

## 63회 변리사 화학 강평

변리사스쿨 화학 전임 : 김선민

- ① 전반적인 난이도는 작년도나 재작년도 보다는 약간 어려웠습니다. 따라서 이번에는 화학이 공격인 수험생들도 만점을 받기는 쉽지 않았을 것이라고 보여지며 8-9개를 득점할 수 있었다면 최상위 수험생이라고 생각됩니다. 다만, 화학이 방어인 수험생으로서 이해암기형 부분에만 집중한 수험생은 4-6개 정도를 득점할 수 있었을 것이라고 생각됩니다. 어떤 문제가 이해암기형이고 어떤 문제가 응용계산형 문제인지는 문항마다 표시해 놓았으니 참고하기 바랍니다.
- ② 정확한 암기가 덜 되어 있는 수험생들은 시간의 압박감을 크게 느꼈을 수 있는 문제들이라고 보여집니다. 더구나 변리사 자연과학은 4과목을 동시에 시험보기 때문에 과목당 적절한 시간을 분배하는 것이 중요하므로 계산형 문제에서 많은 시간을 투자하여 풀어내는 것은 바람직하지 못할 수 있습니다.
- ③ SM 화학 수업시간과 SM 화학 스터디에서 누누이 강조했던 것처럼 화학은 자신의 베이스에 따라 방어와 공격으로 구분되어야 하고 자신이 화학이 공격인지 방어인지에 따라 공부 방향과 방법이 달라져야 합니다. 이것을 깨우치지 못하고 무턱대고 열심히만 하면 된다고 생각하는 수험생들은 화학에서 어려움을 겪을 수 있으니 자신의 실력을 냉정하게 판단하기 바라며, 화학 공부의 흥미 정도로 자신이 화학이 방어인지 공격인지를 객관적으로 파악하기 바랍니다.
- ④ 시험장에서 18번 - 20번 문제들(응용계산형문제)를 먼저 풀어내려고 노력한 수험생은 시간의 압박감을 크게 느껴 오히려 실수가 나왔을 가능성이 높습니다. 따라서 화학이 방어인 수험생이던, 공격인 수험생이던 이해암기형 부분의 문제를 먼저 풀어내고 응용계산형 문제는 나머지 모든 문제를 다 풀고 그래도 시간이 남았을 때 해결하는 방법으로 시험장에서 임해야만 자신의 실력을 최대한 발휘하고 만족스럽게 시험장에서 나올 수 있었을 것입니다. 다행히 이번 시험에서는 이해암기형 문제가 앞 부분에 출제되어 11번부터 차곡차곡 해결해나가면 되었을 것입니다.
- ⑤ 내년 64회 시험을 준비하는 변리사 수험생께서는 위에서 제가 강조하는 공부 방향성, 방법을 깊게 새기시고 효율적이고 합리적인 공부로 다가오는 시험에 대박나기 바라며, 올해 시험을 치룬 수험생들에게는 모두 수고했다고 말씀드리고 싶습니다. 많은 수험생이 올해 1차 합격했으면 좋겠습니다. 몇일 쉬셨다가 바로 2차 공부에 매진하기 바랍니다.

63회 변리사 화학 기출문제해설

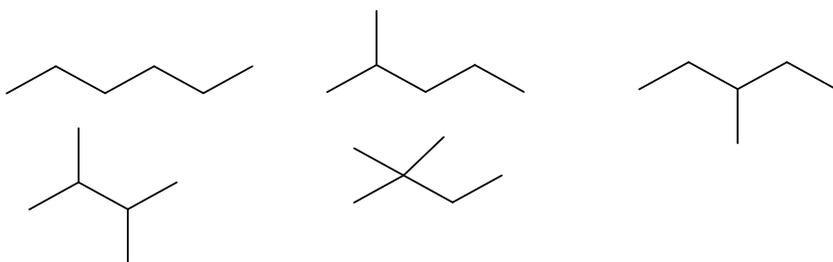
11. 분자식이  $C_6H_{12}O$ 인 화합물 중 케톤(ketone)의 구조 이성질체의 개수는?

- ① 4                      ② 5                      ③ 6                      ④ 7                      ⑤ 8

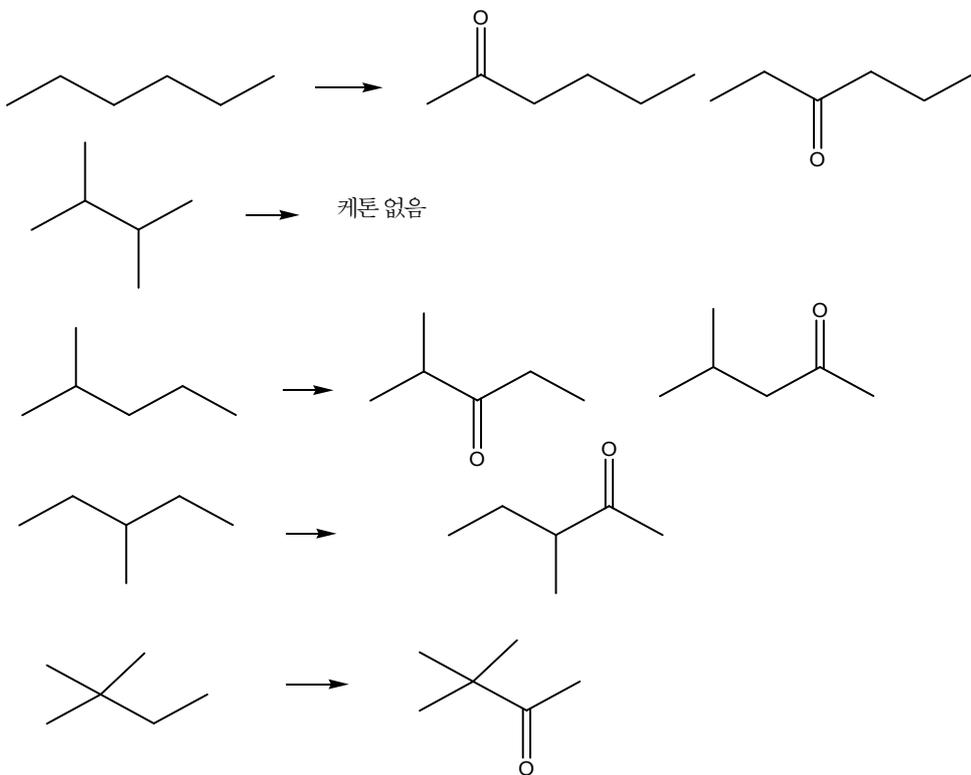
해설)

분자식이  $C_6H_{12}O$ 인 화합물의 불포화도는 1이며 ketone은 카보닐기를 가지고 있는 작용기로서 이미 불포화도 1을 만족하므로 나머지 탄소와 수소는 모두 단일결합이다. 이 화합물의 구조 이성질체를 찾는 요령은  $C_6H_{14}$ 의 구조 이성질체를 모두 그리고 그 구조 이성질체에 카보닐기를 넣으면 된다.

$C_6H_{14}$ 의 구조 이성질체



분자식이  $C_6H_{12}O$ 인 화합물 중 케톤



정답 : ③

● 문제의 유형 - 이해암기형

이 문제는 이해암기형 문제로서 유기화학의 기본개념만 알고 있으면 해결할 수 있는 문제이다.

● 난이도 - 중하

이 문제는 난이도는 하급이나 유기화학 부분은 많은 수험생들이 공부를 하지 않는 부분이므로 중하로 책정하였다. 하지만 기본강의 수업시간에 알려준 불포화도, 구조 이성질체의 개념, 작용기만 알고 있으면 쉽게 해결할 수 있는 문제이다.

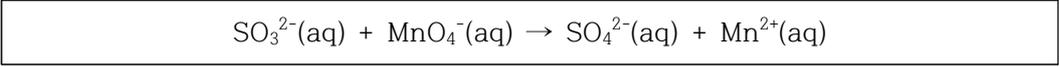
● SM 화학 교재 기준 출처

교재 327p~ : 작용기

교재 327p~ : 불포화도

교재 328p~ : 구조 이성질체

12. 다음은 산화-환원 반응의 불균형 알짜 이온 반응식을 나타낸 것이다.



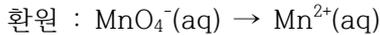
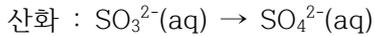
산성 용액에서 이 반응의 균형을 맞추었을 때, 반응 계수는  $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 가  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 의  $x$  배이고, 1 mol의  $\text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$ 가 모두 반응하여 생성되는  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 의 양은  $y$  mol이다.  $x + y$ 의 값은?

- ①  $\frac{3}{5}$       ②  $\frac{4}{5}$       ③ 1      ④  $\frac{6}{5}$       ⑤  $\frac{8}{5}$

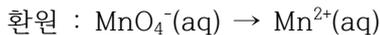
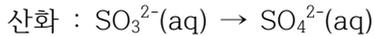
해설)

반쪽 반응식을 이용하여 반응식을 완결해보면 다음과 같다.

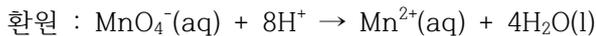
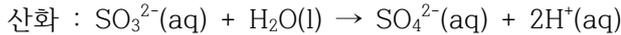
(1) 산화 환원 반쪽 반응으로 나누어준다.



(2) 산화되고 환원되는 화학종의 원자수를 맞춘다.



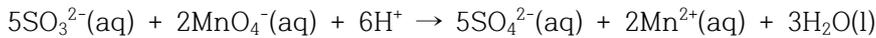
(3) O는  $\text{H}_2\text{O}$ 로 H는  $\text{H}^+$ 으로 개수를 맞춘다.



(4) 전자는 최소공배수로 맞춘다.



(5) 산화 환원 두 반응식을 더한다.



(6) 산성 용액이므로 위 반응식은 완결되었다.

반응 계수는  $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 은 2이고  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 은 5이므로  $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 은  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 의  $\frac{2}{5}$  배이고 5 mol의  $\text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$ 가 모두 반응하여 생성되는  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 의 양은 3 mol이므로 1 mol의  $\text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$ 가 모두 반응하여 생성되는  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 의 양은  $\frac{3}{5}$  mol이다. 따라서  $x + y = \frac{2}{5} +$

$$\frac{3}{5} = 1 \text{이다.}$$

정답 : ③

● 문제의 유형 - 이해암기형

이 문제는 전형적인 이해암기형 문제이며 산화-환원 반응식을 완결할 수 있으며 쉽게 해결할 수 있는 문제이다.

● 난이도 - 중하

반응식 완결시 실수만 하지 않는다면 쉽게 해결할 수 있는 문제이다.

● SM 화학 교재 기준 출처

교재 28p ~ : 반응식 완결(산화수법, 반쪽 반응법)

13. 다음은 2~4주기의 할로젠족 원소들로 이루어진 동핵 이원자 분자들에 관한 설명이다.

- H<sub>2</sub>와의 반응성은 A<sub>2</sub> > B<sub>2</sub>이다.
- B<sub>2</sub>는 25°C에서 적갈색 액체이다.
- 분자 궤도 함수 이론에 근거한 바닥 상태에서 C<sub>2</sub>의 최고 점유 분자 궤도함수(HOMO)는  $\pi_{2p}^*$ 이며, 홀전자수는 0이다.

이에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소이고, H와 O는 각각 수소와 산소이다.)

- <보 기>
- ㄱ. B는 4주기 원소이다.
  - ㄴ. HA, HB, HC 중 기준 끓는점은 HA가 가장 낮다.
  - ㄷ. 25°C의 물에 녹을 때, 산의 세기는 HBO > HAO이다.

- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄱ, ㄷ                      ⑤ ㄴ, ㄷ

해설)

2~4주기의 할로젠족 원소들로 이루어진 동핵 이원자 분자는 F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>이다.

H<sub>2</sub>와의 반응성은 할로젠족 분자들이 음이온이 되려는 경향성으로서 F<sub>2</sub> > Cl<sub>2</sub> > Br<sub>2</sub>의 순서를 가진다.

B<sub>2</sub>는 25°C에서 적갈색 액체라고 하였으며 B<sub>2</sub> = Br<sub>2</sub>이다.

분자 궤도 함수 이론에 근거한 바닥 상태에서 C<sub>2</sub>의 최고 점유 분자 궤도함수(HOMO)는  $\pi_{2p}^*$ 이며, 홀전자수는 0라고 하였으므로 HOMO가  $\pi_{2p}^*$ 인 분자는 F<sub>2</sub>이므로 C<sub>2</sub> = F<sub>2</sub>이다.

이를 종합하면 A<sub>2</sub> = Cl<sub>2</sub>, B<sub>2</sub> = Br<sub>2</sub>, C<sub>2</sub> = F<sub>2</sub>이다.

ㄱ. B = Br로서 Br은 4주기 원소이다.

ㄴ. HA = HCl, HB = HBr, HC = HF의 끓는점의 순서는 HF > HBr > HCl(HF는 수소결합으로 끓는점이 가장 높고 HCl, HBr은 분산력 혹은 편극성도로 끓는점의 순서를 정할 수 있다.) 이 중 기준 끓는점은 HA = HCl이 가장 낮다.

ㄷ. 25°C의 물에 녹을 때, 산소산의 산의 세기는 전기음성도의 순서대로 HFO > HClO > HBrO의 순서를 가지므로 산의 세기는 HBO = HBrO < HAO = HClO이다.

정답 : ③

● 문제의 유형 - 이해암기형

이 문제는 전형적인 이해암기형 문제이다.

● 난이도 - 중하

할로젠족 분자들의 반응성, 상온에서의 상태, MOT의 기본이론과 수소화물의 끓는점의 순서, 산소산의 산의 세기에 대한 기초이론이면 해결할 수 있는 문제이다.

● SM 화학 교재 기준 출처

교재 4p ~ : 17족의 녹는점, 끓는점, 반응성

교재 139p : 17족의 수소화물의 끓는점 비교

교재 223p ~ : 산의세기에 영향을 미치는 요인들

14. 다음은 분자 궤도 함수 이론에 근거한 2주기 원소 X와 Y로부터 얻어지는 바닥 상태의 동핵 이원자 분자에 관한 설명이다.

- $X_2$ 와  $Y_2$ 의 결합 차수는 각각 1과 2이다.
- $X_2$ 와  $Y_2$ 의 자기적 성질은 각각 상자성과 반자성이다.

분자 궤도 함수 이론, 원자가 껍질 전자쌍 반발 이론 및 원자가 결합 이론에 근거하여 설명한 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 화학종은 바닥 상태이다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. 수소 화합물  $Y_2H_6$ 에서 Y는  $sp^3$ 로 혼성화되어 있다.
  - ㄴ.  $X_2$ 와  $Y_2$ 의 홀전자수는 각각 2와 0이다.
  - ㄷ.  $XF_3$ 는 평면 삼각형 구조이다.

- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설)

2주기의 동핵 이원자 분자는  $Li_2, Be_2, B_2, C_2, N_2, O_2, F_2, Ne_2$ 가 있으며 각각의 결합 차수와 자기적 성질은 다음과 같다.

	$Li_2$	$Be_2$	$B_2$	$C_2$	$N_2$	$O_2$	$F_2$	$Ne_2$
결합 차수	1	0	1	2	3	2	1	0
자기적 성질	반자성		상자성	반자성	반자성	상자성	반자성	

$X_2$ 와  $Y_2$ 의 결합 차수는 각각 1과 2이라고 하였으므로  $X_2$ 가 가능한 분자는  $Li_2, B_2, F_2$ 이고  $Y_2$ 가 가능한 분자는  $C_2, O_2$ 이다.

$X_2$ 와  $Y_2$ 의 자기적 성질은 각각 상자성과 반자성이라고 하였으므로  $Li_2, B_2, F_2$ 중에서 상자성 분자는  $B_2$ 밖에 없으므로  $X_2 = B_2$ 이고  $C_2, O_2$ 중에서 반자성 분자는  $C_2$ 이므로  $Y_2 = C_2$ 이다.

- ㄱ. 수소 화합물  $Y_2H_6 = C_2H_6$ 로서 단일결합 화합물이므로 Y = C는  $sp^3$ 로 혼성화되어 있다.
- ㄴ.  $X_2 = B_2, Y_2 = C_2$ 는 MOT의 전자배치를 고려해보면 홀전자수는 각각 2와 0이다.
- ㄷ.  $XF_3 = BF_3$ 는 평면 삼각형 구조이다.

정답 : ⑤

● 문제의 유형 - 이해암기형

이 문제는 전형적인 응용계산형 문제이다.

● 난이도 - 하

MOT의 기본이론과 공유결합의 기본이론으로 충분히 해결할 수 있는 난이도 하급의 문제이다.

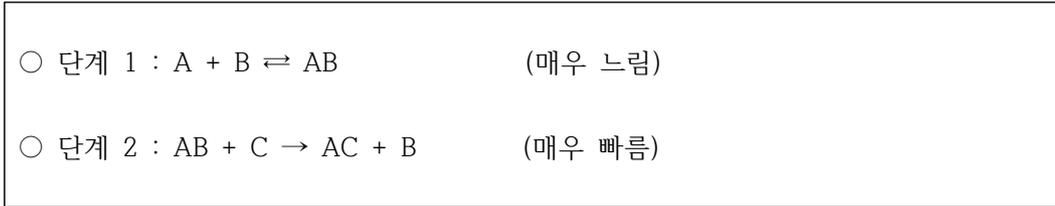
● SM 화학 교재 기준 출처

교재 68p ~ :  $\text{BF}_3$ 의 구조

교재 70p ~ : 혼성 오비탈

교재 80p ~ : MOT

15. 다음은 두 단일 단계로 기술되는 화학 반응의 반응 메커니즘이다.



표는 A~C의 초기 농도(M)에 따른 초기 반응 속도( $v_0$ )자료이며, 주어진 반응 메커니즘을 따른다.

실험	초기 농도(M)			$v_0(M/s)$
	A	B	C	
1	0.40	0.40	0.80	1.6
2	0.20	$\alpha$	1.6	4.8
3	$\beta$	0.80	1.0	6.4

실험 3에서 반응이 진행되어  $[A] = xM$ 이었을 때,  $[C] = 0.40M$  이었다.  $\frac{\alpha + \beta}{x}$ 의 값은?  
(단, 온도와 부피는 일정하다.)

- ① 16                      ② 18                      ③ 20                      ④ 22                      ⑤ 24

해설)

단계 1의 반응 속도가 매우 느리므로 속도결정단계이고 반응 속도는 단계 1에서 결정되므로 전체 반응 속도  $v = k[A][B]$ 로서 A에 대해서 1차, B에 대해서도 1차, C에 대해서는 0차이다. 단계 1과 단계 2를 더하면 전체 반응식이 나오며 전체 반응식은  $A + C \rightarrow AC$ 로서 B는 속도식에는 관여하나 전체 반응식에 관여하지 않는 촉매임을 알 수 있고 AB는 단계 1에서 생성되었다가 단계 2에서 사라지는 중간체임을 알 수 있다.

전체 반응 속도  $v = k[A][B]$ 에서 실험 1과 2를 비교해보면 A의 농도는 절반이 되었을 때 반응 속도는 1.6에서 4.8로 3배가 증가되었으므로 B의 농도는 6배 증가되어야 한다. 따라서  $\alpha = 2.4$ 이다.

또한 실험 1과 3을 비교해보면 B의 농도가 0.40에서 0.80으로 2배 증가되었을 때 반응 속도는 1.6에서 6.4로 4배 증가되었으므로 A의 농도는 2배 증가되어야 하며 따라서 A의 농도는 0.40에서 0.80이 되어야 한다. 즉,  $\beta = 0.80$ 이다. 또한



초기	0.8	1.0
반응	-0.6	-0.6
완결	0.2	0.4

실험 3에서 반응이 진행되어  $[C] = 0.40M$ 가 되었을 때  $[A] = 0.2$ 이므로  $x = 0.2$ 이다. 따라서

$$\frac{\alpha + \beta}{x} = \frac{2.4 + 0.8}{0.2} = 16 \text{이다.}$$

정답 : ①

● 문제의 유형 - 응용계산형

이 문제는 약간의 계산과정이 있기는 계산과정이 복잡하지는 않으며 메커니즘의 기본개념으로 해결할 수 있는 속도론 문제이다.

● 난이도 - 중

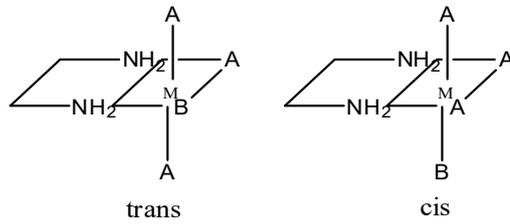
속도론 문제중에서 난이도가 가장 평이한 문제로 보여지며 수업시간에 계산이 복잡하고 그림이 복잡한 속도론 문제는 실제 시험장에서 풀어내기 쉽지 않을 수 있으나 반응메커니즘 문제와 아레니우스 식은 충분히 빠른 시간내에 해결할 수 있음을 강조하였으며 이 문제는 반응 메커니즘에 대한 문제로 평이한 난이도를 가지고 있다.

● SM 화학 교재 기준 출처

교재 179p~: 화학반응 속도론의 기본이론

교재 189p~ : 속도의 반응 메커니즘





- ㄱ. 세화합물은 모두 중심금속에 리간드가 6개 붙어 있는 정팔면체 구조이다.  
 ㄴ. (나)는 광학 이성질체를 가진다.  
 ㄷ. (가)의 기하 이성질체의 개수는 3개로 (다)의 2개보다 크다.

정답 : ④

● 문제의 유형 - 이해암기형

이 문제는 배위화학 부분의 전형적인 이해암기형 문제이다.

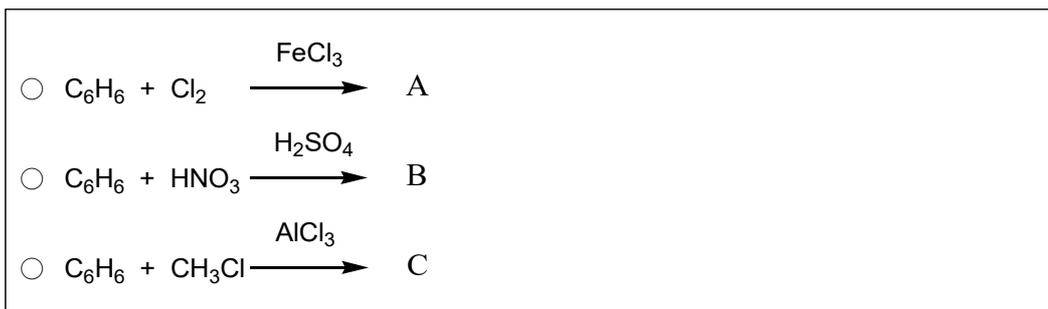
● 난이도 - 중하

배위화학의 이성질체에 대해 충분히 암기하고 있으면 (가)화합물의 이성질체의 개수를 모르더라도 쉽게 해결할 수 있는 문제이다.

● SM 화학 교재 기준 출처

교재 281p~ : 입체 이성질체

17. 다음은 벤젠(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)의 반응이다.

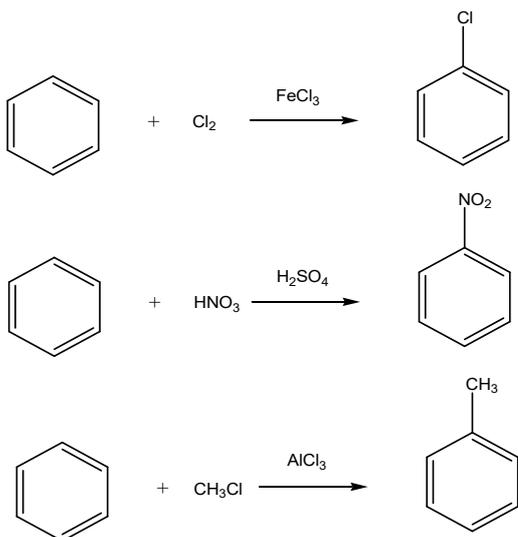


이 반응에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 주 생성물이고 벤젠 유도체이다.)

- < 보 기 >
- |  |
|--|
| ㄱ. 벤젠의 첨가 반응이다.<br>ㄴ. 기준 끓는점은 B > C 이다.<br>ㄷ. A와 C는 각각 Cl을 포함한다. |
|--|

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설)



- ㄱ. 위 반응은 모두 벤젠의 친전자성 방향족 치환반응이다.  
 ㄴ. 기준 끓는점은 B > C 이다. 왜냐하면 B 화합물은 극성이나 C는 비극성이므로 분자간의 힘이 B가 더 크기 때문이다. 또한 분자량으로 비교해봐도 B의 끓는점이 더 크다.  
 ㄷ. A는 Cl을 포함하나 C는 Cl을 포함하지 않는다.

정답 : ②

● 문제의 유형 - 이해암기형

이 문제는 전형적인 이해암기형 문제이다.

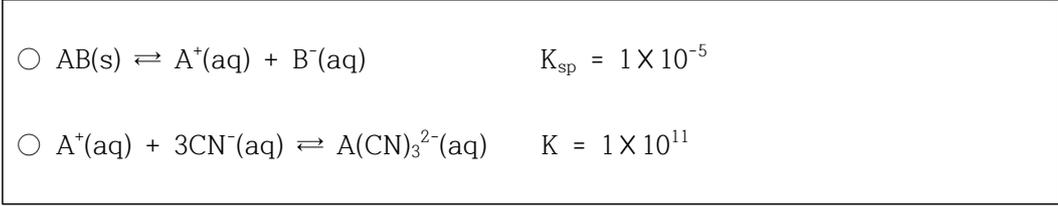
● 난이도 - 중상

유기화학 반응의 기초적인 반응이기는 하나 변리사 수험생이 유기화학 반응을 공부한다는 것은 효율의 측면에서 문제가 있으므로 대부분의 수험생은 유기화학 반응 공부를 하지 않았을 가능성이 높으므로 난이도를 중상으로 책정하였다. 단, 유기화학을 공부해본적이 있는 수험생에게는 가장 쉬운 난이도의 유기화학 반응이다. 기본강의에서는 벤젠은 첨가반응을 하지 않는다는 것만을 설명하였다.

● SM 화학 교재 기준 출처

교재 유기화학 부분의 전체 반응에서 벤젠은 첨가반응을 하지 않음을 설명했었음

18. 다음은 T°C에서 AB(s)의 용해도곱 상수(K<sub>sp</sub>)와 착이온 A(CN)<sub>3</sub><sup>2-</sup>(aq) 생성 반응의 형성 상수(K)이다.

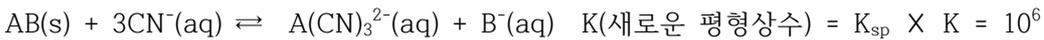


3M NaCN 수용액 1L에 1 mol AB(s)를 넣어 반응시켰더니 평형에 도달하였다. [CN<sup>-</sup>] = xM이고, [B<sup>-</sup>] = yM이었다.  $\frac{y}{x}$ 의 값은? (단, 온도는 T°C로 일정하고, A와 B는 임의의 원소이다. AB(s) 첨가에 의한 부피 변화는 무시한다. 수용액에서 NaCN의 반트호프 인자는 2이다. 평형에서 B<sup>-</sup>(aq)와 A(CN)<sub>3</sub><sup>2-</sup>(aq)의 농도를 고려할 때, x가 작으므로 반응물쪽으로 평형 이동하는 양(mol)은 무시한다.)

- ① 100                      ② 200                      ③ 300                      ④ 400                      ⑤ 500

해설)

위 두 반응식을 더하면 AB(s)를 NaCN 수용액에 녹였을 때의 평형상수값을 구할 수 있다.



이 전체 반응식에서 평형을 이루었을 때 각각의 농도를 구할 수 있다. 이 경우 수용액의 부피는 1L이므로 각 화합물의 몰수가 곧 몰농도가 되며 평형에서 [B<sup>-</sup>] = yM이라면 [A(CN)<sub>3</sub><sup>2-</sup>]도 yM이다.

	$AB(s) + 3CN^-(aq) \rightleftharpoons A(CN)_3^{2-}(aq) + B^-(aq)$			
초기	1M	3M	0	0
반응	-y	-3y	y	y
평형	1-y	3-3y = x	y	y

평형에서의 평형상수  $K = \frac{[A(CN)_3^{2-}][B^-]}{[CN^-]^3}$  이므로  $K = \frac{[A(CN)_3^{2-}][B^-]}{[CN^-]^3} = \frac{y^2}{x^3} = 10^6$ 이다.

문제의 단서에서 평형에서 B<sup>-</sup>(aq)와 A(CN)<sub>3</sub><sup>2-</sup>(aq)의 농도를 고려할 때, x가 작으므로 반응물쪽으로 평형 이동하는 양(mol)은 무시한다고 하였다. 이 의미는 x 값은 거의 0에 가깝다는 의미이며 즉 3-3y = x = 0으로 근사할 수 있다는 의미이다. 즉 3-3y = 0이므로 y = 1로 근사할 수 있다.  $\frac{y^2}{x^3}$ 에서 y = 1로 근사하면  $\frac{y^2}{x^3} = \frac{1^2}{x^3} = 10^6$ 이며  $x^3 = 10^{-6}$ 으로 x = 10<sup>-2</sup>이다. 따라

서  $\frac{y}{x} = \frac{1}{0.01} = 100$ 이다.

정답 : ①

● 문제의 유형 - 응용계산형

이 문제는 전형적인 응용계산형 문제이다.

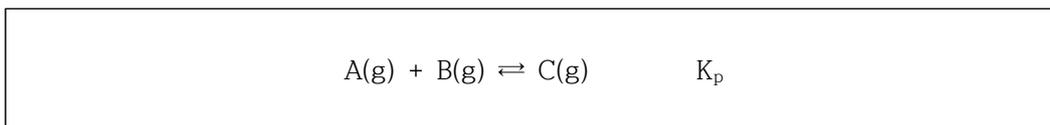
● 난이도 - 상

용해평형에 대한 기본이론이기는 하나 문제의 단서에서 문제를 풀어나가는 힌트를 얻어야 하는 어려움이 있어 난이도를 중상으로 책정하였다.

● SM 화학 교재 기준 출처

교재 251p : 난용성염의 착이온의 형성

19. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)를 생성하는 반응의 화학 반응식과 압력으로 정의되는 평형 상수( $K_p$ )이다.



표는 반응 전 C(g) 2mol만이 들어 있는 피스톤이 달린 실린더에서 반응이 일어날 때, 도달한 서로 다른 평형의 자료이다.

평형	절대 온도(K)	실린더 속 혼합 기체의 부피(L)	C의 농도(M)	$K_p$
1	T	75	a	15
2	$\frac{10}{9}T$	V	b	3

$V \times \frac{b}{a}$ 는? (단, 외부 압력은 1atm으로 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다. 모든 기체는 이상 기체와 같은 거동을 한다.)

- ① 45                      ② 50                      ③ 56                      ④ 60                      ⑤ 64

해설)

외부 압력은 1atm으로 일정하므로 전체압은 항상 1 atm이다. 따라서  $P_A = X_A P$ 에서  $P = 1$  atm이므로  $P_A = X_A$ 이며 각 기체의 부분압은 각 기체의 몰분율과 같다.

평형 1(온도 T에서의  $K_p = 15$ 이므로 다음의 평형식에서 a 값을 구할 수 있다.

	$A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$		
초기	0	0	2
반응	x	x	-x
평형	x	x	2-x

평형에서의 전체 몰수는  $n_A + n_B + n_C = x + x + (2 - x) = (2 + x)$  mol이다. 따라서

$$P_A = X_A = \frac{x}{2+x}, P_B = X_B = \frac{x}{2+x}, P_C = X_C = \frac{2-x}{2+x} \text{이다.}$$

$$\text{그러므로 } K_p = 15 = \frac{P_C}{P_A P_B} = \frac{\left(\frac{2-x}{2+x}\right)}{\left(\frac{x}{2+x}\right)^2} \text{이므로 } x = 0.5 \text{이다. 따라서 } n_A = 0.5, n_B = 0.5,$$

$n_C = 2 - 0.5 = 1.5$  mol이며 전체 몰수는 2.5 mol이다. 혼합 기체의 부피는 75 L이므로 평형 1에서의 C의 농도 =  $a = \frac{1.5 \text{ mol}}{75 \text{ L}} = \frac{1}{50} \text{ mol/L} = \frac{1}{50} \text{ M}$ 이다.

평형 2(온도  $\frac{10}{9} T$ 에서의  $K_p = 3$ 이므로 다음의 평형식에서 b 값을 구할 수 있다.)

	$A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$		
초기	0	0	2
반응	a	a	-a
평형	a	a	2-a

평형에서의 전체 몰수는  $n_A + n_B + n_C = a + a + (2 - a) = (2 + a)$  mol이다. 따라서

$$P_A = X_A = \frac{a}{2+a}, P_B = X_B = \frac{a}{2+a}, P_C = X_C = \frac{2-a}{2+a} \text{이다.}$$

$$\text{그러므로 } K_p = 3 = \frac{P_C}{P_A P_B} = \frac{\left(\frac{2-a}{2+a}\right)}{\left(\frac{a}{2+a}\right)^2} \text{이므로 } a = 1 \text{이다. 따라서 } n_A = 1, n_B = 1, n_C = 2$$

- 1 = 1 mol이며 전체 몰수는 3 mol이다.

평형 2에서의 부피는  $PV = nRT$ 에서 P가 일정하므로  $V \propto nT$ 이므로 평형 2에서의 부피를 구할 수 있다.

$$\frac{\text{평형 1에서의 부피}}{\text{평형 2에서의 부피}} = \frac{75}{V} = \frac{n_1 T_1}{n_2 T_2} = \frac{2.5 T}{3 \times \frac{10}{9} T} = \frac{3}{4} \text{이므로 평형 2에서의 부피 } V = 100 \text{ L이}$$

다. 따라서 평형 2에서의 C의 농도  $b = \frac{1 \text{ mol}}{100 \text{ L}} = \frac{1}{100} M$ 이다.

$$\text{즉, } V \times \frac{b}{a} = 100 \times \frac{\frac{1}{100}}{\frac{1}{50}} = 50 \text{이다.}$$

정답 : ②

● 문제의 유형 - 응용계산형

이 문제는 전형적인 응용계산형 문제이다.

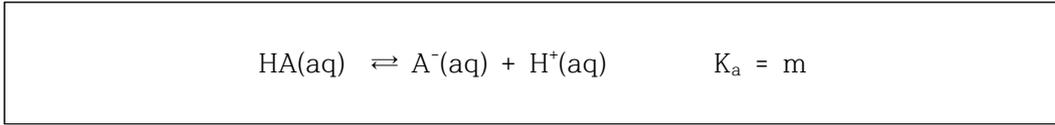
● 난이도 - 상

평형의 이론을 알고 있다고 하여도 문제풀이에 많은 시간이 소요되는 문제이고 문제를 풀어나가는 응용력이 약한 수험생에게는 많은 시간을 허비하여도 풀어내지 못하는 문제일 수 있다. 이런 문제는 화학이 방어인 수험생은 풀지 않는 것이 좋으며 화학이 공격인 수험생이라고 하더라도 다른 문제를 먼저 풀어낸 후 시간이 남는다면 그때 해결하는 것이 자연과학 시험을 잘 보는 방법이라고 보여진다.

● SM 화학 교재 기준 출처

교재 196p~ : 평형의 기본이론 전체

20. 다음은 T°C에서 HA(aq)에 대한 수용액에서의 평형 반응식과 산 해리 상수(K<sub>a</sub>)이다.



두 개의 용기에 각각 3 mM HA(aq) 1L가 들어 있다. 표는 용기 1과 용기 2에서 각각 물이 증발하여 도달한 서로 다른 평형에 대한 자료이다.

용기	$\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$	남아 있는 수용액의 부피(mL)
1	n	300
2	$\frac{1}{5}$	200

$\frac{n}{m}$ 의 값은? (단, 온도는 T°C로 일정하고, HA는 비휘발성이다.)

- ① 250                      ② 500                      ③ 750                      ④ 1000                      ⑤ 1250

해설)

먼저 m 값을 구하기 위해 용기 2의 값들을 고려해본다.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = m, \text{ 용기 2에서는 } \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{1}{5} \text{이므로 } 5[\text{A}^-] = [\text{HA}] \text{가 성립하고 이를 다시}$$

K<sub>a</sub>식에 대입하고 평형에서는 [H<sup>+</sup>] = [A<sup>-</sup>]이므로 다음식이 성립한다.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{A}^-]^2}{5[\text{A}^-]} = \frac{[\text{A}^-]}{5} = m, \text{ 즉 용기 2에서의 평형에서는 } [\text{A}^-] = 5m, [\text{HA}] =$$

25m이 성립하며 HA(aq) ⇌ A<sup>-</sup>(aq) + H<sup>+</sup>(aq) 반응이 일어나도 산과 짝염기의 전체 몰수는 변하지 않으므로 초기 HA의 몰수인 3 mmol = ([HA] + [A<sup>-</sup>]) × 0.2 L = (25m + 5m) × 0.2 이므로 m = 0.5 mM = 0.5 × 10<sup>-3</sup>M이다.

다음은 n 값을 구하기 위해 용기 1의 값들을 고려해본다.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = m = 0.5 \times 10^{-3} \text{M}, \text{ 용기 1에서는 } \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = n \text{이므로 } [\text{A}^-] = n[\text{HA}] \text{ 즉 } [\text{HA}]$$

=  $\frac{[\text{A}^-]}{n}$ 가 성립하고 이를 다시 K<sub>a</sub>식에 대입하고 평형에서는 [H<sup>+</sup>] = [A<sup>-</sup>]이므로 다음식이 성립한다.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{A}^-]^2}{n[\text{A}^-]} = n[\text{A}^-] = m, \text{ 즉 용기 1에서의 평형에서는 } [\text{A}^-] =$$

$$\frac{m}{n} = \frac{0.5 \times 10^{-3}}{n}, \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = n \text{이므로 } [\text{HA}] = \frac{[\text{A}^-]}{n} = \frac{0.5 \times 10^{-3}}{n^2} \text{이 성립하며 } \text{HA(aq)} \rightleftharpoons$$

$A^-(aq) + H^+(aq)$  반응이 일어나도 산과 짝염기의 전체 몰수는 변하지 않으므로 초기 HA의 몰수인  $3 \times 10^{-3} \text{ mol} = ([HA] + [A^-]) \times 0.3 \text{ L} = \left( \frac{0.5 \times 10^{-3}}{n^2} + \frac{0.5 \times 10^{-3}}{n} \right) \times 0.3$  이므로

$n = 0.25$ 이다. 따라서  $\frac{n}{m} = \frac{0.25}{0.5 \times 10^{-3}} = 500$ 이다.

정답 : ②

● 문제의 유형 - 응용계산형

이 문제는 전형적인 응용계산형 문제이다.

● 난이도 - 상

이 문제는 산염기의 이론으로 풀어낼 수 있는 문제이지만 하나 풀이 과정이 대단히 복잡할 수 있고 개념을 명확하게 깨우치지 못한다면 해결이 불가능한 문제일 수 있다. 이 문제는 올해 화학 문제 중 가장 난이도가 높은 문제라고 보여지며 이 문제는 화학이 방어인 수험생이라면 당연히 풀어내지 않는 것이 효율적이고 화학이 공격인 수험생이라고 할지라도 풀어내기 쉽지 않은 문제이다.

● SM 화학 교재 기준 출처

교재 209p~ : 산염기 전체 이론