

Seoul National University

M1586.001500

Engineering Solutions for Water Pollution

FINAL EXAMINATION

TIME ALLOWED: 75 MINUTES

May 27, 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) 부탄올(butanol, C_4H_9OH)은 헥사데케인(hexadecane, $C_{16}H_{34}$)보다 물에 잘 녹는다.
- 2) 물의 탁도(turbidity)는 시료에 조사한 가시광선의 투과율(transmittance)을 통해 측정한다.
- 3) 동일한 최종 BOD (UBOD, ultimate BOD) 값을 가지는 물 시료의 25 °C 조건에서의 BOD_5 값은 15 °C 조건에서의 BOD_5 값보다 크다.
- 4) 부탄올의 COD/TOC 비는 헥사데케인의 COD/TOC 비보다 크다.
- 5) Multiple-tube fermentation 법은 생존 가능하지만 배양할 수 없는 미생물(viable but nonculturable microorganism)을 포함하여 정량할 수 있는 미생물 계수법이다.
- 6) 우리나라 하수도 시설기준 상 하수처리시설의 계획유입수질은 계획1일오염부하량을 계획1일평균오수량으로 나눈 값으로 결정한다.
- 7) 하수의 전처리에 사용되는 스크린의 눈 크기(opening size)가 클수록 수두손실(headloss)이 급격히 발생한다.
- 8) Struvite 침전 반응에 참여하는 Mg^{2+} , NH_4^+ , PO_4^{3-} 이온의 몰비는 1 : 1 : 1이다.
- 9) 과황산염(persulfate)을 이용한 고도산화공정은 황산이온(sulfate, SO_4^{2-}) 등 공정 부산물이 발생하지 않는 환경친화적 화학적 수처리 공정이다.
- 10) 사상성 세균(filamentous bacteria)은 플록 형성 세균(floc-forming bacteria)에 비해 낮은 용존산소 농도, 낮은 유기물 농도, 낮은 영양염류(질소, 인) 농도 조건에서 경쟁우위를 갖는다.

2. 다음 물음에 답하시오.

- 1) 중합효소 연쇄반응(polymerase chain reaction, PCR)의 원리를 아래에 제시된 키워드를 활용하여 설명하시오. (8점)

Template DNA (주형 DNA)	PCR primer (PCR 프라이머)
DNA polymerase (DNA 중합효소)	Nucleotides (뉴클레오티드)

- 2) 하수처리시설에 유량조정조(flow equalization)를 둘 때의 장점과 단점을 제시하시오. (6점)
- 3) 입자 침강(particle settling)의 네 가지 유형에 대하여 각각 간략히 설명하시오. (8점)
- 4) A^2O 공정의 공정도를 그리고, 이 공정에서 질소와 인 제거가 일어나는 원리를 설명하시오. (8점)
- 5) 미생물 연료전지(microbial fuel cell, MFC)의 anode compartment와 cathode compartment에서 일어나는 화학반응에 대하여 설명하시오. (5점)
3. 어떤 물 시료를 분석한 결과가 아래 표와 같을 때 다음 물음에 답하시오.

종류	이온량 또는 분자량	농도 (mg/L)
Ca^{2+}	40.1	119.4
Mg^{2+}	24.3	27.8
Na^+	23.0	8.1
HCO_3^-	61.0	268.0
CO_3^{2-}	60.0	2.0
SO_4^{2-}	96.1	116.0
Cl^-	35.5	61.0
SiO_2 (용존)	60.1	1.5
Total Suspended Solids (TSS)	-	13.5

- 1) 각 이온의 농도를 mmol/L (mM) 단위와 meq/L 단위로 구하고, 전기적 중성의 법칙을 활용한 경험식으로 이온 분석의 정확성을 검증하시오. (10점)
- 2) 이 물 시료의 총 고형물 농도(total solids)를 구하시오. (5점)
- 3) 이 물 시료의 탄산염 경도(carbonate hardness)를 mg/L as $CaCO_3$ 단위로 구하시오. (5점)

4. 편의점에서 판매하는 250 mL들이 “고농도 산소수”를 사서 내부 직경이 8 cm인 원통형 컵에 따랐다. 산소수를 바로 마시려다가 갑자기 친구로부터 연락이 와서 밖에 나갔다 오는 바람에 2시간 동안 그대로 놓아두었다. 이 고농도 산소수의 초기 용존산소 농도가 60 mg/L일 때, 2시간 후 용존산소 농도는 얼마인지 계산하시오. 컵 내부를 완전 혼합형 batch reactor로 가정하고, 포화용존산소농도(saturated dissolved oxygen concentration)로 8.3 mg/L, 총괄물질전달계수(overall mass transfer coefficient)로 1.00×10^{-2} m/h를 사용하시오. (15점)

5. 폭기조(aeration tank)의 부피가 1000 m^3 인 어떤 활성슬러지 공정이 bsCOD (biodegradable soluble COD) 농도 200 mg/L인 유입수 $4000 \text{ m}^3/\text{d}$ 를 처리하여 내보내고 있다. 유입수의 VSS (volatile suspended solids) 농도는 무시할 수 있을 정도로 적으며, 미생물 관련 인자값은 아래와 같을 때, 다음 물음에 답하시오.

$$k = 6.0 \text{ mg COD/mg VSS-d}$$

$$Y = 0.4 \text{ mg VSS/mg COD}$$

$$K_s = 100 \text{ mg COD/L}$$

$$b = 0.05 \text{ d}^{-1}$$

$$f_d = 0.85$$

- 1) 정상 상태(steady state)에서 처리수 bsCOD 농도 10 mg COD/L를 달성하기 위한 SRT 값을 구하시오. (6점)
- 2) 이 공정의 mixed liquor에서 총 VSS 대비 active biomass의 비율 $[X_a/X_v = X_a/(X_a + X_i)]$ 을 구하시오. (5점)
- 3) 반송 슬러지 펌프의 고장으로 이 공정의 슬러지 반송과정을 없애고 침전조로부터 발생하는 슬러지는 모두 폐기하는 방식으로 운전하였다. 이 방식의 장기간 운전으로 정상 상태에 도달하였을 때, 공정 유출수의 bsCOD 농도는 얼마가 될 것인지 예측하시오. (9점)