

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 2024-2025

I. Thông tin chung

Tên học phần:	Công nghệ xử lý nước thải và đồ án, Kỹ thuật xử lý nước thải, Kỹ thuật xử lý nước thải, Kỹ thuật xử lý nước thải và thực hành		
Mã học phần:	DMT0170, 71WWTE40433, 71WASW40204, DMT0171	Số tin chỉ:	4, 3, 4, 4
Mã nhóm lớp học phần:	242_DMT0170_01, 242_71WWTE40433_01, 242_71WASW40204_01, 242_DMT0171_01		
Hình thức thi: Tự luận	Thời gian làm bài:	90	phút
Thí sinh được tham khảo tài liệu:	☒ Có	☐ Không	

III. Nội dung câu hỏi thi

Câu 1 (10,0 điểm)

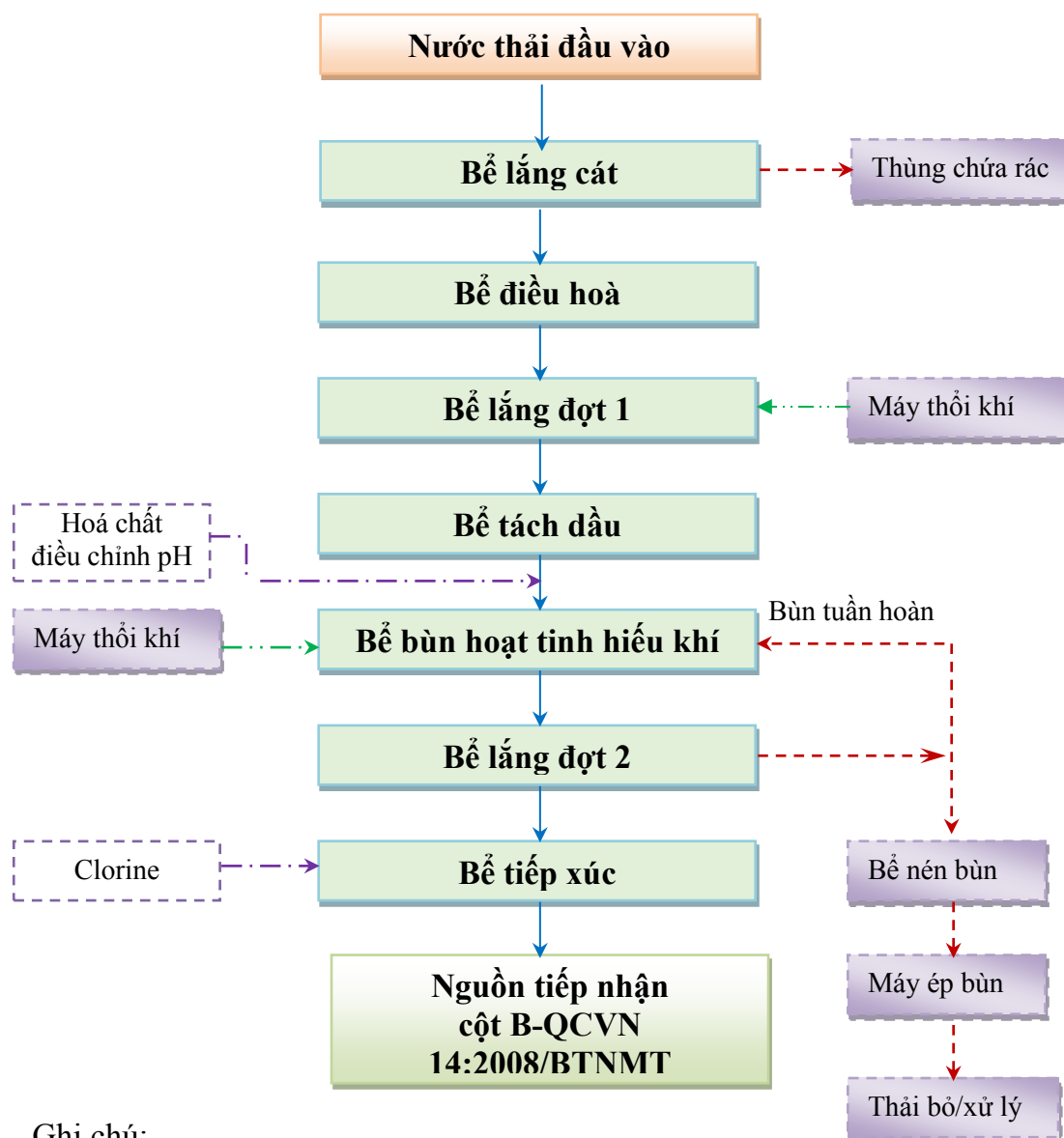
Một khu dân cư A có tổng số dân là $N = 100.000$ người. Tiêu chuẩn cấp nước $q_0 = 150$ L/người.ngđ. Thành phần nước thải sinh hoạt của khu dân cư này được trong **Bảng 1**.

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

STT	Chất ô nhiễm	Đơn vị	Nồng độ
1	pH	-	6,5-7,5
2	Dầu mỡ	mg/L	8
3	Chất rắn tổng cộng (TS)	mg/L	550
5	Chất rắn hòa tan (TDS)	mg/L	400
6	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	150
7	BOD ₅	mg/L	230
8	sBOD	mg/L	108
9	COD	mg/L	400
10	sCOD	mg/L	187
11	rbCOD	mg/L	320
12	Nitơ - tổng (tính theo N)	mg/L	30
13	N _{Hữu cơ}	mg/L	8

STT	Chất ô nhiễm	Đơn vị	Nồng độ
14	N-NH ₄ ⁺	mg/L	12
15	N-NO ₂ ⁻	mg/L	0
16	N-NO ₃ ⁻	mg/L	10
17	Phốt pho tổng (tính theo P)	mg/L	8
18	P _{Hữu cơ}	mg/L	2
19	P-PO ₄ ³⁻	mg/L	6
20	Tổng các chất hoạt động bề mặt	mg/L	5
21	Tổng Coliform	MPN/100 mL	10 ⁷ -10 ⁸

- a. 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) = 1,0 và hệ số kể đến lượng nước ngầm có thể thấm vào mạng lưới thoát nước thải (β) = 1,1 **(0,5 điểm)**
- b. So sánh thành phần nước thải của khu dân cư A với QCVN 14: 2008/BTNMT, cột B, 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)**.



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 lơ (iTSS). Biết 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 $T^0 = 20$ °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

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
I. Tự luận			
Câu 1		10,0	
Nội dung a.	Xác định công suất của nhà máy xử lý nước thải theo TCVN 7957: 2023. – Lưu lượng nước thải của khu dân cư A: $Q_C = q_0 \times N = 150 \text{ (L/người.ngđ)} \times 100.000 \text{ (người)} = 15.000.000 \text{ (L/ngđ)} = 15.000 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}$. (0,25 điểm) – Công suất của trạm xử lý nước thải theo TCVN 7957: 2023: $Q_{NM} = \alpha.\beta.Q_C \text{ (m}^3\text{/ngđ)} = 1 \times 1,1 \times 15.000 \text{ (m}^3\text{/ngđ)} = 16.500 \text{ (m}^3\text{/ngđ)}$ (0,25 điểm) 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 nổi 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	0,5	
Nội dung b.	– So sánh thành phần nước thải so với QCVN 14: 2008/BTNMT, cột B. Kết quả được trình bày trong Bảng 1. (0,25 điểm)	1,5	

STT	Chất ô nhiễm	Đơn vị	Nồng độ	QCVN 14: 2008/BTNMT	
				Cột B	C _{max}
1	pH	-	6,5-7,5	5-9	5-9
2	Dầu mỡ	mg/L	8	20	20
3	Chất rắn tổng cộng (TS)	mg/L	550	-	-
5	Chất rắn hòa tan (TDS)	mg/L	400	1.000	1.000
6	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	150	100	100
7	BOD ₅	mg/L	230	50	50
8	sBOD	mg/L	108	-	-
9	COD	mg/L	400	-	-
10	sCOD	mg/L	187	-	-
11	rbCOD	mg/L	320	-	-
12	Nitơ - tổng (tính theo N)	mg/L	30	-	-
13	N _{Hữu cơ}	mg/L	8	-	-
14	N-NH ₄ ⁺	mg/L	12	10	10
15	N-NO ₂ ⁻	mg/L	0	-	-
16	N-NO ₃ ⁻	mg/L	10	50	50
17	Phốt pho tổng (tính theo P)	mg/L	8	-	-
18	P _{Hữu cơ}	mg/L	2	-	-
19	P-PO ₄ ³⁻	mg/L	6	10	10
20	Tổng các chất hoạt động bề mặt	mg/L	5	10	10
21	Tổng Coliform	MPN/100 mL	10 ⁷ -10 ⁸	5.000	5.000

- Theo QCVN 14: 2008/BTNMT, cột B, 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 của quy chuẩn này.

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 của quy chuẩn này.

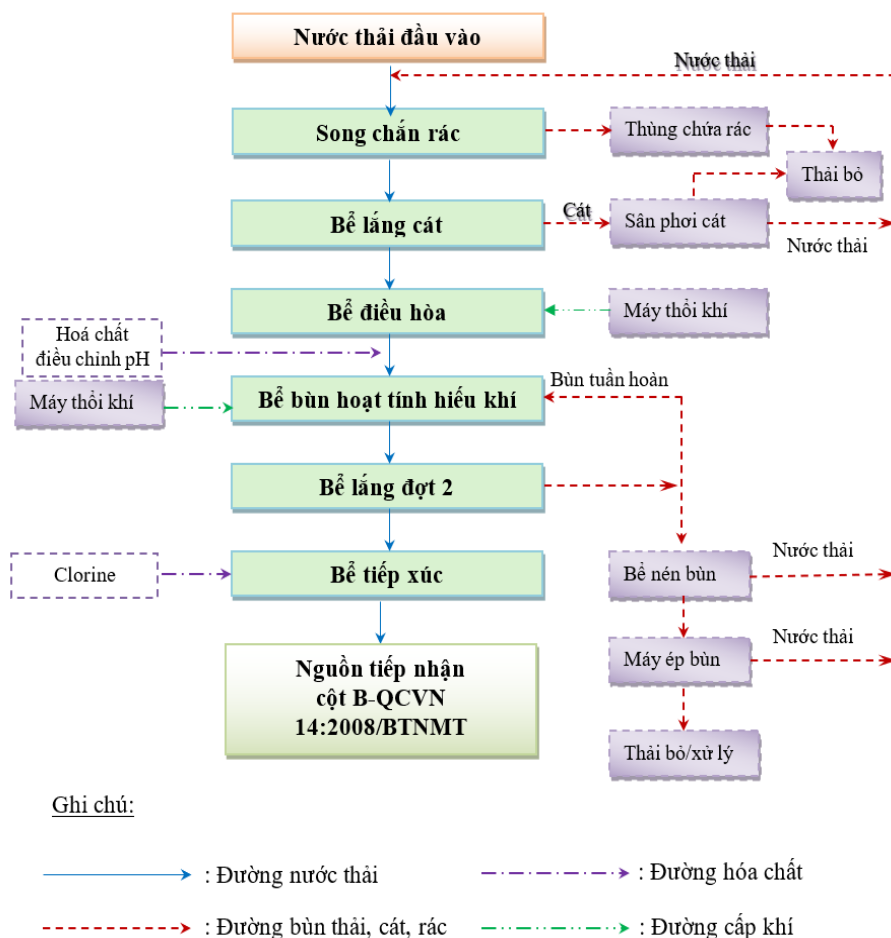
Vì số hộ gia đình có trong khu dân cư A = 100.000 người: 4 người/hộ gia đình = 25.000 hộ gia đình > 50 hộ gia đình. Theo QCVN 14: 2008/BTNMT, K = 1. **(0,25 điểm)**

	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) $TSS = \frac{(150 - 100)}{150} \times 100 = 33,33\%$ $BOD_5 = \frac{(230 - 50)}{230} \times 100 = 78,3\%$ $NH_4^+ = \frac{(12 - 10)}{12} \times 100 = 16,7\%$ $Coliform = \frac{(10^8 - 5000)}{10^8} \times 100 = 99,99\%$		
Nội dung c	- Phân tích, đánh giá và xác định các công trình không phù hợp (thừa/thiếu) (1,5 điểm) - Thiếu song chắn rác: Trong nước thải sinh hoạt thường chứa rác/chất rắn có kích thước lớn có thể phá huỷ các thiết bị/công trình nếu không bị tách loại, mặc dù trong bảng thành phần nước thải không đề cập nhưng đây là công trình không thể thiếu. Song chắn rác được đặt trước bể lắng cát. - Cát tách ra từ bể lắng cát không thể đưa về thùng chứa rác được, mà phải đưa về sân phơi cát. Trong quá trình xả cát từ bể lắng cát, 1 lượng nước thải cũng theo dòng cát nên lượng nước này phải được dẫn quay về đầu vào của trạm xử lý. - Thiếu đường dẫn nước thải tách ra từ sân phơi cát về trạm xử lý. - Thiếu phương án xử lý rác và cát phát sinh trong hệ thống. - Với công suất của nhà máy xử lý $Q = 16.500 \text{ (m}^3/\text{ngđ)} > 100 \text{ (m}^3/\text{ngđ)}$, nên bể lắng cát trong công nghệ đã cho là phù hợp. - Do nồng độ dầu của nước thải $= 8 \text{ mg/L} < 20 \text{ mg/L}$, đạt tiêu chuẩn cho phép nên không cần bể tách dầu trong công nghệ. Công nghệ đã cho dư bể tách dầu và vị trí bể tách dầu không phù hợp. - Do nồng độ $TSS = 150 \text{ mg/L} = \text{nồng độ chất rắn lơ lửng}$ được phép đưa vào bể bùn hoạt tính hiếu khí, nên không cần có bể lắng đợt 1. Công nghệ đã cho dư bể lắng đợt 1. - Do nồng độ $N_{\text{tổng}} = 30 \text{ mg/L} = N_{\text{hữu cơ}} + N\text{-NH}_4^+ + N\text{-NO}_2^- + N\text{-NO}_3^- = 8 + 12 + 0 + 10 \text{ (mg/L)}$, nếu phần N hữu cơ và $N\text{-NH}_4^+$ được chuyển hoá hoàn toàn $N\text{-NO}_3^-$ trong bể bùn hoạt tính hiếu khí, nồng độ $N\text{-NO}_3^-$ sau xử lý $= 30 \text{ mg/L}$, đạt tiêu chuẩn cho phép. Nên bể bùn hoạt tính hiếu khí trong công nghệ được sử dụng để loại bỏ các chất hữu cơ và nitrate hoá.	3,0	

- + Bể lắng đợt 2 được dùng để tách bùn ra khỏi nước nên cần thiết sử dụng sau bể bùn hoạt tính hiếu khí.
- + Bể tiếp xúc được sử dụng để tiêu diệt vi sinh vật đạt tiêu chuẩn xả thải, vì vậy cần có công trình này.
- + Thiếu dòng dẫn nước thải tách từ bể nén bùn và máy ép bùn về đầu vào của trạm xử lý

Nếu thiếu lập luận, chỉ xác định được công trình không phù hợp thì chỉ được 1/3 số điểm của phần này.

- Hoàn thiện sơ đồ quy trình công nghệ trong **Hình 1. (1,5 điểm)**



Nội dung

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 hố 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. Sau đó, nước thải được bơm vào sang bể bùn hoạt tính hiếu khí. Sau đó, bùn được tách ra khỏi nước bằng bể lắng đợt 2,

2,0

	và cuối cùng đưa sang bể tiếp xúc để loại bỏ các vi sinh vật gây bệnh. 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 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 để tách bớt một phần nước trước khi qua máy ép 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 bể tiếp xúc để khử trùng lượng vi sinh có trong nước thải bằng chlorine trước khi xả ra nguồn tiếp nhận. 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.		
Nội dung e	bCOD = 1,6 BOD = 1,6 x 230 = 368 (mg/L) nbCOD = COD – bCOD = 400 – 368 = 32 (mg/L) nbsCOD_e = sCOD- 1,6sBOD = 187 – 1,6 x 108 = 14,2 (mg/L) nbpCOD = nbCOD – nbsCOD_e = 32 – 14,2 = 17,8 (mg/L) $VSS_{COD} = \frac{COD - sCOD}{VSS} = \frac{400 - 187}{150 \times 0,85}$ $= 1,67 \text{ mg COD/mgVSS}$ $nbVSS = \frac{nbCOD}{VSS_{COD}} = \frac{32}{1,67} = 19,2 \text{ mg nbVSS/L}$ iTSS = TSS – VSS = 150 – 150 x 0,85 = 22,5 (mg/L)	1,5	
Nội dung f	Sinh khối của VSV sinh ra trong quá trình bùn hoạt tính hiếu khí được xác định theo công thức: $P_{X,VSS} = \frac{QY_H(S_0 - S)}{1 + b_H(SRT)} + \frac{(f_d)(b_H)QY_H(S_0 - S)SRT}{1 + b_H(SRT)}$ Q = 16.500 (m³/ngày): Lưu lượng nước thải S₀ = bCOD = 368 mg/L = 368 g/m³: Nồng độ cơ chất đầu vào. Ta có, Q = 16.500 (m³/ngđ); S₀ = bCOD = 368 mg/L = 368 g/m³, S được xác định theo công thức:	1,5	

$S = \frac{K_s[1 + b_H(SRT)]}{SRT(\mu_{max} - b_H) - 1} = \frac{8,0 \times [1 + 0,12 \times 5]}{5 \times (6,0 - 0,12)} = \frac{12,8}{29,4}$ $= 0,44 \text{ g bCOD/m}^3$ Thay giá trị S vào phương trình trên để xác định $P_{X,VSS}$ $P_{X,VSS} = \frac{16.500 \times 0,45 \times (368 - 0,44)}{1 + 0,12 \times 5} + \frac{0,15 \times 0,12 \times 16.500 \times 0,45 \times (368 - 0,44) \times 5}{1 + 0,12 \times 5}$ $P_{X,VSS} = 1.705.708 + 30.703 = 1.736.411 \text{ (g VSS/ngày)}$ $= 1.736,4 \text{ (kg VSS/ngày)}$		
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 29 tháng 04 năm 2025

Người duyệt đề

Giảng viên ra đề

TS. Hồ Phùng Ngọc Thảo