

● [화학 II]

1. 분자 사이의 힘 [2점] [정답] ⑤

- X는 Br, Y는 Cl, Z는 F이다.
- Y(Cl)는 3주기 원소이다.
- 분자량이 가장 큰 HX(HBr)가 분산력이 가장 크다.
- HZ(HF)의 끓는점이 가장 높은 주된 이유는 수소 결합을 형성하기 때문이다.

2. 화학 평형과 반응 속도 [2점] [정답] ④

- $T_1 < T_2$ 이고 정반응이 발열 반응이므로 온도가 높을수록 평형 상수  $K$ 는 감소한다.
- 온도가 높아지면 정반응과 역반응의 반응 속도 상수( $k$ )가 모두 증가하며, 평형 상태에서 정반응 속도가 증가한다. 평형 상태에서 정반응 속도와 역반응 속도는 같으므로 역반응 속도도 증가한다.

3. 결합 에너지와 생성 엔탈피 [2점] [정답] ②

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ 의 반응 엔탈피( $\Delta H$ )를  $x$  kJ로 두면 다음과 같다.  
 $x = (H-H$ 의 결합 에너지 +  $Cl-Cl$ 의 결합 에너지) -  $(2 \times H-Cl$ 의 결합 에너지)  
 $= (H-H$ 의 결합 에너지 +  $F-F$ 의 결합 에너지 +  $a$ ) -  $\{2 \times (H-F$ 의 결합 에너지 -  $b)\}$   
 $= 2 \times HF(g)$ 의 생성 엔탈피 +  $a + 2b$   
 $= 2c + a + 2b$   
 따라서  $HCl(g)$ 의 생성 엔탈피(kJ/mol)는  $\frac{a}{2} + b + c$ 이다.

4. 용해도 곡선 [2점] [정답] ④

- $T_2$ 에서 A 포화 수용액의 퍼센트 농도(%)는  $\frac{w}{100+w} \times 100 = 37.5(\%)$ 이므로  $w=60$ 이다.
- 10% A 수용액 100g은 물 90g에 A 10g이 녹아 있으므로 A의 몰분율은  $\frac{\frac{10}{60}}{\frac{10}{60} + \frac{90}{18}} = \frac{1}{31}$ 이다.
- $T_1$ 에서 A 포화 수용액은 물 100g에 A 42g이 녹아 있으므로 몰랄 농도는  $\frac{10 \times 42}{60} = 7(m)$ 이다.
- $T_2$ 에서 A 포화 수용액 160g을  $T_1$ 으로 냉각시키면 A 18g이 석출되므로 A 포화 수용액 80g을  $T_1$ 으로 냉각시키면 A 9g이 석출된다.

5. 평형의 이동 [2점] [정답] ③

- 정반응이 발열 반응이므로 온도를 높이면 평형은 역반응 쪽으로 이동한다.
- 피스톤 위에 추를 올리면 평형은 기체의 몰수가 감소하는 정반응 쪽으로 이동한다.
- 헬륨 기체를 넣어주면 반응물과 생성물의 부분 압력이 모두 감소하므로 기체의 몰수가 증가하는 역반응 쪽으로 평형이 이동한다.

6. 고체의 결정 구조 [3점] [정답] ⑤

- (나)에서 B 양이온과 가장 인접한  $O^{2-}$ 의 수는 12개이다.

- (가)에서 단위 세포당 A 양이온의 수는  $\frac{1}{4} \times 12 + 1 = 4$ (개)이다. (나)에서는 단위 세포당 B 양이온의 수가  $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ (개), C 양이온의 수가 1개이므로 단위 세포당 양이온 수는 2개이다. 따라서 단위 세포당 양이온 수는 (가)가 (나)의 2배이다.
- (가)와 (나)의 화학식은 각각  $AO, BCO_3$ 이다. A 양이온과 B 양이온의 전하가 +2로 같다면 (나)에서  $|2+C$  양이온의 전하 =  $|-6|$ 이므로 C 양이온의 전하는 +4이다.

7. 용해 엔탈피와 엔트로피 [2점] [정답] ①

- $25^\circ C$ 에서 X가 물에 용해되는 반응의  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ 이므로, 자발적이다.
- $\Delta H_1 > 0, \Delta H_2 > 0, \Delta H_3 < 0$ 이고  $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 < 0$ 이므로  $|\Delta H_1 + \Delta H_2| < |\Delta H_3|$ 이다.
- X의 용해는  $\Delta H < 0, \Delta S < 0$ 인 반응이므로  $T < \frac{\Delta H}{\Delta S}$ 에서 자발적이다.  $25^\circ C$ 에서 자발적이므로  $10^\circ C$ 에서도 자발적이고, 따라서  $\Delta G < 0$ 이다.

8. 기체의 성질 [3점] [정답] ③

- 눈금 실린더 속  $C_3H_8$ 의 분자 수는 (가)와 (나)에서 같고, 수증기의 분자 수는 (나)에서 (가)에서보다 작다. 따라서 기체의 총 분자 수는 (가)에서 (나)에서보다 크고, 수증기의 몰분율은 (가)에서 (나)에서보다 크다.
- (가)와 (나)에서  $C_3H_8$ 의 부분 압력을 각각  $P_{(가)}, P_{(나)}$ 라고 하면 보일 법칙에 의해  $P_{(가)} \times a = P_{(나)} \times b$ 이다.  $1 = P_{(나)} + P$ 이므로  $P_{(가)} \times a = b \times (1 - P)$ 이다.

9. 중화 적정 [2점] [정답] ④

- $x$  M NaOH(aq) 100 mL 속  $OH^-$ 의 몰수가 0.05몰이므로  $0.05 = x \times 0.1$ 에서  $x = 0.5$ 이다.
- $K_a = C\alpha^2 = 1 \times 10^{-6}$ 이고  $C = 1(M)$ 이므로  $\alpha = 1 \times 10^{-3}$ 이다. 따라서 P점에서  $A^-$ 의 몰수는  $5 \times 10^{-5}$ 몰이다.
- Q에서 용액의 부피는 100 mL이고  $Na^+$ 의 몰수는 0.025몰이므로  $[Na^+] = 0.25$  M이다.
- R에서 용액 175 mL에  $OH^-$ 이  $\frac{0.05}{4}$  몰 들어 있으므로  $[OH^-] = \frac{1}{14}$  M이다.
- $25^\circ C$ 에서  $A^-$ 의 이온화 상수( $K_b$ ) =  $\frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-6}} = 1 \times 10^{-8}$ 이다.

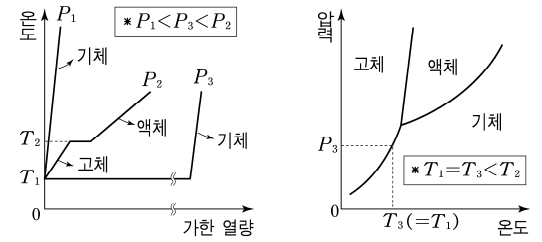


10. 상평형 그림 [3점] [정답] ①

알짜 개념

상평형 그림이란 물질의 상태를 온도와 압력에 따라 나타낸 그림으로, 승화 곡선, 기화 곡선, 용해 곡선으로 이루어져 있다. 세 곡선이 만나는 점을 삼중점이라 하고, 삼중점에서 물질은 고체, 액체, 기체 3가지 상태로 함께 존재한다. 삼중점보다 높은 압력에서 고체를 가열하면 고체 → 액체 → 기체로 상태가 변하지만, 삼중점보다 낮은 압력에서 고체를 가열하면 고체 → 기체의 상태 변화(승화)가 일어난다.

한눈에 쏙 보는 해설

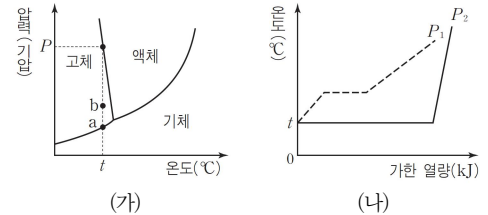


자세히 보는 해설

- (가)에서 압력  $P_3$ , 온도  $T_1$ 일 때 승화가 일어나고 있으며 (나)에서 압력  $P_3$ , 온도  $T_3$ 에서 승화가 일어나고 있으므로  $T_1 = T_3$ 이다.
- $P_1 < P_3$ 이고,  $P_2$ 는 삼중점의 압력보다 높으므로  $P_1 < P_2$ 이다.
- 온도  $T_2$ , 압력  $P_3$ 에서 A의 가장 안정한 상태는 기체이므로  $A(g) \rightarrow A(l)$ 의  $\Delta G > 0$ 이다.

같은 내용 다른 유형 문항

그림 (가)는 물질 X의 상평형 그림을, (나)는 (가)의 두 점(a, b)에서 같은 질량의 물질 X를 같은 열원으로 가열할 때 가열 곡선을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. a점의 압력은  $P_1$ 이고, b점의 압력은  $P_2$ 이다.
  - ㄴ.  $P_1$ 압에서 물질 X의 녹는점은  $t^\circ C$ 이다.
  - ㄷ. (나)에서 물질 X의 용해열은 승화열보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

- ㄱ. a는 승화점 상의 점이고, b는 고체 상태의 점이다. 압력  $P_1$ 에서 물질 X를 가열하면 온도가 올라간 후 녹아 액체가 되고, 계속 가열하면 액체의 온도가 올라간다. 따라서 a점의 압력은  $P_2$ 이고, b점의 압력은  $P_1$ 이다.
- ㄴ.  $t^\circ C, P_1$ 압에서 물질 X는 용해 곡선상에 존재하므로  $P_1$ 압에서 물질 X의 녹는점은  $t^\circ C$ 이다.
- ㄷ. (나)에서 용해될 때 흡수된 열량보다 승화될 때 흡수된 열량이 많으므로 물질 X의 용해열은 승화열보다 작다. 정답 ②

11. 증기 압력 내림 [2점] [정답] ③

- $t^\circ C$ 에서 X의 증기 압력은 물보다  $3h$ 만큼 낮고, Y의 증기 압력은 X보다  $h$ 만큼 높다. 따라서  $t^\circ C$ 에서 Y의 증기 압력은 물보다  $2h$ 만큼 낮으므로  $b = a - 2h$ 이고,  $h = \frac{a-b}{2}$ 이다.
- 증기 압력 내림( $\Delta P$ )은 용질의 몰분율에 비례한다. X, Y의  $\Delta P$ 는 각각  $3h, 2h$ 이므로 설탕의 몰분율은 X에서 Y에서의 1.5배이다.
- X에서  $\Delta P = 3h = \frac{3(a-b)}{2} = x_{\text{용질}} \times a$ 이므로  $x_{\text{용질}} = \frac{3(a-b)}{2a}$ 이고,  $x_{\text{용매}} = \frac{3b-a}{2a}$ 이다. 따라서 X에서  $\frac{\text{물의 몰수}}{\text{설탕의 몰수}} = \frac{3b-a}{3a-3b}$ 이다.

12. 이상 기체 방정식

[3점] [정답] ⑤

- ㄱ. 온도와 압력이 같을 때 기체의 부피는 몰수에 비례하므로 몰수 비는 (가):(나)=5:3이다. (나)에서 기체의 몰수는 1.5몰이므로 (가)에 들어 있는 X와 Y의 몰수 합은 2.5몰이다.
- ㄴ. (가)에서 Y가 먼저 액화되므로 분자간 인력은 Y가 X보다 크다.
- ㄷ. 압력이 일정할 때  $\frac{\Delta \text{부피}}{\Delta \text{온도}}$ 는 기체의 몰수에 비례한다. 0~ $t_1^\circ\text{C}$ 에서 (가)와 (나)의 몰수 비는  $(2.5 \times \frac{1}{4}):1.5=5:12$ 이다.

13. 자유 에너지 변화

[3점] [정답] ②

- ㄱ. 그림에서 그래프의 기울기는  $-\Delta S$ 이다. (가)의  $\Delta S < 0$ 이므로 B의 상태는 기체가 아니다.
- ㄴ. (나)의  $\Delta S > 0$ 이고 (다)의  $\Delta S < 0$ 이므로 ㉠은 (다), ㉡은 (나)이다.  $2D(g) \rightarrow F(g) + 3G(g)$  반응은 (나)에서 (다)를 뺀 반응으로  $\Delta H > 0, \Delta S > 0$ 이므로  $T_1K$ 보다 낮은 온도에서  $\Delta G > 0$ 이다.
- ㄷ.  $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$  반응의  $\Delta H < 0, \Delta S < 0$ 이므로 온도에 따른 자유 에너지 변화는 ㉠과 같은 형태이다.

14. 용액의 어는점 내림

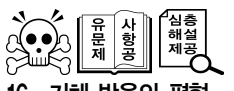
[3점] [정답] ⑤

- ㄱ. Y 100g에 포도당 0.4g을 녹인 용액의 몰랄 농도는  $\frac{4}{180} = \frac{1}{45} (m)$ 이다.  $\Delta T_f = K_f \times m$ 에서  $K_f = 45(t_1 - t_3)(^\circ\text{C}/m)$ 이다.
- ㄴ. 포도당 0.2g을 녹인 수용액의 어는점 내림은 (가)가  $t_2 - \frac{t_1 + t_3}{2}$ , (나)가  $\frac{t_1 - t_3}{2}$ 이므로 몰랄 내림 상수( $K_f$ )의 비는  $X:Y = (-t_1 + 2t_2 - t_3):(t_1 - t_3)$ 이다.
- ㄷ. 몰랄 농도가  $\frac{1}{60} m$ 인 (가)의 어는점은  $t_2 - 90 \times \frac{-t_1 + 2t_2 - t_3}{2} \times \frac{1}{60} = \frac{3t_1 - 2t_2 + 3t_3}{4} ^\circ\text{C}$ 이다.

15. 전기 분해에서의 양적 관계

[2점] [정답] ⑤

- ㄱ. (-)극에서 석출되는 Cu와 (+)극에서 생성되는  $O_2$ 의 몰수 비는  $Cu:O_2=2:1$ 이다. 따라서 ㉠은 (-)극에서 생성되는 Cu이다.
- ㄴ.  $a$ 는 Cu 0.02몰이 석출되는 전하량으로  $e^-$  0.04몰에 해당한다. 따라서  $0.04 \times 96500 = 3860 (C)$ 이다.
- ㄷ. (+)극에서  $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$  반응이 일어나므로 수용액의 pH는 작아진다.



16. 기체 반응의 평형

[3점] [정답] ③

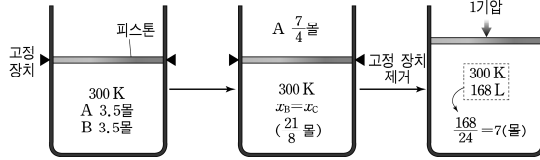
알짜 개념

- ① 이상 기체 방정식: 기체의 압력(P)과 부피(V),

몰수( $n$ ), 절대 온도( $T$ )의 관계를 나타낸 식 ( $PV = nRT$ )

- ② 평형 이동 법칙: 평형 상태에 있는 어떤 화학 반응에서 농도, 온도, 압력 등을 변화시키면 그 변화를 상쇄시키는 방향으로 평형이 이동하여 새로운 평형에 도달한다.
- ③ 반응물과 생성물이 모두 기체일 때, 반응물의 계수 합과 생성물의 계수 합이 같으면 반응 전후 기체의 몰수는 일정하다.

한눈에 쏙 보는 해설



자세히 보는 해설

- ㄱ. 반응 전후 기체의 몰수는 일정하고, (다)에서 전체 기체의 몰수가 7몰이므로  $n = 3.5$ 이다.
- ㄴ. A와 B의 반응은 다음과 같다.

	$2A(g)$	$+ B(g)$	$\rightarrow$	$3C(g)$
초기(몰)	3.5	3.5		0
반응(몰)	$-2a$	$-a$		$+3a$
평형(몰)	$3.5 - 2a$	$3.5 - a$		$3a$

(나)에서  $x_B = x_C$ 이므로  $a = \frac{7}{8}$ 이다. 반응 전후

부피는 일정하므로 평형 상수  $K = \frac{(\frac{21}{8})^3}{(\frac{7}{4})^2 \times \frac{21}{8}} =$

$\frac{9}{4}$ 이다.

ㄷ. (나)에서 A의 몰분율( $x_A$ )은  $\frac{1}{4}$ 이다.

같은 내용 다른 유형 문항

다음은 기체 A가 반응하여 기체 B가 생성되는 화학 반응식이다.

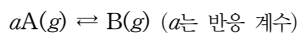
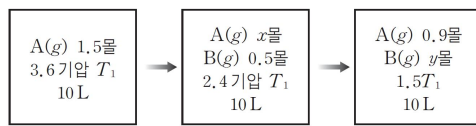


그림 (가)는 절대 온도  $T_1$ 에서 반응 전 초기 상태를, (나)는 반응이 진행되어 평형에 도달한 상태를, (다)는 온도를 높여 새로운 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다.



(가) (나) (다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. (나)에서 평형 상수  $K = 20$ 이다.
- ㄴ. 정반응의 반응 엔탈피( $\Delta H$ )는 0보다 작다.
- ㄷ. (다)에서 A의 부분 압력은 2.7기압보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. (가)와 (나)에서 온도와 부피가 같으므로 기체의 압력은 몰수에 비례한다. (나)에서 A와 B의 몰수 합은 1.0몰이므로 A의 몰수는 0.5몰이다. 화학 반응식은  $2A(g) \rightleftharpoons B(g)$ 이므로 (나)에서 평형 상수  $K = \frac{0.05}{0.05^2} = 20$ 이다.

ㄴ. (나)에서 온도를 높이면 A의 농도가 증가하므로 정반응은 발열 반응이다. 따라서,  $\Delta H < 0$ 이다.

ㄷ. (나)와 (다)의 몰수가 같다면, (다)의 온도가 (나)의 1.5배이므로 (다)에서 기체의 압력은 3.6기압이고, A의 부

분 압력은  $3.6 \times \frac{3}{4} = 2.7$ (기압)이다. 그런데, (다)의 몰수는 (나)보다 크므로 A의 부분 압력은 2.7기압보다 크다.

정답 ⑤

17. 화학 전지

[2점] [정답] ①

- ㄱ. ㄴ. 표준 환원 전위는  $A^{2+}$ 이  $B^+$ 보다 작으므로 전지 반응에서 A는 산화된다. 따라서  $E^\circ_{\text{전지}} = b - (-a) = a + b = 1.56(V)$ 이다.
- ㄷ.  $B^+(aq) + e^- \rightarrow B(s)$  반응의  $E^\circ > 0$ 이므로  $2B(s) + 2H^+(aq) \rightarrow 2B^+(aq) + H_2(g)$  반응은 비자발적인 반응이고,  $\Delta G > 0$ 이다.

18. 기체의 성질

[3점] [정답] ③

- ㄱ. (라)에서 X의 압력은  $\frac{0.8 \times 2.5}{2} = 1$ (기압)이고, X와 Y의 압력이 같으므로 Y의 압력도 1기압이다. 온도가 일정할 때 기체의 (압력×부피)는 기체의 몰수에 비례하므로 X의 몰수는  $3 \times 2 = 6$ , Y의 몰수는  $1 \times 6 = 6$ 이다.
- ㄴ. (나)에서 기체 Y의 압력은  $\frac{6}{5.5} = \frac{12}{11}$ (기압)이다.
- ㄷ. (다)에서 용기 A와 실린더에 들어 있는 X의 몰수 비는  $6 - (0.8 \times 2.5) : (0.8 \times 2.5) = 2:1$ 이다. 따라서 용기 A: 실린더 = 2:1이다.

19. 반응 속도

[3점] [정답] ①

- ㄱ. A의 반감기가  $a$ 초로 일정하므로 이 반응은 A에 대한 1차 반응이다. 따라서 반응 속도식은  $v = k[A]$ 이다.
- ㄴ. 생성된 B의 분자 수는 0~ $a$ 초에서가  $a \sim 2a$ 초에서의 2배이므로 평균 반응 속도는 0~ $a$ 초에서가  $a \sim 2a$ 초에서의 2배이다.
- ㄷ. 처음 반응 용기의 부피를 2배로 하여 반응시키면  $a$ 초일 때 B의 몰분율은  $\frac{1}{3}$ 이다.

20. 자유 에너지 변화와 화학 평형

[3점] [정답] ②

- ㄱ. 평형 상태에서 B의 부분 압력은  $3.6 \times \frac{1}{3} = 1.2$ (기압)이다.
- ㄴ. 평형 상태에서 A와 B의 몰수 합은 0.6몰이고, A, B의 몰수는 각각 0.4몰, 0.2몰이다. 따라서  $a=3, b=2$ 이다. 평형 상태에서 A의 농도가 0.2M, B의 농도가 0.1M이므로 평형 상수  $K = \frac{0.1^2}{0.2^3} = \frac{5}{4}$ 이다.
- ㄷ. 정반응이 발열 반응이므로 온도를  $\frac{5}{6} T$ 로 낮추면 평형이 정반응 쪽으로 이동하여 기체의 몰수가 감소한다. 따라서 새로운 평형에 도달했을 때 혼합 기체의 전체 압력은  $3.6 \times \frac{5}{6} = 3$ (기압)보다 작다.