

2020학년도 대학수학능력시험  
**과학탐구영역 화학II** 정답 및 해설

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

**1. 인류 복지와 화학**

[정답맞히기] 질병을 치료하고 통증을 줄이는 데 신약이 투입되어야 하고 그 개발 과정에 대한 설명이다. 정답①

**2. 반응의 자발성**

1기압, 25°C에서 반응  $\text{H}_2\text{O}(s) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$ 이 자발적으로 일어난다고 하였다.

[정답맞히기] 학생 A. 엔탈피는  $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이  $\text{H}_2\text{O}(s)$ 보다 크므로 반응 엔탈피( $\Delta H > 0$ )이다.

학생 C. 반응이 자발적으로 일어나므로 자유 에너지 변화  $\Delta G < 0$ 이다. 정답③

[오답피하기] 학생 B. 액체 상태가 고체 상태보다 무질서하므로 엔트로피가 크다. 따라서 이 반응의 반응 엔트로피  $\Delta S > 0$ 이다.

**3. 반응 엔트로피**

[정답맞히기] 반응  $\text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g) \rightarrow \text{CaCO}_3(s)$ 에서는 기체, 고체 상태의 반응물이 고체 상태의 생성물로 되어 무질서도가 감소하므로  $\Delta S_1 < 0$ 이다.

반응  $2\text{N}_2\text{O}_5(g) \rightarrow 4\text{NO}_2(g) + \text{O}_2(g)$ 에서는 기체 분자 수가 증가하여 무질서도가 증가하므로  $\Delta S_2 > 0$ 이다. 정답④

**4. 촉매와 반응 속도**

결합 A는 공유 결합이고, 결합 B는 수소 결합이다.

[정답맞히기] ㄱ.  $\text{H}_2\text{O}(s)$ 이 용해되면 공유 결합(결합 A)의 수는 변화가 없고, 수소 결합(결합 B)의 수가 감소하므로  $\frac{\text{분자당 결합 B의 평균 개수}}{\text{분자당 결합 A의 평균 개수}}$ 는 감소한다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 1g의 부피가  $\text{H}_2\text{O}(s) > \text{H}_2\text{O}(l)$ 이므로 밀도는  $\text{H}_2\text{O}(s) < \text{H}_2\text{O}(l)$ 이다.

ㄷ.  $\text{H}_2\text{O}(l)$  1g의 부피는 0°C일 때가 4°C일 때보다 크므로  $\text{H}_2\text{O}(l)$ 에서 분자 사이의 평균 거리는 0°C에서가 4°C에서보다 멀다.

**5. 분자 사이의 힘**

[정답맞히기] ㄱ.  $\text{Cl}_2$ 와  $\text{O}_2$ 는 모두 무극성 분자이고, 분자량이  $\text{Cl}_2 > \text{O}_2$ 이며 끓는점이  $\text{Cl}_2 > \text{O}_2$ 이므로 액체 상태에서 분산력은  $\text{Cl}_2 > \text{O}_2$ 이다.

ㄴ. NO는 극성 분자이고,  $\text{O}_2$ 는 무극성 분자이므로 NO 분자 사이에 쌍극자-쌍극자 힘이 존재하여  $\text{O}_2$ 보다 끓는점이 높다.

ㄷ. HF는 끓는점이 가장 높으므로 액체 상태에서 분자 사이의 인력이 가장 크다. 정답⑤

## 6. %농도와 몰농도

[정답맞히기] X를 추가하기 전 수용액의 %농도를 구하면  $C_6H_{12}O_6$ 의 몰수는  $1.2 \times 0.5 = 0.6$ 몰이고, 분자량이 180이므로  $C_6H_{12}O_6$ 의 질량은 108g이다. 수용액의 전체 부피는 0.5L이고, 밀도는 1.08g/mL이므로 수용액의 질량은  $1.08 \times 500 = 540$ g이다. 따라서 X를 추가하기 전 수용액의 %농도는  $\frac{108}{540} \times 100 = 20\%$ 이다, X를 추가하였더니 농도가 18%가 되었으므로 넣어준 X는 %농도를 감소시킨  $H_2O(l)$ 이다.  $H_2O(l)$ 을  $a$  g 추가한 후 농도가 18%이므로  $\frac{108}{540+a} \times 100 = 18\%$ 에서  $a = 60$ 이다. **정답②**

## 7. 자유 에너지 변화

(가)는 기체 반응물이 액체로 되는 반응이므로 반응 엔트로피  $\Delta S < 0$ 인 반응이고, (나)는 액체가 기체로 되는 상변화 반응이므로 반응 엔트로피  $\Delta S > 0$ 인 반응이다.  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 온도에 따른 자유 에너지 변화( $\Delta G$ )에서 기울기가 양(+)이면  $\Delta S < 0$ 인 반응이고, 기울기가 음(-)이면  $\Delta S > 0$ 인 반응이다. 따라서 I은 (가), II는 (나)이다.

[정답맞히기] ㄱ.  $T_1K$ 에서 (가)는  $\Delta G < 0$ 이므로 자발적인 반응이다.

ㄴ. (가)에서  $b = \Delta H - T_1\Delta S$ ,  $0 = \Delta H - T_3\Delta S$ 이므로  $\Delta S = \frac{b}{T_3 - T_1}$ , (나)에서

$\Delta S = \frac{a}{T_2 - T_1}$ 이므로  $\left| \frac{(\text{가})\text{의 반응 엔트로피}}{(\text{나})\text{의 반응 엔트로피}} \right| = \left| \frac{b(T_2 - T_1)}{a(T_3 - T_1)} \right|$ 이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. (나)는 액체가 기체로 되는 상변화 반응이므로 열에너지를 흡수하는 흡열 반응이다.

## 8. 화학 전지

전극 A에서  $HCOOH(aq)$ 이 반응하여  $CO_2(g)$ 이 생성되고, 전극 B에서  $O_2(g)$ 가 반응하여  $H_2O(l)$ 이 생성되는 반응이 일어난다.

[정답맞히기] ㄱ. 전극 A에서 일어나는 반응은 C의 산화수가 +2에서 +4로 증가하는 반응이므로 산화 반응이다.

ㄴ. 첫 번째 반응식에서 C의 산화수는 +4에서 +2로 변하므로 이동한 전자 수인  $x = 2$ 이다. 두 번째 반응식에서 O의 산화수는 0에서 -2로 변하는데 O의 원자 수가 2이므로 이동한 전자 수인  $y = 4$ 이다. 따라서  $x + y = 6$ 이다.

ㄷ. 전체 반응은  $2HCOOH \rightarrow 2CO_2 + 4H^+ + 4e^-$  과  $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ 의 합이다. 따라서 전체 반응식은  $2HCOOH + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$ 이다. **정답⑤**

### 9. 고체 결정 구조

[정답맞히기] A와 B의 원자량을 비교하기 위해서는 단위 세포를 이루는 원자의 개수와 질량을 알아야 한다. 밀도 =  $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 단위 세포의 질량 비는  $A : B = 15 : 28$ 이다. A는 체심 입방 구조이므로 단위 세포에 A가 2개 있고, B는 면심 입방 구조이므로 단위 세포에 B가 4개 있다. 따라서  $\frac{A \text{의 원자량}}{B \text{의 원자량}} = \frac{(15/2)}{(28/4)} = \frac{15}{14}$ 이다. 정답④

### 10. 평형의 이동

[정답맞히기]

ㄷ. A 1몰과 C 3몰을 추가하면 평형이 이동하기 전 A는 2몰, B는 2몰, C는 7몰이 되므로 반응 지수  $Q = \frac{7}{2 \times 2^2} = \frac{7}{8}$ 로 평형 상수  $K=1$ 보다 작다. 따라서 정반응 쪽으로 평형이 이동하게 되어 A는 2몰보다 작아지게 된다. 정답②

[오답피하기] ㄱ.  $TK$ 에서  $K = \frac{x}{1 \times 2^2} = 1$ 이므로  $x=4$ 이다.

ㄴ.  $He(g)$  1몰을 첨가하면 강철 용기의 내부 압력이 증가하지만 각 기체의 몰수의 변화가 없다. 따라서 B의 몰농도는 2M와 같게 된다.

### 11. 기체의 용해

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 온도를 높이면  $O_2(g)$ 의 용해도가 감소하므로  $O_2(aq)$ 의 몰농도는 감소한다. 정답①

[오답피하기] ㄱ. (가)와 (나)의 온도는 300K이므로  $H_2O(g)$ 의 압력은 같다. 따라서  $O_2(g)$ 의 압력은 (나)에서가 (가)에서의 2배보다 크다. 따라서  $O_2(g)$ 의 용해는 헨리의 법칙을 따른다고 하였으므로  $O_2(aq)$ 의 몰농도는 (나)에서가 (가)의 2배보다 크다.

ㄷ. 온도를 300K으로 유지하면서 (나)의 실린더에  $He(g)$ 을 첨가하면  $H_2O(g)$ 의 압력은 변화 없고,  $O_2(g)$ 의 부분 압력이 감소하게 된다. 따라서  $O_2(aq)$ 의 몰농도는 감소한다.

### 12. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. 25°C에서  $O_2(g)$ 의 표준 생성 엔탈피가 0이므로 ( $SO_3(g)$ 의 생성 엔탈피 -  $SO(g)$ 의 생성 엔탈피)는 3번째 반응식으로부터  $c$  kJ/몰임을 알 수 있다.

ㄴ. 반응 엔탈피( $\Delta H$ )가  $a+b$  kJ인 반응은  $SO(g) + 2O(g) \rightarrow SO_3(g)$ 이고, 반응 엔탈피( $\Delta H$ )가  $c$  kJ인 반응은  $SO(g) + O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$ 이다. 반응물의 엔탈피는  $2O(g)$ 가  $O_2(g)$ 보다 크므로  $c > a+b$ 이다.

ㄷ.  $SO_2(g) \rightarrow SO(g) + O(g) \quad \Delta H = -a \text{ kJ}$

$SO_2(g) + O(g) \rightarrow SO_3(g) \quad \Delta H = b \text{ kJ}$

+  $SO(g) + O_2(g) \rightarrow SO_3(g) \quad \Delta H = c \text{ kJ}$

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g) \quad \Delta H = -a+b+c \text{ kJ}$ 이다.

정답⑤

### 13. 라울 법칙

[정답맞히기] ㄱ. 증기 압력 내림( $\Delta P$ )= $P_{\text{용매}} \times x_{\text{용질}}$  이므로  $p = (1+p)x_{\text{용질}}$  에서 X의 물분율은  $\frac{p}{1+p}$  이다.

ㄴ. 끓는점 오름( $\Delta T_b$ )= $K_b \times a$  이므로  $(t-100)=K_b \times a$  이다. 따라서 1기압에서  $2am$  X(aq)의 끓는점 오름은 2배가 되어  $2t-200$ 이고, 끓는점은  $2t-200+100=2t-100^\circ\text{C}$  이다. 정답③

[오답피하기] ~~ㄷ.  $am$  X(aq)의 증기 압력 내림이  $p$ 이므로  $2am$  X(aq)은 증기 압력 내림이  $2p$ 가 되어 증기 압력은  $(1-p)$ 기압이다.~~

(수정본)  $am$  X(aq)의 증기 압력 내림이  $p$ 이므로 X의 물분율은  $\frac{p}{1+p}$  이고,  $2am$  X(aq)에서 X의 물분율은  $\frac{2p}{1+2p}$  이다. 따라서  $t^\circ\text{C}$ 에서 증기 압력 내림은  $\Delta P=(1+p)\frac{2p}{(1+2p)}$  이고, 이는  $2p$ 보다 작으므로 증기 압력은  $(1-p)$ 보다 크다.

### 14. 1차 반응

화학 반응식에서 A와 B의 반응 계수가 같고,  $T_1$ 에서 A(g)의 반감기는  $t$ 초이므로 A(g)에 대한 1차 반응이다. 따라서 반응 속도는 [A]에 비례하므로  $T_2$ 에서가  $T_1$ 에보다 반응 속도가 빠르다는 것을 알 수 있고, 온도는  $T_2 > T_1$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 온도는  $T_2 > T_1$ 이므로 반응 초기에 활성화 에너지( $E_a$ )보다 큰 에너지를 갖는 A(g) 분자는  $T_2$ 에서가  $T_1$ 에서보다 많다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. A(g)에 대한 1차 반응이므로 반응 속도식은  $v=k[A]$ 이다. 따라서  $T_1, T_2$ 에서 초기 속도의 상대값을 각각  $2v, 3v$ 라고 하면  $2v=k_1 \cdot a, 3v=k_2 \cdot a$ 이므로  $\frac{k_2}{k_1}=\frac{3}{2}$ 이다.

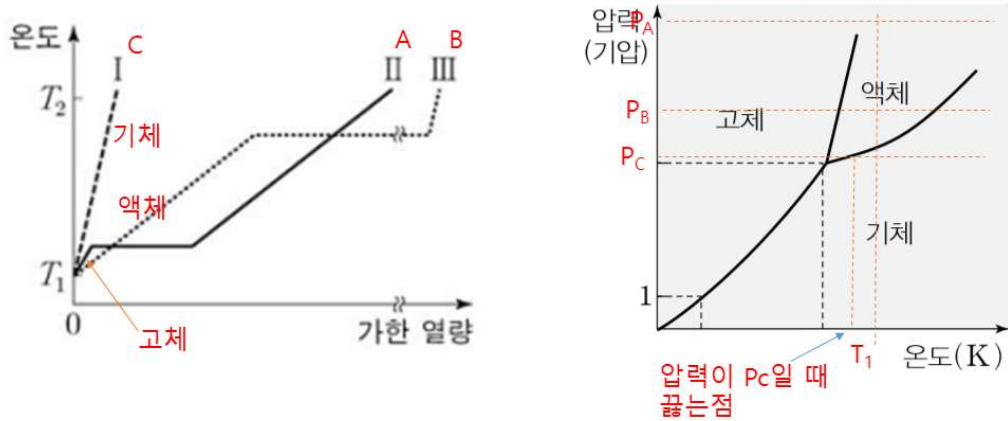
ㄷ.  $T_1$ 에서 A(g)의 반감기는  $t$ 초이므로 반응 시간이  $2t$ 초이면 농도는 다음과 같다.

	$2A \rightarrow 2B + C$		
$t=0$ 일 때 농도	$a$		
반응 농도	$-\frac{1}{2}a$	$+\frac{1}{2}a$	$+\frac{1}{4}a$
$t$ 초일 때	$\frac{1}{2}a$	$\frac{1}{2}a$	$\frac{1}{4}a$
반응 농도	$-\frac{1}{4}a$	$+\frac{1}{4}a$	$\frac{1}{8}a$
$2t$ 초일 때	$\frac{1}{4}a$	$\frac{3}{4}a$	$\frac{3}{8}a$

따라서  $2t$ 초 일 때  $[C]=\frac{3}{8}a$  M이다.

### 15. 상평형

시료 A와 B는  $T_1$ 에서 각각 고체, 액체 상태의 압력에 존재하므로 열량을 가하면 상태 변화가 나타날 것이다. 하지만 시료 C는 이미 기체 상태이므로 열량을 가해도 상태 변화가 일어나지 않을 것이므로 (나)에서 I 이 시료 C이고, Ⅲ은 열량이 가해진 후 상태가 I 과 같은 기울기를 보이므로 액체에서 기체로 상태 변화가 일어나는 물질임을 알 수 있다. 따라서 I 은 C, Ⅱ는 A, Ⅲ은 B에 해당한다.



[정답맞히기] ㄱ. Ⅱ는 고체에서 액체로의 상태 변화가 일어나는 물질이므로 시료 A이다.

ㄴ.  $T_2$ 에서  $\text{CO}_2(l)$ 는 이미 기체 상태로 존재하게 되므로 증기 압력은  $P_B$ 보다 크다.

ㄷ. 압력이  $P_C$ 이고, 온도가  $T_1$ 일 때  $\text{CO}_2$ 는 기체 상태이므로 끓는점은  $T_1$ 보다 낮다.

정답⑤

### 16. 반응 속도

화학 반응식이  $A \rightarrow 2B + C$  이므로 A가  $a$ 몰 반응하면 B는  $2a$ 몰 생성된다. 따라서 A 1몰을 넣어 반응시켰을 때  $\frac{P_B}{P_A} = \frac{2a}{1-a}$ 이고, 각 반응 시간에 A(g)의 몰수는  $1-a$ 가 되므로 정리하면 다음과 같다.

반응 시간(분)	1	2	3	4	5
$\frac{P_B}{P_A}$	6	30	62	126	254
A(g)의 몰수	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$

따라서 A에 대한 1차 반응이고 2분까지는 반감기가 0.5분, 2분 뒤에는 반감기가 1분이다.

[정답맞히기] ㄴ. 반응 시간이 1.5분이면 반감기를 3번 거친 것으로 A(g)는  $\frac{1}{8}$ 몰,

B(g)는  $\frac{7}{4}$ 몰이 존재하여  $\frac{P_B}{P_A} = 14$ 이다.

ㄷ. 2~3분 동안에는 반감기가 1분이므로 X는 반응 속도를 감소시키는 물질이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. A(g)의 양이 0.5몰이 되는 데 걸린 시간은 0.5분이다.

## 17. 산 염기 평형

[정답맞히기] ㄴ. (나)는  $x$ M HB(aq) 50mL에 0.2M NaOH(aq) 50mL를 넣어 만든 혼합 수용액으로  $[B^-]=2[HB]$ 이므로 몰수 비 HB:B $^-=1:2$ 로 중화점의  $\frac{2}{3}$ 지점에 도달하게 된 것이다. 따라서  $x=0.2 \times \frac{3}{2}=0.3$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. (가)는 0.4M HA(aq) 50mL에 0.2M NaOH(aq) 50mL를 넣어 만든 혼합 수용액이므로  $\frac{[A^-]}{[HA]}=1$ 인 용액이다. 따라서  $[H_3O^+]=K_a$ 이므로  $a=10^{-5}$ 이다.

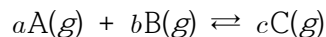
~~ㄷ. (나)에서  $x=0.3$ 이므로 0.2M NaOH(aq) 25mL를 추가하면 중화점에 도달하게 된다. 이때  $[B^-]=\frac{0.3 \times 0.05}{0.125}=\frac{3}{25}=0.12$ M이므로  $[OH^-]=\sqrt{C \times K_b}=\sqrt{0.12 \times 1.2 \times 10^{-7}}=1.2 \times 10^{-4}$ 이고, pH는  $14-4+\log 1.2=10+\log 1.2$ 로 11보다 작다.~~

(수정본) ㄷ. (나)에서  $x=0.3$ 이므로 0.2M NaOH(aq) 25mL를 추가하면 중화점에 도달하게 된다. 이때  $[B^-]=\frac{0.3 \times 0.05}{0.125}=\frac{3}{25}=0.12$ M이므로  $[OH^-]=\sqrt{C \times K_b}=\sqrt{0.12 \times \frac{1}{1.2} \times 10^{-7}}=10^{-4}$ 이고, pH=14-4=10이다

## 18. 평형 이동

[정답맞히기] 반응 전 A(g) 1몰, B(g) 2몰,  $T$ K의 압력이 1기압이므로 반응이 진행되어 완결된 후  $T$ K에서 혼합 기체의 압력이  $\frac{5}{6}$ 기압이면  $P \propto n$ 에서 혼합 기체의 몰수가 2.5몰임을 알 수 있다. 또한 온도를  $2T$ K로 높였을 때 전체 기체의 압력은  $\frac{5}{3}$ 기압이고 그 중 C의 부분 압력이  $\frac{2}{3}$ 기압이므로 남은 기체와 C의 몰수 비는 3:2이다. 이를 양적 관계로 나타내면 다음과 같다.

만약 A가 모두 반응하였다고 하면 양적 관계는 다음과 같다.



반응 전(몰)	1	2	
반응(몰)	-1	-0.5	1
반응 후(몰)		1.5	1

만약 B가 모두 반응하였다고 하면 다양한 예가 가능하고 그 중 한가지를 나타내면 다음과 같다.

$$aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g)$$

반응 전(몰)	1	2	
반응(몰)	-0.4	-2	0.4
반응 후(몰)	0.6		0.4

이 경우 반응식의 계수가 3이하인 조건을 만족하지 못한다. 따라서  $a=2$ ,  $b=1$ ,  $c=2$ 로  $a+b+c=5$ 이다. 정답③

### 19. 화학 평형

[정답맞히기] 초기 상태의 온도가  $T$ K인데 온도를 낮추어  $\frac{T}{2}$ K으로 하였을 때 혼합 기체의 부피가  $\frac{V}{2}$ L이므로 기체의 몰수는 변화가 없는 평형 이동이 일어난 것임을 알 수 있다. 따라서  $a=b=1$ 이고, I에서 C의 양은 1몰이므로 양적 관계는 다음과 같다.

$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$$

초기(몰)	1	2	3
반응	+1	+1	-2
평형 I	2	3	1
B추가		+x	
	2	3+x	1
반응	-n	-n	+2n
평형 II	2-n	3+x-n	1+2n

II에서  $A(g)$ 의 양은  $\frac{5}{3}$ 몰이므로  $n=\frac{1}{3}$ 이고, B는  $\frac{8}{3}+x$ 몰, C는  $\frac{5}{3}$ 몰이다. 평형 I과

$$\text{II의 온도가 같아서 평형 상수가 같으므로 } K = \frac{(\frac{1}{V/2})^2}{(\frac{2}{V/2})(\frac{3}{V/2})} = \frac{(\frac{5/3}{V/2})^2}{(\frac{5/3}{V/2})(\frac{8/3+x}{V/2})} = \frac{1}{6} \text{ 이다.}$$

따라서  $x = \frac{22}{3}$ 이다. 정답②

### 20. 반응 속도

반응의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

	$A(g) \rightarrow 2B(g)$	$C(g) \rightarrow 2D(g)$
반응 전(몰)	$x$	$y$
반응	$-a$ $+2a$	$-\gamma$ $+2\gamma$
반응 후(몰)	$x-a$ $2a$	$y-\gamma$ $2\gamma$

(가)에서  $A(g)$   $x$ 몰 중에서  $a$ 몰이 반응하였다고 하면  $B(g)$ 는  $2a$ 몰이 존재하므로  $2t$ 초

에서 반응물의 몰분율은  $\frac{x-a}{x-a+2a} = \frac{x-a}{x+a} = \frac{1}{7}$ 이고,  $a = \frac{3}{4}x$ 이다.  $3t$ 초에서 반응물의 몰분율이  $\frac{1}{15}$ 이므로  $x$ 몰 중에서  $\beta$ 몰이 반응하였다고 하면  $\beta = \frac{7}{8}x$ 몰이다. (나)에서  $\frac{y-\gamma}{y-\gamma+2\gamma} = \frac{y-\gamma}{y+\gamma} = \frac{1}{3}$ 이므로  $\gamma = \frac{y}{2}$ 이다. 따라서 (나)의 반응에서  $2t$ 초에 반응한  $y$ 는  $\frac{y}{2}$ 몰이다.

[정답맞히기] ㄱ. 시간  $t$ 초 동안 반응하는 양이 절반으로 감소하므로 반감기가  $t$ 초로 일정한 1차 반응이다.

ㄴ. (나)의 반응은  $t$ 초 동안 C  $\frac{y}{4}$ 몰씩 반응하는 것이므로  $t$ 초 일때는 C가  $\frac{3}{4}y$ 몰, D가  $\frac{y}{2}$ 몰이 존재하고 반응물의 몰분율  $a = \frac{3}{5}$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ.  $2t$ 초와  $3t$ 초에서  $[A]=[C]$ 이므로 몰수는 같은 것이다. (가)에서  $2t$ 초에는 A가  $\frac{x}{4}$ 몰,  $3t$ 초에는 A가  $\frac{x}{8}$ 몰 있고 (나)의  $2t$ 초에서는 C가  $\frac{y}{2}$ 몰이 있어야 하므로  $\frac{x}{4} = \frac{y}{2}$ 의 관계가 성립하여  $x = 2y$ 이다. 이때  $3t$ 초에는 C가  $\frac{y}{4}$ 몰이 있어야 하므로  $t$ 초마다 C가  $\frac{y}{4}$ 몰씩 감소하는 반응이다.