

과제 #4

제출일: 12/5 수업시간

* 과제는 여러분들의 자가학습을 위한 것으로, ABEEK 관련 증빙을 위하여 선별된 6개를 제외하고는 채점하지 않을 계획입니다. 그러나 답안 작성과 컨닝 여부는 점검하니, 반드시 본인이 직접 풀기 바랍니다. 문제풀이를 한 노력이 보이면 감점은 전혀 없습니다. 답안 작성을 하지 않았을 경우 해당 문제는 0점, 컨닝하였을 경우 과제#4에 대하여 수강생 최저점수의 80%를 부여합니다.

1. 대표적인 소독부산물인 THMs, bromate, NDMA의 경구 섭취(oral ingestion)에 의한 발암독성 값을 찾고 이를 비교하여 발암독성이 있는 부산물 중 가장 발암독성이 높은 물질과 낮은 물질을 고르시오.

Hint1: THMs는 화학구조뿐만 아니라 독성이 다른 여러 물질의 통칭이므로 화합물 각각에 대하여 독성값을 구하고 각각을 다른 소독부산물과 비교하여야 함

Hint2: 발암독성 자료(Slope Factor; SF)는 미국 EPA의 다음 웹사이트를 참조:

<https://www.epa.gov/iris>.

Hint3: 발암독성값이 없는 경우는 발암독성이 없는 것으로 가정

주의: 반드시 혼자서 풀기 바랍니다.

(20점)

2. 본인이 거주하는 지역 또는 고향의 하수를 수집하여 처리하고 있는 시설의 명칭은 무엇인가? 그 시설은 어떠한 하수처리 단위공정이 어떠한 순서로 배치되어 있으며, 3차처리(고도처리)가 이루어지고 있는지 조사하여 기술하시오.

주의: 반드시 혼자서 조사하여 기술하기 바랍니다.

(25점)

3. 1000 m³ 크기의 폭기조(aeration tank)를 갖춘 활성 슬러지(activated sludge) 공정에서 150 mg BOD/L의 기질(substrate) 농도를 갖는 4000 m³/day 유량의 일차 처리수를 처리하고자 한다. 활성슬러지의 미생물 성장인자는 다음과 같다:

maximum specific growth rate, $\mu_{\max} = 2.5 \text{ day}^{-1}$

half saturation constant, $K_s = 100 \text{ mg BOD/L}$

decay rate, $k_d = 0.05 \text{ day}^{-1}$

yield coefficient, $Y = 0.4 \text{ mg BOD/mg MLVSS}$

- 1) 이 공정에서 유출수의 기질 농도기준 10 mg BOD/L를 맞추기 위한 SRT 값을 구하고, 이 때 폭기조 내 미생물 농도를 구하시오. (10점)
- 2) 일차처리수의 농도가 300 mg BOD/L로 높아졌을 때, 유출수 농도 기준을 맞추기 위해서는 SRT가 어떠하여야 하는가? 이 때의 폭기조 내 미생물 농도를 구하시오. 폭기조 내 미생물 농도는 어떻게 변화하는가? (10점)

4. 어느 날 관악 캠퍼스의 대기 질을 한시간동안 측정하였다. 측정한 오염물질의 1시간 평균치는 아황산가스(SO₂)가 50 µg/m³, 일산화탄소(CO)가 125 µg/m³, 이산화질소(NO₂)가 250 µg/m³ 이었다. 이 측정치는 우리나라의 대기환경기준을 만족하는가? 측정 시 기압은 1기압, 온도는 15°C이었다.

Hint1: 우리나라 대기환경기준은 환경정책기본법 시행령 [별표] 환경기준에 나와 있음(<http://www.law.go.kr>)

Hint2: SO₂의 분자량은 64.1, CO는 28, NO₂는 46을 사용

(20점)

5. 동영상 강좌를 통하여 소개한 것 이외의 유기성 유해화합물을 한 가지 제시하고, 그 화학구조와 주요 발생원을 제시하시오. (15점)

과제 #4 - Solutions

제출일: 12/5 수업시간

* 과제는 여러분들의 자가학습을 위한 것으로, ABEEK 관련 증빙을 위하여 선별된 6개를 제외하고는 채점하지 않을 계획입니다. 그러나 답안 작성과 컨닝 여부는 점검하니, 반드시 본인이 직접 풀기 바랍니다. 문제풀이를 한 노력이 보이면 감점은 전혀 없습니다. 답안 작성을 하지 않았을 경우 해당 문제는 0점, 컨닝하였을 경우 과제#4에 대하여 수강생 최저점수의 80%를 부여합니다.

1. 대표적인 소독부산물인 THMs, bromate, NDMA의 경구 섭취(oral ingestion)에 의한 발암독성 값을 찾고 이를 비교하여 발암독성이 있는 부산물 중 가장 발암독성이 높은 물질과 낮은 물질을 고르시오.

Hint1: THMs는 화학구조뿐만 아니라 독성이 다른 여러 물질의 통칭이므로 화합물 각각에 대하여 독성값을 구하고 각각을 다른 소독부산물과 비교하여야 함

Hint2: 발암독성 자료(Slope Factor; SF)는 미국 EPA의 다음 웹사이트를 참조:

<https://www.epa.gov/iris>.

Hint3: 발암독성값이 없는 경우는 발암독성이 없는 것으로 가정

주의: 반드시 혼자서 풀기 바랍니다.

(20점)

답)

Oral slope factor (단위: $(\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{day})^{-1}$)

Compound	Value	
THMs	chloroform	-
	bromodichloromethane	0.062
	dibromochloromethane	0.084
	bromoform	0.0079
Bromate	0.7	
NDMA (N-nitrosodimethylamine)	51	

THMs 중 Chloroform은 경구섭취에 의한 발암독성이 없음. Slope factor가 클수록 발암독성은 크므로 NDMA > bromate > dibromochloromethane > bromodichloromethane > bromoform 순임.

※ 주의: 수업시간에 배웠듯이, 독성이 높다고 위해성이 꼭 높은 것은 아님! 즉, 이 데이터만을 가지고 chloramine 소독이나 오존 소독이 염소소독보다 위험하다고 단정짓지 말기 바람. 여기에 각 소독과정에서 이러한 소독부산물에 얼마만큼의 농도로 생기지도 고려하여야 함. (위해도=독성×노출)

2. 본인이 거주하는 지역 또는 고향의 하수를 수집하여 처리하고 있는 시설의 명칭은 무엇인가? 그 시설은 어떠한 하수처리 단위공정이 어떠한 순서로 배치되어 있으며, 3차처리(고도처리)가 이루어지고 있는지 조사하여 기술하시오.

주의: 반드시 혼자서 조사하여 기술하기 바랍니다.

(25점)

3. 1000 m³ 크기의 폭기조(aeration tank)를 갖춘 활성 슬러지(activated sludge) 공정에서 150 mg BOD/L의 기질(substrate) 농도를 갖는 4000 m³/day 유량의 일차 처리수를 처리하고자 한다. 활성슬러지의 미생물 성장인자는 다음과 같다:

maximum specific growth rate, $\mu_{\max} = 2.5 \text{ day}^{-1}$

half saturation constant, $K_s = 100 \text{ mg BOD/L}$

decay rate, $k_d = 0.05 \text{ day}^{-1}$

yield coefficient, $Y = 0.4 \text{ mg BOD/mg MLVSS}$

- 1) 이 공정에서 유출수의 기질 농도기준 10 mg BOD/L를 맞추기 위한 SRT 값을 구하고, 이 때 폭기조 내 미생물 농도를 구하시오. (10점)

답)

$$S = \frac{K_s(1 + k_d\theta_c)}{\theta_c(\mu_m - k_d) - 1} = \frac{100 \text{ mg/L} \cdot (1 + 0.05 \text{ day}^{-1} \cdot \theta_c)}{\theta_c(2.5 \text{ day}^{-1} - 0.05 \text{ day}^{-1}) - 1} = \frac{100 + 5\theta_c}{2.45\theta_c - 1} \text{ mg/L} \quad (\theta_c \text{ in days})$$

$$10 = \frac{100 + 5\theta_c}{2.45\theta_c - 1}$$

$$19.5\theta_c = 110$$

$$\theta_c = 5.64 \text{ days}$$

$$X = \frac{\theta_c}{t_0} \frac{Y(S_0 - S)}{1 + k_d \theta_c}$$

$$t_0 = \frac{1000 \text{ m}^3}{4000 \text{ m}^3/\text{day}} = 0.25 \text{ day}$$

$$X = \frac{5.64 \text{ day}}{0.25 \text{ day}} \cdot \frac{0.4 \text{ mg BOD/mg MLVSS} \cdot (150 - 10) \text{ mg BOD/L}}{1 + 0.05 \text{ day}^{-1} \cdot 5.64 \text{ day}} = 985 \text{ mg MLVSS/L}$$

- 2) 일차처리수의 농도가 300 mg BOD/L로 높아졌을 때, 유출수 농도 기준을 맞추기 위해서는 SRT가 어떠하여야 하는가? 이 때의 폭기조 내 미생물 농도를 구하시오. 폭기조 내 미생물 농도는 어떻게 변화하는가? (10점)

답)

유입수 농도와 관계없이 동일한 유출수 농도를 얻기 위하여서는 동일한 SRT가 필요함. 즉, SRT는 5.64일로 변화없음.

$$X = \frac{5.64 \text{ day}}{0.25 \text{ day}} \cdot \frac{0.4 \text{ mg BOD/mg MLVSS} \cdot (300 - 10) \text{ mg BOD/L}}{1 + 0.05 \text{ day}^{-1} \cdot 5.64 \text{ day}} = 2040 \text{ mg MLVSS/L}$$

그러나 폭기조 내 미생물 농도는 증가함.

4. 어느 날 관악 캠퍼스의 대기 질을 한시간동안 측정하였다. 측정한 오염물질의 1시간 평균치는 아황산가스(SO₂)가 50 µg/m³, 일산화탄소(CO)가 125 µg/m³, 이산화질소(NO₂)가 250 µg/m³ 이었다. 이 측정치는 우리나라의 대기환경기준을 만족하는가? 측정 시 기압은 1기압, 온도는 15°C이었다.

Hint1: 우리나라 대기환경기준은 환경정책기본법 시행령 [별표] 환경기준에 나와 있음(<http://www.law.go.kr>)

Hint2: SO₂의 분자량은 64.1, CO는 28, NO₂는 46을 사용

(20점)

답)

우리나라 대기환경기준(1시간 평균치)은 SO₂, CO, NO₂가 각각 0.15, 25, 0.10 ppm 임.

$$\text{단위변환: } \frac{\mu g_i}{m_{air}^3} = ppm_i \times MW_i \times \frac{P}{RT} \quad \rightarrow \quad ppm_i = \frac{\mu g_i}{m_{air}^3} \times \frac{1}{MW_i} \times \frac{RT}{P}$$

$$SO_2: 50 \mu g/m^3 \times \frac{1}{64.1 \text{ g/mole}} \times \frac{8.21 \times 10^{-5} \text{ m}^3 - atm/K - mole \cdot 288 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 0.018 \text{ ppm}$$

$$CO: 125 \mu g/m^3 \times \frac{1}{28 \text{ g/mole}} \times \frac{8.21 \times 10^{-5} \text{ m}^3 - atm/K - mole \cdot 288 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 0.11 \text{ ppm}$$

$$NO_2: 250 \mu g/m^3 \times \frac{1}{46 \text{ g/mole}} \times \frac{8.21 \times 10^{-5} \text{ m}^3 - atm/K - mole \cdot 288 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 0.13 \text{ ppm}$$

따라서 NO_2 만 대기환경기준을 초과함.

5. 동영상 강좌를 통하여 소개한 것 이외의 유기성 유해화합물을 한 가지 제시하고, 그 화학구조와 주요 발생원을 제시하시오. (15점)