

2018학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

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

1. 엔트로피

[정답맞히기] 엔트로피(S)는 무질서도의 척도로 무질서한 정도를 나타낸다. 따라서 용기 내 전체 기체의 무질서한 정도인 엔트로피는 (나) < (다) < (가)이다. **정답③**

2. 분자 간 힘

쌍극자-쌍극자 힘은 극성 분자 사이에 작용하는 힘이고, 수소 결합은 전기 음성도가 매우 큰 F, O, N에 결합된 H 원자와 이우하는 분자의 F, O, N 원자 사이에 작용하는 강한 인력이다. 따라서 H_2O , OF_2 분자들은 액체 상태에서 쌍극자-쌍극자 힘이 작용하고, H_2O 만 액체 상태에서 수소 결합이 작용한다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 분류 기준으로는 3가지 중 2가지 분자를 분류하고, (나)의 분류 기준으로 (가)로 분류된 2가지 분자 중에서 1가지 분자를 분류해야 하므로 (나)는 ‘액체 상태에서 수소 결합이 존재하는가?’가 적절하다.

ㄴ. B는 액체 상태에서 쌍극자-쌍극자 힘이 작용하고, 수소 결합은 작용하지 않아야 하므로 OF_2 이다.

ㄷ. A는 H_2O 이고, C는 F_2 이므로 기준 끓는점은 A가 C보다 높다. **정답⑤**

3. 촉매의 역할

[정답맞히기] B. 부촉매는 정반응의 활성화 에너지를 높여서 반응 속도를 느리게 한다. **정답②**

[오답피하기] A. 정촉매는 활성화 에너지를 낮추므로 역반응과 정반응 모두 반응 속도를 빠르게 한다.

C. 정촉매는 반응 속도를 빠르게 하는 물질로, 평형 상수에는 영향이 없다.

4. 반응 속도 구하는 실험

[정답맞히기] ㉠ 12 M 염산 10 mL를 취해야 하므로 ㉠은 피펫인 C가 적절하다.

㉡ 1.2 M 염산을 만들어야 하므로 ㉡은 부피 플라스크인 A가 적절하다.

㉢ $t_1 \sim t_2$ 동안의 반응 속도는 평균 반응 속도이다. **정답④**

5. 물질의 특성

탐구 과제는 물질의 특성을 이용하여 물을 찾는 실험을 설계해야 하는 것이다.

[정답맞히기] ㄱ. 에탄올의 어는점은 -114°C 이고, 물의 어는점은 0°C 이므로 -20°C 에

서 에탄올은 액체 상태이고, 물은 고체 상태의 얼음으로 존재하게 된다.

ㄴ. 밀도($\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$)는 물이 에탄올보다 크므로 두 액체를 같은 부피만큼 취하여 질량을 비교하면 물이 에탄올보다 크다.

ㄷ. -20°C 인 얼음 덩어리의 밀도가 0.92 g/mL 이므로 얼음 덩어리를 액체에 넣었을 때 밀도가 이보다 큰 물에서는 위로 떠오를 것이고, 밀도가 이보다 작은 에탄올에서는 가라앉게 될 것이다. 정답⑤

6. 반응의 자발성

반응 후 기체의 몰수가 감소하는 반응은 $\Delta S < 0$ 인 반응이고, 반응이 자발적이므로 $\Delta G < 0$ 이다.

[정답맞히기] ㄷ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta S < 0$ 이고, $\Delta G < 0$ 이므로 $\Delta H < 0$ 이다. 따라서 엔탈피(H)는 반응 후가 반응 전보다 작다. 정답③

[오답피하기] ㄱ. 반응 후에 기체의 전체 몰수가 감소하므로 엔트로피는 반응 전이 반응 후보다 크다.

ㄴ. 이 반응이 자발적으로 일어난다고 하였으므로 $\Delta G < 0$ 이다. 따라서 자유 에너지(G)는 반응 후가 반응 전보다 작다.

7. 상평형과 자발성

[정답맞히기] ㄱ. ㉠의 온도와 압력에서 A는 기체 상태로 존재하게 되므로 $A(l) \rightarrow A(g)$ 의 반응은 자발적으로 일어나게 된다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)의 상평형 그림에서 B의 어는점은 P_1 기압에서가 P_2 기압에서보다 낮다.

ㄷ. 기준 끓는점에서의 증기 압력은 1기압으로 모두 같다.

8. 고체의 결정 구조

(가)는 체심 입방 구조, (나)는 면심 입방 구조이다. B의 단위 세포에 포함된 원자 수가 2이므로 B는 (가)의 체심 입방 구조이고, A는 (나)의 면심 입방 구조이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 면심 입방 구조이므로 단위 세포에 포함된 원자 수가 면에 3개($=\frac{1}{2} \times 6$), 꼭지점에 1개($=\frac{1}{8} \times 8$)이다. 따라서 $x = 4$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. B 결정은 체심 입방 구조이므로 한 원자에 가장 인접한 원자수는 8이다.

ㄷ. 단위 세포의 질량비는 $A : B = (4 \times 4) : (5 \times 2) = 8 : 5$ 이다.

9. 반응 지수와 평형 상수

[정답맞히기] ㉠에서 A의 몰분율이 0.4이므로 B의 몰분율은 0.6이다. 화학 반응식의

로부터 물분율을 몰농도로 바로 나타낼 수 있으므로 이로부터 구할 수 있는 반응 지수 $Q = \frac{0.6}{0.4} = \frac{3}{2}$ 이다. 이때, $\frac{K}{Q} = 2$ 이므로 $K = 3$ 이다. 따라서 $K > Q$ 이므로 반응은 정반응 쪽으로 진행하게 되어 정반응의 $\Delta G < 0$ 이다. 정답④

10. 반응 속도

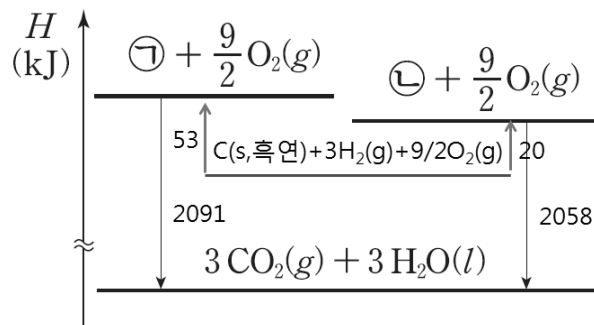
Ⅱ에서 반응 시간에 따라 반응 속도가 일정하게 감소하고 있으므로 이 반응은 1차 반응임을 알 수 있다.

[정답맞히기] 반응 속도식을 T_1 K에서 $v = k[A]$, T_2 K에서 $v = 2k[A]$ 로 나타낼 수 있으므로 2초 일 때 반응 속도를 나타내면 T_1 K에서 $1.5v = k[A]$ 이고, T_2 K에서 $v = 2k[A]$

이므로 $\frac{\text{Ⅱ에서의 } [A]}{\text{Ⅰ에서의 } [A]} = \frac{\frac{v}{2k}}{\frac{1.5v}{k}} = \frac{1}{3}$ 이다. 정답①

11. 반응 엔탈피

A와 B의 생성 엔탈피가 모두 양수이므로 생성 엔탈피의 반응에 해당하는 물질 $C(s, \text{흑연}) + 3H_2(g) + \frac{9}{2}O_2(g)$ 의 엔탈피는 연소 반응의 반응물 보다 아래쪽에 있다. 이를 토대로 연소 반응의 반응 엔탈피가 높은 ㉠이 B이고, ㉡이 A임을 알 수 있다.



[정답맞히기] ㄱ. 두 물질의 생성 엔탈피가 모두 양수이므로 엔탈피가 높은 ㉠이 생성 엔탈피가 큰 B이다.

ㄴ. A의 연소 엔탈피가 -2058 kJ/몰이므로 생성 엔탈피가 33 kJ/몰만큼 높은 ㉠의 연소 엔탈피는 -2019 kJ/몰이다.

ㄷ. $CO_2(g)$ 의 생성 엔탈피와 $H_2O(l)$ 의 생성 엔탈피의 합은

$C(s, \text{흑연}) + 3H_2(g) + \frac{9}{2}O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 3H_2O(l)$ 의 반응으로부터 구할 수 있으므로

$-\frac{(2058 - 20)}{3} = -\frac{2038}{3}$ kJ/몰이다. 정답⑤

12. 화학 전지

표준 환원 전위 자료로부터 $x = 0.34 - (-0.76) = 1.10$ 임을 알 수 있다. (나)의 전지는 0.46V의 전위차를 나타내므로 $a - 0.34 = 0.46$ 이어야 한다. 따라서 $a = 0.80$ 이다.

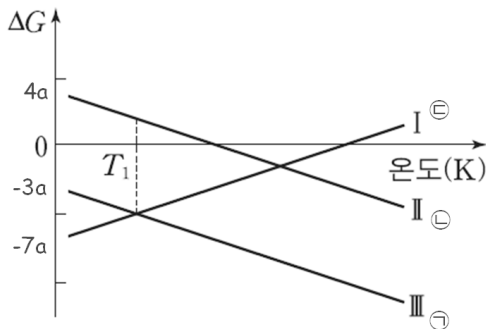
[정답맞히기] ㄴ. 표준 환원 전위는 $A > Cu$ 이므로 (나)에서 구리 반쪽 전지가 (-)극이고, A의 반쪽 전지가 (+)극이다. 따라서 반응이 진행됨에 따라 Cu^{2+} 의 몰수는 증가하고, A^+ 의 몰수는 감소하게 되어 $\frac{[Cu^{2+}]}{[A^+]}$ 는 증가한다.

ㄷ. $a = 0.80V$ 이므로 $Zn(s) + 2A^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2A(s)$ 반응의 표준 전지 전위는 $0.80 - (-0.76) = 1.56V$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 Zn 반쪽 전지는 산화 반응이 일어나므로 Zn전극에서 Zn은 Zn^{2+} 로 되어 질량은 감소한다.

13. 자유 에너지 변화(ΔG)

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 (나)에서 그래프의 $\Delta G = 0$ 이 되는 점이 ΔH 의 값에 해당한다. ㉠~㉣의 $|\Delta H|$ 은 $3a$, $4a$, $7a$ 중 하나이므로 그래프로부터 ㉠은 III, ㉡은 II, ㉢은 I임을 알 수 있다.



[정답맞히기] ㄴ. ㉡은 II이므로 $\Delta G = 4a - T\Delta S$ 이다. 따라서 $T_2\Delta S = 4a$ 를 만족하는 T_2 K에서 ㉡의 $\Delta G = 0$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. I은 $\Delta G = 0$ 이 되는 지점인 ΔH 의 크기가 가장 크므로 $|\Delta H| = 7a$ 인 ㉢이다.

ㄷ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta G = 0$ 일 때 $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$ 이므로 $\Delta G = 0$ 일 때 T 로 비교하면 $\frac{\Delta H}{\Delta S}$ 는 ㉢이 ㉡보다 크다.

14. 중화 적정

중화점에서 가해진 $NaOH(aq)$ 의 부피가 (가)는 50mL, (나)는 100mL이다.

[정답맞히기] ㄱ. 중화점에서 $NaOH(aq)$ 의 부피로부터 적정 전 초기 몰농도는 (나)의 $HB(aq)$ 가 (가)의 $HA(aq)$ 의 2배임을 알 수 있다.

ㄷ. $\text{HB}(aq)$ 의 몰농도는 0.2M 이고, pH 는 3이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = C\alpha = 0.2 \times \alpha = 10^{-3}\text{M}$ 이다. $\text{NaOH}(aq)$ 이 50mL 가해진 지점은 중화점의 절반이므로 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 1$ 이 되어 $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$ 이다. 따라서 x 는 K_a 로부터 구할 수 있다. $K_a = C\alpha^2 = 0.2 \times (5 \times 10^{-3})^2 = 5 \times 10^{-6}$ 이고, $x = 6 - \log 5 = 5 + \log 2 \approx 5.3$ 이다. 따라서 $x > 5$ 이다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. $\text{HA}(aq)$ 의 몰농도는 가해진 $\text{NaOH}(aq)$ 와 같으므로 0.1M 이다. 0.1M 의 $\text{HA}(aq)$ 의 pH 는 3이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}\text{M}$ 이고, $\text{HA}(aq)$ 의 이온화도(α)는 0.01 이다. 따라서 $\text{HA}(aq)$ 은 약산이고, 중화점에서 A^- 은 가수분해하여 A^- 의 몰농도는 $\frac{0.005\text{몰}}{0.1\text{L}} = 0.05\text{M}$ 보다 작게 된다.

15. 용액의 농도

몰농도는 $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피(L)}}$, 몰랄농도는 $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 질량(kg)}}$ 로부터 구할 수 있다. (가)에서 0.1M 50mL 이므로 0.005몰 의 A가 들어 있다. A의 화학식량은 200이므로 1m 의 수용액에는 용질 200g 과 용매 1000g 이 들어 있게 된다. 따라서 (다)에서 1m 60g 에는 10g 의 A가 들어 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 0.005몰 의 A가 들어 있으므로 A의 화학식량으로부터 1g 의 A가 들어 있음을 알 수 있다. 따라서 A의 질량은 (다)가 (가)의 10배이다.

ㄷ. (나)에는 A가 1g , (라)에는 A가 10g 들어 있으므로 A의 총 질량은 11g 이고, (나)와 (라)의 수용액의 질량은 각각 100 , 120g 이다. 따라서 퍼센트 농도는 $\frac{11}{220} \times 100 = 5\%$ 이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 수용액의 부피가 2배가 되었으므로 몰농도는 0.5 배가 되어 $x = 0.05$ 이다. (라)에서는 수용액 중 물의 질량이 50g 에서 110g 을 증가하게 되므로 $y < \frac{1}{2}$ 이다. 따라서 $y < 10x$ 이다.

16. 증기 압력 내림

순수한 용매에 비휘발성인 용질이 녹아 있는 묽은 용액에서 용액의 증기 압력은 순수한 용매의 증기 압력보다 낮아진다.

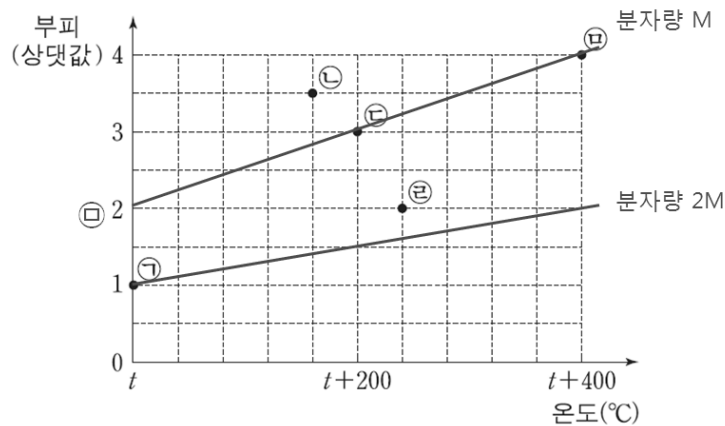
[정답맞히기] ㄱ. t_2 에서 물의 증기 압력과 t_1 에서 포도당 수용액의 증기 압력과 같으므로 온도는 $t_1 > t_2$ 이다.

ㄴ. P_1 은 온도가 높은 상태의 물의 증기 압력이므로, 온도가 낮고 수용액의 증기 압력인 P_3 는 P_1 보다 작다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 라울 법칙은 비휘발성, 비전해질인 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 증기 압력은 용매의 몰 분율에 비례한다는 것이므로 온도가 달라도 수용액의 몰농도는 같으므로 $\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_3}{P_2}$ 이다.

17. 샤를 법칙

㉠과 ㉡에 해당하는 기체는 분자량이 각각 $2M$, M 이므로 t 에서 ㉡의 부피는 ㉠의 2배이어야 한다. 따라서 ㉡의 부피가 t 에서의 2배가 되는 지점이 $t+400$ 일 때이다. 샤를 법칙에 따르면 기체의 부피는 절대 온도에 비례하므로 $(t+273):(t+400+273)=1:2$ 이다.



[정답맞히기] ㄱ. 절대 온도는 $t+400$ 일 때가 t 일 때의 2배이므로 $t=127$ 이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 기체의 부피는 몰수에 비례하므로 같은 온도 조건에서 가장 부피가 큰 ㉡이 가장 몰수가 큰 기체이다.

ㄷ. 분자량이 M 인 기체는 ㉡인데 샤를 법칙에 따르면 ㉢도 분자량이 ㉡과 같다. 따라서 ㉠, ㉣이 분자량이 M 보다 큰 기체이다.

18. 평형 상수

화학 반응식에서 계수 관계에 따라서 생성된 C의 몰수는 반응한 A와 B의 몰수의 2배임을 알 수 있다. 이를 토대로 평형 상태에서 A~C의 몰수를 나타내면 다음과 같다.

평형 상태에서 기체의 몰수	I	II	III
A	$1 - \frac{n}{2}$	$3 - n$	$3 - \frac{3}{2}n$
B	$3 - \frac{n}{2}$	$3 - n$	$3 - \frac{3}{2}n$
C	n	$2n$	$3n$

평형 I 과 II 는 온도 변화가 없으므로 평형 상수가 같다. 이를 식으로 나타내면

$$\frac{n^2}{(1 - \frac{n}{2})(3 - \frac{n}{2})} = \frac{4n^2}{(3 - n)^2} \text{ 이므로 } n = \frac{3}{2} \text{ 이다. 구한 } n \text{ 의 몰수를 바탕으로 다시 몰수를}$$

나타내면 다음과 같다.

평형 상태에서 기체의 몰수	I	II	III
A	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{4}$
B	$\frac{9}{4}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{4}$
C	$\frac{3}{2}$	3	$\frac{9}{2}$
평형 상수(K)	4	4	36

따라서 $\frac{\text{평형 III에서의 평형 상수}}{\text{평형 I에서의 평형 상수}} = 9$ 이다.

정답⑤

19. 반응 속도

A의 초기 몰수를 달리하였는 데도 t_1 초일 때 B(g)의 몰수가 모두 같으므로 A의 몰농도와는 무관한 반응임을 알 수 있다. 따라서 이 반응은 0차 반응이다.

[정답맞히기] 화학 반응식의 계수에 따라 t_1 초, 강철 용기 I (T_1 K)에서 반응한 A의 몰수는 1.8몰이 되고 남아 있는 A의 몰수는 0.6몰이 된다. 또한 t_1 초, 강철 용기 II (T_2 K)에서도 반응한 A의 몰수는 1.2몰이고 남아 있는 A의 몰수는 1.2몰이다. 반응이 0차 반응이므로 두 반응 용기에서는 반응 속도 상수 차이만 존재한다. 따라서 I 과 II 에서 A의 몰수 감소를 나타내면 다음과 같다.

$$\text{I} : 4.6 - \frac{1.8}{t_1}t$$

$$\text{II} : 4.2 - \frac{1.2}{t_1}t$$

따라서 두 용기 속 A의 몰수가 처음으로 같아지는 시간은 $4.6 - \frac{1.8}{t_1}t = 4.2 - \frac{1.2}{t_1}t$ 에서

$$t = \frac{2}{3}t_1 \text{이다.}$$

정답④

20. 이온화도

[정답맞히기] 1 M NaA(aq)의 pH가 0.1M NaB(aq)의 pH보다 1만큼 큰 것으로부터 A⁻과 B⁻의 이온화도 관계를 구할 수 있다.

A⁻ + H₂O ⇌ HA + OH⁻ 에서 [A⁻]=1M이므로 [OH⁻]=1×α이고,

B⁻ + H₂O ⇌ HB + OH⁻에서 [B⁻]=0.1M이므로 [OH⁻]=0.1×α'이므로

pH가 (가)가 (나)보다 1만큼 크다고 하였으므로 OH⁻의 농도는 A⁻이 B⁻보다 10배 더 많다. 따라서 $\frac{0.1 \times \alpha'}{1 \times \alpha} = \frac{1}{10}$ 이고, α = α'이다. A⁻과 B⁻은 모두 약염기이므로

염기의 이온화 상수(K_b)는 A⁻이 1×α², B⁻이 0.1×(α')²이므로
 $\frac{A^- \text{의 } K_b}{B^- \text{의 } K_b} = \frac{1 \times \alpha^2}{0.1 \times (\alpha')^2} = 10 \text{이다.}$ $\frac{A^- \text{의 } K_b}{B^- \text{의 } K_b} = \frac{HB \text{의 } K_a}{HA \text{의 } K_a} = \frac{C \times (\alpha')^2}{C' \times \alpha^2} = 10 \text{이므로 이}$

를 주어진 농도의 산들에 적용하면 $\frac{0.1 \times (\alpha')^2}{1 \times \alpha^2} = 10$ 이고, $(\frac{\alpha'}{\alpha})^2 = 100$ 이다. 따라서

$\frac{1 \text{ M HA(aq)에서 HA의 이온화도}}{0.1 \text{ M HB(aq)에서 HB의 이온화도}} = \frac{\alpha}{\alpha'}$ 는 0.1이다.

정답②