

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  $H_2O(s) \rightarrow H_2O(l)$ 이 자발적으로 일어난다고 하였다.

[정답맞히기] 학생 A. 엔탈피는  $H_2O(l)$ 이  $H_2O(s)$ 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  $CaO(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$ 에서는 기체, 고체 상태의 반응물이 고체 상태의 생성물로 되어 무질서도가 감소하므로  $\Delta S_1 < 0$ 이다.

반응  $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$ 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.  $H_2O(s)$ 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 1 g의 부피가  $H_2O(s) > H_2O(l)$ 이므로 밀도는  $H_2O(s) < H_2O(l)$ 이다.

ㄷ.  $H_2O(l)$  1 g의 부피는 0 °C일 때가 4 °C일 때보다 크므로  $H_2O(l)$ 에서 분자 사이의 평균 거리는 0 °C에서가 4 °C에서보다 멀다.

**5. 분자 사이의 힘**

[정답맞히기] ㄱ.  $Cl_2$ 와  $O_2$ 는 모두 무극성 분자이고, 분자량이  $Cl_2 > O_2$ 이며 끓는점이  $Cl_2 > O_2$ 이므로 액체 상태에서 분산력은  $Cl_2 > O_2$ 이다.

ㄴ. NO는 극성 분자이고,  $O_2$ 는 무극성 분자이므로 NO 분자 사이에 쌍극자-쌍극자 힘이 존재하여  $O_2$ 보다 끓는점이 높다.

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

## 6. % 농도와 몰 농도

[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 108 g이다. 수용액의 전체 부피는 0.5 L이고, 밀도는 1.08 g/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. 정답㉔

## 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.  $T_1$  K에서 (가)는  $\Delta G < 0$ 이므로 자발적인 반응이다.

ㄷ. (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  $\left| \frac{\text{(가)의 반응 엔트로피}}{\text{(나)의 반응 엔트로피}} \right| = \left| \frac{b(T_2 - T_1)}{a(T_3 - T_1)} \right|$ 이다. 정답㉓

[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. 정답㉕

## 9. 고체 결정 구조

[정답맞히기] A와 B의 원자량을 비교하기 위해서는 단위 세포를 이루는 원자의 개수

와 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.  $T$ K에서  $K = \frac{x}{1 \times 2^2} = 1$ 이므로  $x = 4$ 이다.

ㄴ.  $\text{He}(g)$  1몰을 첨가하면 강철 용기의 내부 압력이 증가하지만 각 기체의 몰수의 변화가 없다. 따라서 B의 몰 농도는 2 M과 같게 된다.

## 11. 기체의 용해

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 온도를 높이면  $\text{O}_2(g)$ 의 용해도가 감소하므로  $\text{O}_2(aq)$ 의 몰 농도는 감소한다. 정답①

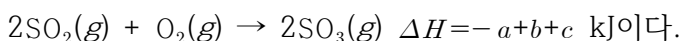
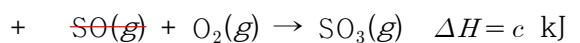
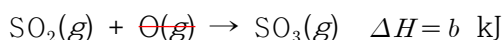
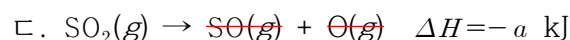
[오답피하기] ㄱ. (가)와 (나)의 온도는 300 K이므로  $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 압력은 같다. 따라서  $\text{O}_2(g)$ 의 압력은 (나)에서가 (가)에서의 2배보다 크다.  $\text{O}_2(g)$ 의 용해는 헨리의 법칙을 따른다고 하였으므로  $\text{O}_2(aq)$ 의 몰 농도는 (나)에서가 (가)에서의 2배보다 크다.

ㄷ. 온도를 300 K로 유지하면서 (나)의 실린더에  $\text{He}(g)$ 을 첨가하면  $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 압력은 변화 없고,  $\text{O}_2(g)$ 의 부분 압력이 감소하게 된다. 따라서  $\text{O}_2(aq)$ 의 몰 농도는 감소한다.

## 12. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. 25 °C에서  $\text{O}_2(g)$ 의 표준 생성 엔탈피가 0이므로  $\text{SO}_3(g)$ 의 생성 엔탈피 -  $\text{SO}(g)$ 의 생성 엔탈피)는 3번째 반응식으로부터  $c$  kJ/몰임을 알 수 있다.

ㄴ. 반응 엔탈피( $\Delta H$ )가  $a+b$  kJ인 반응은  $\text{SO}(g) + 2\text{O}(g) \rightarrow \text{SO}_3(g)$ 이고, 반응 엔탈피( $\Delta H$ )가  $c$  kJ인 반응은  $\text{SO}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{SO}_3(g)$ 이다. 반응물의 엔탈피는  $2\text{O}(g)$ 가  $\text{O}_2(g)$ 보다 크므로  $c > a+b$ 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 몰 분율은  $\frac{p}{1+p}$ 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 p이므로 2am X(aq)은 증기 압력 내림은 2p가 되어 증기 압력은 (1-p)기압이다.

### 14. 1차 반응

화학 반응식에서 A와 B의 반응 계수가 같고,  $T_1$ 에서 A(g)의 반감기는 t초이므로 A(g)에 대한 1차 반응이다. 따라서 반응 속도는 [A]에 비례하므로  $T_2$ 에서  $T_1$ 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  $T_2$ 에서  $T_1$ 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 상댓값을 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 t초이므로 반응 시간이 2t초이면 농도는 다음과 같다.

$$2A \rightarrow 2B + C$$

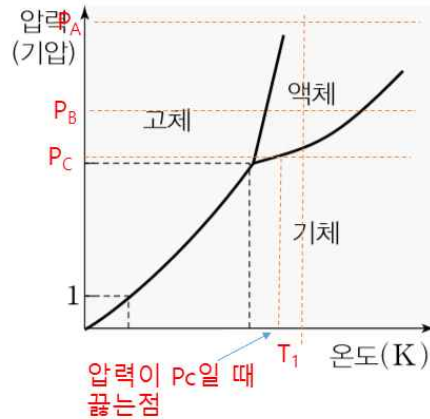
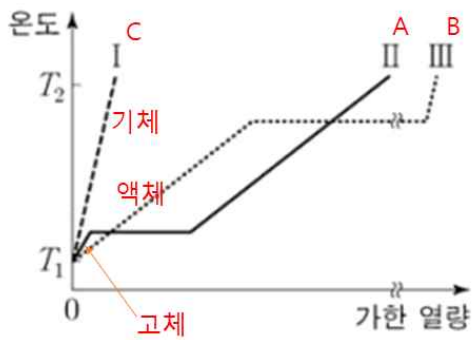
|           |                 |                 |                 |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| t=0일 때 농도 | a               |                 |                 |
| 반응 농도     | $-\frac{1}{2}a$ | $+\frac{1}{2}a$ | $+\frac{1}{4}a$ |
| t초일 때     | $\frac{1}{2}a$  | $\frac{1}{2}a$  | $\frac{1}{4}a$  |
| 반응 농도     | $-\frac{1}{4}a$ | $+\frac{1}{4}a$ | $+\frac{1}{8}a$ |
| 2t초일 때    | $\frac{1}{4}a$  | $\frac{3}{4}a$  | $\frac{3}{8}a$  |

따라서 2t초일 때  $[C] = \frac{3}{8}a \text{ M}$ 이다.

### 15. 상평형

시료 A와 B는  $T_1$ 에서 각각 고체, 액체 상태의 압력에 존재하므로 열량을 가하면 상태 변화가 일어날 것이다. 하지만 시료 C는 이미 기체 상태이므로 열량을 가해도 상태 변화가 일어나지 않을 것이므로 (나)에서 I이 시료 C이고, III은 열량이 가해진 후 상태가 I과 같은 기울기를 보이므로 액체에서 기체로 상태 변화가 일어나는 물질

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

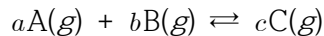
[오답피하기] ㄱ. (가)는 0.4 M  $\text{HA}(aq)$  50 mL에 0.2 M  $\text{NaOH}(aq)$  50 mL를 넣어 만든 혼합 수용액이므로  $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 1$ 인 용액이다. 따라서  $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a$ 이므로  $a = 10^{-5}$ 이다.

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

18. 평형 이동

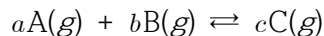
[정답맞히기] 반응 전  $\text{A}(g)$  1몰,  $\text{B}(g)$  2몰,  $TK$ 의 압력이 1기압이므로 반응이 진행되어 완결된 후  $TK$ 에서 혼합 기체의 압력이  $\frac{5}{6}$ 기압이면  $P \propto n$ 에서 혼합 기체의 몰수가 2.5몰임을 알 수 있다. 또한 온도를  $2TK$ 로 높였을 때 전체 기체의 압력은  $\frac{5}{3}$ 기압이고 그 중 C의 부분 압력이  $\frac{2}{3}$ 기압이므로 남은 기체와 C의 몰수 비는 3:2이다. 이를 양적 관계로 나타내면 다음과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



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

이 경우 반응식의 계수가 3 이하인 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  $\frac{T}{2}$ K로 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    |
| B 추가  |     | +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

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

다. 따라서  $x = \frac{22}{3}$ 이다.

정답㉔

## 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        | -γ            +2γ        |
| 반응 후(몰) | $x-a$ 2a                 | $y-\gamma$ 2γ            |

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

---

ㄷ. (나)의 반응은  $t$ 초 동안 C  $\frac{y}{4}$ 몰씩 반응하는 것이므로  $t$ 초일 때는 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.