



경희대학교

2022학년도

모의논술고사 문제지(의학계-화학)

[온라인]

지원학부(과) ()

수험번호

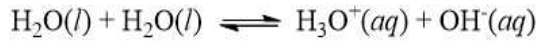
성명 ()

<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. 의학계-화학 답안 작성은 답안지 인쇄된 부분을 이용하여 반드시 1쪽 이내로 작성하시오.
6. 의학계-화학 문제지는 총 3쪽입니다.

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 순수한 물(H_2O)에서도 매우 적은 양이지만 물 분자는 다른 물 분자에게 수소 이온(H^+)을 줄 수 있다. 이때 물 분자가 수소 이온을 주면 수산화 이온(OH^-)이 되고, 수소 이온을 얻으면 하이드로늄 이온(H_3O^+)이 된다. 이와 같이 물이 수산화 이온과 하이드로늄 이온을 생성하는 반응을 물의 자동 이온화라고 하며, 다음과 같은 반응식으로 나타낸다.



이때 순수한 물에서 생성된 하이드로늄 이온과 수산화 이온의 농도 곱을 물의 이온화 상수(K_w)라고 한다. 순수한 물이 이온화되는 정도는 매우 작으므로 물의 이온화 상수는 매우 작으며, 25°C에서 물의 이온화 상수는 1.0×10^{-14} 으로 일정하다.

한편, 수용액 속의 하이드로늄 이온이나 수산화 이온의 농도는 매우 작은 값이어서 사용하기에 불편하기 때문에, 하이드로늄 이온의 농도 대신 pH(수소 이온 농도 지수)라고 하는 간단한 수가 제안되었다. pH는 다음과 같이 수용액 속의 $[H_3O^+]$ 의 역수의 상용로그 값이며, 마찬가지로 수용액 속의 OH^- 의 농도는 $pOH = -\log[OH^-]$ 로 나타낸다. 25°C에서 중성 용액의 pH는 7이 된다.

$$pH = \log \frac{1}{[H_3O^+]} = -\log[H_3O^+]$$

[나] 산과 염기가 반응하면 산이 내놓는 수소 이온(H^+)과 염기가 내놓는 수산화 이온(OH^-)이 만나 물이 생성되는데, 이러한 반응을 중화 반응이라고 한다. 산과 염기가 중화 반응하여 물이 1몰 생성될 때의 반응엔탈피를 중화 엔탈피라고 한다. 중화 엔탈피는 산과 염기의 종류에 관계없이 -56.2 kJ/mol 로 비슷하다.

[대] 산 HA는 수용액에서 다음과 같이 이온화 평형을 이룬다.



이 반응의 평형 상수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$K = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA][H_2O]}$$

그런데 수용액에서 H_2O 는 용매로 사용되어 농도가 거의 일정하므로 $[H_2O]$ 는 상수로 생각할 수 있다. 따라서 $K[H_2O] = K_a$ 라고 하여 평형 상수식을 나타내면 다음과 같으며, 이때 K_a 를 산의 이온화 상수라고 한다.

$$K_a = K[H_2O] = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

< 뒷면에 계속 >

마찬가지로, 염기의 이온화 상수 K_b 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.



$$K_b = K [H_2O] = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

한편, HCl과 Cl^- 같이 H^+ 의 이동에 의하여 산과 염기로 되는 한 쌍의 물질을 짝산-짝염기 쌍이라고 한다. 산의 이온화 상수 K_a 와 그 짝염기의 이온화 상수 K_b 사이에는 $K_w = K_a \times K_b$ 의 관계가 성립한다.

[라] 발열 반응에서 온도를 높이면 역반응 쪽으로 평형이 이동하는데, 이때 본래의 평형 상태보다 반응물의 농도는 증가하고 생성물의 농도는 감소하므로 평형 상수가 작아진다. 반면에, 흡열 반응에서 온도를 높이면 정반응 쪽으로 평형이 이동하는데, 이때 본래의 평형 상태보다 반응물의 농도는 감소하고 생성물의 농도는 증가하므로 평형 상수가 커진다.

[마] 산과 염기의 중화 반응이 일어나면 물과 함께, 산의 음이온과 염기의 양이온이 결합하여 이루어진 이온 결합 화합물인 염이 생성된다. 염의 종류에 따라 수용액의 액성이 다른 것은 수용액에 녹아 있는 염의 일부 이온이 물과 반응하여 수소 이온이나 수산화 이온을 만들어 내기 때문인데, 이러한 반응을 염의 가수 분해라고 한다. 강산과 강염기의 중화 반응으로 생성된 염은 수용액에서 중성을 나타내며, 강산과 약염기의 중화 반응으로 생성된 염은 수용액에서 산성을 나타내고, 약산과 강염기의 중화 반응으로 생성된 염은 수용액에서 염기성을 나타낸다.

[바] 균형 잡힌 화학 반응식은 화학 반응에 대한 여러 가지 정보를 담고 있어 반응에 관여하는 각 물질의 입자 수, 질량 관계, 기체의 경우는 부피 관계를 나타낸다. 이때 물과 입자 수, 물과 질량, 물과 기체의 부피 관계를 이용하면 반응물과 생성물의 질량, 부피, 몰수를 구할 수 있다. 화학 반응식을 이용하면 반응물의 양으로 생성물이 얼마나 생길지 예상할 수 있고, 생성물의 양으로 얼마만큼의 물질이 반응에 쓰였는지 알 수 있다.

[사] 질소, 산소, 아르곤 등의 혼합 기체인 공기와 같이, 서로 반응하지 않는 두 종류 이상의 기체들이 섞여 있는 혼합 기체에서 각 성분 기체가 나타내는 압력을 부분 압력(분압)이라고 한다. 혼합 기체에서 각 성분 기체가 나타내는 부분 압력은 각 성분 기체의 몰 분율에 비례한다. 서로 반응하지 않는 여러 가지 기체가 섞여 있는 혼합 기체의 압력은 각 성분 기체가 나타내는 부분 압력의 합과 같다.

[아] 화학 반응에서 출입하는 열에너지 변화, 즉 반응 엔탈피(ΔH)를 화학 반응식과 함께 나타낸 것을 열화학 반응식이라고 한다. 열화학 반응식은 다음 몇 가지 규칙들을 고려하여 나타낸다. 첫째, 반응 물질과 생성 물질이 가지는 엔탈피는 물질의 상태에 따라 달라지므로 반드시 상태, 즉 고체(s), 액체(l), 기체(g) 및 수용액(aq) 등을 열화학 반응식에 함께 표시해야 한다. 둘째, 엔탈피의 값은 온도와 압력에 따라 달라지므로 열화학 반응식을 쓸 때에는 온도와 압력 등 반응 조건을 함께 표시해야 한다. 셋째, 열화학 반응식에 나타낸 계수의 비는 반응 물질과 생성 물질의 몰수 비이다. 넷째, 엔탈피는 몰수에 비례하므로 열화학 반응식의 계수가 변하면 엔탈피의 크기도 변한다.

한편, 화학 반응의 종류에 따라 나타나는 반응 엔탈피의 종류는 다양하여 연소 엔탈피, 중화 엔탈피, 생성 엔탈피, 분해 엔탈피, 용해 엔탈피 등이 있다. 일반적으로 반응 엔탈피는 25°C, 1기압의 조건에서 나타낸다. 25°C, 1기압에서, 가장 안정한 성분 원소로부터 1 몰의 물질이 생성될 때의 반응 엔탈피를 표준 생성 엔탈피(ΔH_f^0)라고 한다. 25°C, 1기압에서 어떤 원소의 가장 안정한 형태의 표준 생성 엔탈피는 0이다. 예를 들어 수소, 산소, 탄소는 25°C, 1기압에서 각각 $H_2(g)$, $O_2(g)$, C(s)로 존재하며 이들의 ΔH_f^0 는 0이다. 몇 가지 물질의 표준 생성 엔탈피는 다음과 같다.

물질	표준 생성 엔탈피(ΔH_f^0 , kJ/mol)
$CH_4(g)$	-74.8
$C_3H_8(g)$	-103.8
$CO_2(g)$	-393.5
$H_2O(l)$	-285.8

[문제 II-1] 제시문 [가]~[마]를 참조하여 다음 질문에 답하시오. (22점)

- (1) 순수한 물(H_2O)을 상온(25°C)에서 가열하여 온도를 올렸을 경우, 가열하기 전과 비교하였을 때 가열한 후의 H_3O^+ 의 농도($[\text{H}_3\text{O}^+]$) 변화에 대해서 논술하시오. (4점)
- (2) 25°C 에서 0.1 M 황산(H_2SO_4) 수용액 100 mL와 0.08 M 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 300 mL를 섞는다면 용액의 pH는 얼마가 되는지에 대해서 논술하시오. (단, 반응 후 용액의 부피는 반응 전 용액의 부피의 합과 같다.) (8점)
- (3) 25°C 에서 2 M 아세트 산(CH_3COOH) 수용액 100 mL를 2 M NaOH 수용액으로 중화 적정을 할 때, 중화점에서의 용액의 pH 값을 구하고 그 근거에 대해서 논술하시오. (단, 중화 반응 후의 전체 용액의 부피는 중화 반응 전의 각 용액의 부피의 합과 같으며, 상온(25°C)에서 아세트 산의 이온화 상수(K_a)는 1×10^{-5} 이다.) (10점)

[문제 II-2] 제시문 [바]~[아]를 참조하여 다음 질문에 답하시오. (18점)

- (1) 밀폐된 용기 내에서, 3.2 g의 메테인($\text{CH}_4(g)$)을 19.2 g의 산소($\text{O}_2(g)$)와 함께 가열하여 이산화탄소($\text{CO}_2(g)$)와 물($\text{H}_2\text{O}(g)$)을 얻었다. 반응이 끝난 뒤 일정 온도에서 측정한 혼합물의 전체 압력이 1.2 기압(atm) 일 때, 혼합물에 존재하는 각 기체의 분압에 대해 논술하시오 (단, 밀폐된 용기 내에서의 연소는 반응물 중 어느 하나라도 모두 소모될 때까지 비가역적으로 진행되고, H, C, O 의 원자량은 각각 1, 12, 16이다). (6점)
- (2) 메테인($\text{CH}_4(g)$)과 프로페인($\text{C}_3\text{H}_8(g)$)의 연소반응에 대한 열화학 반응식을 이용하여, 25°C , 1기압에서 1g의 메테인과 프로페인이 각각 연소될 때 발생하는 열을 구하고, 두 기체의 가격을 고려하여 비용 대비 연료로서의 가치를 비교하여 논술하시오 (단, 메테인과 프로페인은 모두 완전 연소되고, 액체 상태의 물이 생성되며, 질량당 가격은 각각 800 원/kg 메테인과 1,000 원/kg 프로테인으로 가정한다. 열화학 반응식을 반드시 명시하며, 숫자 계산은 최종값을 기준으로 소숫점 이하는 반올림한다. H, C, O 의 원자량은 각각 1, 12, 16이다). (12점)