

환경 화학

2020년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 산소(O_2), 질산이온(NO_3^-), 황산이온(SO_4^{2-}) 성분이 용존해 있는 호수에 유기물이 다량 유입되는 사고가 발생한 후, 시간이 경과함에 따라 호수에 용존해 있던 세 성분이 모두 사라지게 되었다. 다음 물음에 답하시오. (총 25점)

- 1) 호수에 용존해 있던 산소, 질산이온, 황산이온의 공통적인 역할 및 유기물과 반응 후 발생한 가스상 생성물에 대하여 설명하시오. (7점)
- 2) 호수에 용존해 있던 질산이온이 황산이온보다 먼저 사라지는 이유를 열역학적 개념을 이용하여 설명하시오. (5점)
- 3) 호수에서 산소, 질산이온, 황산이온이 유기물과 반응하여 모두 사라진 다음에는 어떤 현상이 발생할 것인지 예측하고, 그때 발생하는 가스상 생성물을 제시하시오. (7점)
- 4) 위 과정에서 열거한 유기물과 반응하여 생성된 가스상 물질들이 환경에 미치는 영향을 설명하시오. (6점)

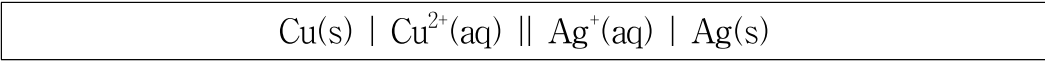
제 2 문. 토양의 양이온 교환 능력(cation-exchange capacity, CEC)에 대한 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

- 1) 토양 내 교환성 양이온(exchangeable cation)이 존재하는 이유를 설명하고, CEC를 정의하시오. (5점)
- 2) 어떤 건조토양 100 g의 CEC가 1.0 meq(milliequivalent)를 형성하기 위해서는 건조토양 내 칼슘(Ca^{2+})과 마그네슘(Mg^{2+})의 양이 몇 mg인지 계산하시오. (단, 칼슘(Ca^{2+})과 마그네슘(Mg^{2+})의 양은 동일하게 존재하고, 원자량은 $Ca = 40$, $Mg = 24$ 이다) (5점)
- 3) 토양의 CEC가 5.0 meq/100 g(건조토양 기준)이라면, 이러한 100 g의 건조토양에 교환될 수 있는 H^+ 이온의 최대 개수를 구하시오. (5점)

제 3 문. 산업계와 일상생활에서 사용하는 다양한 프레온 가스는 오존층 파괴물질로 간주되고 있다. 이들 물질의 화학식과 그 특성을 정확히 이해한다면 지구의 오존층 파괴 속도를 줄일 수 있을 것이다. 다음 물음에 답하시오. (총 20점)

- 1) 다음 프레온 가스의 화학식을 각각 쓰시오. (4점)
 - ① CFC-11
 - ② CFC-12
 - ③ CFC-13
 - ④ CFC-114
- 2) 프레온 가스가 오존층을 파괴하는 과정을 설명하시오. (10점)
- 3) CFC 대체 물질로 사용하고 있는 HFC와 HCFC 계열 물질의 장점은 무엇인지 설명하시오. (6점)

제 4 문. 다음은 ‘국제순수 및 응용화학기구(International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC) 규약’에 따라 표기한 갈바닉(Galvanic) 전지이다. 물음에 답하시오. (총 20점)



- 산화전극, 환원전극에서 자발적으로 일어나는 반응에 대한 반응식과 전체 전지 반응식을 각각 기술하시오. (6점)
- 두 전극을 고저항 전압계로 연결하여 전압을 측정하였으며, 사용한 전해질 수용액의 농도는 모두 0.0200 M로 동일하였다. 이때 측정된 전압이 +0.412 V 였다면, 이 전지의 표준전지 전위(Standard cell potential, E_{cell}°)를 Nernst식을 이용하여 구하시오. (단, 실험조건은 25 °C, 1기압이고, 모든 활동도 계수는 1로 하며, 유효숫자는 최종 계산 종료 후 3개로 처리하고, 계산 값은 V의 단위로 표기한다) (7점)
※ Nernst식: $E_{\text{cell}} = E_{\text{cell}}^{\circ} - (RT/nF)\ln Q = E_{\text{cell}}^{\circ} - (0.0592/n)\log Q$
- 전압 측정 이후, 전류 측정을 위해 전압계 대신 저저항 전류계를 연결하여 시간에 따른 전류량을 측정하였다. 측정되는 전류값이 0이 되었을 때, 측정한 Ag⁺(aq)의 농도가 2.7×10^{-9} M이었다. 이때 Cu²⁺(aq)의 몰농도[M]를 구하시오. (단, 실험조건은 25 °C, 1기압이고, 전선과 전류계의 저항은 무시하며, 유효숫자는 계산 종료 후 2개로 처리한다) (7점)

제 5 문. 휘발성 유기물질을 포함하는 물 시료를 채취하는 과정에 사용한 시료채취병의 유효부피는 40 mL이고, 채취병 안에는 1.0 g의 활성탄이 포함되어 있다. 이 채취병에 물 시료 25 mL를 주입하고 일정 시간이 경과한 후 채취병 내 물에 포함된 휘발성 유기물질의 농도를 측정하여 이로부터 원 물 시료의 휘발성 유기 물질 농도를 추정하였다. 다음 조건을 이용하여 물음에 답하시오. (총 20점)

- 휘발성 유기물질의 헨리상수: 22.0 atm/M

○ 휘발성 유기물질에 대한 활성탄의 평형흡착 특성은 Freundlich 등온흡착식($q = KC^{1/n}$)을 따르며, 상수 K와 n은 각각 10.5와 2.5이고, q의 단위는 mg/g이다.

○ 실내온도는 22.5 °C, 기체상수는 0.082 L·atm/mol·K이다.

- 시료채취 후 시료채취병 속에서 휘발성 유기물질의 존재 형태 사이의 평형관계를 기술하고, 평형관계에 영향을 미치는 주요 인자를 설명하시오. (8점)
- 실험실에서 채취병 내 물에 존재하는 휘발성 유기물질의 농도를 측정하였더니 55.7 mg/L이었다. 측정값이 평형상태의 값이라고 가정하고, 이를 근거로 시료 채취 당시 물에서의 농도를 계산하시오. (12점)

인사혁신처 시험출제과장