

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:	Cơ sở công nghệ môi trường		
Mã học phần:	71FUEN30333	Số tin chỉ:	03
Mã nhóm lớp học phần:	232_71FUEN30095_01 và 232_71FUEN30333_01		
Hình thức thi: <b>Tự luận</b>	Thời gian làm bài:	<b>90</b>	phút
<i>Thí sinh được tham khảo tài liệu:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Có	<input type="checkbox"/> Không	

Đề thi, đáp án **Lần 2**.

**Cách thức nộp bài: Sinh viên được sử dụng excel để tính toán, sinh viên đăng tải bài làm bằng word/ hình ảnh lên hệ thống thi**

**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)
<b>CLO1</b>	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	43,8	1-3 7-8	4,38	PI2.2
<b>CLO2</b>	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	Tự luận	32,5	4-6	3,25	PI2.2

	hưởng đến hiệu quả của các quá trình sinh học trong công nghệ môi trường.					
<b>CLO3</b>	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	23,8	1-3 6-8	2,38	PI8.5

### 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) 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 (1,25 điểm)

Từ phương trình đường đẳng nhiệt Langmuir, hãy xây dựng phương trình xác định hằng số a và b? và trình bày quy trình thí nghiệm để xác định hằng số a và b. Biết phương trình đường đẳng nhiệt Langmuir có dạng

$$\frac{x}{m} = \frac{abC_A}{1 + aC_A}$$

Trong đó x/m là tỷ lệ giữa lượng chất bị hấp phụ trên một đơn vị khối lượng chất hấp phụ (mg chất bị hấp phụ/g chất hấp phụ);  $C_A$  là nồng độ của chất bị hấp phụ A còn lại trong dung dịch khi đạt trạng thái cân bằng (mg/L); b là lượng chất bị hấp phụ lớn nhất được gắn kết trên chất hấp phụ khi tất cả các vị trí hoạt tính đã bão hòa (mg chất bị hấp phụ/g chất hấp phụ) và giá trị b được gọi là hằng số hấp phụ Langmuir của chất bị hấp phụ A.

#### Câu 2 (1,25 điểm)

Dựa trên phương trình đường đẳng nhiệt Langmuir, hãy xác định lượng than hoạt cần sử dụng để giảm nồng độ COD từ 600 mg/L xuống còn 10 mg/L dựa trên kết quả thí nghiệm trình bày trong Bảng 1 (bên dưới). Biết rằng thể tích nước thải sử dụng trong mỗi thí nghiệm là 1 L.

**Bảng 1** Kết quả thí nghiệm quá trình hấp phụ bằng than hoạt tính

Thông số	Đơn vị	Thí nghiệm 1	Thí nghiệm 2	Thí nghiệm 3	Thí nghiệm 4
Nồng độ COD ban đầu	mg/L	400	450	550	600
Nồng độ COD còn lại trong nước thải sau khi kết thúc quá trình hấp phụ	mg/L	50	40	30	20
Khối lượng than hoạt tính sử dụng	mg	120	150	220	280

#### Câu 3 (2,00 điểm)

Kết quả thí nghiệm xác định dung lượng nhựa trao đổi cation R-OH được trình bày tóm tắt trong Bảng 2 (bên dưới).

**Bảng 2** Kết quả thí nghiệm xác định dung lượng nhựa R-OH

Thể tích dung dịch $Cl^-$ qua cột trao đổi ion (ml)	Nồng độ $Cl^-$ còn lại trong dung dịch sau khi trao đổi (mg/L)
200	0
200	5
200	10
200	20
200	30
200	45
200	60

Thể tích dung dịch $\text{Cl}^-$ qua cột trao đổi ion (ml)	Nồng độ $\text{Cl}^-$ còn lại trong dung dịch sau khi trao đổi (mg/L)
200	80
200	100
200	120
200	300
200	600
200	800
200	1000
200	1300
200	1500

Xác định dung lượng trao đổi tổng cộng của nhựa (eq/L)? Biết rằng dung dịch  $\text{CaCl}_2$  có nồng độ 1500 mg  $\text{Cl}^-/\text{L}$ , trao đổi với 60 ml nhựa. Biết nguyên tử gam của  $\text{Cl}^-$  là 35,5 g. Nếu nước sau khi trao đổi ion phải có nồng độ anion  $< 25$  meq/L, hãy tính dung lượng trao đổi làm việc của nhựa.

**Câu 4** (0,25 điểm)

Hãy cho biết ý nghĩa của các hệ số động học quá trình xử lý sinh học.

**Câu 5** (2,25 điểm)

Thiết lập (bao gồm hình vẽ) các cân bằng sinh khối và cân bằng cơ chất đối với quá trình bùn hoạt tính hiếu khí với vi sinh vật tăng trưởng dạng lơ lửng trong thiết bị khuấy trộn hoàn toàn không có dòng tuần hoàn bùn và xây dựng các phương trình xác định các hệ số động học của quá trình.

**Câu 6** (1,00 điểm)

Hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí có dòng tuần hoàn bùn được sử dụng để xử lý nước thải tapioca có công suất 2000  $\text{m}^3/\text{ngày}$ , nồng độ  $\text{BOD}_5$  trong nước thải là 4.550 mg/L. Nồng độ bùn trong bể thổi khí tính theo SS là 3.000 mg/L, tỷ lệ  $\text{VSS}/\text{SS} = 0,85$ . Thời gian lưu nước trong bể thổi khí là 12 giờ. Nồng độ bùn trong dòng tuần hoàn bùn tính theo SS đạt 12.000 mg/L. Bùn dư được xả bỏ từ dòng tuần hoàn bùn với lưu lượng 125,5  $\text{m}^3/\text{ngày}$ . Nước thải sau khi xử lý có nồng độ SS là 30 mg/L. Hãy xác định:

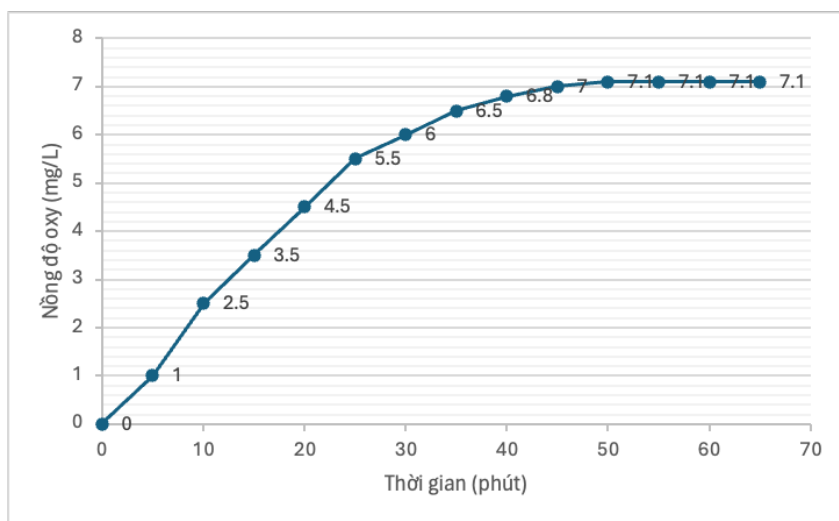
- Thể tích bể thổi khí.
- Thời gian lưu bùn.
- Tỷ lệ  $F/M$  (g  $\text{BOD}_5/\text{g VSS} \cdot \text{ngđ}$ )
- Tải trọng thể tích (kg  $\text{BOD}_5/\text{m}^3 \cdot \text{ngđ}$ )

**Câu 7** (1,00 điểm)

Mô tả cấu tạo của lớp điện tích kép, điện thế zeta (bao gồm hình vẽ).

**Câu 8** (1,00 điểm)

Dựa trên kết quả thí nghiệm quá trình truyền khí oxy vào nước sạch được thể hiện trong đồ thị sau hãy xác định hệ số truyền khí  $K_L a$ .



## ĐÁP ÁP VÀ THANG ĐIỂM

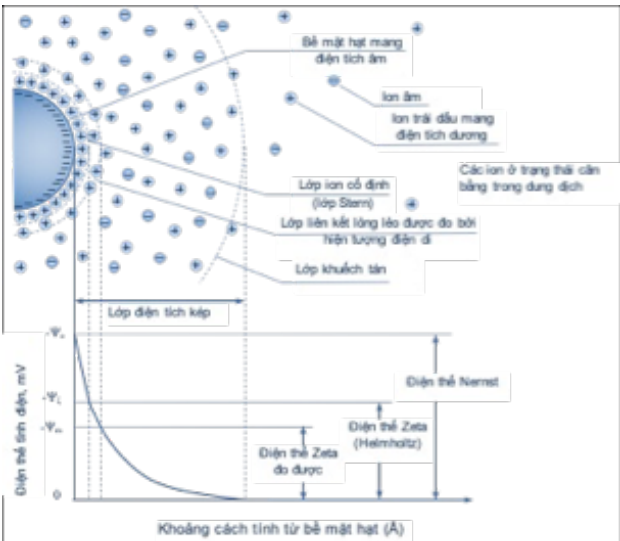
Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú										
<b>I. Tự luận</b>													
<b>Câu 1</b>		<b>1,25</b>											
Xác định hằng số a và b trong phương trình đẳng nhiệt Langmuir	$\frac{m}{x} = \frac{1}{abC_A} + \frac{1}{b}$	0,25											
Quy trình thí nghiệm xác định a và b	Lựa chọn giá trị nồng độ chất ô nhiễm trong nước đầu vào tăng dần	0,25											
	Xác định khối lượng than hoạt tính tăng dần tương ứng với các giá trị nồng độ chất ô nhiễm trong nước đầu vào tăng dần	0,25											
	Đo nồng độ chất ô nhiễm trong nước đầu ra sau quá trình hấp phụ	0,25											
	Vẽ đồ thị và xác định các hệ số a và b với 1/b là điểm giao nhau giữa đường bình phương cực tiểu và trục tung. Độ dốc của đường bình phương cực tiểu là giá trị 1/ab	0,25											
<b>Câu 2</b>		<b>1,25</b>											
Tỷ lệ m/x	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>0,0003</td> <td>0,0003</td> <td>0,0004</td> <td>0,0004</td> </tr> <tr> <td>m/x</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>2</td> <td>8</td> </tr> </table>		0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	m/x	4	7	2	8	0,25	
	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004									
m/x	4	7	2	8									
1/C <sub>A</sub>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>0,020</td> <td>0,025</td> <td>0,033</td> <td>0,050</td> </tr> <tr> <td>1/C<sub>A</sub></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		0,020	0,025	0,033	0,050	1/C <sub>A</sub>					0,25	
	0,020	0,025	0,033	0,050									
1/C <sub>A</sub>													
Đồ thị Langmuir		0,25											
Phương trình Langmuir	$m/x = 0,0047(1/C_A) + 0,0003$	0,25											
Khối lượng than cần (g)	0,4543	0,25											
<b>Câu 3</b>		<b>2,00</b>											

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú																	
<p>Khối lượng Cl- còn lại trong dung dịch sau khi trao đổi (g)</p>	<table border="1"> <tr><td>Khối lượng Cl- còn lại trong dung dịch sau khi trao đổi (g)</td></tr> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>0,001</td></tr> <tr><td>0,002</td></tr> <tr><td>0,004</td></tr> <tr><td>0,006</td></tr> <tr><td>0,009</td></tr> <tr><td>0,012</td></tr> <tr><td>0,016</td></tr> <tr><td>0,02</td></tr> <tr><td>0,024</td></tr> <tr><td>0,06</td></tr> <tr><td>0,12</td></tr> <tr><td>0,16</td></tr> <tr><td>0,2</td></tr> <tr><td>0,26</td></tr> <tr><td>0,3</td></tr> </table>	Khối lượng Cl- còn lại trong dung dịch sau khi trao đổi (g)	0	0,001	0,002	0,004	0,006	0,009	0,012	0,016	0,02	0,024	0,06	0,12	0,16	0,2	0,26	0,3	0,25	
Khối lượng Cl- còn lại trong dung dịch sau khi trao đổi (g)																				
0																				
0,001																				
0,002																				
0,004																				
0,006																				
0,009																				
0,012																				
0,016																				
0,02																				
0,024																				
0,06																				
0,12																				
0,16																				
0,2																				
0,26																				
0,3																				
<p>Khối lượng Cl- đã trao đổi (g)</p>	<table border="1"> <tr><td>Khối lượng Cl- đã trao đổi (g)</td></tr> <tr><td>0,3</td></tr> <tr><td>0,299</td></tr> <tr><td>0,298</td></tr> <tr><td>0,296</td></tr> <tr><td>0,294</td></tr> <tr><td>0,291</td></tr> <tr><td>0,288</td></tr> <tr><td>0,284</td></tr> <tr><td>0,28</td></tr> <tr><td>0,276</td></tr> <tr><td>0,24</td></tr> <tr><td>0,18</td></tr> <tr><td>0,14</td></tr> <tr><td>0,1</td></tr> <tr><td>0,04</td></tr> <tr><td>0</td></tr> </table>	Khối lượng Cl- đã trao đổi (g)	0,3	0,299	0,298	0,296	0,294	0,291	0,288	0,284	0,28	0,276	0,24	0,18	0,14	0,1	0,04	0	0,25	
Khối lượng Cl- đã trao đổi (g)																				
0,3																				
0,299																				
0,298																				
0,296																				
0,294																				
0,291																				
0,288																				
0,284																				
0,28																				
0,276																				
0,24																				
0,18																				
0,14																				
0,1																				
0,04																				
0																				

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
Tổng khối lượng Cl- đã trao đổi (g)	3.606	0,25	
Số đương lượng Cl- đã trao đổi (eq)	0,102	0,25	
Dung lượng trao đổi (eq/L)	1,69	0,25	
Nồng độ đương lượng Cl- còn lại trong dung dịch sau khi trao đổi (meq/L)	Nồng độ đương lượng Cl- còn lại trong dung dịch sau khi trao đổi (meq/L)	0,25	
	0,000		
	0,141		
	0,282		
	0,563		
	0,845		
	1,268		
	1,690		
	2,254		
	2,817		
	3,380		
	8,451		
	16,901		
	22,535		
28,169			
36,620			
42,254			
Số đương lượng Cl- cần trao đổi (eq)	0,098	0,25	
Dung lượng trao đổi thực (eq/L)	1,63	0,25	
<b>Câu 4</b>		<b>0,25</b>	
Ý nghĩa của các hệ số động học	Giá trị của các hệ số ( $k$ , $K_s$ , $Y$ và $k_d$ ) được sử dụng để ước tính tốc độ tiêu thụ cơ chất và tốc độ tăng trưởng sinh khối có thể thay đổi theo loại nước thải, mật độ vi sinh vật và nhiệt độ. Giá trị của các hệ số động học này được xác định dựa trên thí nghiệm sử dụng mô hình chuẩn hay hệ thống trên thực tế. Trong xử lý nước thải, giá trị của các hệ số	0,25	



Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
	động học thể hiện ảnh hưởng thực của động học quá trình phân hủy đồng thời nhiều thành phần khác nhau trong nước thải bởi VSV.		
<b>Câu 5</b>		<b>2,25</b>	
Hình vẽ		0,25	
Cân bằng sinh khối	Tích lũy = vào-ra+sinh trưởng	0,25	
	Phương trình vi phân biến đổi sinh khối theo thời gian	0,25	
	Thời gian lưu nước	0,25	
	Lượng cơ chất	0,25	
Cân bằng cơ chất	Tích lũy = vào-ra-tiêu thụ	0,25	
	Phương trình vi phân biến đổi cơ chất theo thời gian	0,25	
	Phương trình biến đổi cơ chất theo thời gian lưu nước	0,25	
	Nồng độ bùn đầu ra	0,25	
<b>Câu 6</b>		<b>1,00</b>	
Thể tích bể thổi khí (m <sup>3</sup> )	1000	0,25	
Thời gian lưu bùn (ngày)	1,92	0,25	
Tỷ lệ F/M	3,57	0,25	
Tải trọng thể tích (kgBOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> .ngđ)	9,1	0,25	
<b>Câu 7</b>		<b>1,00</b>	
Lớp điện tích kép	Trong nước tự nhiên, các hạt mang điện tích âm thu hút các ion trái dấu trên và gần bề mặt để trung hòa điện tích. Một lớp ion dương (cation) liên kết chặt chẽ trên bề mặt của hạt mang điện tích âm tạo thành lớp hấp phụ cố định. Lớp cation hấp phụ này được gắn chặt trên bề mặt của hạt nhờ lực hút tĩnh điện và lực hấp phụ, với bề dày khoảng 5Å và được gọi là lớp Helmholtz hay lớp Stern.	0,25	

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
	<p>Đồng thời, lớp tích điện âm trên bề mặt hạt và điện trường của chúng cũng hút các ion dương trong môi trường và đẩy các ion âm khác, cả hai nhóm ion dương và âm này đều không tồn tại ở một vị trí cố định nào. Các ion dương và âm này chuyển động do ảnh hưởng của sự khuếch tán (gây ra bởi sự va chạm của các phân tử hòa tan) và nồng độ của các ion dương dư trong dung dịch cho đến khi điện tích bề mặt và điện thế bằng 0, hình thành trạng thái trung hòa về điện. Lớp ion dương và ion âm từ lớp Helmholtz (Stern) đến dung dịch ở vị trí điện tích bằng 0 và hạt đạt trạng thái trung hòa về điện được gọi là lớp khuếch tán (diffuse layer). Hai lớp hấp phụ (Helmholtz) và khuếch tán được gọi là lớp điện tích kép (electric double layer – EDL).</p>	0,25	
Điện thế zeta	<p>Khi một hạt mang điện nằm trong điện trường giữa hai điện cực, hạt mang điện tích âm sẽ di chuyển về phía điện cực dương và ngược lại. Sự di chuyển này gọi là <i>hiện tượng điện di (electrophoresis)</i>. Cần lưu ý rằng khi một hạt chuyển động trong điện trường, một phần nước gần bề mặt hạt cũng di chuyển theo và tạo ra một “mặt cắt”. Mặt cắt này nằm trong lớp khuếch tán và gắn sát lớp cố định. Điện thế giữa mặt cắt này và dung dịch được đo bằng phương pháp đo điện di và được gọi là điện thế zeta.</p>	0,25	
Hình vẽ	 <p>The diagram illustrates the electric double layer (EDL) structure. It shows a particle surface with negative charges (represented by blue dots) and a corresponding layer of positive counterions (represented by red dots). The layers are labeled as follows:     <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Bề mặt hạt mang điện tích âm</b>: Particle surface with negative charges.</li> <li><b>Ion âm</b>: Negative ions.</li> <li><b>Ion trái dấu mang điện tích dương</b>: Counterions with opposite charge (positive).</li> <li><b>Lớp ion cố định (lớp Stern)</b>: Stern layer of fixed ions.</li> <li><b>Lớp liên kết lỏng lẻo được đo bởi hiện tượng điện di</b>: Diffuse layer, which is the region where zeta potential is measured.</li> <li><b>Lớp khuếch tán</b>: Diffuse layer.</li> <li><b>Các ion ở trạng thái cân bằng trong dung dịch</b>: Ions in equilibrium in the bulk solution.</li> <li><b>Lớp điện tích kép</b>: The entire electric double layer structure.</li> </ul>     Below the diagram is a graph of <b>Điện thế điện, mV</b> (Electrical potential, mV) versus <b>Khoảng cách tính từ bề mặt hạt (Å)</b> (Distance from the particle surface in Å). The graph shows the potential profile starting from a high value at the surface and decaying towards zero in the bulk solution. Key points on the graph include:     <ul style="list-style-type: none"> <li><math>V_s</math>: Surface potential.</li> <li><math>V_d</math>: Diffuse layer potential.</li> <li><math>V_z</math>: Zeta potential.</li> <li><b>Điện thế Zeta (Helmholtz) đo được</b>: Measured zeta potential (Helmholtz).</li> <li><b>Điện thế Zeta</b>: Zeta potential.</li> <li><b>Điện thế Nernst</b>: Nernst potential.</li> </ul> </p>	0,25	
<b>Câu 8</b>		<b>1,00</b>	

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
Xác định $C_s, C_0$	0; 7,1	0,25	
$\ln((C_s - C_0)/(C_s - C_t))$		0,25	
Đồ thị		0,25	
$K_{La}$	0,1003	0,25	
<b>Điểm</b>		<b>10</b>	

Người duyệt đề

TP. Hồ Chí Minh, ngày 18 tháng 4 năm 2024

Giảng viên ra đề

Lê Minh Trường