 C_2H_2 , COCl_2 , FCN의 3가지이며, (다) 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 분자는 C_2H_2 , N_2 의 2가지이다. 따라서 4가지 분자를 분류하기 위해 A로 (다)를 적용하면 C_2H_2 , N_2 와 COCl_2 , FCN으로 분류할 수 있고, B로 (나)를 적용하면 ㉑은 C_2H_2 , ㉒은 N_2 로 분류할 수 있다. 또한 C로 (가)를 적용하면 ㉓ FCN, ㉔ COCl_2 로 분류할 수 있다. 따라서 A는 (다), B는 (나), C는 (가)이다. 정답㉕

10. 기체의 성질

기체의 몰수는 $\frac{\text{질량(g)}}{1\text{몰의 질량(g/몰)}} = \frac{\text{기체의 부피(L)}}{\text{기체 1몰의 부피(L/몰)}}$ 이고, 전체 원자 수는 (분자 수)×(1분자 당 원자 수)와 같다.

[정답맞히기] (가) AB $1.5N_A$ 와 (다) AB_x $0.5N_A$ 에서 전체 원자 수 비는 (가):(다) = $1.5 \times 2 : 0.5 \times (1+x) = 2:1$ 이므로 $x=2$ 이다.

(나) 7 L는 0.25몰이고 (나)의 질량은 11 g이므로 분자량은 44이다. (다) $0.5N_A$ 는 0.5몰이므로 분자량은 46이다.

(나) A_2B 와 (다) AB_2 의 분자량의 합은 $3 \times (A\text{의 원자량} + B\text{의 원자량}) = 90$ 이므로 AB 의 분자량은 30이고, (가) $1.5N_A$ 는 1.5몰이므로 $\frac{y}{30} = 1.5$, $y = 45$ 이다.

(나) 11 g은 0.25몰이므로 전체 원자 수 비는 (가):(나) = $1.5 \times 2 : 0.25 \times 3 = 4:z$, $z=1$ 이

다.

따라서 $x=2, y=45, z=1$ 이므로 $\frac{y}{x+z} = \frac{45}{2+1} = 15$ 이다.

정답④

11. 원소의 주기적 성질

원자 반지름은 $O < Al < Na$ 이고, 이온 반지름은 $Al^{3+} < Na^+ < O^{2-}$ 이므로, $\frac{\text{원자 반지름}}{\text{이온 반지름}}$ 은

O가 가장 작다. 또한 이온의 전하는 O -2 , Na $+1$, Al $+3$ 이므로 $\frac{\text{이온 반지름}}{|\text{이온의 전하}|}$ 은

Al이 가장 작다. 따라서 A는 Al, B는 Na, C는 O이다.

[정답맞히기] 나. 전자 수가 같은 이온의 반지름은 원자 번호가 작을수록 크므로 C 이온(O^{2-})이 A 이온(Al^{3+})보다 크다.

다. 원자가 전자 수는 A(Al) 3, B(Na) 1, C(O) 6이다.

정답⑤

[오답피하기] 가. 같은 주기에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 크므로, 원자 번호가 큰 A(Al)가 B(Na)보다 크다.

12. 산과 염기의 정의

[정답맞히기] 가. (가)에서 CH_3NH_2 은 H_2O 로부터 H^+ 를 받았으므로 CH_3NH_2 은 브뢴스 테드-로우리 염기이다.

나. (나)에서 $HCOOH$ 은 물에 녹아 H^+ 을 내놓았으므로 아레니우스 산이다.

다. (다)에서 NH_3 의 N에 있는 비공유 전자쌍을 H^+ 에 주어 결합하였으므로 NH_3 는 루 이스 염기이다.

정답⑤

13. 탄소 화합물의 원소 분석

[정답맞히기] (가)에서 탄소 화합물 X 45 mg을 완전 연소시켰을 때, 생성된 H_2O 과 CO_2 의 질량이 각각 27 mg, 66 mg이므로 X 45 mg에 포함된 H, C, O의 질량은 다음과 같다.

$$\text{H의 질량} = H_2O\text{의 질량} \times \frac{2}{18} = 27 \times \frac{2}{18} = 3 \text{ mg}, \quad \text{C의 질량} = CO_2\text{의 질량} \times \frac{12}{44} = 66 \times \frac{12}{44} = 18 \text{ mg}$$

$$\text{O의 질량(mg)} = X\text{의 질량(mg)} - (\text{H의 질량(mg)} + \text{O의 질량(mg)}) = 45 - (3 + 18) = 24$$

원자의 몰수 비는 $C:H:O = \frac{18}{12} : \frac{3}{1} : \frac{24}{16} = 1:2:1$ 이므로 X의 실험식은 CH_2O 이고, 구성

원소의 질량 비는 $C:H:O = 18:3:24$ 이다.

(나)에서 X와 Y의 혼합물 40mg을 완전 연소시켰을 때, 생성된 H_2O 과 CO_2 의 질량이 각각 36 mg, 88 mg이므로 혼합물 40 mg에 포함된 H, C, O의 질량은 다음과 같다.

$$\text{H의 질량} = H_2O\text{의 질량} \times \frac{2}{18} = 36 \times \frac{2}{18} = 4 \text{ mg}, \quad \text{C의 질량} = CO_2\text{의 질량} \times \frac{12}{44} = 88 \times \frac{12}{44} = 24 \text{ mg}$$

$$\text{O의 질량(mg)} = \text{혼합물의 질량(mg)} - (\text{H의 질량(mg)} + \text{C의 질량(mg)}) = 40 - (4 + 24) = 12$$

X에 O가 12 mg 포함되어 있을 때 C, H의 질량은 각각 9 mg, 1.5 mg이므로 혼합물 속 Y에 포함된 C, H의 질량은 각각 15 mg, 2.5 mg이다. 따라서 Y를 구성하는 원자의 몰수 비는 $C:H = \frac{15}{12} : \frac{2.5}{1} = 1:2$ 이므로 Y의 실험식은 CH_2 이다. **정답①**

14. 산화수

화합물에서 구성 원자의 산화수 합은 0이다. X_2Y_4 에서 X의 산화수가 -2이므로 Y의 산화수는 +1이고, XZ_3 에서 X의 산화수가 +3이므로 Z의 산화수는 -1이다.

[정답맞히기] L. (나)에서 X의 산화수는 0에서 +3으로 증가하므로, X_2 는 산화된다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. X_2Y_4 에서 Y의 산화수는 +1이다.

ㄷ. X_2Y_4 에서 X는 음의 산화수를, Y는 양의 산화수를 가지므로 전기 음성도는 $X > Y$ 이고, XZ_3 에서 X는 양의 산화수를, Z는 음의 산화수를 가지므로 전기 음성도는 $Z > X$ 이다. 따라서 분자 YZ에서 공유 전자쌍은 전기 음성도가 큰 Z 쪽으로 치우치므로 Y는 양의 산화수를, Z는 음의 산화수를 가진다.

15. 원자의 구성 입자

1H 에는 양성자 1개가 있고, 4He 에는 양성자 2개, 중성자 2개가 있다. 또한 ^{12}C 에는 양성자 6개, 중성자 6개가 있고, ^{13}C 에는 양성자 6개, 중성자 7개가 있다.

[정답맞히기] 용기 속에는 4He 0.1몰, ^{12}C 0.2몰, ^{13}C 0.2몰, 1H 1.6몰이 있다.

전체 중성자 수는 $0.1\text{몰} \times 2 + 0.2\text{몰} \times 6 + 0.2\text{몰} \times 7 = 2.8\text{몰}$ 이다.

전체 양성자 수는 $0.1\text{몰} \times 2 + 0.2\text{몰} \times 6 + 0.2\text{몰} \times 6 + 1.6\text{몰} \times 1 = 4.2\text{몰}$ 이다.

따라서 $\frac{\text{전체 중성자 수}}{\text{전체 양성자 수}} = \frac{2.8}{4.2} = \frac{2}{3}$ 이다.

정답④

16. 수소 원자의 선 스펙트럼

[정답맞히기] ㄱ. 수소 원자의 선 스펙트럼에서 $n=3$ 또는 $n=4$ 인 전자가 $n=2$ 로 전이될 때 방출되는 빛은 가시광선이다. 따라서 $n_{\text{전}}=3 \rightarrow n_{\text{후}}=2$, $n_{\text{전}}=4 \rightarrow n_{\text{후}}=2$ 의 전자 전이에서 방출되는 빛의 에너지 b 와 d 에 해당하는 빛은 가시광선이다.

ㄷ. $a = \Delta E_{n=3 \rightarrow n=1}$, $b = \Delta E_{n=3 \rightarrow n=2}$, $c = \Delta E_{n=4 \rightarrow n=1}$, $d = \Delta E_{n=4 \rightarrow n=2}$ 이다.

$a + d = \Delta E_{n=3 \rightarrow n=1} + \Delta E_{n=4 \rightarrow n=2} = \Delta E_{n=4 \rightarrow n=1} + \Delta E_{n=3 \rightarrow n=2} = c + b$ 이다.

따라서 $a + d = b + c$ 이다.

정답③

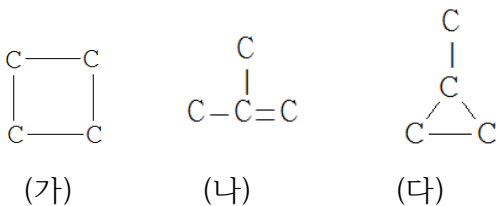
[오답피하기] L. $b = \Delta E_{n=3 \rightarrow n=2} \propto \left| -\frac{1}{2^2} - \left(-\frac{1}{3^2}\right) \right| = \frac{5}{36}$ 이고,

$$e = \Delta E_{n=4 \rightarrow n=3} \propto \left| -\frac{1}{3^2} - \left(-\frac{1}{4^2}\right) \right| = \frac{7}{16 \times 9} \text{ 이므로, } \frac{b}{e} = \frac{\frac{5}{36}}{\frac{7}{16 \times 9}} = \frac{20}{7} < 3 \text{ 이다.}$$

17. 탄화수소의 구조

사슬 모양 탄화수소는 가장 끝에 결합된 C 원자는 1개의 C 원자와 결합되어 있으므로, C 원자 1개와 결합한 C 원자의 수가 0이 아니다.

[정답맞히기] 나. (나)는 C 원자 2개와 결합한 C 원자의 수가 0이므로 사슬 모양 탄화수소이고, C 원자 3개와 결합한 C 원자의 수가 1개이며, (가)와 분자식이 같으므로 (나)의 탄소 골격은 그림과 같다. 따라서 (나)에는 다중 결합이 있다. 정답②



[오답피하기] 가. (가)는 C 원자 1개와 결합한 C 원자의 수가 0이므로, (가)는 고리 모양 탄화수소이다.

다. (다)는 C 원자 3개와 결합한 C 원자의 수가 1개이고, (가)~(다)의 분자식은 같으므로 (다)의 탄소 골격은 위의 그림과 같다. 중심에 있는 C 원자는 3개의 C 원자와 1개의 H 원자와 결합되어 있고, 이 4개의 원자는 사면체의 꼭짓점에 배열된다. 따라서 (다)에서 모든 C 원자는 동일 평면에 존재하지 않는다.

18. 중화 반응의 양적 관계

단위 부피당 이온 수는 $\frac{\text{이온 수}}{\text{용액의 부피}}$ 이므로, 이온 수는 (단위 부피당 이온 수) × (용액의 부피)와 같다. 따라서 HCl(aq)에서 단위 부피당 H⁺ 수가 n이므로, HCl(aq) 10 mL에 들어 있는 H⁺ 수는 10n이라고 가정할 수 있다.

[정답맞히기] 혼합 용액 B의 액성이 산성이므로 B보다 넣어 준 KOH(aq)의 부피가 작은 혼합 용액 A의 액성도 산성이다. 혼합 용액 A와 B에 들어 있는 H⁺ 수는 각각 $\frac{3}{8}n \times (10 + 2V)$, $\frac{1}{4}n \times (10 + 3V)$ 이다. 넣어 준 KOH(aq)에 들어 있는 OH⁻ 수는 혼합 전 HCl(aq) 10 mL에 들어 있는 H⁺ 수에서 혼합 용액에 들어 있는 H⁺ 수를 뺀 값과 같고, KOH(aq)에 들어 있는 OH⁻ 수는 넣어 준 용액의 부피에 비례하므로 다음과 같은 식이 성립한다.

$$\text{혼합 용액 A} : \text{혼합 용액 B} = 10n - \frac{3}{8}n \times (10 + 2V) : 10n - \frac{1}{4}n \times (10 + 3V) = 2 : 3$$

따라서 V=5이다.

혼합 용액 D의 액성은 염기성이므로, D에 들어 있는 OH^- 수는 $\frac{1}{6}n \times 30 = 5n$ 이다.

$\text{NaOH}(aq)$ 20 mL를 넣었을 때 H^+ 10n을 모두 중화시키고 남은 OH^- 수가 5n이므로 $\text{NaOH}(aq)$ 20 mL에 들어 있는 OH^- 수는 15n이다.

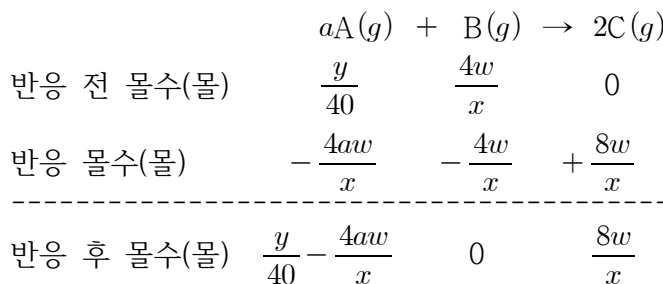
$\text{NaOH}(aq)$ 2V mL(= 10 mL)에는 OH^- 수 7.5n이 들어 있으므로 혼합 용액 C에서는 H^+ 10n 중 7.5n이 반응하고 2.5n이 남게 된다. 따라서 혼합 용액 C에서 단위 부피당 H^+ 수는 $x = \frac{2.5n}{20} = \frac{1}{8}n$ 이다. 정답①

19. 기체 반응과 양적 관계

[정답맞히기] $A(g)$ y L에 $B(g)$ 5w g을 넣었을 때 전체 기체의 부피가 최소이므로 이 때, 반응이 완결되었음을 알 수 있다. 화학 반응식에서 계수 비는 반응 몰수 비와 같으므로 $A : B : C = \frac{y}{40} : \frac{5w}{x} : (C \text{의 몰수}) = a : 1 : 2$ 이므로 $B(g)$ 5w g을 넣었을 때 생성된 C의 몰수는 $\frac{10w}{x}$ 몰이다.

또한 반응 완결 후 증가한 전체 기체의 부피는 추가로 넣어 준 $B(g)$ 3w g의 부피와 같으므로 $B(g)$ 8w g을 넣었을 때 전체 기체의 몰수는 C의 몰수(= $\frac{10w}{x}$ 몰)와 추가로 넣은 B의 몰수(= $\frac{3w}{x}$ 몰)를 더한 값이므로 $\frac{10w}{x} + \frac{3w}{x} = \frac{13w}{x}$ 몰이고, 전체 기체의 부피가 26 L이므로 $\frac{13w}{x}$ 몰 = $\frac{26}{40}$ 몰이다. 따라서 $x = 20w$ 이다.

$B(g)$ 4w g을 넣었을 때 기체 반응의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.



$B(g)$ 4w g을 넣었을 때와 $B(g)$ 8w g을 넣었을 때 전체 기체의 부피가 같으므로

$$\frac{y}{40} - \frac{4aw}{x} + \frac{8w}{x} = \frac{13w}{x} \text{이고, 이 식에 } x = 20w \text{를 대입하여 풀면 } y = 8a + 10 \text{이다.}$$

또한 반응이 완결되었을 때, 반응 몰수 비는 $A : C = \frac{y}{40} : \frac{10w}{x} = a : 2$ 이고 여기에 $x = 20w$ 를 대입하여 풀면 $y = 10a$ 이다. 따라서 $a = 5$ 이고, $y = 50$ 이다.

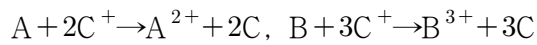
$$x = 20w, y = 50 \text{이므로 } \frac{y}{x} = \frac{50}{20w} = \frac{5}{2w} \text{이다.} \quad \text{정답②}$$

20. 금속과 금속 이온의 반응

금속과 금속 이온의 반응에서 수용액에 들어 있는 양이온의 총 전하량은 일정하므로, 반응한 이온의 입자 수는 이온의 전하의 역수에 비례한다.

[정답맞히기] (나)에서 A^{a+} $6M$ 이 모두 반응하고 B^{b+} $4M$ 이 생성되었으므로 A^{a+} 과 B^{b+} 의 전하 수 비는 2:3이다. 따라서 $a=2$, $b=3$ 이다.

(나)에서 석출된 금속 A 원자 수는 $6M$ 이고, 반응하지 않고 남은 금속 B 원자가 있으므로 B 원자 수를 xM 이라고 가정할 때, (다) 과정 후 비커에 들어 있는 금속은 1가지이므로 (다)에서 A $6M$ 과 B xM 은 모두 반응하여 A^{2+} $6M$ 과 B^{3+} xM 이 생성되었고, 각 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서 A $6M$ 과 반응한 C^+ 수는 $12M$ 이고, B xM 과 반응한 C^+ 수는 $3xM$ 이므로, 반응한 C^+ 의 총 수는 $(12+3x)M$ 이다.

또한 (다) 과정 후 수용액에 들어 있는 양이온의 총 수 $15M$ 중에는 A^{2+} $6M$, B^{3+} $(4+x)M$ 과 반응하지 않고 남은 C^+ $(5-x)M$ 이 들어 있으므로, (다)에서 넣어 준 $C^+(aq)$ 100 mL에 들어 있는 C^+ 은 $(12+3x)M + (5-x)M$ 이다.

$C^+(aq)$ 100 mL에 들어 있는 C^+ 수는 (다) 과정 후 수용액에 들어 있는 C^+ 수의 4배이므로 $(12+3x)M + (5-x)M = 4(5-x)M$ 이고, $x=0.5M$ 이다.

따라서 $C^+(aq)$ 100 mL에 들어 있는 C^+ 수는 $(12+3x)M + (5-x)M = 13.5M + 4.5M = 18M$ 이다.

정답④