

환경화학

2022년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

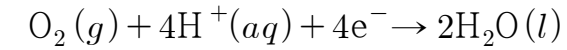
응시번호 :

성명 :

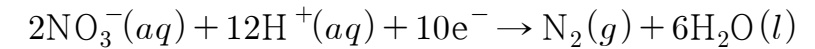
제 1 문. 폐수에 존재하는 질소와 인은 수환경에 유입될 경우 부영양화(eutrophication)를 발생시키는 주요 인자이다. 폐수 속 질소와 인의 제거에 대하여 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

- 칼슘 이온(Ca^{2+})의 농도가 높은 폐수에 포기율을 높게 유지하여 이산화탄소 기체($\text{CO}_2(g)$)를 대기 중으로 방출하였다. pH가 높아진 이 폐수에 함유된 인산염의 형태가 모두 HPO_4^{2-} 라고 가정하였을 때, 폐수처리에 따른 인 제거 공정을 화학식으로 표현하시오. (7점)
- 폐수에 질소가 암모늄 이온(NH_4^+)으로 존재할 때, 이를 제거하기 위해 하이포염소산(HOCl)을 투입하여 질소 기체($\text{N}_2(g)$)를 발생시키는 반응식을 쓰시오. (8점)

제 2 문. 질산염(NO_3^-)과 산소(O_2)는 미생물이 유기오염물질을 분해할 때 사용하는 주요 최종전자수용체이다. 표준상태에서 이들의 표준환원전위는 다음과 같다. 다음 물음에 답하시오. (총 15점)



$$E^\circ = +1.229\text{ V}, \quad pE^\circ = 20.8$$



$$E^\circ = +1.25\text{ V}, \quad pE^\circ = 21.1$$

- pH가 8.0이고, 질산염의 농도가 10^{-3} M 인 조건에서 질산염 환원반응의 pE를 계산하시오. (단, 질소 기체의 부분압력은 1 atm으로 가정한다) (5점)
- pH가 8.0일 때, 산소 환원반응의 pE를 산소기체 부분압력의 함수로 나타내시오. 이 때 산소의 부분압력이 얼마 이상이면 산소를 최종전자수용체로 활용하는 것이 더 유리한지 설명하시오. (10점)

제 3 문. HCN의 산해리상수(K_a)는 6.2×10^{-10} 이다. 0.1 M HCN 용액 50.0 mL를 0.1 M NaOH 용액으로 적정하여 pH를 조절하고자 한다. 다음 물음에 답하시오. (단, 적정 후 용액의 부피는 HCN 용액의 부피와 NaOH 용액의 부피의 합으로 가정한다) (총 15점)

- 위 조건에서 0.1 M NaOH 용액 8.0 mL를 첨가하였을 때, 반응용액의 pH를 계산하시오. (10점)
- 0.1 M NaOH 용액을 얼마나 첨가하면 당량점에 도달하는지 그 부피(mL)를 계산하시오. (5점)

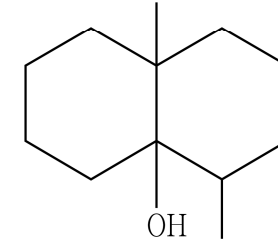
제 4 문. 물의 안전성에 관한 인류의 관심이 날로 증가하는 이유는 다양한 화학오염 물질이 물에 존재할 가능성 때문이다. 수질 오염에 대한 다음 물음에 답하시오.
(총 20점)

- 1) 호수나 저수지에서 검출되는 화학 물질로, 미국에서 수질 오염 물질로 판명되어 사용이 금지된 MTBE(methyl tertiary-butyl ether)의 유입 경로를 설명하고 구조식을 쓰시오. (7점)
- 2) 전 세계 여러 지역의 물, 퇴적물, 어류 및 새의 세포 조직에서 검출되는 환경 오염 물질인 PCB(polychlorinated biphenyl)가 자연환경으로 유출되는 대표적 경로를 두 가지만 기술하고, 염소 원자를 10개 갖는 PCB의 구조식을 쓰시오. (7점)
- 3) 대표적인 수질 오염물질인 세탁용 세제에 사용되는 핵심 성분 중 알킬벤젠 설포네이트(ABS)와 선형알킬설포네이트(LAS)의 생분해성을 비교하여 설명하시오. (6점)

제 5 문. $1.00 \times 10^{-4} \text{ M}$ Na_2HT 를 포함하는 용액을 $\text{PbCO}_3(s)$ 와 접촉시켰다. 반응이 평형에 도달한 후, pH는 7.0, HCO_3^- 의 농도는 $1.20 \times 10^{-3} \text{ M}$ 이었다. 킬레이트제 Na_2HT 와 $\text{PbCO}_3(s)$ 가 반응하여 만들어진 생성물은 PbT^- 와 HCO_3^- 이고, 이 알짜 반응의 평형상수(K)는 4.06×10^{-2} 이다. 다음 물음에 답하시오. (단, T^{3-} 는 나이트릴로트라이아세트산(nitrilotriacetic acid, H_3T)이 세 개의 수소 이온을 잃은 음이온이며, $\text{PbCO}_3(s)$ 는 물에 용해되지 않는다) (총 15점)

- 1) $[\text{PbT}^-]/[\text{HT}^{2-}]$ 를 계산하시오. (5점)
- 2) 용액 속에 납이 PbT^- 형태로만 존재할 때, 용액 중 납 농도(mg/L)를 계산하시오. (단, 납의 원자량은 207이고, pH 7.0에서 킬레이트제는 PbT^- 와 HT^{2-} 형태로만 존재한다) (10점)

제 6 문. 지오스민(geosmin)의 화학 구조식은 아래와 같다. 다음 물음에 답하시오.
(총 20점)



- 1) 수중에서 지오스민의 발생 원인과 환경적 중요성을 설명하시오. (6점)
- 2) 지오스민의 분자량을 구하고, 1 mM 지오스민용액의 총유기탄소 농도(mg/L)를 계산하시오. (단, 용액 내에 다른 유기화합물들은 없다고 가정한다) (7점)
- 3) 1 mM의 지오스민을 오존(O_3)을 활용하여 제거하고자 한다. 지오스민을 이산화탄소와 물로 완전하게 산화시킬 때 필요한 오존의 이론적인 농도(mg/L)를 계산하시오. (단, 반응물은 지오스민과 오존, 생성물은 이산화탄소와 물만 존재한다) (7점)

인사혁신처 시험출제과장