

2016학년도 수시모집 과학인재 논술시험

화학(선택)

< 2015. 10. 9(금) 15:50 2교시 >

| | |
|-------------|--|
| 감독위원 확 인 | |
|-------------|--|

| | | | |
|------|--|------|------|
| 모집단위 | | 전형유형 | 과학인재 |
| 수험번호 | | 성 명 | |

□ 답안작성 유의사항

- 가. 답안작성 시간은 50분이며, 문제번호와 답안번호는 반드시 일치해야 합니다.
- 나. 답안은 지정된 작성영역을 벗어나서 작성할 수 없으며 답안이 작성영역을 벗어난 경우 감점처리될 수 있습니다.
- 다. 답안 작성시 풀이과정과 답을 정확하게 작성해야 하며, 소문항이 있는 문제는 각각의 소문항 번호를 쓰고 순서대로 답안을 써야 합니다.
- 라. 답안 작성영역에는 어떠한 경우에도 인적사항을 기재하면 안됩니다. 인적사항(성명, 서명 등) 또는 답안과 관계없는 표기를 하는 경우 결격처리 될 수 있습니다.
- 마. 흑색 또는 청색 필기구를 사용해야 합니다.(연필·샤프 사용가능, 답안작성 중 필기구 색상변경 불가)
- 바. 답안 수정시에는 취소선을 긋거나 지우개로 지워야 하며 수정액이나 수정테이프는 사용할 수 없습니다.
- 사. 답안지 상단에 본인의 인적사항(모집단위, 전형유형, 수험번호, 성명 등)을 기재하고, 감독위원의 날인을 받아야 합니다.



화학(선택)

[문제 1] [15점] 다음 제시문을 읽고 답하십시오.

- 가. 물질을 구성하는 성분 원소의 원자 수를 가장 간단한 정수비로 나타낸 화학식을 실험식이라고 한다. 분자에 포함된 실제 원자 수를 알기 위해서는 분자식을 알아야 한다. 분자식은 한 분자를 이루는 각 원자의 총개수로 나타낸다. 즉, 실험식에 포함된 성분 원소의 원자량 총합이 실험식량이므로, 분자량은 실험식량의 정수배가 된다. 따라서 어떤 화합물의 실험식과 분자량을 알면 그 물질의 분자식을 구할 수 있다.
- 나. 화합물을 구성하는 원소들의 구성 비율을 알기 위해서는 원소 분석 방법을 이용한다. 탄소, 수소, 산소로 구성된 화합물을 연소시키면 이산화 탄소와 물이 생성된다. 이때 이산화 탄소와 물의 질량을 측정하면 화합물에 포함된 탄소와 수소의 질량을 알 수 있다.
- 다. 광합성은 식물이 태양 에너지를 이용하여 영양분을 합성하는 화학 반응이다.
- 라. 용매는 같지만 농도가 서로 다른 두 용액이 반투막을 사이에 두고 있을 때 농도가 낮은 용액에서 농도가 높은 용액 쪽으로 용매 분자가 이동하는 현상을 삼투라고 한다. 물질의 입자를 선택적으로 통과시키는 얇은 막을 반투막이라 한다. 삼투 현상을 막으려면 외부에서 농도가 높은 용액 쪽에 압력을 가해야 한다. 삼투가 일어날 때 반투막에 작용하는 압력을 삼투압이라고 한다.
- 마. 비휘발성, 비전해질 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 삼투압(Π)은 용매나 용질의 종류에 관계없이 용액의 몰농도(C)와 절대 온도(T)에 비례한다. 이것을 반트호프 법칙이라 하고 아래의 방정식으로 나타낸다.

$$\Pi = CRT \quad (R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K})$$
- 바. 화학 반응에서 전자를 잃는 것을 산화라고 하고 전자를 얻는 것을 환원이라고 한다. 전자를 잃는 산화 반응이 일어나기 위해서는 전자를 얻는 환원 반응이 필요하다. 이처럼 산화와 환원은 항상 동시에 일어나므로 산화-환원 반응이라고 부른다.
- 사. 여러 가지 산화-환원 반응을 모두 설명하기 위해서 산화수를 사용한다. 산화수는 어떤 물질 속에서 원소가 어느 정도로 산화되었는지를 나타내는 가상적인 전하량이다.

[문제 1-i] [5점] 화성에서 발견한 어떤 식물이 태양 에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물을 한 종류의 탄수화물과 산소로 전환시킨다고 하자. 탄소, 수소, 산소로만 이루어져 있는 이 탄수화물 100 g을 연소시켜 원소 분석한 결과 147 g의 이산화 탄소와 60 g의 물이 얻어졌다. 이 탄수화물의 실험식을 구하고, 그 근거를 논하십시오. (탄소의 원자량은 12, 산소의 원자량은 16, 수소의 원자량은 1이다.)

[문제 1-ii] [5점] 위 문제의 탄수화물 0.150 g을 10.0 mL의 물에 녹여 25℃에서 삼투압을 측정한 결과 2.44 atm이 얻어졌다. 이 탄수화물의 분자식을 구하고, 그 근거를 논하십시오.

[문제 1-iii] [5점] 이 식물의 광합성을 화학 반응식으로 나타내고, 1몰의 해당 탄수화물이 생성되는 산화-환원 과정에 관여하는 전자의 수를 산화수를 이용하여 논하십시오.

화학(선택)

[문제 2] [15점] 다음 제시문을 읽고 답하시오.

가. 화학 반응에서 열이 방출되거나 흡수되는 것은 각 물질이 가진 에너지가 모두 다르기 때문이다. 이와 같이 어떤 압력과 온도에서 물질이 가지고 있는 에너지를 엔탈피(H)라고 한다. 일정한 압력에서 화학 반응이 일어날 때 엔탈피의 변화를 반응 엔탈피(ΔH)라고 하며, 생성물의 엔탈피 합에서 반응물의 엔탈피 합을 뺀 것이다.

나. 질소는 산소와의 산화 반응에 의해 질소 산화물을 생성한다. 아래에 질소의 산화 반응에 대한 화학 반응식과 반응 엔탈피를 나타내었다.

$$\frac{1}{2}\text{N}_2(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \rightarrow \text{NO}(g) \quad \Delta H = 90 \text{ kJ}$$

$$\frac{1}{2}\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{NO}_2(g) \quad \Delta H = 33 \text{ kJ}$$

$$\text{N}_2(g) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(g) \quad \Delta H = 9 \text{ kJ}$$

다. 반응의 자발성 여부를 판단하기 위하여 계와 주위의 엔트로피 변화 및 엔탈피 변화를 적용한 깁스의 자유 에너지 개념이 이용된다. 깁스의 자유 에너지 변화(ΔG)는 자유 에너지 방정식에 의한 계의 엔트로피 변화(ΔS)와 엔탈피의 변화(ΔH)에 관계하는 다음 식으로 표현할 수 있다.
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ (T 는 절대온도)

라. ΔG 의 값이 음이면 자유 에너지는 방출되고 반응이나 과정이 자발적이며, ΔG 의 값이 양이면 자유 에너지는 첨가되어지고 반응이나 과정이 비자발적인 것을 의미한다.

[문제 2-i] [5점] NO는 자동차 엔진에서 질소와 산소의 반응으로 생기는 배기가스이다. 대기오염을 막기 위해 NO는 촉매 변환기 내에서 N_2 와 O_2 로 변환된다. 이 변환 반응에 대하여 정촉매를 사용할 경우와 사용하지 않을 경우 반응 엔탈피에 대해 논하시오.

[문제 2-ii] [5점] 제시문 <나>에서 나타난 질소와 산소의 반응 중 NO_2 의 생성 반응에 대해, 온도에 따른 반응의 자발성을 논하시오.

[문제 2-iii] [5점] 두 분자의 NO_2 로부터 N_2O_4 가 형성되는 반응에 대해, 온도에 따른 반응의 자발성을 논하시오.

화학(선택)

[문제 3] [18점] 다음 제시문을 읽고 답하시오.

- 가. 전극 전위는 반쪽 전지의 농도, 온도 등에 따라 달라지는데, 반쪽 전지의 이온 농도가 1 M, 기체는 1기압, 온도는 25℃일 때 반쪽 전지의 반응을 환원 반응의 형태로 나타내어 환원되려는 경향의 크기를 나타낸 것을 표준 환원 전위(E°)라고 한다.
- 나. 일정한 전하량에 의해 생성되거나 소모되는 물질의 질량은 각 물질의 $\frac{\text{원자량}}{\text{이온의 전하수}}$ 에 비례한다. 이것을 패러데이 법칙이라고 한다.
- 다. 전자 1몰에 해당하는 전하량은 96,500 C인데, 이것을 1 F(패러데이)라고 한다.
- 라. 성균이는 다음과 같은 화학 전지를 만들었고, 표준 환원 전위(E°)값을 표에 정리하였다.

| 반쪽 반응 | E° (V) |
|--|---------------|
| $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$ | -0.40 |
| $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$ | -0.04 |
| $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ | +0.77 |
| $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$ | +0.80 |
| $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$ | +0.34 |
| $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$ | 0.00 |

[문제 3-i] [6점] 제시문 <라>에 그려진 화학 전지의 전체 화학 반응식과 예상되는 표준 전지 전위(E°) 값을 구하고, 그 근거를 논하시오.

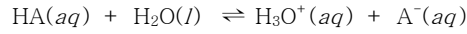
[문제 3-ii] [6점] 전구를 통해 흐른 전류는 100초 동안 965 A로 측정되었다. Fe 전극의 질량 변화 값을 구하고, 그 근거를 논하시오.

[문제 3-iii] [6점] 성균이가 실험 과정에서 실수로 두 전극을 서로 바꾸어 비이커의 용액에 담겼을 때, 화학 전지의 전체 화학 반응의 자발성을 논하시오.

화학(선택)

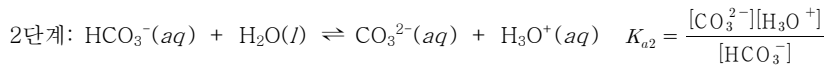
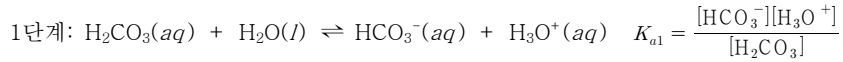
[문제 4] [12점] 다음 제시문을 읽고 답하시오.

가. 산 HA가 물에 녹으면 수용액에서 다음과 같은 이온화 평형을 이루며, 평형 상수는 $K = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]}$ 이다.



물은 산의 수용액에서 물의 농도는 거의 일정하므로 상수로 취급하여 식을 다시 나타내면, $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$ 이며, K_a 를 산의 이온화 상수라고 한다.

나. 2가 산인 H_2CO_3 은 2단계로 이온화하여 평형을 이룬다.



다. 인산(H_3PO_4)은 3단계로 이온화하여 평형을 이루며, $K_{a1} = 1.0 \times 10^{-3}$, $K_{a2} = 1.0 \times 10^{-9}$, $K_{a3} = 1.0 \times 10^{-13}$ 으로 측정되었다.

라. 용액의 pH는 용액 중의 $[H_3O^+]$ 의 역수의 상용로그 값이다. $pH = \log \frac{1}{[H_3O^+]} = -\log[H_3O^+]$

[문제 4-i] [6점] 25℃에서 인산(H_3PO_4)이 녹아 있는 수용액의 pOH값이 4일 때, 수용액에 존재하는 H_3PO_4 , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} 의 상대적 농도의 크기를 비교하여 논하시오.

[문제 4-ii] [6점] 반응 $[3H^+(aq) + PO_4^{3-}(aq) \rightleftharpoons H_3PO_4(aq)]$ 의 평형 상수(K)를 제시문의 내용을 참조하여 구하고, 그 근거를 논하시오.