

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:	Cơ sở công nghệ môi trường		
Mã học phần:	71FUEN30333 71FUEN30095	Số tín chỉ:	03
Mã nhóm lớp học phần:	242_71FUEN30333_01 242_71FUEN30095_01		
Hình thức thi: Tự luận	Thời gian làm bài:	90	phút
☐ Đề thi có sử dụng phần mềm riêng	GV ghi cụ thể tên phần mềm:		
Thí sinh được tham khảo tài liệu:	☒ Có	☐ Không	

Cách thức nộp bài:

- SV làm bài trên giấy thi do cán bộ coi thi phát, giấy thi hợp lệ phải có chữ ký và ngày ký tên của cán bộ coi thi **VÀ**
- Upload hình ảnh bài làm lên hệ thống thi của Trường **VÀ**
- Nộp lại bài làm trên giấy thi cho các bộ coi thi.

1. Format đề thi

- Font: Times New Roman

- Size: 13

- Quy ước đặt tên file đề thi:

+ Mã học phần_Tên học phần_Mã nhóm học phần_TUL_De 1

+ Mã học phần_Tên học phần_Mã nhóm học phần_TUL_De 1_Mã đề (**Nếu sử dụng nhiều mã đề cho 1 lần thi**).

2. Giao nhận đề thi

Sau khi kiểm duyệt đề thi, đáp án/rubric. **Trưởng Khoa/Bộ môn** gửi đề thi, đáp án/rubric về Trung tâm Khảo thí qua email: khaothivanlang@gmail.com bao gồm file word và file pdf (**nén lại và đặt mật khẩu file nén**) và nhắn tin + họ tên người gửi qua số điện thoại **0918.01.03.09** (Phan Nhật Linh).

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

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 nguyên lý/cơ chế của các quá trình lý học và hóa học thường được ứng dụng trong công nghệ môi trường để xác định các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả của từng quá trình lý học, hóa học, hóa lý.	Tự luận	24,3	1,2,3	2,43	
CLO2	Áp dụng các nguyên lý/cơ chế của các quá trình xử lý sinh học, lý thuyết về mô hình hóa quá trình tăng trưởng của vi sinh vật để xác định các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả của các quá trình sinh học trong công nghệ môi trường.	Tự luận	36,0	4,5	3,60	PI2.2,A
CLO3	Thiết lập phương án xác định các thông số động học của quá trình, các điều kiện tối ưu đối với từng quá trình lý học, hóa học, hóa lý và sinh học.	Tự luận	39,8	1,2,3,4,5	3,98	PI8.5,A

III. Nội dung câu hỏi thi

Câu 1 (2,0 điểm)

Đối với nguyên lý hoạt động của hệ thống tuyển nổi trong xử lý nước, cho biết:

- Nguyên lý tạo bọt khí và quá trình nổi của cặn keo tụ trong bể tuyển nổi (0,5 điểm).
- Vai trò của dòng nước bão hòa không khí và cấu tạo vùng phân phối khí (0,5 điểm).
- Cơ chế va chạm và liên kết giữa bọt khí và bông cặn (0,5 điểm).

- d. Vì sao vùng lọc (trong bể tuyển nổi cần được thiết kế theo mô hình dòng chảy lý tưởng (plug-flow) (0,5 điểm).

Câu 2 (2,0 điểm)

- a. Trình bày các cơ chế giữ cặn trong quá trình lọc nhanh bằng vật liệu lọc hạt (0,25 điểm).
 b. Cho biết ảnh hưởng của kích thước hạt và tốc độ lọc đến hiệu quả lọc (0,75 điểm).
 c. Một nhà máy xử lý nước sử dụng bể lọc nhanh có chiều cao lớp vật liệu lọc là 1,2 m, kích thước hạt là 1 mm, tốc độ lọc là 10 m/h, nước thô chứa hàm lượng chất rắn lơ lửng ban đầu là $c_0 = 15 \text{ g/m}^3$, hệ số lọc là $\lambda_0 = 20 \text{ m}^{-1}$. Sử dụng công thức $c(L) = c_0 \cdot e^{-\lambda \cdot L}$ để tính nồng độ cặn trong nước sau khi qua lớp lọc. (1,0 điểm).

Câu 3 (2,0 điểm)

- a. Trình bày các cơ chế chính của quá trình keo tụ tạo bông trong xử lý nước bằng phèn (nhôm/sắt) và cơ chế xảy ra khi sử dụng phèn quá liều (giả sử trên 30 mg/L) (1,0 điểm).
 b. Một nhà máy xử lý nước sử dụng phèn nhôm $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14,2\text{H}_2\text{O}$ với liều lượng 40 mg/L. Tính lượng kiềm (CaCO_3) cần trong nước là bao nhiêu để quá trình keo tụ đạt hiệu quả. Biết rằng 1 mg/L phèn nhôm tiêu tốn 0,5 mg/L độ kiềm và cần dư ít nhất 10 mg/L kiềm sau phản ứng. (1,0 điểm).

Câu 4 (2,0 điểm)

- a. Trong thực tế xử lý nước bằng phương pháp sinh học, tại sao phản ứng bậc 1 lại được sử dụng phổ biến để mô hình hóa quá trình phân hủy chất hữu cơ. Trình bày ý nghĩa thực tiễn của mô hình này với thiết kế bể bùn hoạt tính. (1,0 điểm).
 b. Một bể bùn hoạt tính hiếu khí khuấy trộn hoàn toàn (CSTR) để xử lý nước thải có COD đầu vào là 300 mg/L và đầu ra là 50 mg/L. Lưu lượng nước cần xử lý là 2,5 triệu L/ngày đêm. Hằng số tốc độ phản ứng bậc 1 là $0,5 \text{ ngày}^{-1}$. Tính thể tích của bể. (1,0 điểm).

Câu 5 (2,0 điểm)

- a. Trong một hệ thống xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học, việc chọn mô hình động học phản ứng (bậc 0, 1, 2, ..., n, hoặc enzyme) cần dựa trên các tiêu chí nào (1,0 điểm).
 b. Đường glucozo được cho vào trong thiết bị dạng mẻ có vi sinh vật và tỷ lệ khử được đo đạc theo thời gian. Xác định bậc phản ứng (1,0 điểm).

Nồng độ glucoze (đo bằng mgCOD/L)	Thời gian (phút)
180	0
155	5
95	12
68	22
42	31
26	40

ĐÁP ÁP VÀ THANG ĐIỂM

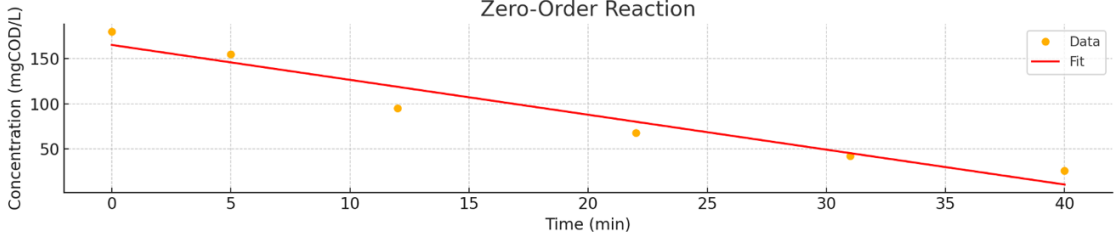
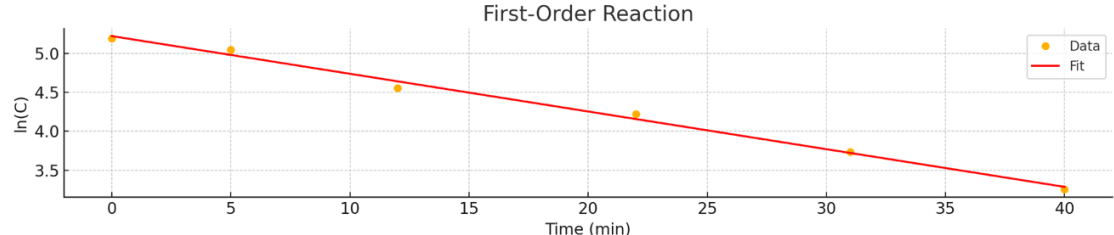
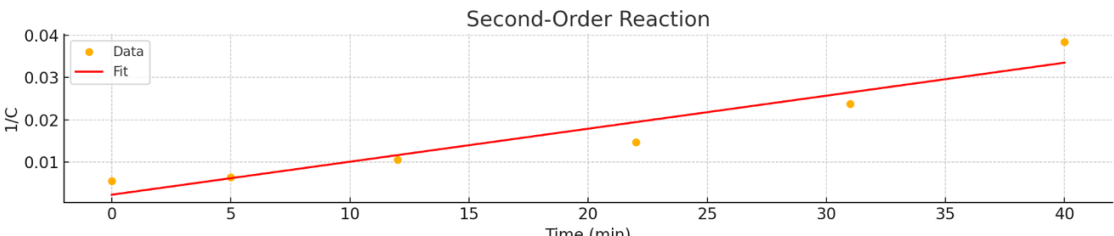
Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
I. Tự luận			
Câu 1		2,0	
a. Nguyên lý tạo bọt khí và quá trình nổi của cặn keo tụ trong bể tuyển nổi (0,5 điểm).	• Nước sau keo tụ (flocculation) được đưa vào đáy bể tuyển nổi cùng với dòng nước bão hòa không khí. • Khi dòng bão hòa khí qua vòi phun, do giảm áp suất, khí hòa tan tạo thành các bọt khí nhỏ (30–40 μm). • Bọt khí nổi lên với vận tốc lớn hơn nước, va chạm với bông cặn $\rightarrow$ gắn kết và tạo tổ hợp khí–bông. • Khối lượng riêng của hỗn hợp khí–bông thấp hơn nước $\rightarrow$ nổi lên và tạo lớp bùn nổi ở bề mặt, được loại bỏ cơ học. • Quá trình này giúp loại bỏ các bông mịn, nhẹ, khó lắng, đặc biệt hữu hiệu với nước mặt và nước có tảo.	0,5	4 ý đầu, mỗi ý 0,25 điểm
b. Vai trò của dòng nước bão hòa không khí và cấu tạo vùng phân phối khí (0,5 điểm).	• Dòng nước bão hòa chiếm 6–8% tổng lưu lượng, được tạo ra bằng cách bơm nước vào bình chứa khí nén (áp 4–8 bar), chứa khí hòa tan. Khí này sẽ giải phóng thành bọt khí để thực hiện quá trình tuyển nổi trong bể tuyển nổi. • Nhiệt độ và áp suất ảnh hưởng đến khả năng hòa tan khí (dựa theo Henry's Law). • Vùng phân phối khí có bố trí vòi phun (Bete, AKA, WRC) quyết định đường kính bọt khí, ảnh hưởng đến xác suất va chạm. • Cấu tạo và vị trí vòi phun ảnh hưởng lớn đến dòng chảy: nên đặt ở vùng riêng biệt để giảm rối và nhiễu loạn. • Phân phối khí đều và tạo bọt nhỏ $\rightarrow$ tối ưu hiệu quả lọc nổi và tiết kiệm năng lượng.	0,5	4 ý đầu, mỗi ý 0,25 điểm

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
c. Cơ chế va chạm và liên kết giữa bột khí và bông cặn (0,5 điểm).	• Cơ chế chính: interception (va chạm chắn ngang) là chủ đạo khi bông cặn > 100 μm và đường kính bột khí gần bằng 40 μm. • Ngoài ra còn có 3 cơ chế khác: khuếch tán (do chuyển động Brownian), chuyển động do lực quán tính và cơ chế lắng • Tổng xác suất va chạm $\eta_T = \eta_D + \eta_I + \eta_S + \eta_{TA}$, nhưng thực tế $\eta_I \approx 1 \rightarrow$ va chạm luôn xảy ra • Sau va chạm, lực hút bề mặt giúp giữ bột khí gắn vào bông $\rightarrow$ tuyển nổi • Hiệu quả va chạm cao hơn so với quá trình lọc thông thường do bột khí dày đặc hơn hạt lọc.	0,5	4 ý đầu, mỗi ý 0,25 điểm
d. Vì sao vùng lọc (trong bể tuyển nổi cần được thiết kế theo mô hình dòng chảy plug-flow (0,5 điểm).	• Plug flow đảm bảo tất cả các phần tử nước đều có thời gian tiếp xúc đồng đều, tránh hiện tượng dòng rút ngắn. • Thời gian tiếp xúc tối thiểu cần đạt ≥ 90 giây, tỉ lệ chiều dài / chiều rộng bể ≥ 5 (hình chữ nhật dài hẹp). • Giảm tổn thất do rối và trộn tại vùng vòi phun khí, giúp tối ưu hóa hiệu quả va chạm. Nếu dòng chảy hỗn loạn: tổ hợp khí–bông dễ vỡ, bột khí thoát $\rightarrow$ giảm hiệu quả xử lý. • Thiết kế theo plug flow phù hợp với tính chất phản ứng giả bậc nhất của quá trình va chạm	0,5	mỗi ý 0,25 điểm
Câu 2		2,0	
a. Trình bày các cơ chế giữ cặn trong quá trình lọc nhanh bằng vật liệu lọc hạt (0,25 điểm).	Các cơ chế giữ cặn gồm: • Chặn (screening) • Lắng (sedimentation) • Quán tính (inertia) • Khuếch tán (diffusion) • Va chạm và hấp phụ (interception and attachment)	0,25	
b. Cho biết ảnh hưởng của kích thước hạt và tốc độ lọc đến hiệu quả lọc (0,75 điểm).	Kích thước hạt nhỏ $\rightarrow$ lỗ rỗng nhỏ $\rightarrow$ tăng hiệu quả giữ cặn nhưng dễ nghẹt. Tốc độ lọc cao $\rightarrow$ giảm thời gian tiếp xúc $\rightarrow$ giảm hiệu quả lọc.	0,75	mỗi ý 0,25 điểm

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
	Lọc hiệu quả nhất ở tốc độ trung bình (5–10 m/h) và hạt đồng đều ($U = 1.3–1.5$).		
c. Một nhà máy xử lý nước sử dụng bể lọc nhanh có chiều cao lớp vật liệu lọc là 1,2 m, kích thước hạt là 1 mm, tốc độ lọc là 10 m/h, nước thô chứa hàm lượng chất rắn lơ lửng ban đầu là $c_0 = 15 \text{ g/m}^3$, hệ số lọc là $\lambda_0 = 20 \text{ m}^{-1}$ và $c(L) = c_0 \cdot e^{(-\lambda \cdot L)}$ (1,0 điểm)	$c(L) = 15 \cdot e^{(-20 \cdot 1,2)} = 15 \cdot e^{(-24)} \sim 15,3,775 \cdot 10^{-11} \sim 5,66 \cdot 10^{-10} \text{ (g/m}^3\text{)}$ → Nồng độ cặn đầu ra gần như bằng 0, cho thấy hiệu quả lọc rất cao.	1,0	(0,25 đ) Ghi đúng công thức và xác định đúng λ và L . (0,25 đ) Thay số đúng. (0,25 đ) Tính giá trị chính xác. (0,25 đ) Giải thích được ý nghĩa kết quả (hiệu quả lọc cao).
Câu 3		2,0	
a. Trình bày các cơ chế chính của quá trình keo tụ tạo bông trong xử lý nước bằng phèn (nhôm/sắt) và cơ chế xảy ra khi sử dụng phèn quá liều (giả sử trên 30 mg/L) (1,0 điểm).	Nén lớp điện kép: thêm ion (đặc biệt là ion hóa trị cao) làm giảm độ dày lớp điện kép → giảm lực đẩy tĩnh điện giữa các hạt keo. Trung hòa điện tích: ion Al^{3+} hoặc các phức hydroxide tích điện dương hấp phụ lên bề mặt hạt keo → giảm zeta potential → mất ổn định → hình thành bông. Tạo kết tủa cuốn cặn: liều cao phèn → tạo nhiều Al(OH)_3 → các hạt keo bị cuốn, dính vào kết tủa → lắng. Keo tụ cuốn chiếm ưu thế khi liều > 30 mg/L: Vì lượng hydroxide kết tủa lớn hình thành nhiều bông có khả năng cuốn trôi hạt keo, kể cả khi chưa trung hòa hoàn toàn điện tích.	1,0	mỗi ý 0,25 điểm

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
b. Một nhà máy xử lý nước sử dụng phèn nhôm $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14,2\text{H}_2\text{O}$ với liều lượng 40 mg/L. Tính lượng kiềm (CaCO_3) cần trong nước là bao nhiêu để quá trình keo tụ đạt hiệu quả. Biết rằng 1 mg/L phèn nhôm tiêu tốn 0,5 mg/L độ kiềm và cần dư ít nhất 10 mg/L kiềm sau phản ứng. (1,0 điểm).	Xác định lượng kiềm tiêu hao dựa trên tỷ lệ tiêu hao kiềm là 1 mg/L nhôm tiêu thụ 0,5 mg/L kiềm $40 \text{ mg/L nhôm} \cdot 0,5 = 20 \text{ mg/L CaCO}_3$ Thêm kiềm để đảm bảo pH hoạt động hiệu quả (kiềm dư trên 10 mg/L để tránh pH quá thấp) $20 + 10 = 30 \text{ mg/L CaCO}_3$ Cần tối thiểu 30 mg/L kiềm tính theo CaCO_3 trong nước thô	1,0	mỗi ý 0,25 điểm ghi rõ đơn vị CaCO_3 , 0,25 điểm
Câu 4		2,0	
a. Trong thực tế xử lý nước bằng phương pháp sinh học, tại sao phản ứng bậc 1 lại được sử dụng phổ biến để mô hình hóa quá trình phân hủy chất hữu cơ. Trình bày ý nghĩa thực tiễn của mô hình này với thiết kế bể bùn hoạt tính. (1,0 điểm).	Phản ứng bậc 1 mô phỏng tốc độ phụ thuộc nồng độ cơ chất, Tốc độ giảm dần theo thời gian, phù hợp thực tế vì sinh vật hoạt động giảm dần khi cơ chất giảm. Phản ánh đúng điều kiện không bão hòa trong nhiều bể xử lý (aerotank, CSTR). Cơ chất thấp $\rightarrow$ tốc độ xử lý giảm $\rightarrow$ cần bể đủ lớn để duy trì hiệu suất. Giúp dự đoán thời gian lưu (HRT) và hiệu suất xử lý. Mô hình hóa dễ dàng trong thiết kế và vận hành. Áp dụng phổ biến trong tính toán COD, BOD trong điều kiện ổn định. Làm cơ sở xây dựng biểu đồ suy giảm nồng độ theo thời gian.	1,0	mỗi ý 0,25 điểm

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
b. Một bể bùn hoạt tính hiếu khí khuấy trộn hoàn toàn (CSTR) để xử lý nước thải có COD đầu vào là 300 mg/L và đầu ra là 50 mg/L. Lưu lượng nước cần xử lý là 2,5 triệu L/ngày đêm. Hằng số tốc độ phản ứng bậc 1 là 0,5 ngày ⁻¹ . Tính thể tích của bể. (1,0 điểm).	$V = \frac{Q(C_o - C_e)}{K \cdot C_e}$ $V = 2,5 \times 10^6 \times \frac{300 - 50}{0,5 \times 50} = 2500m^3$	1,0	Viết đúng phương trình động học bậc 1 của CSTR: 0,25 điểm Thay đúng giá trị và đơn vị: 0,25 điểm Tính đúng kết quả: 0,5 điểm
Câu 5		2,0	
a. Trong một hệ thống xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học, việc chọn mô hình động học phản ứng (bậc 0, 1, 2, ..., n, hoặc enzyme) cần dựa trên các tiêu chí nào (1,0 điểm).	Xác định mục tiêu mô phỏng: COD, BOD, Nito, tốc độ suy giảm. Mô hình hóa phù hợp với chỉ tiêu cần đánh giá Phụ thuộc vào nồng độ cơ chất và mức độ bão hòa. Nếu bão hòa → dùng bậc 0, nếu chưa bão hòa → bậc 1 Loại phản ứng: phân hủy đơn giản hay phụ thuộc enzyme. Nếu xúc tác bởi enzyme → cần mô hình Michaelis-Menten Cấu hình bể: CSTR, PFR, MBR sẽ ảnh hưởng đến lựa chọn.	1,0	mỗi ý 0,25 điểm
b. Đường glucozo được cho vào trong thiết bị dạng mẻ có vi sinh vật và tỷ lệ khử được đo đặc theo thời gian. Xác định bậc phản ứng (1,0 điểm).		1,0	mỗi đồ thị: 0,25 điểm kết luận động học bậc 1: 0,25 điểm

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
	Zero-Order Reaction  First-Order Reaction  Second-Order Reaction 	10,0	
Tổng		10,0	

Người duyệt đề

TP. Hồ Chí Minh, ngày 02 tháng 5 năm 2025
Giảng viên ra đề

TS. Hồ Thị Thanh Hiền

TS. Lê Minh Trường