

2018학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

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

1. 물의 수소 결합

[정답맞히기] 밀도는 물>얼음인데, 물이 얼 때는 수소 결합의 수가 증가하면서 부피가 증가한다. 정답①

2. 수소 연료 전지와 물의 광분해

[정답맞히기] ㄱ. (가)와 (나)에서 모두 산화 환원 반응이 일어나므로 전자의 이동이 있다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (가)에서는 생성물이 $H_2O(l)$ 이지만 (나)에서는 생성물이 H_2 와 O_2 이다.

ㄷ. (가)에서는 반응 과정에서 위치 에너지가 빛 에너지로 전환 되는 것이지만 빛 에너지가 필요한 것은 아니다. 하지만 (나)에서는 햇빛을 이용하여 분해 반응이 일어나는 것이므로 빛 에너지가 필요하다.

3. 반응의 자발성

풍선 내부에서는 고체 상태의 드라이아이스가 이산화 탄소 기체로 되는 과정이 일어났다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 부피가 점점 증가한 것은 이산화 탄소 기체가 생성되었기 때문이다. 기체 상태의 물질은 고체 상태의 물질보다 엔트로피가 크므로 (나)에서 엔트로피는 증가한다.

ㄴ. (나)에서 고체 상태인 드라이아이스가 기체 상태의 이산화 탄소가 되므로 기체의 몰수는 증가한다.

ㄷ. 풍선 내부에서는 자발적으로 고체 상태의 드라이아이스가 기체 상태의 이산화 탄소가 되었으므로 $CO(s) \rightarrow CO_2(g)$ 는 자발적이다. 정답⑤

4. 용액의 농도

[정답맞히기] 수용액 (가)와 (나)는 같은 질량의 용질을 녹였으므로 수용액 (가)에서 수용액 양이 100g이고 퍼센트 농도가 10%이므로 용질 X의 질량은 10 g이다. 따라서 수용액 (나)의 Y 질량도 10 g이다. 수용액 (나)의 양이 1 L이고 몰농도가 0.2M이므로 용질 Y의 몰수는 0.2몰이므로 $\frac{10}{\text{㉠}} = 0.2$ 이다. 따라서 ㉠은 50이다. (나)의 밀도는 1.0

g/mL이므로 1L는 1000g과 같다. 퍼센트 농도인 ㉡ = $\frac{10}{1000} \times 100$ 이므로 ㉡은 1이다.

정답①

5. 반응 속도

온도가 높아지면 반응 속도가 빨라지고, 부촉매를 사용하면 반응 속도가 느려진다.

[정답맞히기] ㄴ. 실험 I 과 II는 온도가 같고 촉매의 여부만 다르므로 반응 엔탈피 (ΔH)는 같다.

ㄷ. 실험 II에서 촉매 $X(s)$ 를 첨가하였을 때 초기 반응 속도가 실험 I 보다 느리므로 $X(s)$ 는 부촉매이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 초기 반응 속도가 I 이 III보다 빠르므로 온도는 $T_1 > T_2$ 이다.

6. 삼중점

물질 X 대한 자료를 상평형 그림으로 나타낸 것은 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄱ. 0.3기압, 273 K에서 X의 가장 안정적인 상태는 기체이므로 $X(l) \rightarrow X(g)$ 는 자발적으로 일어난다.

ㄴ. 0.5기압, 173 K에서 X의 가장 안정적인 상태는 고체이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 1기압, 195.42 K은 녹는점에 해당하는 온도이므로 용해 과정의 자유 에너지 변화(ΔG)는 0이다.

7. 고체 결정 구조

[정답맞히기] 탐구 과정 (다)에서 생성된 그림 III의 구조로부터 면의 중심에 구가 오게 되는 면심 입방 격자가 만들어 짐을 알 수 있다. 또한 탐구 과정 (라)에서는 위아래 구가 같은 위치에 있는 단순 입방 격자가 만들어짐을 알 수 있다. 정답④

8. 기체의 용해도

[정답맞히기] 물에 대한 $X(g)$ 의 용해도는 헨리 법칙을 따르므로 압력이 증가하면 용해도가 증가하게 된다. $P=1$ 기압일 때 $H_2O(g)$ 의 압력이 0.1기압이므로 $X(g)$ 의 압력은 0.9기압이다. $X(g)$ 의 압력이 1기압일 때 물에 대한 용해도가 w g/L이므로 $P=1$ 기압일 때 $X(g)$ 의 용해도는 $0.9w$ 이다. 수증기압은 온도에 의해서만 변하므로 $P=2$ 기압일 때에도 $H_2O(g)$ 의 압력은 0.1기압이 되고, $X(g)$ 의 압력은 1.9기압이 된다. 따라서 $P=2$ 기압일 때 $X(g)$ 의 용해도는 $1.9w$ g/L이다. 정답②

9. 열화학 반응식과 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. 연소 엔탈피(ΔH)는 물질 1몰이 완전 연소하여 가장 안정한 생성물이 될 때 방출하는 열량이므로 $C_3H_8(g)$ 의 연소 엔탈피(ΔH)는 a 이다.

ㄴ. $C_3H_8(g)$ 의 생성 엔탈피(ΔH)를 구할 수 있는 화학 반응식은 $3C(s) + 4H_2(g) \rightarrow C_3H_8(g)$ 이므로 $C_3H_8(g)$ 의 생성 엔탈피(ΔH)는 $2c + 3b - a$ 이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 1몰의 $H_2O(l)$ 이 갖는 안정한 성분 원소로 분해될 때, 엔탈피 변화(ΔH)를 구할 수 있는 화학 반응식은 $H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$ 이므로 엔탈피 변화(ΔH)는 $-\frac{c}{2}$ 이다.

10. 끓는점과 비열

주어진 자료에서 A는 2분 동안 가열하였을 때 끓는점인 32°C 에 도달하였고, B는 7분 동안 가열하였을 때 끓는점인 78°C 에 도달하였음을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 끓는점은 B가 A보다 높으므로 분자 사이에 작용하는 힘은 $B(l) > A(l)$ 이다.

ㄷ. 32°C 에서 A는 끓는점에 도달하였으므로 증기 압력과 외부 압력이 같은 상태이다. 따라서 32°C 에서 A(l)의 증기 압력은 1기압이다.

정답③

[오답 파하기] ㄴ. 같은 질량 m 의 A와 B를 동일한 열량으로 가열하였으므로 1분 동안 가해진 열량을 Q 라고 하고 0~1분 동안에 흡수한 열량으로 액체 상태의 비열을 비교할 수 있다. 따라서 $Q = c_A \times m \times 25$, $Q = c_A \times m \times 17$ 이므로 비열은 $B(l) > A(l)$ 이다.

11. 삼투압

[정답맞히기] ㄱ. 삼투압(π)은 용액의 몰농도와 온도에 비례하여 $\pi = CRT$ 로 나타낼 수 있다. 따라서 온도를 50°C 로 높이면 삼투압은 증가하여 높이 차(h)는 커진다.

ㄴ. (나)에서 P_0 일 때의 용매의 몰분율($\chi_{\text{용매}}$)이 1이므로 높이 차가 없을 것이다. 따라서 P_0 는 대기압과 같다.

ㄷ. (나)에서 $\chi_{\text{용매}} = \alpha$ 일 때 $P_1 = P_0 + \pi$ 이므로 $\pi = P_1 - P_0$ 이다.

정답⑤

12. 전기 분해

(가)와 (나)에 일정량의 전류를 t 초 동안 흘려주었을 때 각각 0.05몰의 구리가 석출되었으므로 0.1 F(전자 0.1몰)의 전하량을 흘려주었음을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 가해진 전하량이 0.1 F이므로 (가)에서 생성된 $O_2(g)$ 의 몰수는 0.025몰이고, (나)에서 생성된 $Cl_2(g)$ 의 몰수는 0.05몰이다. 따라서 발생한 기체의 몰수는 Cl_2 가 O_2 의 2배이다.

- ㄴ. (가)에서 구리가 석출되면서 H^+ 이 생성되므로 수용액의 pH는 감소한다.
 ㄷ. (나)에서 Cu 0.05몰이 생성되기 위해 흘려준 전하량은 0.1F이므로 9650C이다.

정답⑤

13. 화학 평형

실험 과정 (나)에서 A(g)의 몰농도가 0.3M이므로 1L의 용기에 들어 있는 A(g)의 몰수는 0.3몰이다. A와 B의 반응 계수가 같으므로 이때 B(g)도 0.3몰 들어 있다. (다)에서 콕을 열어 충분한 시간이 지난 뒤에 A(g)의 몰농도가 0.1M이므로 3L의 용기에 0.3몰의 A(g)가 들어 있음을 알 수 있다. 따라서 콕을 열어도 A(g)의 몰수에는 변화가 없으므로 평형 반응은 압력에 의한 평형 이동이 일어나지 않는 반응이다. 또한 (나)에서 평형 상수 $K = \frac{(0.1)^2}{0.3 \times 0.3} = \frac{1}{9}$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. (나)에서 A(g), B(g), C(g)의 몰수가 각각 0.3몰, 0.3몰, 0.1몰이므로 C(g)의 몰분율은 $\frac{1}{7}$ 이다.

ㄷ. (라)에서 A와 C를 각각 0.1몰 추가하면 3L에 들어 있는 A(g), B(g), C(g)의 몰농도는 각각 $\frac{0.4}{3}$ M, 0.1M, $\frac{0.2}{3}$ M가 된다. 이로부터 반응 지수(Q)를 구하면

$$Q = \frac{(\frac{0.2}{3})^2}{\frac{0.4}{3} \times 0.1} = \frac{1}{3}$$

이다. 따라서 $Q > K$ 이므로 역반응이 일어나야 하므로 B(g)의 몰농

도는 (라)에서가 (다)에서보다 크다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. (나)에서 생성된 0.3몰의 A(g)가 (다)에서도 몰수 변화가 없으므로 평형 반응은 압력에 의한 평형 이동이 일어나지 않는 것이다. 따라서 반응 계수 c는 2이다.

14. 반응 속도

시간에 따른 용기 속 전체 압력(P)의 자료로부터 시간에 따라 P가 증가하는 값이 반으로 줄어듦을 알 수 있다.

시간(초)	0	t	2t	3t
P(기압)	3.2	4.4	5.0	5.3
ΔP		1.2	0.6	0.3

따라서 이는 반응물인 A(g)에 관한 1차 반응으로 t는 반감기가 됨을 알 수 있다.

[정답맞히기] t는 반감기 이므로 t초에서 A의 압력은 1.6기압, C의 압력은 반응 계수에 따라 0.4기압이다. 전체 압력은 4.4기압이므로 t초에서 B의 압력은 2.4기압이다. 따라서 반응 계수 b는 6이다. 시간에 따른 A~C의 압력은 다음과 같다.

P(기압)	A	B	C	합
0	3.2	0	0	3.2
t	1.6	2.4	0.4	4.4
2t	0.8	3.6	0.6	5.0
3t	0.4	4.2	0.7	5.3

이로부터 $\frac{2t\text{초일 때 } [C]}{t\text{초일 때 } [B]} = \frac{0.6}{2.4} = \frac{1}{4}$ 임을 알 수 있다.

정답③

15. 자유 에너지 변화

자유 에너지 변화 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 주어진 온도에 따른 자유 에너지 변화(ΔG)로부터 (가)에서 $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ 이고, (나)에서 $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$ 임을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄴ. 온도에 따른 자유 에너지 변화(ΔG)에서 $|\Delta S|$ 는 기울기의 크기와 같으므로 $|\Delta S|$ 는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

ㄷ. (다)의 반응 엔탈피(ΔH)는 $2\Delta H_{(나)} - \Delta H_{(가)}$ 로부터 구할 수 있고, $\Delta H_{(가)}$ 가 $\Delta H_{(나)}$ 의 2배보다 크므로 (다)의 반응 엔탈피 $\Delta H < 0$ 이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 $\Delta S > 0$ 이므로 반응 후 기체 분자 수가 증가하는 반응이다. 따라서 $x = 1$ 이다.

16. 기체의 압력

서로 반응하지 않는 기체 A~C이므로 $\frac{PV}{T} = k(\text{일정})$ 이다.

[정답맞히기] 기체 A는 (가)와 (나)에서 $\frac{x\text{기압} \times 2L}{T} = \frac{\frac{1}{5}\text{기압} \times 5L}{2T}$ 이므로 $x = \frac{1}{4}$ 이다.

기체 B는 (가)와 (나)에서 $\frac{\frac{1}{2}\text{기압} \times 2L}{T} = \frac{P_B\text{기압} \times 5L}{2T}$ 이므로 $P_B = \frac{2}{5}$ 이다. 대기압은 1

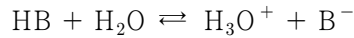
기압으로 일정하므로 (나)에서 $P_c = \frac{2}{5}$ 기압이다. 따라서 $y = \frac{2}{5}$ 이므로 $\frac{x}{y} = \frac{5}{8}$ 이다.

정답②

17. 중화 적정

산의 이온화 평형에서 HA의 $[H_3O^+]$ 는 몰농도(C)×이온화도(α)이다. HA의 이온화도 $\alpha = 1$ 이므로 (가)에서 HA의 $[H_3O^+] = 10^{-3}M$ 이므로 몰농도는 $10^{-3}M$ 이다. (가)에서 HA 10 mL의 중화점까지 가해진 NaOH(aq)의 부피가 똑같이 10 mL이므로 $a = 10^{-3}$ 이다. (나)에서 HB의 $[H_3O^+] = C' \times \alpha' = 10^{-3}M$ 이고 중화점에서 가해진 bM의 NaOH(aq)의 부피가 10 mL이므로 HB와 NaOH(aq)의 몰농도는 같다. 산 HB에 NaOH(aq) 2

mL를 가하면 중화점의 $\frac{1}{5}$ 부피에 해당하는 염기가 가해진 것이므로 평형 상태에서 부피는 12 mL가 되고, HB 초기 몰수의 $\frac{1}{5}$ 이 반응하게 된다. 이때의 평형 반응식을 나타내면



평형 상태의 몰농도 $b \times \frac{8}{12}$ 0.4×10^{-4} $b \times \frac{2}{12}$

이때 산의 이온화 상수 $K_a = \frac{(4 \times 10^{-5}) \times (b \times \frac{2}{12})}{b \times \frac{8}{12}} = 10^{-5}$ 이다. 약산인 HB의 이온화

상수 $K_a = C' \times \alpha'^2$ 으로 나타낼 수 있고, $[\text{H}_3\text{O}^+] = C' \times \alpha' = 10^{-3}$ 이므로 $\alpha' = 10^{-2}$ 이 되어 $C' = 0.1$ 이 된다.

[정답맞히기] ㄱ. $a = 10^{-3}$, $b = 0.1$ 이므로 $b > a$ 이다.

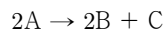
ㄴ. 중화점의 절반에 해당하는 5 mL의 $\text{NaOH}(aq)$ 를 가했을 때의 강산인 HA는 모두 이온화 한 상태에서 중화 반응하게 되어 $[\text{A}^-]$ 는 약 $10^{-3} \times \frac{10}{15} \text{M}$ 이고, 약산인 HB는 이온화를 거의 하지 않은 상태에서 중화 반응하게 되면 $[\text{HB}] = [\text{B}^-]$ 이므로 $[\text{B}^-]$ 는 약 $0.1 \times \frac{5}{15} \text{M}$ 이다. 따라서 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{B}^-]} < 1$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 평형 상태의 HB의 이온화 평형 농도를 바탕으로 $K_a = 1.0 \times 10^{-5}$ 이다.

18. 반응 속도

T_1 에서 매 10분 동안 생성되는 B의 밀도 변화량이 반으로 감소하므로 반응은 A에 관한 1차 반응이고, 반감기는 10분이다. 반응이 1차 반응이고, 반응 속도 상수가 T_2 에서 T_1 에서의 2배이므로 T_2 에서는 반감기가 5분이다.

[정답맞히기] $v = k[\text{A}]$ 이고, 분자량 비가 B:C=5:8이므로 B와 C의 분자량을 $5w$, $8w$ 이라고 하면 T_1 에서 A의 몰수는 B의 밀도로부터 구할 수 있다. 부피가 1L라고 가정하면 10분에서 B의 몰수는 $\frac{9.6}{5w}$ 이고 반응 전 A의 몰수(n_A)는 이의 2배인 $2 \times \frac{9.6}{5w}$ 가 된다.



$t = 10$ 분 몰수 $\frac{1}{2}n_A$ $\frac{1}{2}n_A$ $\frac{1}{4}n_A$

온도가 달라진다고 해서 반응 차수가 달라지는 것은 아니므로 T_2 에서는 반응 속도가 2배이므로 반감기가 5분이다. 같은 방법으로 T_2 에서 반응 전 A의 몰수(n_A')를 구하면 10분 동안 C의 몰수의 $\frac{8}{3}$ 배가 반응 전 A의 몰수이다.

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

$$t=5\text{분 몰수} \quad \frac{1}{2}n_A' \quad \frac{1}{2}n_A' \quad \frac{1}{4}n_A'$$

$$t=10\text{분 몰수} \quad \frac{1}{4}n_A' \quad (\frac{1}{2}+\frac{1}{4})n_A' \quad (\frac{1}{4}+\frac{1}{8})n_A'$$

따라서 T_2 에서 반응 전 A의 몰수는 $\frac{8}{3} \times \frac{4.8}{8w}$ 이다.

반응 속도 식은 $v = k[A]$ 이므로 $t=0$ 일 때 초기 반응 속도는 각각 $k[\frac{9.6 \times 2}{5w}]$,

$2k[\frac{8}{3} \times \frac{4.8}{8w}]$ 이다. 따라서 $\frac{T_1\text{에서 초기 반응 속도}}{T_2\text{에서 초기 반응 속도}} = \frac{k[\frac{9.6 \times 2}{5w}]}{2k[\frac{8}{3} \times \frac{4.8}{8w}]} = \frac{6}{5}$ 이다. 정답④

19. 자유 에너지 변화

$a > 0$, $b > 0$ 라고 가정하고 T_1 K에서 반응 (가)의 $\Delta G < 0$ 이고, 반응 (나)의 $\Delta G > 0$ 이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 반응 엔탈피와 반응 엔트로피로 가능한 것은 다음과 같다.

(가)	(나)
$3a + 6a = 9a$ (X)	$5a + 6a = 11a$ (O)
$3a - 6a = -3a$ (O)	$5a - 6a = -a$ (X)
$-3a + 6a = 3a$ (X)	$-5a + 6a = a$ (O)
$-3a - 6a = -9a$ (O)	$-5a - 6a = -11a$ (X)

T_2 가 T_1 보다 온도가 높다면 반응 (가)에서 $T\Delta S$ 값이 커지므로 $\Delta G < 0$ 이어야 한다. 하지만 T_2 에서 반응 (가)의 $\Delta G = 0$ 이므로 온도는 T_2 가 T_1 보다 낮은 온도이다.

[정답맞히기] ㄱ. $|T_1\Delta S|$ 이 $-6a$ 이어야 하므로 (가)의 $\Delta S > 0$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. $T_1 > T_2$ 이므로 온도가 낮은 T_2 에서 (나)의 $\Delta G < 0$ 이어야 하므로 T_1 K에서 ΔH 와 $T_1\Delta S$ 는 각각 $-5a$, $6a$ 이다. 따라서 (나)의 $\Delta H < 0$ 이다.

ㄷ. 온도는 $T_1 > T_2$ 이다.

20. 평형 상수

[정답맞히기] 대기압이 일정한 상태에서 기체의 부피는 몰수와 온도에 비례한다. ($V \propto nT$) 평형 I에 도달하였을 때, 온도가 T 로 일정하면서 혼합 기체의 부피가 $\frac{5}{4}V$ 가 되었으므로 기체의 부피는 몰수에만 비례하게 되어 $V : \frac{5}{4}V = 4 : 5 = 2 : 2.5$ 가 된다. 따라서 평형 I에서 기체의 몰수는 2.5몰이다. 평형에 도달할 때까지 생성된 C의 몰수를 x 라고 하면,



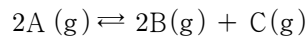
반응 전 몰수 2

반응 몰수 $-2x \quad bx \quad x$

반응 후 몰수 $2-2x \quad bx \quad x$

$2-2x+bx+x=2.5$ 이고, 평형 I에서 A와 B의 압력이 같으므로 몰수는 같게 된다. 따라서 $2-2x=bx$ 이고, $x=0.5$ 이고, $b=2$ 이다. 또한 평형 I에서 몰수는 A, B, C가 각각 1, 1, 0.5이다.

온도가 $\frac{5}{4}T$ 에 평형에 도달할 때까지 생성된 C의 몰수를 y 라고 하면,



반응 전 몰수 2

반응 몰수 $-2y \quad 2y \quad y$

반응 후 몰수 $2-2y \quad 2y \quad y$

평형 II에서 $\frac{P_B}{P_A}=2$ 이므로 $\frac{2y}{2-2y}=2$ 가 되어 $y=\frac{2}{3}$ 이다. 따라서 평형 II에서 몰수는 A, B, C가 각각 $\frac{2}{3}, \frac{4}{3}, \frac{2}{3}$ 이다. 평형 II에서 기체의 총 몰수가 $\frac{10}{3}$ 몰이고, 온도가

$\frac{5}{4}T$ 이므로 부피를 V' 이라고 하면 평형 I과 $\frac{nT}{V}$ 는 같으므로 $\frac{2.5 \times T}{\frac{5}{4}V} = \frac{\frac{8}{3} \times \frac{5}{4}T}{V'}$

의 관계가 성립하여 $V' = \frac{5}{3}V$ 이다.

평형 상수를 구할 때에는 몰농도 곱의 비로 나타내야 하므로 평형 I에서 몰농도는 A, B, C는 각각 $\frac{1}{\frac{5}{4}V} = \frac{4}{5V}, \frac{1}{\frac{5}{4}V} = \frac{4}{5V}, \frac{0.5}{\frac{5}{4}V} = \frac{2}{5V}$ 이고, 평형 II에서 몰농도는 A,

B, C는 각각 $\frac{\frac{2}{3}}{\frac{5}{3}V} = \frac{2}{5V}, \frac{\frac{4}{3}}{\frac{5}{3}V} = \frac{4}{5V}, \frac{\frac{2}{3}}{\frac{5}{3}V} = \frac{2}{5V}$ 이므로 $\frac{K_I}{K_{II}} = \frac{1}{4}$ 이다. (평형 상수의

비를 구하는 과정에서 $5V$ 는 모두 사라지므로 몰농도의 분자만 가지고 계산해도 된다.)

정답①