

환경 화학

2015년 시행 5급(기술) 공채 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 총유기탄소(total organic carbon, TOC) 분석은 수중에 포함된 유기물의 양을 측정하는 방법이다. 다음 물음에 답하시오. (총 20점)

- 1) 현 TOC 공정시험방법으로 고온연소방법과 자외선-과황산 산화방법이 있다. 두 시험방법의 차이점(분석원리, 매질(matrix)영향 등)을 비교 설명하시오. (5점)
- 2) 생물학적 산소요구량(BOD)과 비교한 TOC 분석의 장점과 단점을 제시하시오. (5점)
- 3) 0.5L의 물에 포름산(CH_2O_2) 15.0 mg/L, 페놀($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) 5.0 mg/L, 옥살산($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$) 30 mg/L이 용해되어 있다. 이 물의 이론적 TOC 값을 mg/L 단위로 계산하시오. (단, 원자량 C = 12, H = 1, O = 16 g/mol이다) (10점)

제 2 문. 닫힌계(closed system)에서 오염물질의 상분배(phase distribution)에 대한 다음 물음에 답하시오. (총 25점)

- 1) 2L의 밀폐 용기에 1L는 물, 다른 1L는 공기가 채워져 있다. 이 시스템에서 톨루엔 92 mg(1 mmol)을 주입하는 경우 화학적 평형상태에서의 용존 톨루엔의 농도(mol/L)와 기상 톨루엔의 분압(atm)을 구하시오. (단, 온도는 20°C 로 가정하고, 이 온도에서 톨루엔의 헨리상수는 $0.15 \text{ mol/L} \cdot \text{atm}$ 이고, 기체상수는 $0.082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$ 이다. 톨루엔의 첨가에 따른 액상과 기상의 부피변화는 무시한다) (10점)
- 2) 1)에서 활성탄 200 mg을 추가로 주입할 경우 새로운 화학 평형이 이루어지게 된다. 톨루엔의 활성탄에 대한 흡착은 다음의 등온흡착식을 따른다.

$$q_e = 100C_e$$

여기서, q_e 는 활성탄 g당 흡착되는 톨루엔 mg, C_e 는 톨루엔의 용존농도(mg/L)를 의미한다. 이때의 용존 톨루엔의 농도를 구하시오. (단, 활성탄의 주입에 따른 액상과 기상의 부피변화는 무시한다) (15점)

제 3 문. 오염물질은 환경 속에서 다양한 과정을 통해 분해, 변환되거나 서로 다른 매체(media), 상(phase)으로 이동, 분배되기도 한다. 이 모든 과정은 온도(T)의 영향을 받는다. 다음 물음에 답하시오. (총 20점)

- 오염물이 분해될 때, 온도가 분해 반응 속도 상수(reaction rate constant, k)에 미치는 영향을 아레니우스(Arrhenius)식과 함께 설명하시오. (5점)
- 매체 사이에서 오염물질의 분배를 나타낼 때 평형상수가 이용되기도 한다. 평형상수(K)와 표준자유에너지 변화량(ΔG°) 사이에는 $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ 의 관계가 있다. 온도 T_1 에서 평형상수가 K_1 이고, 이 반응의 표준엔탈피 변화량이 ΔH° 일 때, T_2 에서의 평형상수 K_2 를 구하시오. (단, R은 기체상수이다) (5점)
- 수온이 10°C 에서 25°C 로 상승할 때, 순수한 물의 pH는 어떻게 변할지를 예측하시오. (단, 표준생성엔탈피(kJ/mol) $H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -285.38$, $H_f^\circ(\text{H}^+) = 0$, $H_f^\circ(\text{OH}^-) = -230.0$ 이다) (10점)

제 4 문. 최근 지구온난화에 따른 기후변화가 세계적인 화두로 떠오르고 있다. 온실기체에 관한 다음 물음에 답하시오. (총 20점)

- 온실효과를 일으킬 수 있는 대표적인 기체에는 이산화탄소(carbon dioxide), 메탄(methane) 등이 있다. 2013년 발간된 기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC)의 5차 평가보고서(AR5)에 의하면 메탄의 지구온난화지수(global warming potential, GWP)가 100년 기간 동안 34로 발표되었다. 지구온난화지수에 관해 설명하고, 메탄과 이산화탄소의 지구온난화에 관한 상대적 기여도를 정량적으로 비교하시오. (10점)
- 해양은 대기 중 이산화탄소의 가장 중요한 자연적 흡수원이다. 해양이 이산화탄소의 자연적 흡수원이 되는 원인을 해양의 pH(약 8.0 수준)에 근거하여 설명하고, 해양에 의한 이산화탄소의 흡수가 해양생태계에 미칠 수 있는 영향에 관해 설명하시오. (10점)

제 5 문. 최근 다양한 신규 화학물질들이 개발됨에 따라, 이들에 의한 환경영향을 최소화하기 위해, 신규화학물질에 대한 규제가 강화되고 있는 추세이다. 이에 화학물질의 개발 단계에서부터 환경 영향을 미리 예측하는 “녹색 화학 (그린 케미스트리)”의 개념이 도입되고 있다. 다음은 신규 합성된 유기화학물질 A, B의 환경 유해성에 영향을 미치는 지표들의 상대적 비교 결과이다. 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

지표	A	B
분자크기 (size)	큼	작음
이온화 (ionization) 정도	높음	낮음
극성 (polarity) 정도	높음	낮음
친전자성 (electrophilicity) 정도	낮음	높음
자유라디칼 (free radical) 발생 유도성	낮음	높음

- 위 지표들 중 화학물질의 생체 내 흡수(absorption)에 영향을 주는 지표(들)을 기술하고, 그 이유를 설명하시오. (5점)
- 개발된 유기화학물질의 잠재적 환경 영향을 정량적 구조 활성관계(quantitative structure-activity relationships, QSARs)를 이용하여 예측할 때, 위 지표들 중 생체분자와의 반응성에 가장 큰 영향을 미치는 지표(들)을 기술하고, 그 이유를 설명하시오. (5점)
- 유기화학물질 A, B가 사용되어 환경 중으로 배출되었을 때, 유해성 측면에서 더 안전할 것으로 예상되는 물질이 무엇인지를 위 지표들을 포괄적으로 고려하여 선정하고 그 근거를 기술하시오. (5점)

인사혁신처 시험출제과장