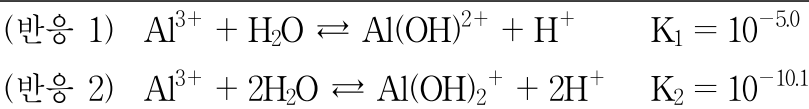


환경 화학

2018년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :                      성명 :

제 1 문. 고농도의 용존 알루미늄 이온은 다양한 수생생물에게 유해하다. 특히 용존 알루미늄이 수화반응을 통해 수산화화합물을 형성할 경우 독성이 더욱 높아지는 것으로 알려져 있다. 다음은 용존 알루미늄의 수화반응을 통해 수산화화합물을 형성하는 가역반응과 각 반응의 평형상수이다. 주어진 자료를 참고하여 물음에 답하시오. (단, 용액의 온도는 25 °C이고, 기체상수(R)는 8.314 J/mol/K이다) (총 25점)



- 1) (반응 1)과 (반응 2)의 표준자유에너지변화값( $\Delta G_r^0$ )을 각각 구하시오. (5점)
- 2) 평형상태에서 용존 알루미늄( $\text{Al}^{3+}$ )의 농도가 3.2  $\mu\text{M}$ 이고 용액의 pH가 4.7일 때,  $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ 와  $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ 의 농도를 각각 구하시오. (10점)
- 3) 용액의 pH가 6.4,  $\text{Al}^{3+}$ 의 농도가 1.5  $\mu\text{M}$ 이고  $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ 의 농도가 7.2 nM인 경우, (반응 2)는 평형상태인가? 만약 평형상태가 아니라면, 어느 방향으로 반응이 진행될 것인지 설명하시오. (10점)

제 2 문. 원자력발전의 원리는 분자량과 질량이 큰 원소의 핵이 분열하는 반응을 반응 속도 조절을 통해 사용할 수 있는 에너지로 변환시키는 것이다. 방사성 붕괴에 대한 다음 물음에 답하시오. (단, 반응물과 생성물의 양성자수와 질량수를 반드시 기재하시오) (총 25점)

- 1) 다음 물질의 반응과 생성물에 대해 기술하시오. (단, Ra의 양성자수는 88이다) (10점)

(가)  $^{226}\text{Ra}$ 의  $\alpha$ 붕괴

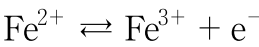
(나)  $^{14}\text{C}$ 의  $\beta^-$ 붕괴

(다)  $^{11}\text{C}$ 의  $\beta^+$ 붕괴

- 2)  $\alpha$ 붕괴,  $\beta^+$ 붕괴,  $\beta^-$ 붕괴에서 각각의 붕괴에너지(Q)를  $M_x$ (어미핵종 질량),  $M_y$ (딸핵종 질량),  $M_\alpha$ ( $\alpha$ 입자 질량),  $m_e$ (전자의 질량)로 나타내시오. (단,  $E = mc^2$  식을 적용한다) (10점)
- 3) 핵분열과 반대로 가벼운 원자핵 간의 충돌로 보다 무거운 질량수의 원자핵을 만들면서 질량 감소와 에너지 방출을 동반하는 현상을 핵융합이라고 한다. 중수소 두 원자의 핵융합 반응식 두 가지를 기술하시오. (5점)

제 3 문. 산화환원전위에 대한 다음 물음에 답하시오. (단, 온도는 25 °C이다) (총 15점)

- 1) 0.01 M  $\text{Cd}^{2+}$  용액에 담근 카드뮴 전극의 전위를 구하시오. (단,  $E^0 = -0.403 \text{ V}$  이다) (5점)
- 2) 다음 반응식에서  $\text{Fe}^{2+}$ 가  $\text{Fe}^{3+}$ 로 30 % 산화되었을 때의 전위를 구하시오. (단,  $E^0 = 0.771 \text{ V}$ 이다) (5점)



- 3) pH가 4.0일 때 다음 반응식의 전위를 구하시오. (단,  $E^0 = 1.51 \text{ V}$ 이다) (5점)



제 4 문. 어떤 공장에서 트리클로로에틸렌(TCE,  $\text{CCl}_2 = \text{CHCl}$ )이 누출되어 주변 토양과 지하수를 오염시켰다. 다음 물음에 답하시오. (단, 트리클로로에틸렌의 옥탄올-물 분배계수( $K_{OW}$ )는 263, 헨리상수( $K_H$ )는 11.6 atm/M, 토양의 공극률은 0.25, 토양입자밀도는 2.0 kg/L, 유기탄소함량은 2%, 기체상수(R)는 0.082 atm/K/M 이다) (총 20점)

- 1) 토양-지하수계에서 트리클로로에틸렌의 지연계수를 산출하고, 산출된 지연 계수값의 의미를 설명하시오. (15점)
- 2) 트리클로로에틸렌으로 오염된 지하수를 공기 스트리핑법을 이용하여 트리클로로에틸렌을 90% 이상 제거하기 위한 공기-물 비의 값을 구하시오. (단, 운전온도는 25°C이다) (5점)

제 5 문. 대기 중의 황산화물( $\text{SO}_x$ )과 질소산화물( $\text{NO}_x$ )은 우리 건강을 심각하게 위협할 수 있으며 산성비를 생성하는 원인이 되기도 한다. 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

- 1) 황산화물이 만들어지는 과정을 서술하고, 산성비와의 연관성에 대해 설명하시오. (5점)
- 2) 질소산화물이 만들어지는 과정을 서술하고, 산성비와의 연관성에 대해 설명하시오. (5점)
- 3) 주변의 토양이 석회암인 호수나 석회암 지대는 산성비가 내려도 pH가 낮아지지 않는 경우가 많다. 그 이유를 설명하시오. (5점)

## 인사혁신처 시험출제과장