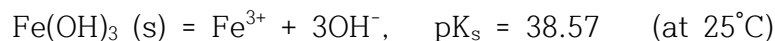


과제 #1

제출일: 10/1 수업시간

*** 과제는 여러분들의 자가학습을 위한 것으로, 정답을 기준으로 채점하지 않고 본인이 직접 문제를 해결했는지 여부로 평가합니다. 문제풀이를 한 노력이 보이면 감점은 전혀 없습니다. 답안 작성을 하지 않았을 경우 해당 문제는 0점, 킨닝의 경우 과제#1에 대하여 수강생 최저점수의 80%를 부여합니다(최저점수가 0점일 경우는 0점).**

1. [추석특선] 환경 관련 영화 [에린 브로코비치] (2000년작)를 감상하고, 그 내용과 본인의 감상을 반페이지 내외로 간략히 적으시오. (30점)
2. 안동댐 및 그 상류에서 발생한 중금속 오염에 대한 신문 기사를 3개 이상 읽고, 오염에 대한 요약 및 본인의 감상을 반페이지 내외로 간략히 적으시오. (15점)
3. FeCl_3 1.0 mg를 플라스크에 넣고 증류수와 HCl, NaOH를 이용하여 pH 2.0, 7.0, 12.0인 1.00 L 용액을 각각 제조하였다. 묽은 용액(물농도=활성도)과 침전-용해 평형을 가정하여 다음 질문에 답하시오. 다음의 반응을 참조하고, 온도는 25°C 로 가정하시오.



- 1) 각 pH에서 용해된 Fe^{3+} 이온의 농도를 mM과 mg/L 단위로 구하시오. (10점)
- 2) 각 pH에서 침전된 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 의 질량을 mg 단위로 구하시오. (5점)
- 3) 철, 알루미늄, 납 등 중금속은 일반적으로 수산화물 침전(예: $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$)을 형성한다. 위 연습문제를 통해 얻은 pH에 따른 중금속 수산화물 용해도에 대한 결론을 고려할 때, 중금속 수산화물이 존재하는 토양에 산성

비가 내려 토양이 산성화되었을 경우 어떠한 현상이 일어날 것으로 예측되는가?
간단히 답하시오. (5점)

4. 과염소산(Hypochlorous acid; HOCl)이 자외선 조사를 통하여 분해되는 반응을 관찰하여 다음의 결과를 얻었다.

시간 (day)	농도 (mg/L)
0	100.0
1	73.2
2	47.3
4	19.3
8	4.8
12	1.1

- 1) 이 반응을 1차반응으로 가정하고 1차반응 상수(first-order reaction constant) k 를 구하시오. (10점)

(Hint: 어떤 반응물질 A에 대한 1차반응식 $r = dC_A/dt = -kC_A$ 을 통하여 식 $\ln(C_A/C_{A0}) = -kt$ (C_A = 시간에 따른 A의 농도, C_{A0} = A의 초기농도)를 얻을 수 있으며, 따라서 t 를 x 축, $\ln C_A$ 를 y 축으로 하는 그래프의 회귀직선을 구하여 그 기울기값 $-k$ 를 취함으로써 1차반응 상수 k 를 구할 수 있음.)

- 2) 이 반응에서 과염소산의 반감기를 구하시오. (5점)

- 3) 10 mg/L 과염소산 용액에 자외선을 조사하여 농도가 2.5 mg/L로 되는 데 걸리는 시간을 예측하시오. (5점)

5. 빗물에 존재하는 H_2CO_3^* 가 대기 중의 CO_2 ($P_{\text{CO}_2} = 10^{-3.53}$ atm)와 평형을 이루며, 빗물에 탄산염 이외에 다른 불순물은 없으며, 빗물을 묽은 용액으로 몰농도와 활성도가 동일하다고 가정하자. 이 빗물은 open system으로 수업 시간에 학습한 헨리의 법칙 및 이온화 상수에 근거한 탄산염 존재원리에 더하여, 전기적 중성의 규칙 (electroneutrality principle; 수용액 상에서 (+) 전하와 (-) 전하의 합은 동일)이 성립한다. 이 빗물에서의 전기적 중성의 규칙은 다음 식으로 표현된다.

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}]$$

(양전하의 합) = (음전하의 합)

또한 물의 해리상수(water dissociation constant, K_w)는 모든 수용액에 적용되므로, 이 빗물에는 네 가지 원리(헨리의 법칙, 이온화 상수, 전기적 중성의 규칙, 물의 해리상수)가 적용된다. 이를 이용하여 빗물의 pH를 계산하시오.

(20점)

6. 물 시료를 분석하여 다음 결과를 얻었다. 다음 물음에 답하시오.

항목	이온량(ionic weight)	결과
Na^+	23.0	13 mg/L
K^+	39.1	0.7 mg/L
Ca^{2+}	40.1	15 mg/L
Mg^{2+}	24.3	5 mg/L
Cl^-	35.5	8 mg/L
HCO_3^-	61.0	77 mg/L
SO_4^{2-}	96.1	16 mg/L
pH	-	7.5
Temperature	-	25 °C

- 1) 이 시료의 이온강도(ionic strength)를 구하시오. (10점)
 - 2) 이 시료의 알칼리도(alkalinity)를 mg/L as CaCO_3 단위로 구하시오. (5점)
7. 세균(bacteria)의 세포기관 중 편모(flagellum)와 섬모(pilus)가 수행하는 기능을 간단히 설명하시오. (10점)

8. 폐수로부터 어떤 물질 A를 제거하기 위한 반응조를 설계하고자 한다. 이 물질은 폐수에서 2차반응식 $\frac{dC_A}{dt} = -kC_A^2$ 에 따라 제거된다고 한다. 이 때, 다음 물음에 답하시오.
- 1) Completely Mixed Flow Reactor(CMFR)에 대하여 물질 A에 대한 반응조 전체의 물질수지식(mass balance equation)을 수립하고, steady state에서 유출수 내 물질 A의 농도 $C_{A,out}$ 을 반응조의 hydraulic retention time(HRT) t_0 와 유입수 내 물질 A의 농도 $C_{A,in}$ 으로 표현하시오. (10점)
 - 2) Plug flow reactor(PFR)에서 유출수 내 물질 A의 농도 $C_{A,out}$ 을 반응조의 HRT t_0 와 유입수 내 물질 A의 농도 $C_{A,in}$ 으로 표현하시오. (10점)
 - 3) 2차반응 상수 k 가 1.3×10^{-3} L/mg-min, 반응조 HRT t_0 가 30 min일 때, 다음의 두 유입수 농도 $C_{A,in}$ 에 대하여 steady-state CMFR 및 PFR의 물질 A에 대한 제거효율 $R = \left(1 - \frac{C_{A,out}}{C_{A,in}}\right) \times 100(\%)$ 을 구하시오. (10점)
 - i. 100 mg/L, ii. 1000 mg/L
 - 4) 위 풀이와 수업 시간의 논의로부터 다음에 대하여 고찰하시오. (답안은 단답형으로 작성해도 무방하며, 그 대신 원리에 대하여 스스로 생각해 봅시다!) (5점)
 - i) 어떤 물질의 제거 반응이 2차 반응일 때, steady-state CMFR과 PFR 중 제거효율의 측면에서 유리한 반응조의 형태는?
 - ii) 어떤 물질의 제거 반응이 1차 반응일 때, steady-state CMFR과 PFR 각각에서 유입수 농도에 따라 제거 효율은 어떻게 달라지는가?
 - iii) 어떤 물질의 제거 반응이 2차 반응일 때, steady-state CMFR과 PFR 각각에서 유입수 농도에 따라 제거 효율은 어떻게 달라지는가?
9. 대기 중의 탄소를 해양의 심층부로 이동시키는 기작인 solubility pump와 biological pump에 대하여 조사하여 간단히 설명하시오. (10점)