

Seoul National University

M1586.001500

Water Pollution Control

FINAL EXAMINATION

TIME ALLOWED: 75 MINUTES

June 04, 2020

-
1. 앞뒷면 모두를 사용하여 A4 용지 두 장에 필요한 내용을 적어 시험에 사용할 수 있습니다. 다만, 컴퓨터로 출력하거나 복사한 것은 불가합니다.
 2. 계산기를 사용하되, 수업과 관련된 공식이 내장되어 있으면 안됩니다.
 3. 부정행위는 절대 용납하지 않습니다.
 4. 해당사항이 있을 경우, 꼭 단위를 기입하고, 정확한 단위를 사용하십시오. 답은 논리적이고 이해하기 쉽게 기재하십시오.
 5. 풀이과정을 반드시 보이십시오. 풀이과정을 명확히 확인할 수 없는 오답에는 부분 점수를 부여하지 않습니다. 풀이를 위하여 세운 가정이 있으면 그 가정을 반드시 검증하기 바랍니다. 검증 과정을 생략하면 감점을 부여합니다.

1. 다음 명제에 대하여 맞고 틀림을 O/X로 표기하시오.

(주의! 답이 맞으면 +2점, 틀리면, -2점, 기입하지 않으면 0점임)

- 1) 휴믹물질(humic substances)은 친수성 작용기의 존재로 언제나 물에 용해되어 존재한다.
- 2) Total volatile solids (TVS)와 total fixed solids (TFS)의 합은 total solids (TS)와 같다.
- 3) 일반적으로 중성 pH인 지표수에는 제이철 이온(Fe^{3+})이 수 mg/L 수준으로 존재한다.
- 4) 에탄(C_2H_6)의 COD/TOC 비는 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)의 COD/TOC 비보다 크다.
- 5) 메탄 생성균(methanotroph)은 세균(bacteria)의 한 부류인 고세균(archaea)에 속한다.
- 6) 우리나라 하수도 시설기준 상 하수처리시설의 계획유입수질은 계획1일오염부하량을 계획1일평균오수량으로 나눈 값으로 결정한다.
- 7) 어떤 물질 A가 제거되는 반응이 0차반응으로 표현되며, 0차반응계수는 0.5 mM/day일 때, A의 초기농도가 10 mM인 조건에서 A가 80% 제거되는 데 걸리는 시간은 16일이다.
- 8) 혼합(mixing) 공정에서 수온이 증가할수록 동일한 average velocity gradient (G) 값을 얻는 데 필요한 power P는 증가한다.
- 9) 하수에 비교적 낮은 산화수를 가지는 금속이온(Fe^{2+} , Mn^{2+} 등)이 높은 농도로 존재할 경우 고도산화공정(advanced oxidation process)의 유기물질 산화효율이 크게 떨어질 수 있다.
- 10) 발효(fermentation) 과정에서는 이산화탄소(CO_2)가 전자수용체(electron acceptor)로 사용된다.

2. 다음 물음에 답하시오.

- 1) 환경, 생물반응조 등 여러 종의 미생물이 존재하는 조건에서 최근 자주 활용되는 분자 생물학적 분석법인 메타지노믹스(metagenomics)의 개요와 그 장점에 대하여 간단히 설명하시오. (5점)
- 2) 하천보다 온도가 높은 발전소 냉각수가 하천에 방류될 때 발생 가능한 악영향을 제시하고, 그 해결방안을 논하시오. (6점)
- 3) Membrane bioreactor (MBR)의 장점을 네 가지 이상 제시하시오. (4점)
- 4) Upflow anaerobic sludge blanket (UASB) 공정에 대하여 간단히 설명하시오. (5점)
- 5) 혐기성 소화(anaerobic digestion) 공정에서 pH 감소에 의해 공정의 failure가 일어나는 기작을 설명하시오. (5점)

3. 화학사고가 발생하여 하천에 독성물질 A가 방류되고 있다. 이 독성물질은 물에 완전히 용해된 상태로 방류되어 하천수에 즉시 혼합되며, 물에서 휘발과 화학적 반응의 두 가지 기작에 의하여 저감된다. 대기 중에 기상으로 존재하는 독성물질은 매우 빠르게 확산되므로, 하천의 수면과 접해 있는 공기에서의 독성물질 농도는 0으로 가정이 가능하다. 또한, 물에서 발생하는 독성물질의 화학반응은 이 독성물질 농도에 대한 1차함수이다. 이 하천을 plug flow reactor (PFR)로 가정했을 때, 독성물질의 방류지점으로부터 거리 L 이 떨어진 지점에서의 농도 $C(L)$ 을 하천의 독성물질 방류지점에서의 농도 $C(0)$, 하천의 유속 u , 유하거리 L , 독성물질 A의 volumetric mass transfer coefficient K_{La} , 독성물질 A의 1차반응상수 k 의 함수로 나타내시오. (20점)

4. 1차침전조 유출수를 분석하여 다음과 같은 자료를 얻었다.

Item	Value	Item	Value
Flowrate	4000 m ³ /d	bsCOD	400 mg/L
nbVSS	20 mg/L	FSS	5 mg/L

2차처리로 이용되는 활성슬러지 공정의 미생물 성장인자 및 운영인자는 다음과 같다.

$$\mu_m = 2.5/d$$

$$SRT = 10 d$$

$$Y = 0.45 \text{ mg VSS/mg COD}$$

$$\text{Aeration tank MLVSS} = 2500 \text{ mg/L}$$

$$b = 0.10/d$$

$$\text{Biomass VSS/TSS ratio} = 0.85$$

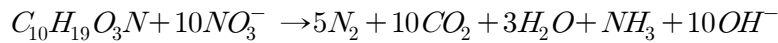
$$K_s = 20 \text{ mg bsCOD/L}$$

$$f_d = 0.10$$

이때, 다음 항목을 구하시오.

- 1) 2차처리 유출수의 bsCOD 농도 (3점)
- 2) 요구되는 포기조(aeration tank)의 부피 (13점)
- 3) 2차처리 공정 내 MLVSS/MLSS 비율 (9점)

5. MLE 공정으로 암모니아성 질소 농도가 60 mg NH₄-N/L인 1차처리수를 처리하고 있다. 이 공정의 무산소조(anoxic tank)에서의 탈질 효율은 100%, 호기조(aeration tank)에서의 질산화 효율은 100%로 근사 가능하며, 총 반송비(R)는 2.0이다. 즉, 유입된 암모니아성 질소는 전량이 호기조에서 질산 이온으로 전환되고, 전환된 질산 이온의 66.7% [=R/(1+R)×100%]가 무산소조에서 질소 가스로 환원된다. 미생물 성장에 의한 영향을 무시한 다음 화학반응식이 질산화 및 탈질 각각에 대하여 작용한다고 가정하여 이 MLE 공정 전체에서 소모되는 알칼리도를 mg/L as CaCO₃ 단위로 구하시오. (10 점)



* C₁₀H₁₉O₃N은 하수 내 분해가능 유기물을 화학식으로 나타낸 것임

- (Bonus 1) 수업시간에 배운 방글라데시의 식수 문제에 대하여 본인 나름대로의 해결책을 제시해 보시오. (최대 10점)

- (Bonus 2) “하수를 적절하게 처리하여 재사용하는 물”을 칭하는 것으로 본인이 생각하는 가장 적절한 용어를 제시하고, 그 근거를 간단히 서술하시오. (최대 5점)