

환경화학

2021년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 아래 조건을 이용하여 호수와 대기 간의 이산화탄소 이동에 대한 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

○ 이산화탄소의 열역학적 상수

화합물	ΔG_f^0 (kJ/mol)	ΔH_f^0 (kJ/mol)
CO ₂ (g)	-394.38	-393.51
CO ₂ (aq)	-386.23	-412.92

○ 기체상수 $R = 8.314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$

○ 이산화탄소 분자량 = 44

○ 대기 중 이산화탄소 분압 = $10^{-3.5} \text{ atm}$

○ 평형상수와 온도의 관계

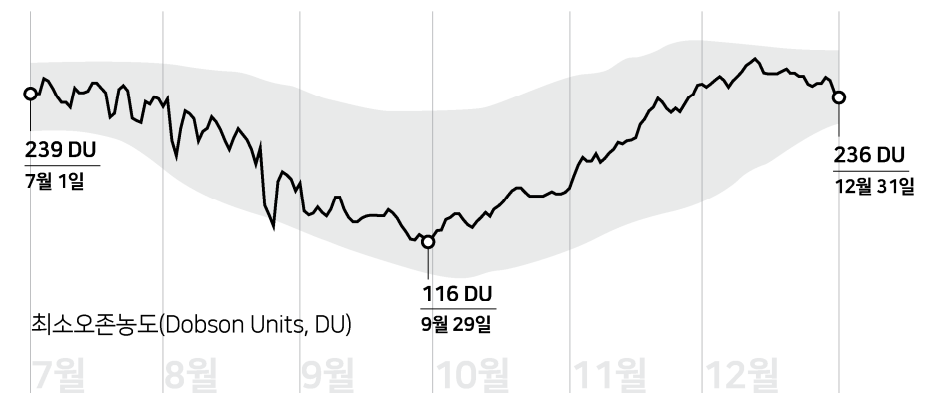
$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H^0}{RT^2}$$

- 표준생성자유에너지를 이용하여 20℃에서의 이산화탄소 용해도 상수(atm · L/mol)를 구하시오. (단, 유효숫자는 계산 종료 후 4개로 처리한다) (5점)
- 20℃에서 호수에 용해된 이산화탄소 농도가 1.1 mg/L일 경우, 이산화탄소가 호수에서 대기로 방출될 것인지 또는 대기에서 호수로 용해될 것인지 설명하시오. (5점)
- 일반적으로 이산화탄소가 용해되거나 방출되는 경우 호수의 pH 및 알칼리도는 각각 어떻게 변화하는지 설명하시오. (5점)

제 2 문. 유해화학물질의 인체 노출량 계산과 환경 가이드라인 설정에 대한 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

- 유해화학물질 A로 오염되어 있는 토양(오염농도: 400 mg/kg)을 현재 만 6세인 어린이가 섭취해왔다고 가정했을 때, 토양을 통해 이 어린이에게 축적된 유해물질의 일평균 양을 구하시오. (단, 유해화학물질의 분해 및 배출은 없으며, 노출 빈도는 연간 345일, 노출 기간은 3년, 일일 섭취량은 200 mg, 체중은 16 kg, 유해화학물질 A의 흡수율은 25 %로 가정한다) (7점)
- 유해화학물질 B의 무영향 용량(No Observed Adverse Effect Level, NOAEL)이 5.8 mg/(kg · day)일 경우, 이 물질의 대기 환경에서의 최대허용농도를 설정하시오. (단, 다른 경로를 통한 유해화학물질 B의 노출은 없고, 이 물질의 흡수율은 50 %, 호흡량은 일일 20 m³, 체중은 60 kg, 불확실성 계수는 1,000으로 가정한다) (8점)

제 3 문. 아래 그림은 2010년대 어느 해의 남극지방 최소 오존농도의 변화를 나타낸 것이다. 다음 물음에 답하시오. (총 20점)



- 해당 연도에 오존 분해반응의 촉매로 작용하는 염소의 농도는 연중 큰 변화가 없었다. 그럼에도 위 그림에서 오존농도가 특정 시기에 낮은 이유를 설명하시오. (10점)
- 1987년 세계 각국이 몬트리올의정서에 서명한 이후 오존층파괴의 주원인이었던 염화불화탄소(CFCs)의 사용과 배출이 현저하게 줄었다. 그럼에도 현재까지 오존층파괴 문제가 해결되지 않고 있는 이유를 설명하시오. (10점)

제 4 문. 산소 분자는 빛 에너지를 받아서 산소 원자로 해리될 수 있으며, 산소 원자는 대기 중의 다양한 기체들과 반응하여 대기 환경에 영향을 준다. 대기 중 산소 원자의 생성과 반응에 대한 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

- 1) 산소 원자의 표준생성엔탈피는 249.2 kJ/mol 이다. 1기압 25°C 의 대기 조건에서 산소 분자의 해리 과정에 수반되는 표준엔탈피 변화량을 구하시오. (단, 단위는 kJ/mol 로 나타내고, 유효숫자는 계산 종료 후 4개로 처리한다) (5점)
- 2) 1기압 25°C 의 대기 조건에서 산소 분자의 해리를 일으키는 데 필요한 빛의 최대 파장을 구하시오. (단, 단위는 nm 로 나타내고, 유효숫자는 계산 종료 후 4개로 처리한다. 플랑크 상수 $= 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 빛의 속도 $= 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$, 아보가드로 수 $= 6.023 \times 10^{23} \text{ 개/mol}$) (5점)
- 3) 대기 중 산소 원자는 이산화질소의 광분해 반응에 의해서도 생성될 수 있다. 이산화질소의 광분해 반응을 포함하여 3단계에 걸친 이산화질소 순환 과정의 화학 반응식을 기술하시오. (5점)

제 5 문. 산성 폐수에 포함된 카드뮴 이온(Cd^{2+})을 수산화물로 침전시켜 처리하고자 한다. 폐수의 카드뮴 농도는 200 ppm 으로 측정되었다. 예비실험에서 pH를 9로 조절하였더니 카드뮴 농도가 22.5 ppm 으로 감소하였다. 다음 물음에 답하시오. (단, 카드뮴, 산소, 수소의 원자량은 각각 112.4, 16.0, 1.0이다) (총 15점)

- 1) 카드뮴 농도를 1 ppm 으로 낮추기 위해서는 pH를 얼마로 조절해야 하는지 구하시오. (10점)
- 2) 카드뮴 농도를 1 ppm 으로 낮춘 결과 발생한 침전물을 여과하여 함수율이 35%(습윤질량 기준)이고 비중이 2인 케이크를 얻었다. 폐수 1톤 처리 시 발생하는 케이크의 부피와 이 케이크를 함수율 10%(건조질량 기준)까지 건조시킬 때의 증발수분량을 구하시오. (5점)

제 6 문. 지구에서의 생지화학적 순환(biogeochemical cycle)은 생물체의 필수 성분인 탄소에 대해서도 일어난다. 전지구적 탄소의 순환에 대한 다음 물음에 답하시오. (총 20점)

- 1) 탄소 순환의 매개물질(즉, 탄소를 포함한 물질)의 예를 권역별(수권, 대기권, 생물권, 지권, 인류권)로 구분하여 두 가지씩 제시하고, 제시한 물질이 무기 탄소인지 유기탄소인지 구분하시오. (10점)
- 2) 다음 과정에서 탄소의 권역(수권, 대기권, 생물권, 지권, 인류권)간 이동을 설명하시오. (10점)
 - ① 벌목을 통해 목재가 생산되고, 일부가 제지공장의 펄프 폐기물로 전환되어 전기로에서 이산화탄소로 연소되는 과정 (5점)
 - ② 석유를 채취하여 공업용 벤젠을 제조하고, 제조된 벤젠이 강물로 유출되어 미생물을 통해 이산화탄소로 분해되는 과정 (5점)

인사혁신처 시험출제과장