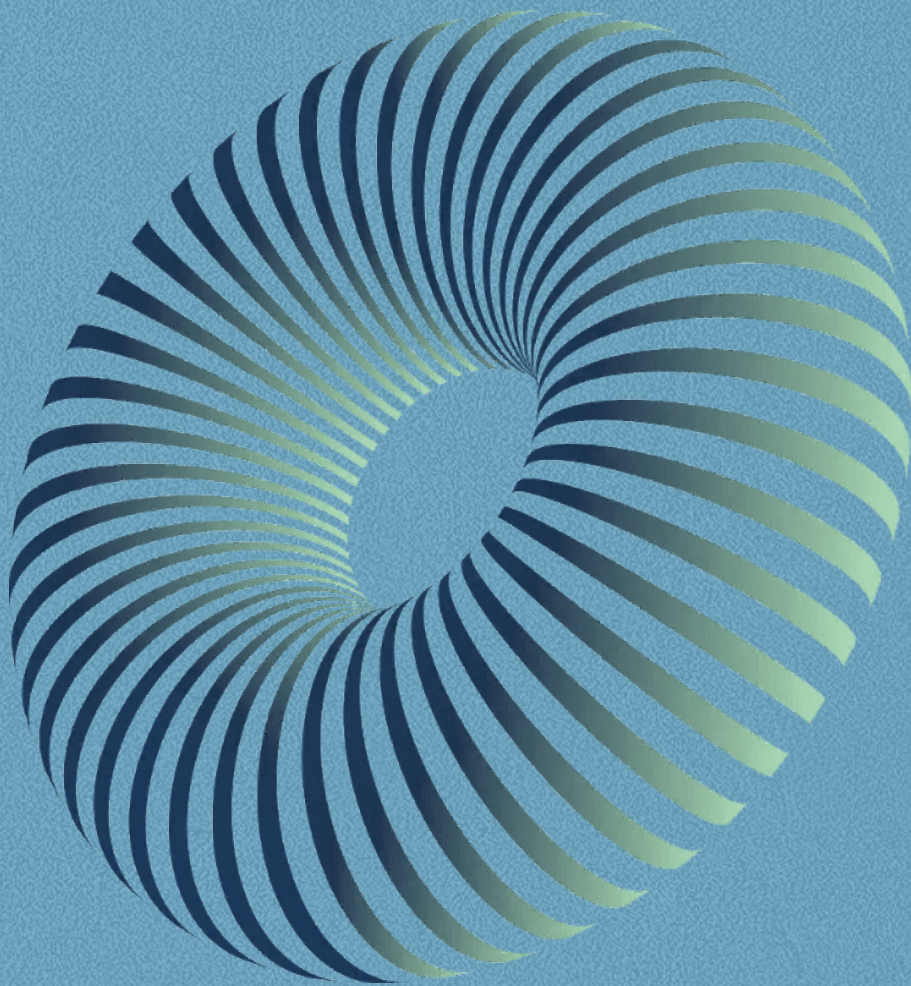


의치한약수/연고대 편입

일반화학

THE BRIDGE

Chemispeed 이훈



CONTENTS

Chapter 01. 물질을 구성하는 기본적인 입자	005
Chapter 02. 화학식과 균형 화학 반응식	011
Chapter 03. 기본적인 화학 반응과 루이스 구조식	019
Chapter 04. 원소의 주기성과 전기 배치도	031
Chapter 05. 이온화 에너지, 전자 친화도와 이온결합	041
Chapter 06. 공유결합과 결합 이론	053
Chapter 07. 열화학	065
Chapter 08. 기체와 기체의 성질	081
Chapter 09. 액체와 고체	095
Chapter 10. 용액과 용액의 성질	107
Chapter 11. 화학 반응 속도론	121
Chapter 12. 화학 평형	137
Chapter 13. 산과 염기	153
Chapter 14. 전기 화학	173
Chapter 15. 전이 금속 원소와 배위화학	191
Chapter 16. 핵화학	205
Chapter 17. 통합형 서술형 문제	207
정답 및 해설	225



Chapter 03

기본적인 화학 반응과
루이스 구조식

05. 다음 원소들이 다른 원소들과 화합물을 형성할 때 가질 수 있는 산화수를 쓰시오.

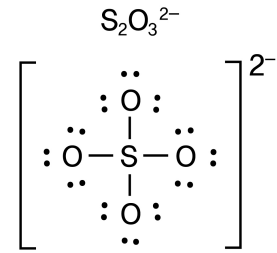
Na : _____ K : _____ Be : _____ Al : _____ F : _____
H : _____

06. 다음 물질들을 분류하시오.

PO_4^{3-} , HCO_3^- , N_3^- , H_2SO_3 , SO_3 , NO_2^+ , NO_2

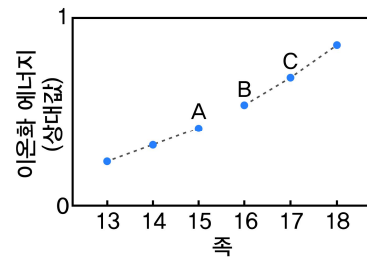
- ① 사면체 구조 :
- ② 선형 구조 :
- ③ 평면 삼각형 구조 :
- ④ 굽은형 구조 :
- ⑤ 삼각 피라미드 구조 :

07. 다음 루이스 구조식에서 각 원소의 형식 전하를 구하고자 한다.



먼저 이 화학종에서 세 개의 O와 외각의 S는 [A]개의 원자가 전자를 가지게 된다.
따라서 [B] - [A] = [C]의 형식전하를 가지게 된다. 한편 중심에 존재하는 S의 경우 [D]개의 전자만이 존재하므로 [B] - [D] = [E]의 형식전하를 갖는다.

08. 그림은 2,3 주기인 몇 가지 원소의 이온화 에너지를 족에 따라 나타낸 것이다. 같은 점선으로 연결한 원소는 같은 주기에 속한다.

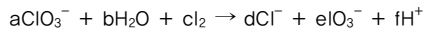


이에 대한 옳고 그름을 판단하여라. (단, A, B, C는 임의의 원소이다.)

- ① A는 3주기 원소이다. []
- ② B의 이온화 에너지는 같은 주기의 15족 원소보다 크다. []
- ③ 원자 반지름은 B > C 이다. []

이훈의 일반화학 Bridge: 개념-문풀 일체화

09. 다음은 수용액에서 일어나는 어떤 산화-환원 반응에 대한 균형 반응식이며 $a \sim f$ 는 반응 계수이다.



이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고를 때, 그 개수는?

| 보기 |

- ㄱ. $a + e = 11$
- ㄴ. 이 반응은 산성 수용액에서의 산화 환원 반응이다.
- ㄷ. 이 반응을 염기성 수용액에서의 반응으로 바꾸려면 양쪽 반응에 6OH^- 를 각각 더하고 정리하면 된다.
- ㄹ. I_2 는 환원제로 작용한다.
- ㅁ. O의 산화수는 감소한다.

- ① 1개 ② 2개 ③ 3개
- ④ 4개 ⑤ 5개

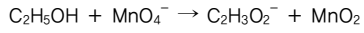
10. 다음의 분자에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

- | | | | |
|----|----------------------------|----------------------|-------------------------|
| 보기 | (가) SO_4^{2-} | (나) HCO_3^- | (다) HPO_4^{2-} |
| | (라) N_2O_4 | (마) NO_2 | (바) NO |

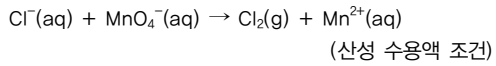
- ㄱ. (가)~(바)에서 아레니우스 산으로 작용할 수 있는 분자는 3개이다.
- ㄴ. (가)~(바)에서 홀전자가 존재하는 분자는 2개이다.
- ㄷ. (가)~(바)에서 중심 원소와 산소 간의 길이가 모두 같은 분자는 3개이다.

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

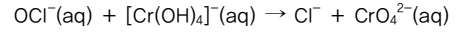
11. 다음의 불균형 화학 반응식을 반쪽 반응법을 이용하여 완성하십시오. (단, 염기성 조건에서 구한다.)



12. 다음의 반응식을 완성하십시오.



13. 염기성 수용액에서 다음의 반응이 일어난다.



이 반응식을 완결하는 과정에서 추론한 것 중 옳지 않은 것은?

- ① Cr은 산화되고 Cl은 환원된다.
- ② Cl의 산화수는 +1에서 -1로 변한다.
- ③ 균형 반응식에는 전자가 나타나지 않는다.
- ④ 균형 반응식에서 OCl^- 와 Cl^- 의 계수비는 1 : 1 이다.
- ⑤ 균형 반쪽 반응식의 하나는 ' $\text{OCl}^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ' 이다.

14. 다음 반응 중 산화 환원 반응이 아닌 것은?

- ① $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- ② $\text{Zn}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$
- ③ $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
- ④ $2\text{CuSO}_4(\text{aq}) + 5\text{KI}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{CuI}(\text{s}) + \text{KI}_3(\text{aq}) + 2\text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
- ⑤ $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{KOH}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{KNO}_3(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$

15. 다음 보기 중 화합물에서 절대적인 산화수를 잘못 짚은 것은?

- ① Na : +1가 양이온
- ② K : +1가 양이온
- ③ Ca : +2가 양이온
- ④ F : -1가 음이온
- ⑤ Cl : -1가 음이온

16. 다음 O의 산화수를 결정하시오.

- ㄱ. H_2O_2
- ㄴ. HOF
- ㄷ. Li_2O
- ㄹ. Na_2O_2
- ㅁ. KO_2

17. 다음 세 분자의 성질을 비교하시오.

NO_2	NO_2^+	NO_2^-
---------------	-----------------	-----------------

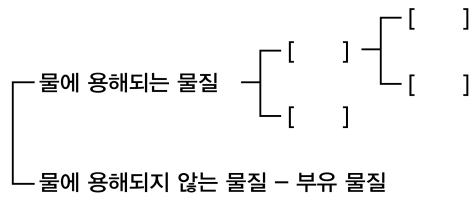
- ① 결합각이 큰 순서대로 나열하시오.
- ② 세 분자 모두 평면 삼각형 구조를 이루고 sp^2 인가?
- ③ 세 분자의 결합의 다중도를 서술하시오.
- ④ 세 분자의 공명 구조는 몇 개인가?

18. 다음 구조식에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

- ① O_3
 O_3 는 []개의 공명 구조를 가지며, O~O 간의 결합이 모두 []중 결합이다. 중심 O의 혼성 오비탈은 []혼성 오비탈이다. 분자 구조는 []이다.
- ② SO_3 (단, SO_3 의 중심 원소인 S는 팔전자 규칙을 만족한다.)
 SO_3 는 []개의 공명 구조를 가지며, S~O 간의 결합이 []중 결합이다. 또한 S~O 간의 결합을 []중 결합으로 볼 수도 있으며, 이는 []을 만족하지 않아도 되기 때문이다. 중심 S의 혼성 오비탈은 []혼성 오비탈이다. 분자 구조는 []이다.
- ③ NO_3^-
 NO_3^- 는 []개의 공명 구조를 가지며, N~O 간의 결합이 []중 결합이다. 중심 N의 혼성 오비탈은 []혼성 오비탈이다. 분자 구조는 []이다.
- ④ HSO_4^-
 HSO_4^- 는 []개의 공명 구조를 가지며, S~O 간의 결합이 3개의 []중 결합, 1개의 []결합으로 존재한다. 중심 S의 혼성 오비탈은 []혼성 오비탈이다. 분자 구조는 []이다.
- ⑤ PO_4^{3-}
 PO_4^{3-} 는 []개의 공명 구조를 가지며, P~O 간의 결합이 []중 결합이다. 중심 P의 혼성 오비탈은 []혼성 오비탈이다. 분자 구조는 []이다.

19. P_4O_6 와 P_4O_{10} 의 분자 구조를 그리시오.

20. 다음 빈칸을 채우시오.



이론의 일반화학 Bridge: 개념-문풀 일체화

21~25. 다음 세 화학종이 있다.



가장 타당한 루이스 구조를 근거로, 원자가 껍질 전자쌍 반발 이론과 원자 결합 이론을 적용하여 이에 대한 설명으로 옳고 그름을 ○, ×로 나타내시오.

21. N의 형식전하는 +1이다.

22. NO_2^+ 의 구조는 직선형이다.

23. SOCl_2 의 구조는 평면 삼각형이다.

24. IF_5 의 I-F의 길이는 모두 같다.

25. IF_5 는 사각피라미드 구조를 이룬다.

26~30. 다음은 몇 가지 화학종을 나타낸 것이다. A는 중심원자, X는 중심원자에 결합된 원자, E는 비공유 전자쌍이며 X는 모두 동일한 원자이다.



가장 타당한 루이스 구조를 근거로, 원자가 껍질 전자쌍 반발 이론과 원자 결합 이론을 적용하여 이에 대한 설명으로 옳고 그름을 ○, ×로 나타내시오. (단, 한 화학종 내의 X는 동일한 원자이다.)

26. AX_2 의 중심원자의 혼성 오비탈은 sp 이다.

27. AX_2E 는 극성분자이다.

28. AX_3E_2 의 A-X 간의 결합길이는 모두 같다.

29. AX_4E_2 의 구조는 평면 사각형이다.

30. AX_3E_2 와 AX_4E_2 의 중심원자의 혼성오비탈은 같다.

31~35. 다음은 중심원자가 서로 다른 플루오르화 화합물이다.

PF_5	SF_4	BrF_3
---------------	---------------	----------------

가장 타당한 루이스 구조를 근거로, 원자가 껍질 전자쌍 반발 이론과 원자 결합 이론을 적용하여 이에 대한 설명으로 옳고 그름을 ○, ×로 나타내시오.

- 31. SF_4 의 구조는 정사면체이다.
- 32. 세 화합물의 중심 원자의 혼성 오비탈은 모두 동일하다.
- 33. PF_5 는 180° 의 결합각을 갖는다.
- 34. 중심 원자에 비공유 전자쌍이 존재하는 화합물은 3개이다.
- 35. 세 화합물의 중심원자의 형식전하는 동일하다.

36~40. 다음은 몇 가지 염소 화합물의 화학식이다.

ClO_2F	ClO_4^-	ClF_3
------------------------	------------------	----------------

가장 타당한 루이스 구조를 근거로, 원자가 껍질 전자쌍 반발 이론과 원자 결합 이론을 적용하여 이에 대한 설명으로 옳고 그름을 ○, ×로 나타내시오.

- 36. ClO_2F 에서 Cl의 형식전하는 0이다.
- 37. Cl의 산화수는 ClO_4^- 에서 가장 크다.
- 38. ClF_3 에서 세 개의 Cl-F 결합은 결합 길이가 같다.
- 39. 공유 전자쌍의 수는 ClO_2F 와 ClF_3 가 같다.
- 40. 혼성 오비탈의 s특성은 ClO_2F 가 가장 작다.

이론의 일반화학 Bridge: 개념-문풀 일체화

41~45. 다음은 아이오딘(I)과 염소(Cl)로 이루어진 화합물 (가)~(다)이다.

	ICl_x^-	ICl_3	ICl_y^+
중심원자의 혼성화	sp^3d	(가)	(나)
구조	(다)	T 형	시소형

가장 타당한 루이스 구조를 근거로, 원자가 껍질 전자쌍 반발 이론과 원자 결합 이론을 적용하여 이에 대한 설명으로 옳고 그름을 ○, ×로 나타내시오.

41. (가)는 sp^3d 이다.

42. (나)는 sp^3d^2 이다.

43. x 는 4이다.

44. y 는 4이다.

45. (다)는 선형이다.

46~50. 다음은 여러 종류의 염소산 양이온 및 음이온을 표로 정리한 것이다. 가장 타당한 루이스 구조를 근거로, 원자가 껍질 전자쌍 반발 이론과 원자 결합 이론을 적용하여

(가)	ClO_3^-	ClO_3^+
(나)	ClO_2^-	ClO_2^+

에 대한 설명으로 옳고 그름을 ○, ×로 나타내시오.

46. (가)의 두 이온의 Cl의 혼성 궤도 함수는 같다.

47. 결합각은 ClO_2^+ 가 ClO_2^- 보다 크다.

48. ClO_3^- 에서 Cl-O 사이의 길이는 모두 같다.

49. 굽은형의 구조를 갖는 것은 2개이다.

50. Cl-O 사이의 결합 길이는 ClO_3^- 에서가 ClO_2^+ 에서보다 크다.

51~55. 다음은 2, 3 주기 원자로 구성된 분자 AB₂, AB₃의 루이스 구조에 대한 자료이다.

	AB ₂	AB ₃
A의 형식전하	0	0
A의 산화수	+4	+6
A의 혼성오비탈	(가)	sp ²

가장 타당한 루이스 구조를 근거로, 원자가 껍질 전자쌍 반발 이론과 원자 결합 이론을 적용하여 이에 대한 설명으로 옳고 그름을 O, X로 나타내시오.(단, 두 분자에서 외각원자 B는 옥텟규칙을 만족한다.)

51. AB₂에서 A-B 사이에 이중결합을 형성한다.

52. AB₃에서 A-B 사이에 $\frac{4}{3}$ 중 결합을 형성한다.

53. (가)는 sp²이다.

54. A와 B의 원자가 전자 수는 같다.

55. AB₂는 극성 분자이다.

56~60. 다음은 일의 원소 A~C를 중심 원자로 갖는 몇 가지 플루오린화물이다. 주어진 화합물은 중심 원자의 혼성 궤도 함수가 서로 같다.

분자식	AF ₂ ⁻	BF ₃	CF ₄
중심원자의 비공유 전자쌍(개)	(가)	2	(나)

가장 타당한 루이스 구조를 근거로, 원자가 껍질 전자쌍 반발 이론과 원자 결합 이론을 적용하여 이에 대한 설명으로 옳고 그름을 O, X로 나타내시오.

56. AF₂⁻의 쌍극자 모멘트의 합은 0이다.

57. AF₂⁻, BF₃의 중심 원자의 원자가 전자 개수는 같다.

58. CF₄는 평면 구조이다.

59. (가)는 3이다.

60. (나)는 1이다.

서술형 문제 21

칼슘과 세륨 옥살산염의 용해도적은 다음과 같다.

$$K_{sp}[\text{CaC}_2\text{O}_4] = 1.3 \times 10^{-8}$$

$$K_{sp}[\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3] = 3.0 \times 10^{-29}$$

(1) 0.01 M Ca^{2+} 용액 100 mL와 0.01 M Ce^{3+} 용액 100 mL에 1M 옥살산이온($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) 용액을 가한다고 하자. 각각의 용액에서 침전이 생기기 시작할 때의 용액의 옥살산이온 농도를 구하라. 어느 이온이 먼저 침전하나?

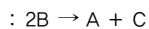
(2) Ca^{2+} 와 Ce^{3+} 가 각각 0.01 M의 농도로 녹아있는 용액 100 mL에 옥살산이온을 넣어 두 양이온을 분리하고자 한다. 나머지 이온이 침전하기 시작할 때 먼저 침전한 이온의 몇 퍼센트가 용액에 남아 있나?

(3) 먼저 침전한 이온의 1 퍼센트가 용액에 남아 있을 때 용액의 옥살산이온 농도를 구하라. 이 때 나머지 이온이 침전할지 여부를 설명하라.

서술형 문제 22

주기율표의 맨 오른쪽에 있는 0족 기체는 최외각껍질에 8개의 전자가 있어 팔전자규칙(Octet rule)을 만족하는, 매우 안정한 단원자분자로 존재한다. 그 속에 있는 $_{54}\text{Xe}$ 도 반응성이 없어 대부분의 경우 단원자분자로 존재하는 안정한 물질이지만, F_2 와 반응하면 확장된 원자가껍질을 이용하여 화합물을 형성할 수 있다.

Xe 과 F_2 를 반응시키면 그 반응 비율에 따라 화합물 A, B, C가 생성된다. 화합물 A는 Xe/F_2 비율이 클 때 주로 나오는 물질이며, 화합물 C는 Xe 에 F_2 를 과량으로 반응시킬 때 주로 나오는 물질이다. 또한 화합물 B는 불균등화(disproportionation) 반응에 의해 쉽게 A와 C로 전환 가능하다



화합물 C에서 중심원자는 확장된 원자가 껍질을 이용하여 7개의 전자쌍을 보유할 수 있도록 sp^3d^3 혼성오비탈을 형성한다. 그리고 화합물의 실제 구조는 혼성오비탈에 존재하는 전자쌍들을 원자가껍질 전자쌍반발(VSEPR) 이론에 따라 분류한 후 비공유전자쌍들을 중심원자에 귀속시킨 다음, 배치된 실제 원자들의 위치로부터 예측한다.

(1) 화합물 A의 루이스 구조를 그리시오.

(2) 화합물 A의 중심원자 혼성오비탈과 실제 구조를 예측하시오.

(3) 화합물 B의 루이스 구조를 그리시오.

(4) 화합물 B의 중심원자 혼성오비탈과 실제 구조를 예측하시오.

한편, 할로겐원소로만 구성된 물질을 할로겐간 화합물(interhalogen compound)라고 하는데, 그 중에서 IF_4^- 는 화합물 B와 총 전자수가 같은 등전자(iselectronic)성을 가진 이온이다.

(7) IF_4^- 의 중심원자 혼성오비탈과 I의 산화수를 구하시오.

(5) 화합물 C의 분자식을 적으시오.

(8) 화합물 A와 등전자성을 가진 할로겐간 화합물을 적으시오.

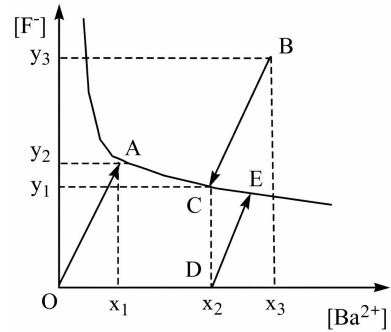
(6) 화합물 C에서 Xe의 산화수를 구하시오.

단답형 문제 23

전이 금속의 카보닐(CO) 화합물은 흔히 18-전자 규칙을 만족시킨다. 실험식 $\text{Cr}(\text{CO})_3(\text{C}_6\text{H}_5)_2$ 을 가진 크롬 화합물이 18-전자 규칙을 만족시키는 구조를 그려라.

단답형 문제 24

25°C , 1기압에서 $\text{BaF}_2(\text{s})$ 의 용해도 곱 상수 $K_{\text{sp}} = [\text{Ba}^{2+}][\text{F}^-]^2$ 를 다음 그래프와 같이 표현하였다. 단 HF의 $\text{p}K_{\text{a}} = 3.180$ 이다.



- (1) 직선 OA, BC, DE 각각의 기울기는?

- (2) pH에 따라 용해도 곱 곡선의 모양이 변하는가?

- (3) 점 B에서의 반응 지수 Q와 K_{sp} 어느 것이 큰가?

- (4) 직선 OA와 DE의 차이는 무엇을 의미하는가?

서술형 문제 25

(1) 에탄올이 우리 몸에서 산화되는 반응이 0차 반응이고, 이것의 반응 속도 상수가 '0.17 몰/시간'이라고 가정하자. 공장에서 일하는 어떤 사람의 경우 에탄올을 산화시키는 효소의 활성 자리가 염화 탄화수소에 의해 오염되어 에탄올을 흡수하는 효율이 10% 밖에 되지 않는다고 한다. 이 사람이 맥주를 마시고 다음 날 (15시간 후) 술이 남아있지 않은 상태로 출근하기 위해서, 마실 수 있는 맥주의 양을 병 단위로 답하라. (맥주 1병 당 1/3 몰의 에탄올이 들어 있다고 가정하라.)

(2) 어떤 항생제가 우리 몸 안에서 분해되는 반응이 1차 반응이고, 이것의 반응 속도 상수가 $1.93 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ 라고 가정하자. 항생제가 항상 체중 1kg 당 2 mg 이상이 남아 있도록 유지하기 위해서, 50 kg의 몸무게를 가진 환자가 한 알에 400 mg의 순수한 항생제를 포함하는 알약을 몇 시간에 한 번씩 복용해야 하는가? ($\ln 2 = 0.693$)

서술형 문제 26

전이금속 화합물의 결합성은 흔히 원자가 결합 이론(valence bond theory)으로 서술된다. 이 이론에 의하면, 금속-리간드 결합이 형성될 때, 금속은 nd , $(n+1)s$, $(n+1)p$ 궤도함수들을 혼성시킨 궤도함수들을 사용하고 (여기서 n 은 주양자수이다), 리간드들은 전자들로 채워진 순수한 원자 궤도함수들을 사용한다. 어떤 연구자가 $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ 이온을 조사한 결과, 이 이온은 반자성이며 사각 평면 구조를 갖고 있었다.

(1) 백금(Pt)의 형식 산화수는?

(2) 백금이 갖고있는 형식적인 d 전자 개수는?

(3) 원자가 결합 이론을 써서, 백금의 혼성화를 구하라.

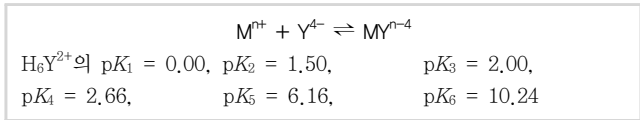
(4) 백금의 원자가 궤도함수들 중에서 혼성화에 참여하지 않는 궤도함수들의 개수와 종류는?

(5) 백금의 d 궤도함수들의 갈라짐을 표시하고, 이 궤도함수들에 전자들을 \uparrow , \downarrow , 혹은 $\uparrow\downarrow$ 화살표로 채워라. 이 때 반드시 궤도함수의 아래 첨자를 표시하라.

서술형 문제 27

이온 A^+ , B^+ , C^+ 가 각각 0.1 M씩 섞여 있는 혼합 용액이 있다. 이 이온들을 분별 침전시키기 위하여 난용성 염을 형성하는 Y^- 이온을 첨가하려고 한다. 다른 이온들의 염이 침전되기 전에, 특정한 이온의 원래 농도의 99.99%가 염으로 침전되면, 그 이온은 완전히 분리된다고 기술된다. 25 °C에서 AY 의 K_{sp} 값은 3.20×10^{-20} 이고, CY 의 K_{sp} 값은 1.80×10^{-9} 이다. AY , BY , CY 의 순서로 침전되는 경우, 세 이온을 완전히 분리하기 위한 BY 의 K_{sp} 값의 조건을 구하라.

서술형 문제 28



- <보기>
- ① H_6Y^{2+} , ② H_5Y^+ , ③ H_4Y ,
 - ④ H_3Y^- , ⑤ H_2Y^{2-} , ⑥ HY^{3-} ,
 - ⑦ Y^{4-}

(1) EDTA(ethylenediamine tetraacetate)는 H_6Y^{2+} 로 나타낼 수 있다. Y^{4-} 의 구조식을 답란에 그려라.

(2) pH = 7.50에서 EDTA의 가장 우세한 형태는 (a)이고, 두 번째는 (b)이고, 세 번째는 (c)이다. (a), (b), (c)에 알맞은 것을, 위의 <보기>에서 골라 번호로 답하라.

(3) 금속 이온 지시약인 Eriochrome black T (In'으로 표시)는 금속이 없는 상태에선 푸른색이다. 또한 EDTA와 MgEDTA는 무색이고 MgIn은 빨간색이다. 어떤 금속이온 용액에 Eriochrome black T 지시약을 넣었다. 이때 넣은 지시약의 색은 모두 금속이온에 의해 차단(blocking)되었다. 이 혼합 용액에 과량의 EDTA 표준 용액을 가한 후 과량으로 들어간 EDTA를 Mg^{2+} 로 역 적정하였다. 역 적정하는 과정에서의 색변화는?

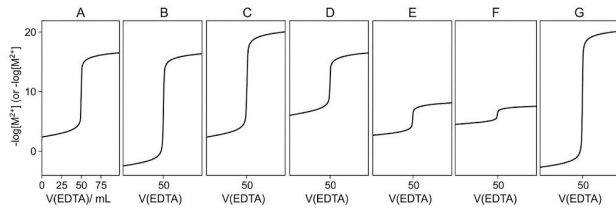
- a) 무색 → 빨간색 b) 무색 → 푸른색
- c) 빨간색 → 무색 d) 빨간색 → 푸른색
- e) 푸른색 → 무색 f) 푸른색 → 빨간색

※ 아래의 왼쪽 그래프("A")는, 0.0500 M의 어떤 금속 이온 (M^{2+}) 50.0 mL를, pH = 10.00에서 0.0500 M EDTA 용액으로 적정할 경우에 계산된 적정 곡선이다. 다음의 각 조건에서 알맞은 **적정 곡선의 기호("A-F")**를 **답란**에 쓰고, **당량점 이전과 이후에 대한 설명**을 써라. (반드시 **설명**이 맞아야 **점수 있음**)

(4) 다른 조건은 똑같고, pH가 더 낮을 때

(5) 다른 조건은 똑같고, K_f 가 더 큰 금속일 때

(6) 다른 조건은 똑같고, 보조착화제(auxiliary complexing agent)가 있을 때



서술형 문제 29

BO 에 대하여 다음 각 물음에 그림 또는 과정을 밝혀 답하라.

(1) BO의 결합차수를 계산하라.

(2) BO는 상자기성인가 또는 반자기성인가 그 이유를 밝혀 답하라.

(3) BO의 HOMO는 B와 O 중 어느 쪽의 특성을 더 가지고 있는지 설명하라.

단답형 문제 30

0,200 M의 삼양성자 산(H_3A , $pK_{a1} = 3,00$, $pK_{a2} = ?$, $pK_{a3} = 10,00$) 수용액 20,0 mL를, 0,200 M NaOH 수용액으로 적정하였다. NaOH 용액이 20,0 mL만큼 들어갔을 때 H_3A , H_2A^- , HA^{2-} , A^{3-} 중, 가장 우세한 화학종의 분율이 정확히 0,800 이었다면, K_{a2} 값은? 답은 반드시 ' $X.Y \times 10^Z$ ' 형태로 써라.



정답 및 해설

18.

- ① $a\text{CH}_4(\text{g}) + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2(\text{g}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
a = 1, b = 2, c = 1, d = 2
- ② $a\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2(\text{g}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
a = 1, b = 5, c = 3, d = 4
- ③ $a\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2(\text{g}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
a = 2, b = 13, c = 8, d = 10
- ④ $a\text{C}_5\text{H}_{12}(\text{l}) + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2(\text{g}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
a = 1, b = 8, c = 5, d = 6
- ⑤ $a\text{C}_6\text{H}_{14}(\text{l}) + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2(\text{g}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
a = 2, b = 19, c = 12, d = 14
- ⑥ $a\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2(\text{g}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
a = 2, b = 25, c = 16, d = 18
- ⑦ $a\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2(\text{g}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
a = 2, b = 9, c = 6, d = 6
- ⑧ $a\text{C}_4\text{H}_6(\text{g}) + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2(\text{g}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
a = 2, b = 6, c = 4, d = 4
- ⑨ $a\text{C}_5\text{H}_{10}(\text{l}) + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2(\text{g}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
a = 2, b = 15, c = 10, d = 10
- ⑩ $a\text{C}_6\text{H}_{12}(\text{l}) + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2(\text{g}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
a = 1, b = 9, c = 6, d = 6

19. ②

(보기)

① 옳음

시료를 가열하면 물질의 기화가 일어난다. 끓는점이 높은 물질의 경우 낮은 온도에서 기화시키기 위해서 감압을 하는 경우가 많다. 감압을 하면 물질의 끓는점이 낮아진다. 물질의 기화 곡선을 참조하면, 압력이 낮아지면 끓는점도 같이 낮아지는 것을 볼 수 있다.

(참고)

끓는점이 높은 물질을 감압시켜서 끓는점을 낮추는 이유는 높은 온도에서 기화를 시키게 될 경우 화학 반응이 일어나서 다른 물질로 변할 수 있기 때문이다.

② 옳지 않음

전자빔에 의하여 시료가 조각나거나 이온화될 수 있다. 전자빔에 의하여 공기가 이온화되지 않는다.

③ 옳음

시료가 진행되는 방향과 나란하게 전기장이 걸려있으면 이온화된 입자가 전기력을 받아서 가속 운동을 한다. 슬릿을 설치한 이유는 직진하는 이온만 통과시키기 위함이다.

④ 옳음

전하를 띤 입자가 이동 방향과 수직인 방향으로 걸려 있는 자기장을 만나면 로렌츠힘을 받아 원운동을 한다. 그림에서와 같이 장치되어 있으면 자기장 속에서 입자가 원운동을 하면서 휘어지게 된다.

⑤ 옳음

슬릿을 통과한 입자(이온)가 검출기를 통하여 검출된다. 슬릿은 $m(\text{질량})/z(\text{전하량})$ 에 따라서 분리하여 측정하기 위한 장치이다. 자기장 속에서 휘어진 입자들은 m/z 가 다양하게 존재한다. 검출기에서 한꺼번에 모두 검출하면 m/z 가 구별이 안 된다. 따라서 슬릿을 통과시켜서 m/z 에 따라서 입자들을 구별하여 검출한다.

(참고)

$F = q \times v \times B$ (로렌츠 힘의 공식) 이온화되어 자기장 속으로 들어가는 입자의 q 와 B 가 일정하다고 했을 때, 입자를 구별할 수 있는 인자는 v (속도)이다. C에서 전기장에 의하여 입자가 가속되는 정도에 따라 입자 간의 속도 차이를 만들어낸다. 동일한 크기의 전기장이 걸려있다고 한다면, 전기장 속에서 전기력을 받아 가속되는 입자의 질량에 따라서 자기장으로의 진입 속도가 달라진다. 따라서 질량에 따라서 최종 슬릿에 도달하는 각도가 달라진다. 이러한 성질을 이용하여 질량 분석기에서 m/z 에 따라 분리하여 검출할 수 있는 것이다.

20. ① 총 원자수, 총 원자수

② 생성물의 실제 수득량(g), 생성물의 이론적인 수득량(g)

$$③ M = \% \times d \times \frac{10}{mw}$$

④ 질량분석기, $PV = nRT$, 증기압 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, GPC

⑤ 삼투압에 대한 반트호프 식($\pi = CRT$), MALDI-TOF, 점도측정, 광산란도 측정

▷ 총 원자수, 총 원자수

돌턴의 질량 보존의 법칙에 해당되는 것이다. 화학양론 단원에서 문제를 풀 때는 항상 생성물과 반응물이 총 질량 또는 총 원자수가 같은지 확인해보는 습관을 가져야 빠른 속도로 문제를 풀 수 있다.

▷ 생성물의 실제 수득량(g), 생성물의 이론적인 수득량(g)

$$▷ M = \% \times d \times \frac{10}{mw}$$

이 식의 유도는 10장에서 나오지만 어느 파트이든지 간에 암기가 된 상태에서 자연스럽게 사용할 줄 알아야 하는 중요한 식이다. 그 외 다른 인자 간의 관계식도 유도를 해보고 암기가 되어 있어야 할 것이다.

▷ 질량분석기, $PV = nRT$, 증기압 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, GPC

$$* PV = nRT \text{에서 } n = \frac{w}{mw} \text{ 이므로 대입하여 정리하면, } mw = \frac{wRT}{PV} \text{ 로 된다.}$$

$$* \Delta T_f = -K_f \times m \text{에서 } m = \frac{n}{w(\text{용매kg})} \text{ 이므로 } n = \frac{w}{mw} \text{ 를 대입하}$$

$$\text{여 정리하면, } mw = -K_f \times \frac{w(\text{용질g})}{\Delta T_f \times w(\text{용매kg})} \text{ 가 된다. 여기서}$$

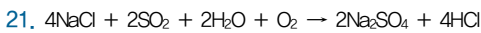
중요한 것은 용매는 kg단위를 사용하지만 용질은 g단위를 사용한다. 저분자량 측정 방법 중 가장 중요한 방법은 어는점 내림 측정을 통한 분자량 계산이다. 시험장에서 분자량을 유도하는 시간을 아끼기 위해 어는점 내림을 통한 분자량 관계식은 필히 암기를 해두어야 한다.

▷ 삼투압에 대한 반트호프 식($\pi = CRT$), MALDI-TOF, 점도측정, 광산란도 측정

* $\pi = CRT$ 에서 $C = \frac{n}{V}$ 이므로 $n = \frac{w}{mw}$ 을 대입하여 정리하면,

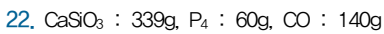
$$mw = \frac{wRT}{\pi V}$$
 로 된다.

고분자량 측정 방법 중 가장 중요한 방법은 삼투압에 대한 반트호프 식을 통한 분자량 계산이다. 또한 MALDI-TOF는 GPC와 방법은 다르고, 경향성이 반대인데 그 이유를 알아두어야 한다.



- ① 먼저 분자에서 가장 많은 원소를 가진 Na_2SO_4 를 계수 1로 잡는다.
- ② Na_2SO_4 가 계수 1일 경우, 반응물의 $NaCl$ 의 계수는 2가 된다.
- ③ 생성물 항의 Cl 개수를 먼저 맞추기 전에, 생성물 항에서 S가 1개 이므로 반응물의 SO_2 는 계수가 1이 된다.
- ④ 그 다음 Cl 개수를 맞추게 되면, HCl 의 계수는 2가 된다.
- ⑤ 따라서 생성물의 H 개수와 반응물의 H 개수를 맞추면 H_2O 의 계수는 1이 된다.
- ⑥ 마지막으로 산소의 개수를 맞추면 반응물의 O_2 의 계수가 $\frac{1}{2}$ 이 된다.

$2NaCl + SO_2 + H_2O + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$ 이 균형 화학 반응식의 계수를 정수로 모두 바꾸게 되면
 $4NaCl + 2SO_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Na_2SO_4 + 4HCl$ 가 된다.



$Ca_3(PO_4)_2$ 의 분자량은 308amu이다. 따라서 $Ca_3(PO_4)_2$ 가 사용된 몰수 = 1mol이다.
 $CaSiO_3$ 는 $Ca_3(PO_4)_2$ 가 2mol 소모될 때 6mol이 생성되므로 총 $CaSiO_3$ 가 3mol이 생성된다. 따라서 $CaSiO_3$ 가 생성된 g수는 $3mol \times CaSiO_3$ 의 분자량 = $3mol \times 113 = 339g$ 이다.
 P_4 는 $Ca_3(PO_4)_2$ 가 2mol 소모될 때, 1mol이 생성되므로 총 P_4 가 0.5mol이 생성된다. 따라서 P_4 의 생성된 g수는 $0.5mol \times P_4$ 의 분자량 = $0.5mol \times 120 = 60g$ 이다.
 CO 는 $Ca_3(PO_4)_2$ 가 2mol 소모될 때, 10mol이 생성되므로 총 CO 가 5mol이 생성된다. 따라서 CO 의 생성된 g수는 $5mol \times CO$ 의 분자량 = $5mol \times 28 = 140g$ 이다.

Chapter 03. 기본적인 화학 반응과 루이스 구조식

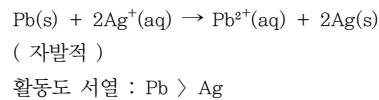
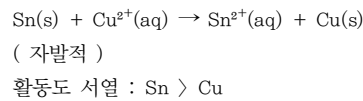
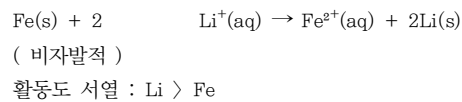
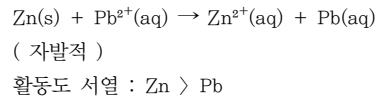
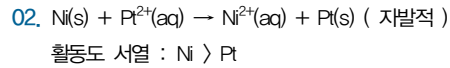
01.

O의 산화수

- 2 : $Li_2O, KMnO_4, Na_2CO_3$
- 1 : H_2O_2, Na_2O_2
- 0 : HO_2
- 0.5 : KO_2

* 화합물에서의 절대적인 산화수를 가지는 원소

- 알칼리 금속 (Li, Na, K 등) : +1
- 알칼리 토금속 : +2
- F : -1
- H : +1/-1

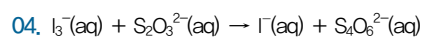


수용액에서 금속의 산화 환원 반응은 활동도 서열을 통해 판단할 수 있다.
 활동도 서열이 높은 순서 (산화되기 쉬운 순서)대로 나타내면 $Li > K > Ca > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Ni > Sn > Pb > H > Cu > Hg > Ag > Pt > Au$ 이다.

03. ③

<보기>

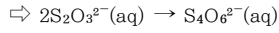
- ㄱ. 옳지 않음
기체 상태일 때는 $K(g)$ 가 $Li(g)$ 보다 전자를 잃고 양이온이 되기 쉽다. 수용액 상태일 때와 경향성이 다르므로 구별하여 암기해야 한다.
- ㄴ. 옳음
 $Zn(s)$ 는 $Cu(s)$ 보다 산화되기 쉬우므로 Cu 이온을 만나면 Cu 에게 전자를 내어주고 스스로 산화된다.
- ㄷ. 옳음
 $Cu(s)$ 는 $H_2(g)$ 보다 산화되기 어려우므로 $H^+(aq)$ 를 만나서 전자를 내어주고 스스로 산화되지 않는다. 외부에서 에너지를 가하여 비 자발적인 과정을 거쳐야 $Cu(s)$ 가 산화될 수 있다.



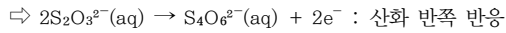
반쪽반응식에 따라
 산화 반쪽 반응 (S 의 산화수 +2 \rightarrow +2.5)
 $S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow S_4O_6^{2-}(aq)$

이론의 일반화학 Bridge: 개념-문풀 일체화

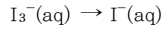
원자의 수를 비교하여 계수를 맞추면



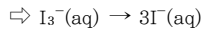
부족한 전자 수를 보충하면



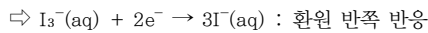
환원 반쪽 반응 (I의 산화수 $-\frac{1}{3} \rightarrow -1$)



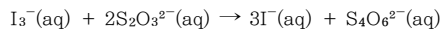
원자의 수를 비교하여 계수를 맞추면



양변의 하전을 맞추기 위해 부족한 전자 수를 보충하면



산화 반쪽 반응과 환원 반쪽 반응의 전자 수가 같으므로 둘을 더하면 다음과 같은 반응식이 완성된다.



05. Na : +1, K : +1, Be : +2, Al : +3, F : -1, H : +1 혹은 -1

Na, K 등의 알칼리 금속은 화합물을 형성할 때 항상 +1의 산화수를 가진다. Be 등의 알칼리 토금속은 화합물을 형성할 때 항상 +2의 산화수를 가진다.

H는 자신보다 전기 음성도가 큰 원소(2.1 이상)와 화합물을 형성할 때에는 +1의 산화수를 가지고 자신보다 전기 음성도가 작은 원소(2.1 이하)와 화합물을 형성할 때에는 -1의 산화수를 가진다.

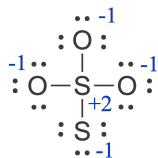
(cf)

O는 주로 -2의 산화수를 가지지만 자신보다 전기 음성도가 큰 F와 결합하여 OF_2 를 형성하는 경우 +2를, 산화수를 가지고 H_2O_2 의 경우 -1의 산화수를 가지기도 한다.

06.

- ① 사면체 구조 : PO_4^{3-}
- ② 선형 구조 : N_3^- , NO_2^+
- ③ 평면 삼각형 구조 : HCO_3^- , SO_3
- ④ 굽은형 구조 : NO_2
- ⑤ 삼각 피라미드 구조 : H_2SO_3

07. A = 7, B = 6, C = -1, D = 4, E = +2



S와 O는 16족 원소이므로 주위에 6개의 최외각 전자를 가질 때 형식 전하는 0이 된다.

그보다 많아지게 되면 초과한 개수대로 -전하, 부족하게 되면 모자란 개수대로 +전하를 가진다.

어떠한 원소가 가지는 비공유 전자쌍은 모두 자기 자신의 전자로 포함시켜 계산한다. (비공유 전자 6개 + 공유 전자 1개)

따라서 $6 - 7 = -1$ 의 형식전하를 가지게 된다.

한편 중심에 존재하는 S의 경우 4개의 전자(공유 전자 4개)만이 존재하므로 $6 - 4 = +2$ 의 형식 전하를 갖는다.

08. O, X, O

① 옳음

일반적으로 주기가 작을수록 이온화 에너지가 더욱 커진다. 따라서 이온화 에너지의 크기가 큰 B, C 그룹이 2주기이고 A는 3주기 원소이다.

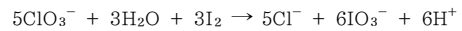
② 옳지 않음

p 오비탈의 전자쌍 반발에 의해 핵과의 인력이 상쇄되어 16족의 경우 15족보다 이온화되기가 쉽다. 따라서 B의 이온화 에너지는 같은 주기의 15족보다 작다.

③ 옳음

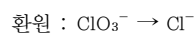
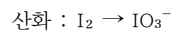
같은 주기에서는 주기율표에서 오른쪽으로 갈수록 양성자가 증가하여 핵의 인력이 증가한다. 또한 16족에서 17족 사이에 전자 껍질수의 변화는 없기 때문에 전자의 분포는 핵에 더 가까워진다. 즉, 반지름이 더 작아지게 된다.

09. ④

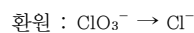
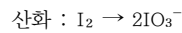


산성 수용액에서의 반쪽 반응법을 적용하면

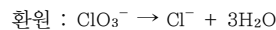
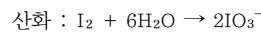
(순서-1) 산화되는 물질과 환원되는 물질을 반쪽 반응으로 나눈다.



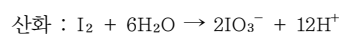
(순서-2) 각각의 반쪽 반응에서 O와 H를 제외한 양변의 원자수를 같도록 맞춘다.



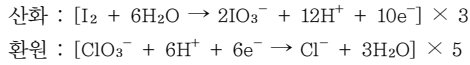
(순서-3) 각각의 반쪽 반응에서 양변의 산소(O) 수를 맞추기 위해 산소(O) 원자수가 모자라는 쪽에 H_2O 를 첨가해서 산소(O) 원자 개수를 맞춘다.



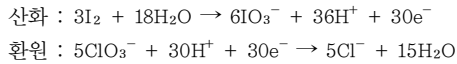
(순서-4) 각각의 반쪽 반응에서 양변의 수소(H)수를 맞추기 위해 수소 원자수가 모자라는 쪽에 H^+ 를 첨가해서 수소 원자 개수를 맞춘다.



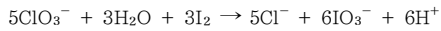
(순서-5) 각각의 반쪽 반응에서 산화되는 전자수와 환원되는 전자수가 같아지도록 두 반쪽 반응의 계수를 조정한다.



식을 다시 정리하면



(순서-6) 두 반쪽 반응을 합친 후 반응물, 생성물에서 동일한 물질들은 그 개수만큼 소거한다.



* 보다 빠르게 문제를 풀기 위해서는 (순서-5)를 구하여 $5ClO_3^-$, $3I_2$, $5Cl^-$, $6IO_3^-$ 비율을 바로 구하면 된다. 그 이후에는 계수비를 맞춰보면 된다.

(보기)

- ㄱ. 옳음
- ㄴ. 옳음
 H^+ 이 최종 반응식에 있으므로 산성 수용액에서의 반응이다. OH^- 가 최종 반응식에 있으면 염기성 수용액에서의 반응이다.
- ㄷ. 옳음
- ㄹ. 옳음
 I_2 는 자신이 산화되고 ClO_3^- 의 Cl^{+5} 를 Cl^- 로 환원시킨다.
- ㅁ. 옳지 않음
 O 의 산화수는 -2로 일정하다.

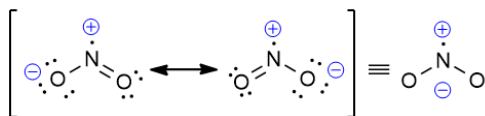
10. ②

- (가) HSO_4^- (나) HCO_3^- (다) HPO_4^{2-}
- (라) N_2O_4 (마) NO_2 (바) NO

(보기)

- ㄱ. 옳음
아레니우스 산 염기의 정의에서 산은 H^+ 를 내놓을 수 있는 것이므로 (가), (나), (다)가 H^+ 를 내놓을 수 있다.
- ㄴ. 옳음
(마)와 (바)가 홀전자가 존재한다.

▷ NO_2 의 루이스 구조

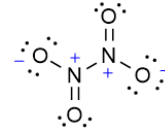


▷ NO 의 루이스 구조



- ㄷ. 옳지 않음
(라), (마)가 중심 원소와 산소간의 길이가 공명 구조로 인해서 모두 같다. (가), (나), (다)는 OH가 있기 때문에 공명 구조를 할 수가 없다. 따라서 OH가 있는 곳의 길이만 다르다.

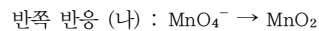
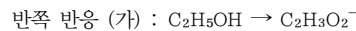
▷ N_2O_4 의 루이스 구조



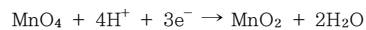
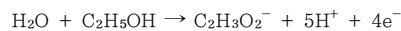
11.

(반응식 완결 과정)

(1) 주어진 반응을 반쪽 반응으로 나타낸다.



(2) 반쪽 반응의 균형을 맞춘다.

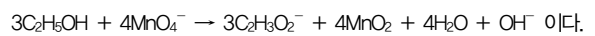


(3) 두 반쪽 반응의 전자수가 서로 같아지도록 한다.

(4) 두 반쪽 반응식을 더하고 정리한다.

(5) H^+ 개수만큼 반응식의 양쪽에 OH^- 를 더하여 정리한다.

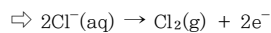
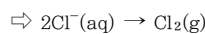
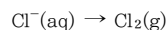
따라서 균형 화학 반응식은



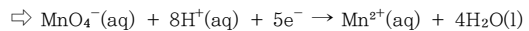
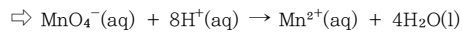
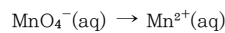
12. $10Cl^-(aq) + 2MnO_4^-(aq) + 16H^+(aq)$



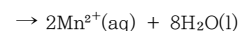
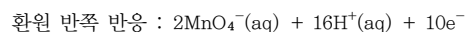
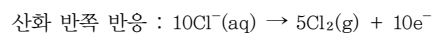
산화 반쪽 반응 (Cl의 산화수 -1 → 0)



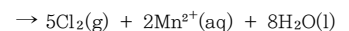
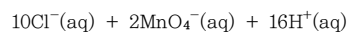
환원 반쪽 반응 (Mn의 산화수 +7 → +2)



산화 반쪽 반응과 환원 반쪽 반응의 전자수를 같게 하기 위해 계수를 조정하면

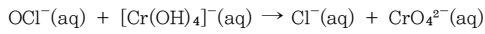


따라서 두 반응을 합치면

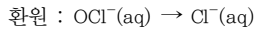
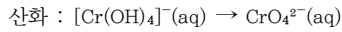


13. ⑤

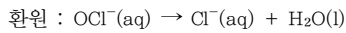
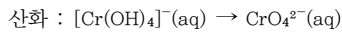
염기성 수용액에서 다음의 반응이 일어난다.



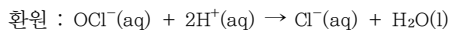
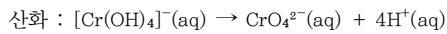
(순서-1)



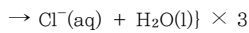
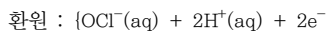
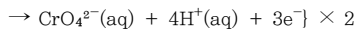
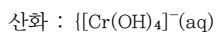
(순서-2)



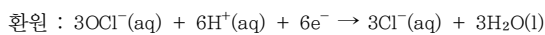
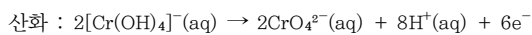
(순서-3)



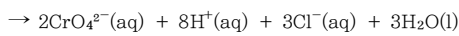
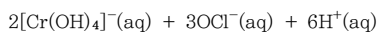
(순서-4)



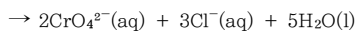
(순서-5)



(순서-6)



(순서-7)



〈보기〉

① 옳음

Cr은 +3가에서 +6가로 산화되었다. Cl은 +1가에서 -1가로 환원되었다.

② 옳음

OCl⁻에서 O가 -2가, Cl이 +1가이다. O의 전기 음성도가 Cl보다 더 커서 음전하를 띤다. Cl은 +1가에서 -1가로 환원되었다.

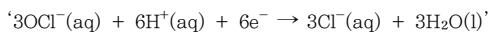
③ 옳음

균형(화학) 반응식에서는 전자가 양변에서 소거되어 나타나지 않는다.

④ 옳음

최종 균형(화학) 반응식에서 OCl⁻와 Cl⁻는 3 : 3 이다. 즉, 1 : 1 이다.

⑤ 옳지 않음



산화 반쪽 반응식과 환원 반쪽 반응식의 전자수를 맞추어 준 식이 최종 반쪽 반응식이 된다.

14. ⑤

〈보기〉

① 옳음

S : -2가 → +4가, O : 0가 → -2가

② 옳음

Zn : 0가 → +2가, Cu : +2가 → 0가

③ 옳음

C : 0가 → +4가, O : 0가 → -2가

④ 옳음

Cu : +2가 → +1가, 3I⁻(-1가) → I₃⁻(-1/3가)

⑤ 옳지 않음

산화수가 변하는 화학종이 없음.

15. ⑤

절대적 산화수

알칼리 이온 : +1가

알칼리 토금속 이온 : +2가

알루미늄 이온 : +3가

플루오르 이온 : -1가

수소 이온 : +1가/-1가

Cl은 상황에 따라서 -1가 외의 산화수를 가질 수 있다.

예) HClO₄ → Cl : +7가

16.

ㄱ. 절대 산화수를 먼저 체크하면, H는 전기 음성도가 낮기 때문에 +1가이고, 절대 산화수에 맞춘다면 O는 -1가가 되어야 한다.

ㄴ. 절대 산화수가 H는 +1가, F는 -1가 이므로 O는 0가이다.

ㄷ. 절대 산화수를 먼저 체크하면, 알칼리 금속은 +1가 이므로 O는 -2가이다.

ㄹ. 절대 산화수를 먼저 체크하면, 알칼리 금속은 +1가 이므로 O는 -1가이다.

ㅁ. 절대 산화수를 먼저 체크하면, 알칼리 금속은 +1가 이므로 O는 -1/2가이다.

17. NO₂⁺ > NO₂ > NO₂⁻

① 결합각은 비공유 전자쌍을 제외한 공유 전자쌍(공유 결합) 간의 각도를 의미한다. NO₂⁺는 두 개의 이중결합으로 두 개의 O와 결합하고 있고 비공유 전자쌍은 존재하지 않는다. 따라서 구조를 그려보면 180°로 가장 결합각이 크다.

NO₂는 1.5중 결합 두 개가 두 개의 O와 결합하고 있고 홀 전자가 하나 있다. 원자가 전자쌍 반발 이론에 의해 비공유 전자쌍이 가장 큰 반발력을 나타내고 그리고 공유 전자쌍, 마지막으로 제일 반발력이 약한 것은 홀 전자이다. 따라서 NO₂는 결합각이 120°보다 조금 더 크다는 것을 구조를 그려보면 알 수 있다.

NO₂⁻는 NO₂와 비슷하게 두 개의 1.5중 결합을 형성하고 있지만, 홀 전자가 아닌 반발력이 가장 큰 비공유 전자쌍이 존재하므로 결합각은 120°보다 작다고 할 수 있다.

② 옳지 않음

NO₂와 NO₂⁻는 1.5중 결합 두 개와 각각 홀전자, 비공유 전자쌍이 존재하므로 중심 원소인 N은 sp² 혼성 오비탈을 사용하여 평면 삼각형 구조를 나타낸다. 하지만 NO₂⁺는 두 개의 이중결합만이 있으므로 중심 원소인 N은 sp 혼성 오비탈을 사용하여 직선형 구조를 나타낸다.

③ 위에서 서술함.

④ NO₂와 NO₂⁻는 단일 결합과 이중 결합이 하나씩 존재하여 공명 구조를 2개 그릴 수 있으므로 1.5중 결합이지만, NO₂⁺는 이중결합 2개만이 존재하므로 공명 구조를 그릴 수 없다.

18.

① O₃

O₃는 [2]개의 공명 구조를 가지며, O~O 간의 결합이 모두 [1.5]중 결합이다. 중심 O의 혼성 오비탈은 [sp²]혼성 오비탈이다. 분자 구조는 [굽은 구조]이다.

② SO₃ (단, SO₃의 중심 원소인 S는 팔전자 규칙을 만족한다.)

SO₃는 [3]개의 공명 구조를 가지며, S~O 간의 결합이 [4/3]중 결합이다. 또한 S~O 간의 결합을 [2]중 결합으로 볼 수도 있으며, 이는 [팔전자 규칙]을 만족하지 않아도 되기 때문이다. 중심 S의 혼성 오비탈은 [sp²]혼성 오비탈이다. 분자 구조는 [평면 삼각형]이다.

③ NO₃⁻

NO₃⁻는 [3]개의 공명 구조를 가지며, N~O 간의 결합이 [4/3]중 결합이다. 중심 N의 혼성 오비탈은 [sp²]혼성 오비탈이다. 분자 구조는 [평면 삼각형]이다.

④ HSO₄⁻

HSO₄⁻는 [3]개의 공명 구조를 가지며, S~O 간의 결합이 3개의 [5/3]중 결합, 1개의 [단일]결합으로 존재한다. 중심 S의 혼성 오비탈은 [sp³]혼성 오비탈이다. 분자 구조는 [사면체 구조]이다.

⑤ PO₄³⁻

PO₄³⁻는 [4]개의 공명 구조를 가지며, P~O 간의 결합이 [5/4]중 결합이다. 중심 P의 혼성 오비탈은 [sp³]혼성 오비탈이다. 분자 구조는 [사면체 구조]이다.

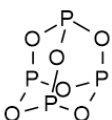
19.

P₄O₆

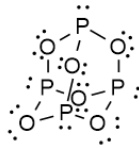
(순서-1) (4×5e⁻) + (6×6e⁻) = 56e⁻

(순서-2) 28EA

(순서-3)



(순서-4)

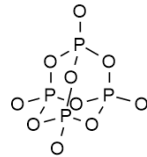


P₄O₁₀

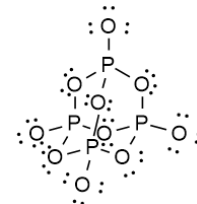
(순서-1) (4×5e⁻) + (10×6e⁻) = 80e⁻

(순서-2) 40EA

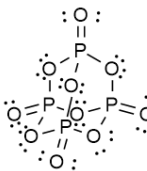
(순서-3)



(순서-4)



(순서-5)



20.

물에 용해되는 물질은 전해질과 비전해질이 있다. 보통 비전해질을 물에 용해되지 않는 물질로 착각할 수 있으므로 전해질과 비전해질의 정의를 명확히 알아두어야 한다. 전해질은 '물에 용해되는 물질 중 이온화되는 물질'이며 비전해질은 '물에 용해되지만 이온화되지 않는 물질'을 말한다. 전해질은 다시 강전해질과 약전해질로 나눌 수 있으며, 강전해질은 '수용액 중에 ~100% 이온화되는 물질'을 말하며 대표적인 예로 강산인 HCl, 강염기인 NaOH를 들 수 있다. 약전해질은 '수용액 중에서 부분적으로 이온화되는 물질'을 말하며 대표적인 예로 약산인 CH₃COOH, 약염기인 NH₃를 들 수 있다.

물에 용해되지 않는 물질을 부유물질이라고 하는데 이는 물속에서 녹아들지 않고 떠다니는 2mm이하의 입자들을 말한다.

이론의 일반화학 Bridge: 개념-문풀 일체화

21~25.

개념이론

화학식	루이스 구조	기하학적 구조
NO ⁺	$\ddot{O}=\overset{+}{N}=\ddot{O}$	직선형
SOCl ₂	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{:Cl-S-Cl:} \\ \vdots \end{array}$	삼각뿔
IF ₅	$\begin{array}{c} \text{:F:} \\ \vdots \\ \text{:F:} \quad \text{I} \quad \text{:F:} \\ \vdots \\ \text{:F:} \end{array}$	사각피라미트

정답해설

21. ○
NO₂⁺에서 N의 형식전하는 +1, O의 형식전하는 0이다.

22. ○
NO₂⁺는 직선형이다.

23. ×
SOCl₂는 삼각뿔 형태이다.

24. ×
IF₅에서 평면에서의 I-F 사이의 길이와, 수직상에서의 I-F 간의 길이는 다르다.

25. ○
IF₅는 사각 피라미드 구조를 이룬다.

26~30.

개념이론

화학종	AX ₂	AX ₂ E	AX ₃ E ₂	AX ₄ E ₂
예	CO ₂	SO ₂ , O ₃	ClF ₃	XeF ₄
구조	선형	굽은형	굽은 T형	평면 사각형
중심 원자의 혼성 오비탈	sp	sp ²	sp ³ d	sp ³ d ²

정답해설

26. ○
중심원자(A) 주변에 주변원자(X)가 2개가 있으므로, 중심원자의 혼성 오비탈은 sp이다.

27. ○
AX₂E는 굽은형이므로, 극성분자이다.

28. ×

AX₃E₂는 T형이고, 수직축과 수평축에 있는 A-X간의 길이는 서로 다르다. 수직축의 A-X 길이가 더 길다.

29. ○

AX₄E₂의 구조는 평면 사각형이다.

30. ×

AX₃E₂의 중심원자(A)의 혼성오비탈은 sp³d이고, AX₄E₂의 중심원자(A)의 혼성오비탈은 sp³d²이다.

31~35.

개념이론

주어진 화합물들은 입체수가 5로 중심 원자는 dsp³ 혼성 오비탈을 갖는다.

	PF ₅	SF ₄	BrF ₃
구조	삼각쌍뿔	시소모양	뒤틀린 T형

정답해설

31. ×

SF₄는 적도 방향에 존재하는 비공유 전자쌍의 반발 때문에 시소형 구조를 갖는다.

32. ○

세 화합물의 중심 원자의 혼성 오비탈은 dsp³ 모두 동일하다.

33. ○

삼각 쌍뿔 구조에서 수직으로 배치된 두 개의 플루오린을 연결하면 결합각은 180°이다.

34. ×

중심 원자에 비공유 전자쌍이 존재하는 화합물은 2개이다. 중심원자에 비공유 전자쌍이 존재하는 화합물은 SF₄, BrF₃으로 2개이다.

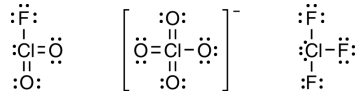
35. ○

세 화합물에서 중심원자의 형식전하는 0으로 동일하다.

36~40.

개념이론

화합물의 구조는 다음과 같다.



정답해설

36. ○

ClO₂F에서, 모든 원자의 형식전하는 0이다.

37 ○ Cl-F
Cl의 산화수는 각각 +5, +7, +3으로 ClO_4^- 에서 가장 크다.

38 ×
입체수가 5인 구조에서는 수직 방향의 결합이 수평 방향의 결합보다 결합 길이가 길다. ClF_3 의 결합은 2개는 수직 방향에, 1개는 수평 방향에 존재하므로 결합 길이가 서로 다르다.

39 ×
형식전하가 최소인 루이스 구조에서는 ClO_2F 가 5개의 공유 전자쌍을, ClF_3 가 3개의 공유전자쌍을 갖는다.

40 ×
혼성 오비탈은 ClO_2F , ClO_4^- 가 sp^3 혼성 오비탈을, ClF_3 는 sp^3d 혼성 오비탈을 갖는다. 따라서 혼성 오비탈의 s특성은 ClF_3 가 가장 작다.

41~45.

■ 개념이론

각 화학종의 구조 및 주요 특성은 아래와 같다.

	ICl_2^-	ICl_3	ICl_4^+
루이스 구조			
입체수(SN)	5	5	5
기하학구조	선형	굽은 T형	시소형
중심원자의 혼성화	sp^3d	sp^3d	sp^3d

■ 정답해설

41 ○
(가)는 sp^3d 이다.

42 ×
(나)는 sp^3d 이다.

43 ×
 x 는 2이다.

44 ○
 y 는 4이다.

45 ○
(다)는 선형이다.

46~50.

■ 개념이론

각 이온의 구조는 다음과 같다.

	음이온	양이온
가		
나		

■ 정답해설

46 ×
(가)에서 Cl의 혼성 궤도 함수는 양이온은 sp^2 , 음이온은 sp^3 이다.

47 ○
(나)에서 비공유 전자쌍의 수가 많은 음이온의 결합각이 더 작다. 따라서 $\angle \text{O}-\text{Cl}-\text{O}$ 는 $\text{ClO}_2^- < \text{ClO}_2^+$ 이다.

48 ○
공명 구조를 가지므로 결합 길이는 동등하다.

49 ○
(나)의 음이온과 양이온은 모두 굽은형 구조를 갖는다.

50 ○
Cl과 O사이의 결합은 ClO_3^- 에서 단일 결합과 이중 결합의 중간 정도이고 ClO_2^+ 에서 이중 결합이다. 따라서 결합 길이는 ClO_3^- 에서가 더 크다.

51~55.

■ 개념이론

AB_3 는 SO_3 이며, S와 O 사이에 2중 결합을 형성하며, S의 산화수는 +6, O의 산화수는 -2이다. AB_2 는 SO_2 이며, S와 O 사이에 2중 결합을 형성하며, O의 산화수는 -2이다.

■ 정답해설

51 ○
B는 옥텟규칙을 만족하고, AB_2 에서 A-B 사이에 2중결합을 형성한다.

52 ×
B는 옥텟규칙을 만족하고, AB_3 에서 A-B 사이에 2중결합을 형성한다.