

TRƯỜNG ĐẠI HỌC VĂN LANG
KHOA MÔI TRƯỜNG

ĐỀ THI, ĐÁP ÁN/RUBRIC VÀ THANG ĐIỂM
THI KẾT THÚC HỌC PHẦN
Học kỳ 2, năm học 2023-2024

I. Thông tin chung

Tên học phần:	Kỹ thuật xử lý nước thải		
Mã học phần:	232_71WASW40204_01	Số tín chỉ:	4
Mã nhóm lớp học phần:			
Hình thức thi: Tự luận	Thời gian làm bài:	90	phút
<i>Thí sinh được tham khảo tài liệu:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Có	<input type="checkbox"/> Không	

Giảng viên nộp đề thi, đáp án bao gồm cả **Lần 1 và Lần 2 trước ngày**

Cách thức nộp bài (Giảng viên ghi rõ yêu cầu):

- Upload file bài làm (word/pdf);
- Upload hình ảnh bài làm (chỉ có thể được dùng cho sơ đồ công nghệ trong **câu c**).

II. Các yêu cầu của đề thi nhằm đáp ứng CLO

(Phần này phải phối hợp với thông tin từ đề cương chi tiết của học phần)

Ký hiệu CLO	Nội dung CLO	Hình thức đánh giá	Trọng số CLO trong thành phần đánh giá (%)	Câu hỏi thi số	Điểm số tối đa	Lấy dữ liệu đo lường mức đạt PLO/PI
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
CLO1	Áp dụng các kiến thức hóa môi trường để phân tích, đánh giá chất lượng nguồn nước cấp, mức độ ô nhiễm của nước thải		30	1b, 1e	3,0	PI 2.1 (M)
CLO2	Đề xuất phương án thiết kế hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt phù hợp với điều kiện của khu vực thiết kế		70	1a, 1c, 1d, 1f	7,0	PI 3.1 (M)

Chú thích các cột:

(1) Chỉ liệt kê các CLO được đánh giá bởi đề thi kết thúc học phần (tương ứng như đã mô tả trong đề cương chi tiết học phần). Lưu ý không đưa vào bảng này các CLO không dùng bài thi kết thúc học phần để đánh giá (có một số CLO được bố trí đánh giá bằng bài kiểm tra giữa kỳ, đánh giá qua dự án, đồ án trong quá trình học hay các hình thức đánh giá quá trình khác chứ không bố trí đánh giá bằng bài thi kết thúc học phần). Trường hợp một số CLO vừa được bố trí đánh giá quá trình hay giữa kỳ vừa được bố trí đánh giá kết thúc học phần thì vẫn đưa vào cột (1)

(2) Nêu nội dung của CLO tương ứng.

(3) Hình thức kiểm tra đánh giá có thể là: trắc nghiệm, tự luận, dự án, đồ án, vấn đáp, thực hành trên máy tính, thực hành phòng thí nghiệm, báo cáo, thuyết trình, ..., phù hợp với nội dung của CLO và mô tả trong đề cương chi tiết học phần.

(4) Trọng số mức độ quan trọng của từng CLO trong đề thi kết thúc học phần do giảng viên ra đề thi quy định (mang tính tương đối) trên cơ sở mức độ quan trọng của từng CLO. Đây là cơ sở để phân phối tỷ lệ % số điểm tối đa cho các câu hỏi thi dùng để đánh giá các CLO tương ứng, bảo đảm CLO quan trọng hơn thì được đánh giá với điểm số tối đa lớn hơn. Cột (4) dùng để hỗ trợ cho cột (6).

(5) Liệt kê các câu hỏi thi số (câu hỏi số ... hoặc từ câu hỏi số... đến câu hỏi số...) dùng để kiểm tra người học đạt các CLO tương ứng.

(6) Ghi điểm số tối đa cho mỗi câu hỏi hoặc phần thi.

(7) Trong trường hợp đây là học phần cốt lõi - sử dụng kết quả đánh giá CLO của hàng tương ứng trong bảng để đo lường đánh giá mức độ người học đạt được PLO/PI - cần liệt kê ký hiệu PLO/PI có liên quan vào hàng tương ứng. Trong đề cương chi tiết học phần cũng cần mô tả rõ CLO tương ứng của học phần này sẽ được sử dụng làm dữ liệu để đo lường đánh giá các PLO/PI. Trường hợp học phần không có CLO nào phục vụ việc đo lường đánh giá mức đạt PLO/PI thì để trống cột này.

III. Nội dung câu hỏi thi

Câu 1 (10,0 điểm)

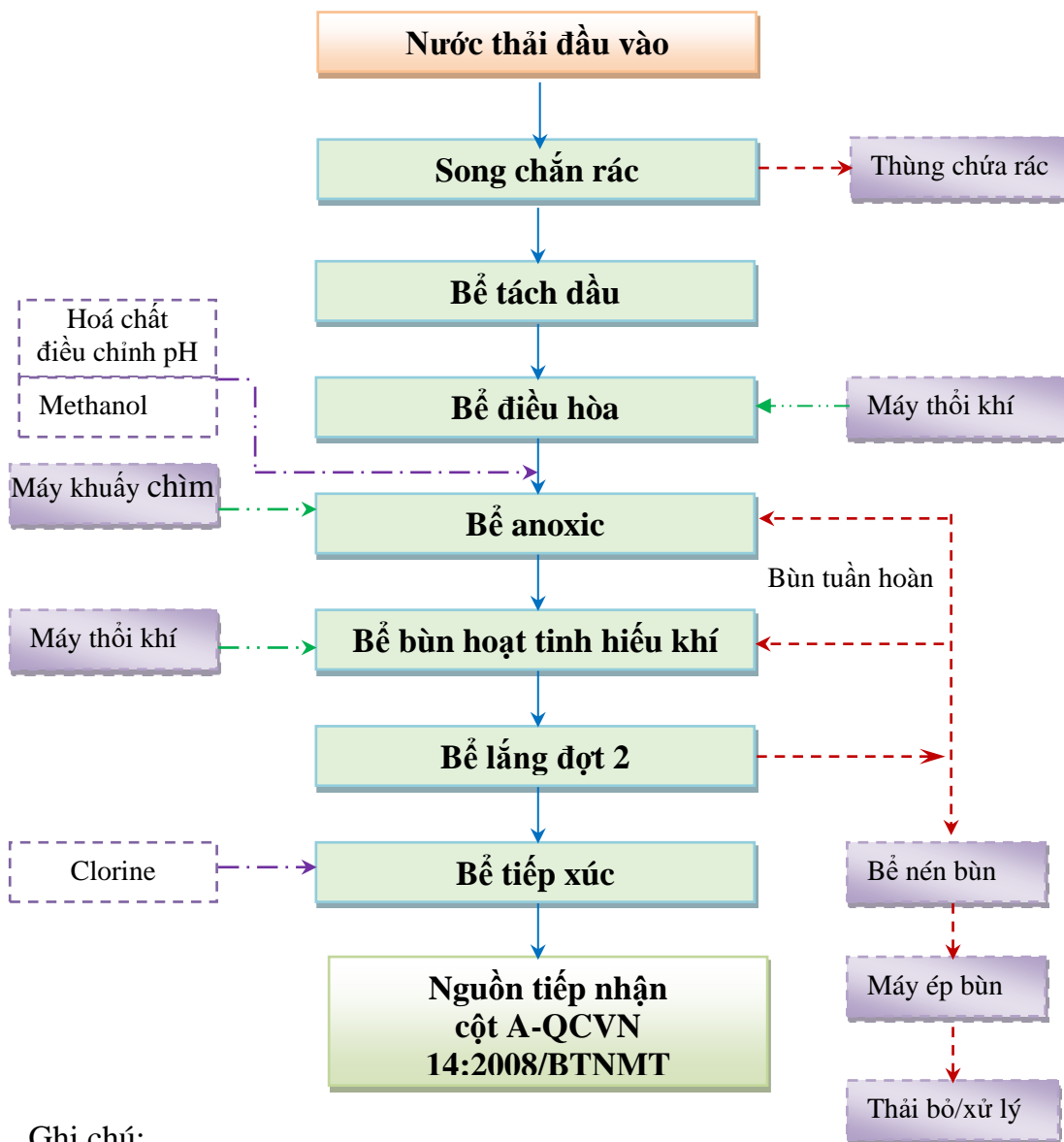
Một khu dân cư A có tổng số dân là $N = 50.000$ người. Tiêu chuẩn cấp nước $q_0 = 250$ L/người.ngđ. Thành phần nước thải sinh hoạt của khu dân cư này được trong **Bảng 1**.

Bảng 1 Thành phần nước thải sinh hoạt của khu dân cư A

STT	Chất ô nhiễm	Đơn vị	Nồng độ	
			Ban đầu	Sau bể lắng đợt 1
1	pH	-	6,5-7,2	6,5-7,2
2	Dầu mỡ	mg/L	10	10
3	Chất rắn tổng cộng (TS)	mg/L	750	620
5	Chất rắn hòa tan (TDS)	mg/L	500	500
6	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	250	120
7	BOD ₅	mg/L	280	180
8	sBOD	mg/L	85	85
9	COD	mg/L	500	320
10	sCOD	mg/L	145	145
11	rbCOD	mg/L	150	120
12	Nitơ - tổng (tính theo N)	mg/L	30	30
13	N _{Hữu cơ}	mg/L	10	10
14	N-NH ₄ ⁺	mg/L	10	10
15	N-NO ₂ ⁻	mg/L	0	0
16	N-NO ₃ ⁻	mg/L	10	10
17	Phốt pho tổng (tính theo P)	mg/L	6	6
18	P _{Hữu cơ}	mg/L	3	3
19	P-PO ₄ ³⁻	mg/L	3	3
20	Tổng các chất hoạt động bề mặt	mg/L	5	5
21	Tổng Coliform	MPN/100 mL	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁸

- Xác định công suất của nhà máy xử lý nước thải theo TCVN 7957: 2023, biết Hệ số đầu nổi nước thải vào hệ thống thoát nước tập trung (α) = 1, và hệ số kể đến lượng nước ngầm có thể thấm vào mạng lưới thoát nước thải (β) = 1,15 **(0,5 điểm)**
- So sánh thành phần nước thải của khu dân cư A với QCVN 14: 2008/BTNMT, cột A, xác định các chỉ tiêu ô nhiễm, giá trị C_{max} và mức độ cần xử lý của các chỉ tiêu này, giả sử mỗi hộ gia đình có 4 người. **(1,5 điểm)**

- c. Với sơ đồ công nghệ để xử lý nước thải sinh hoạt của khu dân cư A được cho trong **Hình 1**, phân tích, đánh giá và xác định các công trình không phù hợp (thừa/thiếu/vị trí không hợp lý) (**1,5 điểm**). Dựa trên cơ sở đánh giá đó, hoàn thiện sơ đồ quy trình công nghệ này. (**1,5 điểm**)



Ghi chú:

- > : Đường nước thải - - - - -> : Đường hóa chất
 - - - - -> : Đường bùn thải -> : Đường cấp khí

Hình 1 Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt của khu dân cư A sau khi hoàn thiện.

- d. Thuyết minh công nghệ hoàn chỉnh được làm trong **Câu c.** (**2,0 điểm**)
- e. Xác định nồng độ của các thành phần đặc tính nước thải cần thiết cho việc tính toán thiết kế công trình xử lý sinh học gồm COD có khả năng phân huỷ sinh học (bCOD), COD không có khả năng phân huỷ sinh học (nbCOD), COD hoà tan không có khả năng phân huỷ sinh học trong dòng nước thải sau xử lý (nbsCOD_e), COD không có

khả năng phân huỷ sinh học từ các chất dạng hạt (nbpCOD), chất rắn lơ lửng bay hơi không có khả năng phân huỷ sinh học (nbVSS) và tổng chất rắn lơ lửng trơ (iTSS). Biết thành phần nước thải sau quá trình xử lý sơ bộ được cho trong **Bảng 1** và nồng độ của một số thành phần trong nước thải sau xử lý ở công trình xử lý sinh học như BOD_e, TSS_e được lấy theo giá trị quy định trong QCVN 14: 2008/BNMT và tỷ lệ VSS/TSS = 0,85. **(1.5 điểm)**

- f. Xác định lượng sinh khối vi sinh vật (theo VSS), $P_{x,vss}$, sinh ra trong quá trình bùn hoạt tính hiếu khí cho quá trình xử lý chất hữu cơ (BOD, COD). Biết các thông số động học của quá trình gồm hệ số thu hoạch của VSV dị dưỡng: $Y_H = 0,45$ gVSS/gbCOD; hệ số phân huỷ nội bào: $b_{H,20} = 0,12$ g/g.ngđ; Xác tế bào: $f_d = 0,15$; tốc độ phát triển cực đại của VSV: $\mu_{max} = 6,0$ gVSS/gVSS.ngđ; hằng số $\frac{1}{2}$ tốc độ chuyển hoá chất hữu cơ: $K_s = 8,0$ mg/L; Nhiệt độ của nước thải $T^\circ = 20$ °C và thời gian lưu bùn $SRT = 5$ ngày và nồng độ chất hữu cơ đầu ra S được xác định từ công thức (1). **(1.5 điểm)**

$$S = \frac{K_s[1 + b_H(SRT)]}{SRT(\mu_{max} - b_H) - 1} \quad (1)$$

----- **HẾT** -----

ĐÁP ÁP VÀ THANG ĐIỂM

Phân câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
I. Tự luận			
Câu 1		10,0	
Nội dung a.	<p>Xác định công suất của nhà máy xử lý nước thải theo TCVN 7957: 2023.</p> <p>– Lưu lượng nước thải của khu dân cư A: $Q_C = q_0 \times N = 250 \text{ (L/người.ngđ)} \times 50.000 \text{ (người)} = 12.500.000 \text{ (L/ngđ)} = 12.500 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}$. (0,25 điểm)</p> <p>– Công suất của trạm xử lý nước thải theo TCVN 7957: 2023: $Q_{NM} = \alpha \cdot \beta \cdot Q_C \text{ (m}^3\text{/ngđ)} = 1 \times 1,15 \times 12.500 \text{ (m}^3\text{/ngđ)} = 14.375 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}$ (0,25 điểm)</p> <p>Q_C - Lưu lượng nước cấp cho nhu cầu sinh hoạt và dịch vụ, sản xuất trong khu vực thoát nước, $\text{m}^3\text{/ngđ}$; α- Hệ số đầu nối nước thải vào hệ thống thoát nước tập trung β- Hệ số kể đến lượng nước ngầm có thể thấm vào mạng lưới thoát nước thải</p>	0,5	
Nội dung b.	<p>– So sánh thành phần nước thải so với QCVN 14: 2008/BTNMT, cột A. Kết quả được trình bày trong Bảng 1. (0,25 điểm)</p>	1,5	

Bảng 1 Thành phần nước thải và tiêu chuẩn xả thải theo QCVN 14: 2008/BTNMT, cột A

STT	Chất ô nhiễm	Đơn vị	Nồng độ	QCVN 14: 2008/BTNMT, cột A	C _{max}
1	pH	-	6,5-7,2	5-9	5-9
2	Dầu mỡ	mg/L	10	10	10
3	Chất rắn tổng cộng (TS)	mg/L	750	-	-
5	Chất rắn hòa tan (TDS)	mg/L	500	-	-
6	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	250	50	50
7	BOD ₅	mg/L	280	30	30
8	sBOD	mg/L	85	-	-
9	COD	mg/L	500	-	-
10	sCOD	mg/L	145	-	-
11	rbCOD	mg/L	150	-	-
12	Nitơ - tổng (tính theo N)	mg/L	30	-	-
13	N _{Hữu cơ}	mg/L	10	-	-
14	N-NH ₄ ⁺	mg/L	10	5	5
15	N-NO ₂ ⁻	mg/L	0	-	-
16	N-NO ₃ ⁻	mg/L	10	30	30
17	Phot pho tổng (tính theo P)	mg/L	6	-	-
18	P _{Hữu cơ}	mg/L	3	-	-
19	P-PO ₄ ³⁻	mg/L	3	6	6
20	Tổng các chất hoạt động bề mặt	mg/L	5	5	5
21	Tổng Coliform	MPN/100 mL	10 ⁷ -10 ⁸	3.000	3.000

- Theo QCVN 14: 2008/BTNMT, cột A, Các chỉ tiêu ô nhiễm trong nước thải của khu dân cư A gồm: Chất rắn (TS, TSS), các chất hữu cơ (BOD₅, sBOD, COD, sCOD, rbCOD), N-NH₄⁺, và Tổng Coliform. **(0,25 điểm)**
- Xác định C_{max}: **(0,5 điểm)**.

Giá trị C_{max} được xác định theo công thức được quy định trong QCVN 14: 2008/BTNMT:

$$C_{\max} = C \times K$$

C_{max}: nồng độ tối đa cho phép của thông số ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt khi thải ra nguồn nước tiếp nhận, tính bằng miligam trên lít nước thải (mg/L);

C: giá trị nồng độ của thông số ô nhiễm quy định tại Bảng 1 mục 2.2.

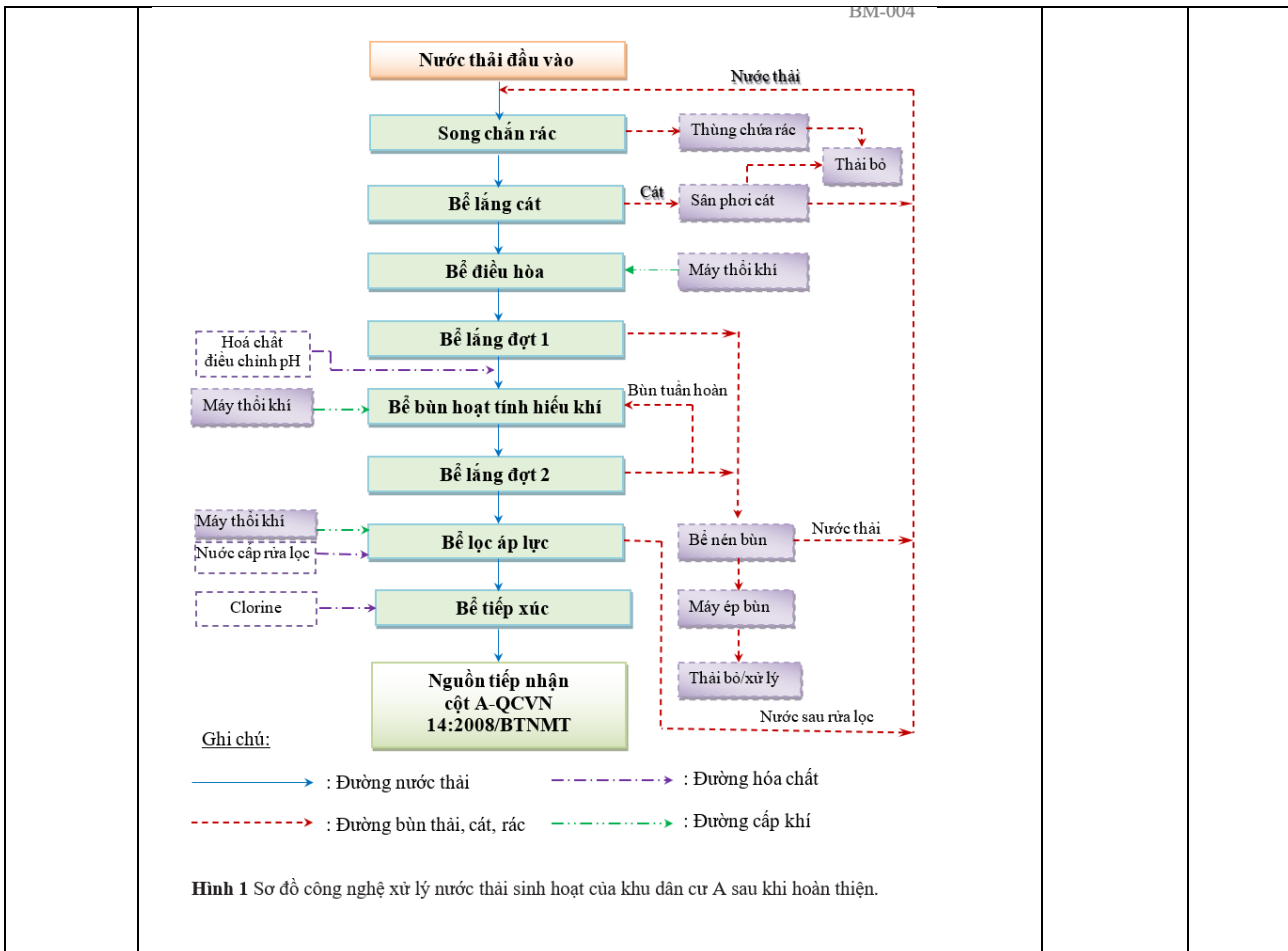
K: hệ số tính tới quy mô, loại hình cơ sở dịch vụ, cơ sở công cộng và chung cư quy định tại mục 2.3

Vì số hộ gia đình có trong khu dân cư A = 50.000 người : 4 người/hộ gia đình = 12.500 hộ gia đình > 50 hộ gia đình. Theo QCVN 14: 2008/BTNMT, K = 1. **(0,25 điểm)**

Các giá trị C_{max} được tính toán và trình bày trong **Bảng 1 (0,25 điểm)**

- Xác định mức độ cần xử lý của các chỉ tiêu ô nhiễm **(0,5 điểm)**

	$TSS = \frac{(250 - 50)}{250} \times 100 = 80\%$ $BOD_5 = \frac{(280 - 30)}{280} \times 100 = 89,3\%$ $NH_4^+ = \frac{(10 - 5)}{10} \times 100 = 50\%$ $Coliform = \frac{(10^8 - 3000)}{10^8} \times 100 = 99,99\%$		
Nội dung c	<ul style="list-style-type: none"> - Phân tích, đánh giá và xác định các công trình không phù hợp (thừa/thiếu) (1,5 điểm) + Với công suất của nhà máy xử lý $Q = 14.375 (m^3/ngđ) > 100 (m^3/ngđ)$, nên trong công nghệ cần có bể lắng cát. Trong công nghệ đã cho thiếu bể lắng cát + Do nồng độ dầu của nước thải = 10 mg/L, đạt tiêu chuẩn cho phép nên không cần bể tách dầu trong công nghệ. Công nghệ đã cho dư bể tách dầu. + Do nồng độ TSS = 250 mg/L > 150 mg/L- nồng độ chất rắn lơ lửng được phép đưa vào bể bùn hoạt tính hiếu khí, nên cần có bể lắng đợt 1. Công nghệ đã cho thiếu bể lắng đợt 1. + Do nồng độ $N_{tổng} = 30 \text{ mg/L} = N_{hữu cơ} + N-NH_4^+ + N-NO_2^- + N-NO_3^- = 10 + 10 + 0 + 10 \text{ (mg/L)}$, nếu phần N hữu cơ và $N-NH_4^+$ được chuyển hoá hoàn toàn $N-NO_3^-$ trong bể bùn hoạt tính hiếu khí, nồng độ $N-NO_3^-$ sau xử lý = 30 mg/L, đạt tiêu chuẩn cho phép, vì vậy không cần bể anoxic. Công nghệ đã cho dư bể anoxic. + Để đảm bảo nồng độ TSS đạt tiêu chuẩn xả thải nguồn loại A, nước thải cần được qua bồn lọc áp lực trước khi qua bể tiếp xúc và xả ra nguồn tiếp nhận. Công nghệ đã cho thiếu bồn lọc áp lực. - Hoàn thiện sơ đồ quy trình công nghệ trong Hình 1. (1,5 điểm) 	3,0	



Hình 1 Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt của khu dân cư A sau khi hoàn thiện.

<p>Nội dung</p>	<p>Nước thải phát sinh từ khu dân cư A được thu gom và đưa về nhà máy xử lý nước thải. Đầu tiên nước được chảy qua song chắn rác để loại bỏ các loại rác có kích thước lớn có trong nước thải sau đó nước tiếp tục chảy qua bể lắng cát. Rác được tách ra tại song chắn rác được lấy theo định kỳ và được thải bỏ. Tại bể lắng cát, cát được tách ra khỏi nước thải và được tập trung vào hồ thu cát, sau đó được bơm ra sân phơi cát để thu hồi phần nước thải còn trong cát trước khi đưa đi xử lý. Phần nước thải này được đưa về trạm xử lý trước song chắn rác. Nước thải sau bể lắng cát được chảy vào bể điều hòa. Tại đây, nước thải được trộn đều bằng hệ thống phân phối khí thô đặt ở đáy bể để đảm bảo cho các công trình phía sau hoạt động ổn định. Tiếp theo, nước thải được bơm sang bể lắng đợt 1 để tách bớt 1 phần cặn có sẵn trong nước thải để đảm bảo nồng độ TSS đạt yêu cầu trước khi chảy sang bể bùn hoạt tính hiếu khí. Bùn lắng từ bể lắng đợt 1 sẽ bơm qua bể nén bùn để tách bớt một phần nước trước khi qua máy ép bùn. Bùn sau ép được thu gom và đưa đi xử lý hoặc thải bỏ. Phần nước thu được từ bể nén bùn và máy ép bùn sẽ được đưa về trạm xử lý nước thải trước song chắn rác.</p> <p>Tại bể thổi khí, các chất hữu cơ như BOD, sBOD, COD, sCOD, rbCOD được vi sinh vật hiếu khí chuyển hoá thành sinh khối, CO₂ và H₂O. Bên cạnh đó, các thành phần dinh dưỡng như N_{hữu cơ}, N-NH₄⁺ được chuyển hoá thành N-NO₃⁻ trong quá trình</p>	<p>2,0</p>	
------------------------	---	-------------------	--

	<p>nitrate hoá nhờ vi khuẩn nitrosomonas và nitrobacter. Trong bể có lắp đặt hệ thống phân phối khí tinh để cung cấp đầy đủ oxy cho các hoạt động của vi sinh vật. Tiếp đó, nước thải được dẫn sang bể lắng đợt 2 để tách bùn sinh học ra khỏi nước. Bùn lắng tại bể lắng được tập trung ở đáy bể và được xả định kỳ về bể nén bùn. Một phần bùn trên dòng xả bùn được tuần hoàn về bể thổi khí để duy trì mật độ vi sinh vật trong bể luôn ổn định. Nước sau bể lắng được bơm vào bồn lọc áp lực để loại bỏ phần chất rắn còn lại trong nước trước khi dẫn qua bể tiếp xúc để khử trùng lượng vi sinh có trong nước thải bằng chlorine trước khi xả ra nguồn tiếp nhận. Phần nước thải phát sinh từ quá trình rửa lọc tại bồn lọc áp lực sẽ đưa về trước song chắn rác để xử lý.</p>		
Nội dung e	<p> $bCOD = 1,6 BOD = 1,6 \times 180 = 288 \text{ (mg/L)}$ $nbCOD = COD - bCOD = 320 - 288 = 32 \text{ (mg/L)}$ $nbsCOD_e = sCOD - 1,6sBOD = 145 - 1,6 \times 85 = 9 \text{ (mg/L)}$ $nbpCOD = nbCOD - nbsCOD_e = 32 - 9 = 23 \text{ (mg/L)}$ $VSS_{COD} = \frac{COD - sCOD}{VSS} = \frac{320 - 145}{120 \times 0,85}$ $= 1,72 \text{ mg COD/mgVSS}$ $nbVSS = \frac{nbCOD}{VSS_{COD}} = \frac{23}{1,72} = 13,4 \text{ mg nbVSS/L}$ $iTSS = TSS - VSS = 120 - 120 \times 0,85 = 18 \text{ (mg/L)}$ </p>	1,5	
Nội dung f	<p>Sinh khối của VSV sinh ra trong quá trình bùn hoạt tính hiếu khí được xác định theo công thức:</p> $P_{X,VSS} = \frac{QY_H(S_0 - S)}{1 + b_H(SRT)} + \frac{(f_d)(b_H)QY_H(S_0 - S)SRT}{1 + b_H(SRT)}$ <p> $Q = 14.375 \text{ (m}^3\text{/ngày)}$: Lưu lượng nước thải $S_0 = bCOD = 288 \text{ mg/L} = 288 \text{ g/m}^3$: Nồng độ cơ chất đầu vào. Ta có, $Q = 14.375 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}$; $S_0 = bCOD = 288 \text{ mg/L} = 288 \text{ g/m}^3$, S được xác định theo công thức: </p> $S = \frac{K_s[1 + b_H(SRT)]}{SRT(\mu_{max} - b_H) - 1} = \frac{8,0 \times [1 + 0,12 \times 5]}{5 \times (6,0 - 0,12)}$ $= \frac{12,8}{29,4} = 0,44 \text{ g bCOD/m}^3$ <p>Thay giá trị S vào phương trình trên để xác định $P_{X,VSS}$</p>	1,5	

$P_{X,VSS} = \frac{14.375 \times 0,45 \times (288 - 0,44)}{1 + 0,12 \times 5} + \frac{0,15 \times 0,12 \times 14.375 \times 0,45 \times (288 - 0,44) \times 5}{1 + 0,12 \times 5}$ $P_{X,VSS} = 1.162.596 + 104.634 = 1.267.230 \text{ (g VSS/ngày)}$ $= 1.267 \text{ (kg VSS/ngày)}$		
Điểm tổng		10.0

Rubric chấm điểm câu 1c

Nội dung kiểm tra	Trọng số (%)	Tốt 100%	Khá 75%	Trung bình 50%	Kém <25%
Hoàn chỉnh sơ đồ công nghệ trong hình 1	100%	Các công trình chính trong công nghệ được đầy đủ, sắp xếp đúng thứ tự và có đầy đủ các công trình phụ cũng như các đường vật chất trong công nghệ	Các công trình chính trong công nghệ được đầy đủ, sắp xếp đúng thứ tự và có thiếu < 3 các công trình phụ hoặc các đường vật chất trong công nghệ	Các công trình chính trong công nghệ không được đầy đủ, sắp xếp đúng thứ tự và có thiếu < 3 các công trình phụ hoặc các đường vật chất trong công nghệ	Các công trình chính trong công nghệ không được đầy đủ, sắp xếp không đúng thứ tự và có thiếu < 3 các công trình phụ hoặc các đường vật chất trong công nghệ

Rubric chấm điểm câu 1d

Nội dung kiểm tra	Trọng số (%)	Tốt 100%	Khá 75%	Trung bình 50%	Kém <25%
Thuyết minh dây chuyền công nghệ	100%	Thuyết minh có lập luận hợp lý và chính xác về dây chuyền công nghệ xử lý	Thuyết minh có lập luận hợp lý và chính xác 50% về dây chuyền công nghệ xử lý	Lập luận hợp lý và chính xác 25% về dây chuyền công nghệ xử lý	Lập luận chưa hợp lý và chính xác về dây chuyền công nghệ xử lý

TP. Hồ Chí Minh, ngày 25 tháng 04 năm 2024

Người duyệt đề

Giảng viên ra đề

TS. Hồ Thị Thanh Hiền

TS. Hồ Phùng Ngọc Thảo