



경희대학교

2024학년도

모의논술고사 문제지(의·약학계-화학)

[온라인]

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

<유의사항>

1. 제목은 쓰지 마시고 특별한 표시를 하지 마시오.
2. 제시문 속의 문장을 그대로 쓰지 마시오.
3. 답안지에 답안과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마시오.(예: 감사합니다. 등)
4. 답안 정정 시에는 두줄을 긋고 작성하며, 수정도구(수정액 또는 스티커) 사용은 절대 불가합니다.
5. 의·약학계-화학 답안 작성은 답안지 인쇄된 부분을 이용하여 반드시 1쪽 이내로 작성하시오.
6. 의·약학계-화학 문제지는 총 2쪽입니다.

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 원자의 오비탈은 양자수에 의해 구별되며 여러 개의 전자를 가진 원자 오비탈의 에너지 준위는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < \dots$$

원자 안에서 전자는 다양하게 배치될 수 있지만, 에너지 준위가 가장 낮게 배치될 때 안정한 상태가 된다. 이때의 전자 배치를 바닥상태 전자 배치라고 한다. 바닥상태의 원자에서는 에너지가 가장 낮은 오비탈부터 차례대로 전자가 채워지는데, 이것을 쌓음 원리라고 한다. 에너지 준위가 같은 오비탈에 전자가 채워질 때 전자들은 쌍을 이루지 않고 가능한 많은 오비탈에 채워질 때 안정하게 되는 훈트 규칙을 따른다. 원자의 바닥상태의 전자 배치에서 화학 결합에 관여하는 가장 바깥 전자 껍질에 채워진 전자를 원자가 전자라고 한다.

[나] 원자 내부에서 전자와 원자핵 사이에 인력이 작용하고 있으므로 원자에서 전자를 떼어 내려면 외부에서 에너지를 공급해 주어야 한다. 기체 상태의 원자(M)로부터 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지를 제1 이온화 에너지라고 하는데, 원자핵과 전자 사이에 작용하는 인력이 강할수록 더 큰 이온화 에너지가 필요하다. 원자에서 여러 개의 전자를 떼어 내는 경우, 첫 번째 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지를 제1 이온화 에너지(E_1)라고 하고, 두 번째 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지를 제2 이온화 에너지(E_2)라고 한다. 이러한 E_1 , E_2 , E_3 , ...을 순차 이온화 에너지라고 한다.

[다] 화학 결합을 이룰 때 비금속 원소들은 원자의 가장 바깥 전자 껍질에 있는 원자자 전자 가운데 쌍을 이루지 않는 전자들 서로 내놓아 전자쌍을 만들고, 이 전자쌍을 서로 공유함으로써 18족 원소와 같은 안정한 전자 배치를 가진다. 즉 옥텟 규칙을 만족한다. 루이스(G. N. Lewis)는 공유 결합을 설명하려고 원소 기호 주위에 원자가 전자를 점으로 찍어 나타내는 방법을 제안하였는데, 이를 루이스 전자점식이라고 한다. 루이스 전자점식으로 표현한 공유 결합 분자의 전자 배치를 간단하게 나타내려면 공유 전자쌍 1개를 결합선(-) 1개로 나타내고 비공유 전자쌍은 생략하기도 하는데, 이것을 루이스 구조식이라고 한다. 분자에서 중심 원자를 둘러싸고 있는 공유 전자쌍이나 비공유 전자쌍들은 (-)전하를 띠고 있어서 정전기적 반발력이 작용하므로 가능하면 서로 멀리 떨어져 있으려고 한다. 이를 전자쌍 반발 이론이라고 하며 중심 원자에 있는 공유 전자쌍 수에 따라 분자의 구조를 예측할 수 있다.

[라] 물질을 이루는 분자의 상호 작용을 분자 간 힘이라고 한다. 분자 간 힘은 물질의 끓는점에 영향을 미치며 끓는점으로 분자 간 힘의 크기를 알 수 있다. 물질의 끓는점에 영향을 미치는 분자간 힘은 쌍극자-쌍극자 힘, 분산력, 수소결합이 있다.

[마] 화학식을 이용하여 화학 반응을 나타낸 식을 화학 반응식이라 한다. 화학 반응식으로 화학 반응에 관여하는 반응물과 생성물 사이의 양적 관계, 상태를 알 수 있다.

< 뒷면에 계속 >

[바] 반응물이나 생성물이 용액인 화학 반응에서 반응물과 생성물의 양적 관계를 구할 때 용액 속에 녹아있는 용질의 양이 몇 몰인지 알아야 한다. 따라서 용액의 농도를 단위 부피의 용액 속에 포함된 용질의 양(mol)으로 표현한다. 용액 1L 속에 녹아있는 용질의 양(mol)을 몰 농도라고 하며 단위는 M 이나 mol/L를 사용한다.

[사] 물의 자동 이온화에 의해 수용액 속에 항상 존재하는 H_3O^+ 과 OH^- 의 농도를 곱한 값은 같은 온도에서 항상 일정한 값을 갖는다. 이 상수를 물의 이온화 상수(K_w)라 하며, 25 °C의 수용액에서 1.0×10^{-14} 의 값을 갖는다.

[아] 순수한 물이나 수용액에 존재하는 H^+ 의 농도를 수소 이온 농도 지수 (pH)로 정의한다.

$$pH = -\log[H^+] = \log \frac{1}{[H^+]}$$

같은 방법으로 OH^- 의 농도를 pOH로 나타낼 수 있는데, 온도가 일정할 때 k_w 는 항상 일정한 값을 가지므로 pH와 pOH, k_w 사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$pH + pOH = -\log[H^+][OH^-] = -\log k_w$$

[자] 전기 분해는 외부에서 전기 에너지를 가하여 비자발적인 산화 환원 반응을 일으켜 반응물보다 화학 에너지가 더 많은 물질을 얻는 과정이다.

[문제 II-1] 제시문 [가]~[라]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

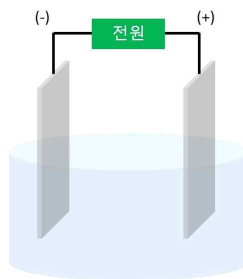
다음은 2, 3주기 14~16족 바닥상태 원자 V~Z에 대한 자료이다.

- s 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비는 $X : Y : Z = 2 : 3 : 2$ 이다.
- X의 s 오비탈에 들어 있는 전자 수와 p 오비탈에 들어있는 전자 수는 같다.
- X와 Y의 원자가 전자의 수는 같다.
- W와 Y는 서로 다른 주기 원소이고 홀전자 수는 $W > Y$ 이다.
- Z의 순차 이온화 에너지 값은 점점 증가하며 E_5 는 E_4 와 비교하여 급격히 증가한다.
- V와 Z의 가장 바깥 전자 껍질에 채워진 전자의 수는 같으나 원자반지름은 $Z < V$ 이다.

(1) W, X, Z가 어떤 원소인지 찾고 각 원소가 수소(H) 원자와 옥텟 규칙을 만족하는 공유결합 물질의 비공유 전자쌍이 포함된 루이스 구조식을 그리고 전자쌍 반발 이론에 따른 구조를 서술하시오. (10점)

(2) V와 Y가 어떤 원소인지 찾고 각 원소가 수소(H) 원자와 옥텟 규칙을 만족하는 공유결합 물질을 (1)에서 구한 물질 중 같은 족 물질과의 끓는점을 분자 간 힘을 이용하여 비교 서술하시오. (6점)

[문제 II-2] 다음 그림은 전기 분해할 때의 실험 장치를 나타낸 것이다. 제시문 [마]~[자]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.



(1) 25 °C의 순수한 물의 전기 분해 반응과 0.1M H_2SO_4 용액의 전기 분해 반응을 H^+ 와 OH^- 이온 농도를 사용하여 비교 서술하시오. 0.1M H_2SO_4 수용액을 전기 분해할 때 (+)극과 (-)극에서 일어나는 반응을 산화 환원으로 서술하고 화학 반응식을 통하여 각 전극에서 발생하는 기체의 부피를 비교하시오. (10점)

(2) 실험 장치에 진한 NaCl 수용액 300 mL를 넣고 전기 분해 시켰더니 용액의 pH가 12로 변화했다. (+)극과 (-)극에서 일어나는 화학 반응식을 나타내고, 전기 분해 반응 후에 발생하는 pH 변화 이유를 OH^- 의 몰 수를 사용하여 서술하시오. (14점)

< 화학 끝 >