

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THỰC PHẨM TP. HCM  
KHOA SINH HỌC VÀ MÔI TRƯỜNG  
BỘ MÔN KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG

**BÀI GIẢNG MÔN HỌC**  
**THỰC HÀNH XỬ LÝ NƯỚC CẤP**

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, 11/2022

## BÀI 1+2. XỬ LÝ NƯỚC MẶT BẰNG PHƯƠNG PHÁP KEO TỤ TẠO BÔNG

### 1.1. Ý NGHĨA VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG

Khi cần xử lý cặn lơ lửng rất mịn không thể lắng được, người ta dùng phương pháp keo tụ tạo bông. Hiệu quả của quá trình keo tụ tạo bông bị ảnh hưởng bởi 5 yếu tố: pH, lượng chất keo tụ, nhiệt độ, cường độ xáo trộn, tạp chất trong nước.

Nhiệt độ khó thay đổi trong điều kiện thực tế và nhiệt độ bình thường không ảnh hưởng nhiều đến quá trình keo tụ nên không cần thiết quan tâm.

Cường độ xáo trộn cũng rất quan trọng nhưng yếu tố này hầu như không thay đổi với những loại nước khác nhau và đã được nghiên cứu cường độ xáo trộn tối ưu. Do đó yếu tố này cũng không cần quan tâm

Tạp chất trong nước: đối với các loại nước cấp thì yếu tố này không đáng quan tâm vì hầu như không ảnh hưởng đến quá trình tạo bông

Yếu tố lượng chất keo tụ: mỗi loại nước thải khác nhau thì có chất lượng khác nhau do đó phải dùng lượng chất keo tụ khác nhau là đương nhiên và khi lượng chất keo tụ thay đổi thì kèm theo đó là pH thay đổi. pH có thể thay đổi vượt ngoài khoảng pH tối ưu của chất keo tụ nên ảnh hưởng lớn đến hiệu quả keo tụ. Do đó 2 yếu tố được quan tâm trong quá trình keo tụ tạo bông là pH và lượng chất keo tụ. Muốn sử dụng phương pháp keo tụ tạo bông để xử lý nước thì trước hết phải xác định được lượng chất keo tụ và pH tối ưu.

Vậy mục tiêu của bài thí nghiệm là:

- Xác định pH tối ưu cho quá trình keo tụ tạo bông.
- Xác định lượng phèn tối ưu cho quá trình keo tụ tạo bông.
- So sánh hiệu quả keo tụ giữa 2 loại chất keo tụ là phèn sắt và phèn nhôm.
- Tính toán được lượng chất keo tụ cho một trường hợp cụ thể

### 1.2. NGUYÊN TẮC THÍ NGHIỆM

Thí nghiệm được thực hiện theo phương pháp kế thừa, đầu tiên chúng ta xác định pH tối ưu trước. Sau đó cố định pH của nước ở pH tối ưu, tiến hành xác định lượng phèn tối ưu.

Để xác định pH tối ưu, quá trình keo tụ tạo bông được thực hiện trên cùng 1 loại nước ở nhiều pH khác nhau trong khoảng pH tối ưu 5.5-7.5. pH tối ưu là pH mà ở đó quá trình keo tụ tạo bông đạt hiệu quả cao, đó là: kích thước bông keo lớn, chắc, lắng nhanh, thể tích bùn lắng ít, nước phía trên trong, ít váng nổi. Các chỉ tiêu này được xác định bằng phương pháp cảm quan, đo độ đục (hoặc độ truyền suốt) của nước.

Để xác định lượng phèn tối ưu, **chuyển pH về pH tối ưu** sau đó **thay đổi lượng phèn sử dụng** ở nhiều mức khác nhau để tiến hành keo tụ tạo bông. **Lượng phèn tối ưu là lượng phèn mà ở đó quá trình keo tụ tạo bông đạt hiệu quả cao**, đó là: kích

thước bông keo lớn, chắc, lắng nhanh, thể tích bùn lắng ít, nước phía trên trong, ít váng nổi. Các chỉ tiêu này được xác định bằng phương pháp cảm quan, đo độ đục (hoặc độ truyền suốt) của nước.

Để so sánh hiệu quả của **phèn sắt và phèn nhôm**, quá trình keo tụ tạo bông được tiến hành trên cùng 1 loại nước với phèn nhôm và phèn sắt và kết quả keo tụ của 2 loại phèn được so sánh với nhau.

### 1.3. HÓA CHẤT, DỤNG CỤ, THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM:

DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ				
TT	Loại dụng cụ, thiết bị	Quy cách	Số lượng	Ghi chú
1	Mô hình Jarrest	5 cánh khuấy	1	
2	Máy đo pH	1 số lẻ	1	
	Giấy pH		1	
3	Máy quang phổ		1	
8	Cuvet	10mm	1	
6	Pipette	5ml	2	
7	Pipette	10ml	2	
9	Cốc	500ml	6	
10	Đũa khuấy	dài	1	
11	Erlen	125ml	6	
12	Bóp cao su		1	
13	Bình tia		1	
14	Ong đong	500ml	1	
15	Ong đong	100ml	1	
16	Cốc	100ml	1	
17	Bình định mức	100ml	1	
HOÁ CHẤT				
8	Phèn nhôm 5%	50 g/l	100ml	
9	Phèn sắt 5%	50 g/l	100ml	
10	HCl	1N	100ml	
11	NaOH	1N	100ml	
12	Mẫu nước		10 lit	

### 1.4. TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

**Chú ý:** Quy trình thí nghiệm Jarrest tương tự đối với phèn nhôm và phèn sắt

#### 1.4.1. Chuẩn bị mô hình:

Kiểm tra công tắc điện, vệ sinh mô hình, cánh khuấy, đèn, bộ biến tốc, chuông báo, đồng hồ hẹn giờ.

### 1.4.2. Chuẩn bị mẫu

Chuẩn bị 10 lít nước nước mẫu.

Khi thí nghiệm, nhớ khuấy đều nước để đảm bảo thành phần và tính chất nước trong các cốc là đồng nhất.

### 1.4.3. Tiến hành thí nghiệm

#### 1.4.3.1. Xác định pH tối ưu

	Cốc 1	Cốc 2	Cốc 3	Cốc 4	Cốc 5
Nước mẫu, ml	500	500	500	500	500
Phèn 5%, ml	5	5	5	5	5
Chỉnh pH	5	6	7	8	9
Polime anion, ml	1	1	1	1	1
Khuấy nhanh 70 vòng/phút trong 2 phút; khuấy chậm 10 vòng/phút trong 3 phút					
Để lắng 15 phút					
Đánh giá cảm quan					
Hút phần nước trong, phân tích độ truyền suốt ở bước sóng 450nm					

#### 1.4.3.2. Xác định hàm lượng phèn tối ưu

	Cốc 1	Cốc 2	Cốc 3	Cốc 4	Cốc 5
Nước mẫu, ml	500	500	500	500	500
Phèn 5%, ml	3	5	7	9	11
Chỉnh pH	pH <sub>opt</sub>	pH <sub>opt</sub>	pH <sub>opt</sub>	pH <sub>opt</sub>	pH <sub>opt</sub>
Polime anion, ml	1	1	1	1	1
Khuấy nhanh 70 vòng/phút trong 2 phút					
Khuấy chậm 10 vòng/phút trong 3 phút					
Để lắng 15 phút					
Đánh giá cảm quan					
Hút phần nước trong, phân tích độ truyền suốt ở bước sóng 450nm					

\*pH<sub>opt</sub>: pH tối ưu đã xác định ở thí nghiệm trước

## 1.5. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN:

### Thí nghiệm xác định pH tối ưu:

Kết quả phân tích độ truyền suốt:

	Cốc 1	Cốc 2	Cốc 3	Cốc 4	Cốc 5
Độ truyền suốt, %					
Điểm OD					

### Đánh giá kết quả thí nghiệm

Đánh giá điểm	Cốc 1	Cốc 2	Cốc 3	Cốc 4	Cốc 5
Điểm OD(x2)					

Thể tích bùn lắng					
Độ chắc bông bùn					
Bùn nổi					
Tổng điểm					

Đánh giá điểm cho từng tiêu chí theo thang điểm từ 1 đến 5 (điểm cao cho mẫu tốt)  
Mẫu có điểm tổng cao nhất thì pH ở đó là pH tối ưu nhưng nếu mẫu 1, mẫu 5 có điểm tổng cao nhất thì phải làm thêm thí nghiệm phụ để xác định được pH tối ưu.

**Thí nghiệm xác định hàm lượng phèn tối ưu:**

Kết quả phân tích độ truyền suốt:

	Cốc 1	Cốc 2	Cốc 3	Cốc 4	Cốc 5
Độ truyền suốt, %					
Điểm OD					

**Đánh giá kết quả thí nghiệm**

Đánh giá điểm	Cốc 1	Cốc 2	Cốc 3	Cốc 4	Cốc 5
Độ truyền suốt (x2)					
Thể tích bùn lắng					
Độ chắc bông bùn					
Tổng điểm					

Đánh giá điểm cho từng tiêu chí theo thang điểm từ 1 đến 5 (điểm cao cho mẫu tốt)  
Mẫu có điểm tổng cao nhất thì pH ở đó là hàm lượng phèn tối ưu nhưng nếu mẫu 1, mẫu 5 có điểm tổng cao nhất thì phải làm thêm thí nghiệm phụ để xác định được pH tối ưu.

**Vẽ đồ thị mối quan hệ giữa pH và kết quả keo tụ**

**Vẽ đồ thị mối quan hệ giữa hàm lượng phèn và kết quả keo tụ**

**Nhận xét kết quả**

**1.6. CÂU HỎI:**

1. Tại sao phải khuấy nhanh trước khuấy chậm, làm ngược lại được không?
2. Tại sao phải xác định pH tối ưu trước khi xác định hàm lượng phèn tối ưu, làm ngược lại có được không?
3. Tính lượng phèn cần sử dụng cho 1 m<sup>3</sup> nước
4. Tính lượng H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hoặc NaOH sử dụng cho 1 m<sup>3</sup> nước
5. Trình bày ưu, nhược điểm của quá trình keo tụ bằng phèn nhôm và phèn sắt
6. trình bày các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình keo tụ
7. Tính toán chi phí xử lý cho 1 m<sup>3</sup> nước biết giá phèn nhôm là 4500 đồng/kg, phèn sắt: 5200đồng/kg, polime anion: 68000/kg, NaOH: 7700 đồng/kg.

## BÀI 3: KHỬ SẮT BẰNG PHƯƠNG PHÁP LÀM THOÁNG

### 1. MỤC TIÊU

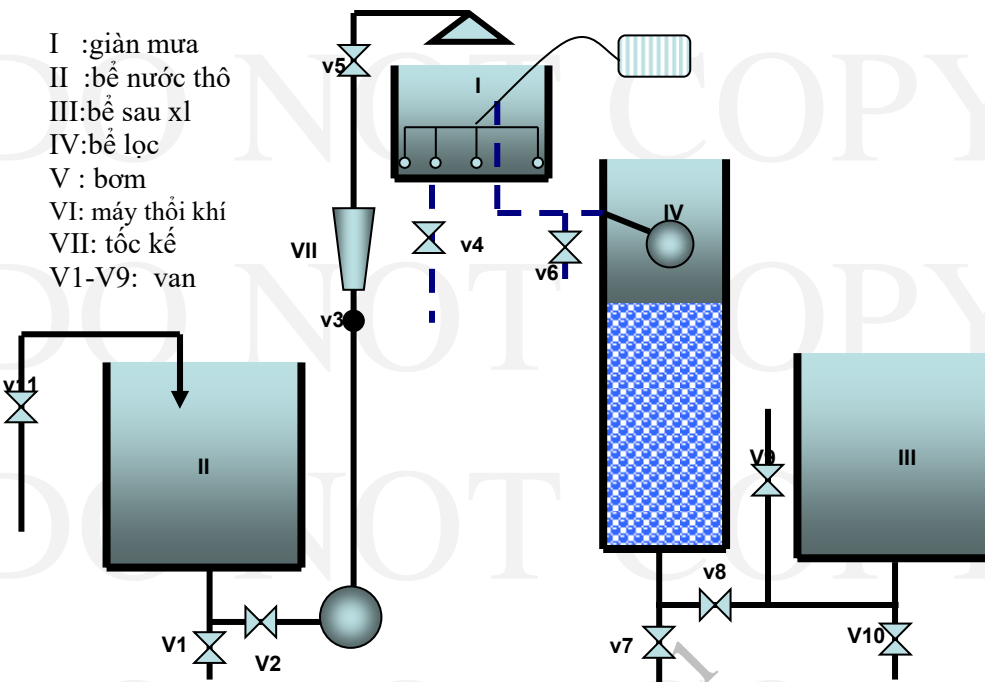
- Xác định khoảng pH tối ưu cho quá trình khử sắt bằng phương pháp làm thoáng.
- Khảo sát hiệu quả khử sắt bằng phương pháp làm thoáng-lọc nhanh

### 2. NGUYÊN TẮC:

- Xác định khoảng pH tối ưu cho quá trình khử sắt bằng phương pháp làm thoáng bằng cách vận hành mô hình khử sắt bằng phương pháp làm thoáng ở 3 giá trị pH khác nhau: 5, 6, 7, 8. Ở mỗi giá trị pH, tiến hành phân tích hàm lượng sắt tổng còn lại trong mẫu nước đầu ra.
- Phương pháp phân tích hàm lượng sắt là phương pháp phân tích quang phổ hấp thụ, dựa trên khả năng tạo phức màu cam giữa  $Fe^{2+}$  và phenalthroline ở điều kiện pH 3.2-3.5.

### 3. DỤNG CỤ, THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM:

TT	Loại dụng cụ, thiết bị	Quy cách	Số lượng
1	Mô hình khử sắt		1
2	Máy đo pH		1
3	Máy quang phổ		1
4	Bếp điện+lưới amiang		2
5	Cuvet	10mm	1
6	Bình tam giác	100ml	10
7	pipette	10ml	2
8	pipette	5ml	2
9	Bình tia		2
10	Bóp cao su		2
11	Bình định mức	25	10
<b>Hoá chất</b>			
1	Phenalthroline	1%	100ml
2	Hydroxylamin	10%	50ml
3	Dung dịch đệm acetate	pH=3	100ml
4	HCl	Đậm đặc	50ml
5	Acid HCl hoặc $H_2SO_4$	1N	500ml
6	NaOH	1N	500ml



Hình 4.1 Mô hình khử sắt bằng phương pháp làm thoáng

#### 4. CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH:

##### 4.1. Chuẩn bị mô hình:

Làm sạch mô hình (mô hình bẩn sẽ làm sai lệch kết quả thí nghiệm)

Kiểm tra đường ống, van, công tắc điện, bơm.

Đổ đầy nước sạch vào mô hình

Khởi động mô hình, vận hành thử với nước sạch để rửa mô hình 10 phút

Xả hết lượng tất cả nước đọng sau chạy thử.

Đóng tất cả các van

##### 4.2. Chuẩn bị mẫu

Chuẩn bị 50 lít nước sạch vào bồn II (đầy bồn chứa).

Giả định tạo ra một nguồn nước bị nhiễm sắt bằng cách cho 1g phèn sắt (II) vào mô hình.

##### 4.3. Vận hành mô hình, lấy mẫu

Dùng NaOH hoặc H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N chỉnh pH của bồn II đến 5 , lấy 100ml mẫu tại bồn II.

Vận hành mô hình, lấy 100ml mẫu tại bồn I.

Lặp lại bước 1, 2 với các giá trị pH 6,7,8

#### 4.3. Tiến hành phân tích mẫu

Tiến hành phân tích hàm lượng sắt trong mẫu theo bảng sau:

Hóa chất (ml)\Ống	M <sub>v</sub>	M <sub>pH5</sub>	M <sub>pH6</sub>	M <sub>pH7</sub>	M <sub>pH8</sub>
Mẫu nước	25	25	25	25	
HCl đậm đặc	1	1	1	1	
Hydroxylamin 10%	0,5	0,5	0,5	0,5	
Nung đến thể tích giảm ~ ½, để nguội					
Dung dịch đệm	5	5	5	5	
Phenalthroline 1%	2	2	2	2	
Định mức thành 100 ml					
Hàm lượng sắt (μg)	x	x	x	x	
Độ hấp thu quang (Abs)	-	-	-	-	

Ghi chú: Sinh viên đo độ hấp thu tại các ô “-”

Sinh viên xác định giá trị tại các ô “x” dựa vào đường chuẩn (giảng viên sẽ cung cấp)

#### 5. CÂU HỎI THẢO LUẬN:

- Kết luận và giải thích quá trình thay đổi pH đến hiệu quả khử sắt
- Trình bày nguyên tắc khử sắt bằng phương pháp làm thoáng
- Nêu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình khử sắt
- Các yếu tố nào ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm
- Nêu ý nghĩa của hydroxylamine trong phép phân tích sắt
- Nêu ý nghĩa của HCl đậm đặc trong phép phân tích sắt
- Nêu ý nghĩa của phenanthroline trong phép phân tích sắt
- Nêu vai trò của dung dịch đệm trong phép phân tích sắt tổng
- Nêu ý nghĩa của quá trình đun nóng trong phép phân tích sắt
- Trình bày nguyên tắc xác định phương pháp phân tích sắt



## BÀI 4: KHỬ SẮT BẰNG CHẤT OXY HÓA MẠNH

### 4.1. Ý NGHĨA VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG

Trong nước ngầm, do nước có tính acid nên sắt ở dạng hòa tan  $Fe^{2+}$ . Sắt II sẽ làm cho nước có mùi tanh; đóng váng vàng trên bề mặt nếu để lâu ngoài không khí; làm ô vàng quần áo nếu tiếp xúc lâu dài, gây cáu cặn đường ống...

Muốn loại bỏ sắt II dạng hòa tan ra khỏi nguồn nước, ta cần chuyển hóa chúng thành sắt III dạng kết tủa  $Fe(OH)_3$  rồi loại bỏ kết tủa sắt bằng phương pháp lắng hoặc lọc. Do đó, người ta có thể dùng hóa chất oxy hóa mạnh để oxy hóa sắt II thành sắt III, đó có thể là  $KMnO_4$ , Hợp chất của chlor,  $H_2O_2$ , oxy... Trong phạm vi bài thí nghiệm, 2 loại chất được quan tâm và so sánh là  $NaOCl$  và  $H_2O_2$ .

$NaOCl$  và  $H_2O_2$  là hợp chất oxy hóa mạnh nên có thể dùng để loại bỏ vi sinh vật, độ màu, sắt, mangan, chất hữu cơ trong nước.

Dùng chất oxy hóa mạnh đặt ở đầu hệ thống nhằm mục đích oxy hóa sơ bộ và đặt ở cuối hệ thống để khử trùng.

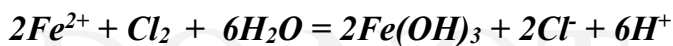
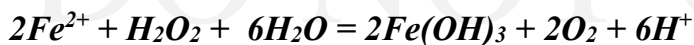
Mục tiêu của bài thực hành:

- Xác định khoảng pH tối ưu cho quá trình khử sắt bằng phương pháp dùng chất oxy hóa mạnh
- Xác định hàm lượng hóa chất sử dụng
- So sánh hiệu quả khử sắt của các chất oxy hóa mạnh

### 4.2. NGUYÊN TẮC

Sắt trong nước ngầm có hóa trị 2, ở trạng thái hòa tan sẽ tạo mùi tanh cho nước.

Khi cho chất oxy hóa tiếp xúc với sắt 2, phản ứng oxy hóa diễn ra như sau:



$Fe(OH)_3$  kết tủa sẽ được giữ lại ở bể lắng hoặc bể lọc. Tuy nhiên, kết tủa này có thể bị hòa tan ra nếu  $pH < 5.5$ .

Phản ứng tạo ra  $H^+$  làm pH của nước giảm, nếu trong nước thiếu độ kiềm để trung hòa  $H^+$  thì phải cho thêm vào chất kiềm hóa.

Chlor được cho vào nước ở các pH khác nhau để xác định pH tối ưu.

Với giá trị pH tối ưu tìm được, thay đổi lượng chlor ở các nồng độ khác nhau để xác định ra lượng chlor thích hợp và hiệu quả xử lý tốt nhất của biện pháp khử sắt bằng chlor.

### 4.3. DỤNG CỤ, HÓA CHẤT, THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM

<b>DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ</b>				
<b>TT</b>	<b>Loại dụng cụ, thiết bị</b>	<b>Quy cách</b>	<b>Số lượng</b>	<b>Ghi chú</b>
	Mô hình Jartest	6 cánh khuấy	1	
	Giấy pH		1	
	Máy quang phổ		1	
	Bếp điện		2	
	Cuvet	10mm	1	
	Pipette	5ml	2	
	Pipette	10ml	2	
	Cốc	500ml	6	
	Đũa khuấy	dài	1	
	Erlen	125ml	6	
	Bóp cao su		1	
	Bình tia		1	
	Ong đong	500ml	1	
	Ong đong	100ml	1	
	Cốc	100ml	1	
	Bình định mức	50ml	6	
<b>HOÁ CHẤT</b>				
	NaOCl	30%	100ml	
	NaOH	1N	100ml	
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1N	100ml	
	NH <sub>2</sub> OH.HCl	1N	100ml	
	1.10 Phenalthroline		10	
	Đệm acetate	pH 3	100	
	HCl	35%	10	
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O		5g	
	Polime anion	0.1%	20	
	Mẫu nước		10 lit	

#### **4.4. TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM**

##### **4.4.1. Pha chế hóa chất:**

- NaOCl 6%: 20 ml NaOCl 30%: pha thành 100ml
- NaOH 1N: 4g NaOH pha thành 100ml.
- Dung dịch hydroxylamine: hoà tan 10g NH<sub>2</sub>OH. HCl trong 100ml nước cất.

- Dung dịch đệm ammonium acetate ( $\text{NH}_3\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) : hòa tan 250g  $\text{NH}_3\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$  trong 150ml nước cất, thêm 700ml acid acetic ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) đậm đặc, lắc đều.
- Dung dịch phenanthroline: Hoà tan 100mg 1, 10 phenanthroline ( $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ ) trong 100ml nước cất, khuấy và đun tới  $80^\circ\text{C}$ . Không được đun sôi.

#### 4.4.2. Tiến hành thí nghiệm

##### Xác định pH tối ưu:

Mẫu	1	2	3	4	5
Nước, ml	500	500	500	500	500
Chỉnh pH	5	6	7	8	9
NaOCl, ml	5	5	5	5	5
Polime anion	1	1	1	1	1
Khuấy đều trong 5 phút để quá trình phản ứng diễn ra					
Đo lại pH sau khi phản ứng, ghi nhận					
Đề lắng trong 15 phút					
Quan sát, ghi nhận kết quả cảm quan: độ đục, độ màu, lượng bùn lắng					
Hút phần nước trong bên trên phân tích hàm lượng sắt tổng					

Việc ghi nhận kết quả cảm quan được thực hiện bằng cách cho điểm với từng tiêu chí: đặc tính xấu được 1 điểm, đặc tính tốt được 5 điểm

##### Xác định lượng hóa chất tối ưu:

Mẫu	1	2	3	4	5
Nước, ml	500	500	500	500	500
Chỉnh pH	$\text{pH}_{\text{opt}}$	$\text{pH}_{\text{opt}}$	$\text{pH}_{\text{opt}}$	$\text{pH}_{\text{opt}}$	$\text{pH}_{\text{opt}}$
NaOCl, ml	3	5	7	9	11
Polime anion	1	1	1	1	1
Khuấy đều trong 5 phút để quá trình phản ứng diễn ra					
Đo lại pH sau khi phản ứng, ghi nhận					
Đề lắng trong 15 phút					
Quan sát, ghi nhận kết quả cảm quan: độ đục, độ màu, lượng bùn lắng					
Hút phần nước trong bên trên phân tích hàm lượng sắt tổng					

Việc ghi nhận kết quả cảm quan được thực hiện bằng cách cho điểm với từng tiêu chí: đặc tính xấu được 1 điểm, đặc tính tốt được 5 điểm

#### 4.5. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

##### 4.5.1. Thí nghiệm xác định pH tối ưu

##### Kết quả phân tích hàm lượng sắt tổng và hiệu quả xử lý

Mẫu	1	2	3	4	5	thô
Độ hấp thu quang (OD)						
Độ pha loãng						
Thể tích mẫu sử dụng						
Hàm lượng sắt tổng						
Hiệu quả xử lý						

**Vẽ và nhận xét đồ thị quan hệ giữa pH và hiệu quả xử lý sắt:**

**Tổng kết tiêu chí để xác định pH tối ưu**

Mẫu	1	2	3	4	5
Điểm đánh giá HL sắt (x2)					
Điểm đánh giá độ đục					
Điểm đánh giá độ màu					
Điểm đánh giá bùn nổi					
Điểm đánh giá C.L bùn					
<b>TỔNG ĐIỂM</b>					

Nhận xét và chọn lựa pH tối ưu khi dùng Chlor để xử lý sắt trong nước ngầm

**4.5.2. Thí nghiệm xác định lượng chlor tối ưu**

**Kết quả phân tích hàm lượng sắt tổng và hiệu quả xử lý**

Mẫu	1	2	3	4	5	thô
Độ hấp thu quang (OD)						
Độ pha loãng						
Thể tích mẫu sử dụng						
Hàm lượng sắt tổng						
Hiệu quả xử lý						

**Vẽ và nhận xét đồ thị quan hệ giữa pH và hiệu quả khử sắt:**

**Tổng kết tiêu chí để xác định lượng chlor tối ưu**

Mẫu	1	2	3	4	5
Điểm đánh giá HL sắt (x2)					
Điểm đánh giá độ đục					
Điểm đánh giá độ màu					
Điểm đánh giá bùn nổi					
Điểm đánh giá C.L bùn					
<b>TỔNG ĐIỂM</b>					

Nhận xét và chọn lựa pH tối ưu khi dùng Chlor để xử lý sắt trong nước ngầm

#### 4.6.CÂU HỎI

1. Trình bày dạng tồn tại của sắt trong nước tự nhiên
2. Trình bày cơ chế khử sắt bằng NaOCl
3. Nêu một số loại chất oxy hóa có thể sử dụng để khử sắt
4. Tính toán giá thành khử sắt bằng chlor với 1 m<sup>3</sup> nước, biết giá NaOH là 4000 đồng/kg; giá NaOCl 30% là 3000/kg
5. Nêu ý nghĩa của các loại hóa chất trong phép phân tích sắt tổng

## BÀI 5: KHỬ CỨNG TRONG NƯỚC CẤP

### 5.1. Ý NGHĨA VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG

Độ cứng trong nước được tạo thành do ion đa hóa trị trong nước, phần lớn là  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{Mg}^{2+}$ .  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{Mg}^{2+}$  trong nước có lợi cho sức khỏe đặc biệt là trẻ em và người lớn tuổi. Tuy nhiên khi độ cứng cao có thể ảnh hưởng sức khỏe và không phù hợp cho một số nhu cầu sinh hoạt và công nghiệp.

Trong các nguồn nước yêu cầu chất lượng cao: nước cấp y tế, nước lò hơi, nước tinh khiết, nước cấp để sản xuất thực phẩm, hàm lượng các ion trong nước luôn được kiểm soát ở mức rất thấp. Độ cứng trong nước cấp ảnh hưởng nhiều đến sinh hoạt và công nghiệp như: là xà phòng không tạo bọt, tắc nghẽn đường ống, thiết bị đun nấu, giảm chất lượng thực phẩm...

Độ cứng có thể được loại bỏ bằng phương pháp trao đổi ion hoặc kết tủa với nhiều loại hóa chất: vôi, soda,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ...

#### Mục tiêu thí nghiệm

- Xác định pH và liều lượng hóa chất khử cứng tối ưu
- Xác định hiệu quả xử lý tối ưu khi khử cứng bằng hóa chất
- Xác định dung lượng trao đổi của nhựa trao đổi ion
- Xác định hiệu quả xử lý tối ưu khi khử cứng bằng phương pháp trao đổi ion

### 5.2. NGUYÊN TẮC

#### 5.2.1. Khử cứng bằng $\text{Na}_2\text{CO}_3$ và $\text{Na}_3\text{PO}_4$

Khi cho  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  và  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  vào nước cứng, độ cứng sẽ tạo kết tủa và bị loại bỏ khỏi nguồn nước bằng phương pháp lắng hoặc lọc. Phương trình phản ứng như sau:

Với  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

- $\text{Ca}^{2+} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{Na}^+$
- $\text{Mg}^{2+} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MgCO}_3 + 2\text{Na}^+$
- $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2$

Với  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

- $3\text{CaCl}_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaCl}$
- $3\text{MgSO}_4 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaCl}$
- $3\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaHCO}_3$
- $3\text{MgHCO}_3 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaHCO}_3$

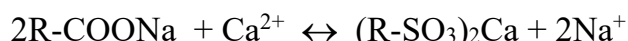
#### 5.2.2. Khử cứng bằng phương pháp trao đổi ion

Những ion dương sẽ được hấp phụ bởi nhựa cation. Trên bề mặt của các hạt nhựa cation có rất nhiều ion  $H^+$ . Cứ một ion dương bám vào, sẽ có một lượng ion  $H^+$  tương ứng bằng với số ôxy hóa của ion dương tách ra khỏi màng và giải phóng vào môi trường. Đó là lý do làm cho pH của nước giảm sau khi đi qua cột cation.

Với cationit Acid mạnh:



Với cationit Acid yếu:



Để xác định dung lượng trao đổi của nhựa trao đổi ion, ta tiến hành khuấy trộn liên tục nước cứng với nhựa trao đổi ion trong thời gian đạt cân bằng trao đổi. Sau đó, lọc nước để xác định độ cứng còn lại  $C_f$  (mg/l) và dung lượng trao đổi bão hòa cation  $q_{bh}$  (mg/g).

Xác định dung lượng trao đổi trao đổi cực đại đối với  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  từ nguồn nước theo mô hình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir. Dung lượng trao đổi cực đại được xác định bằng phương trình hồi quy tuyến tính ( $y = ax+b$ ) là sự tương quan giữa các số liệu thực nghiệm  $C_f$  và  $C_f/q_{bh}$  trên đồ thị, dung lượng trao đổi cực đại được tính theo công thức:  $a = 1/q_{max}$ .

Để xác định hiệu quả xử lý của cột nhựa cation, ta phân tích độ cứng của nước trước khi vào cột nhựa và sau khi ra khỏi cột nhựa. Độ cứng được xác định bằng cách chuẩn độ bằng EDTA với phức của ion  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  và ETOO 1%, phản ứng chuyển từ màu đỏ mận sang màu xanh blue.

### 5.3. DỤNG CỤ, HÓA CHẤT, THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM

#### 5.3.1. Dụng cụ và thiết bị

TT	Loại dụng cụ, thiết bị	Quy cách	Số lượng	Ghi chú
1.	Mô hình trao đổi ion		1 bộ	
2.	Máy đo pH	1 số lẻ	1 bộ	
3.	Giấy pH		1 tệp	
4.	Pipette	5 ml	10 cái	
5.	Pipette	10 ml	10 cái	
6.	Cốc	500 ml	30 cái	
7.	Đũa khuấy	dài	10 cái	
8.	Erlen	200 ml	50 cái	
9.	Bóp cao su		5 cái	

10.	Bình tia		5 cái	
11.	Ong đong	500 ml	5 cái	
12.	Ong đong	100 ml	5 cái	
13.	Cốc	100 ml	25 cái	
14.	Bình định mức	100 ml	1 cái	
15.	Bình định mức	50 ml	25 cái	
16.	Bình định mức	1000 ml	1 cái	

### 5.3.2. Hóa chất

TT	Loại hóa chất	Quy cách	Số lượng	Ghi chú
1.	CaCl <sub>2</sub>	Khan	10 g	
2.	Nhựa trao đổi cation	H <sup>+</sup>	2 kg	
3.	NaOH	Khan	100 g	
4.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	>95%	100 ml	
5.	Na-EDTA	khan	5 g	
6.	MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	Khan	5 g	
7.	NH <sub>4</sub> Cl	khan	20 g	
8.	NH <sub>4</sub> (OH)	25%	200 ml	
9.	ETOO	khan	1 g	
10.	EDTA	khan	5 g	
11.	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	khan	200 g	
12.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	khan	200 g	

## 5.4. TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

### 5.4.1. Thí nghiệm khử cứng bằng hóa chất

#### a). Khử cứng bằng Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Mẫu	1	2	3	4	5
Nước, ml	200	200	200	200	200
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 5%, ml	1	2	3	4	5
Khuấy đều trong 10 phút để quá trình phản ứng diễn ra					
Để lắng trong 15 phút					
Quan sát, ghi nhận kết quả cảm quan: độ đục, lượng bùn lắng					
Hút phần nước trong bên trên phân tích độ cứng tổng					

#### b). Khử cứng bằng Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>



Mẫu	1	2	3	4	5
Nước, ml	200	200	200	200	200
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 5%, ml	1	2	3	4	5
Khuấy đều trong 10 phút để quá trình phản ứng diễn ra					
Để lắng trong 15 phút					
Quan sát, ghi nhận kết quả cảm quan: độ đục, lượng bùn lắng					
Hút phân nước trong bên trên phân tích độ cứng tổng					

#### 5.4.2. Thí nghiệm khử cứng bằng trao đổi ion

Thí nghiệm trao đổi được tiến hành khi khuấy trộn liên tục 100 ml dung dịch có chứa Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> có nồng độ ban đầu C<sub>i</sub> trong khoảng 880 - 35.000 mg/l với 1 g nhựa trao đổi ion trong thời gian đạt cân bằng trao đổi. Sau đó, lọc phần dung dịch để xác định nồng độ cation còn lại C<sub>f</sub> (mg/l) và dung lượng trao đổi bão hòa cation q<sub>bh</sub> (mg/g). Xác định dung lượng trao đổi trao đổi cực đại đối với Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> từ dung dịch theo mô hình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir. Dung lượng trao đổi cực đại được xác định bằng phương trình hồi quy tuyến tính ( $y = ax + b$ ) là sự tương quan giữa các số liệu thực nghiệm C<sub>f</sub> và C<sub>f</sub>/q<sub>bh</sub> trên đồ thị, dung lượng trao đổi cực đại được tính theo công thức:  $a = 1/q_{max}$ .

Cột trao đổi ion là một ống thủy tinh có đường kính 1 cm có chứa 10 g vật liệu trao đổi ion. Đầu trên nối với bình đựng dung dịch nước cứng cần xử lý, đầu dưới nối với van có thể điều chỉnh tốc độ dòng.

Dung lượng trao đổi toàn phần Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> từ dung dịch và dung lượng trao đổi toàn phần tổng cứng từ nước máy trên cột được tiến hành bằng cách cho dòng dung dịch chứa cation Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> (440 mg/l), tổng cứng (66 mg/l) chảy qua cột chứa thể tích nhựa trao đổi ion (tốc độ dòng trao đổi 25 ml/phút). Quá trình trao đổi liên tục cho tới khi cột đạt bão hòa. Phân tích tổng cứng trong 50 ml dung dịch mỗi lần chảy qua cột.

### 5.5. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

#### 5.5.1. Thí nghiệm khử cứng bằng hóa chất

- Xác định độ cứng tổng mẫu nước thô
- Xác định độ cứng sau xử lý
- Xác định hiệu quả xử lý của từng nghiệm thức
- Vẽ đồ thị lượng hóa chất – hiệu quả xử lý.
- Xác định hàm lượng hóa chất tối ưu

- So sánh độ cứng sau xử lý với QCVN phù hợp
- Từ kết quả thí nghiệm, tính toán lượng hóa chất sử dụng cho 1 m<sup>3</sup> nước

#### **5.5.2. Thí nghiệm khử cứng bằng trao đổi ion**

- Xác định độ cứng tổng mẫu nước thô
- Xác định độ cứng sau xử lý
- Xác định hiệu quả xử lý của từng nghiệm thức
- Vẽ đồ thị so sánh pH trước và sau xử lý
- Vẽ đồ thị pH – hiệu quả xử lý.
- Xác định pH tối ưu
- So sánh hàm lượng sắt sau xử lý với QCVN phù hợp
- Từ kết quả thí nghiệm, tính toán lượng hóa chất sử dụng cho 1 m<sup>3</sup> nước

#### **5.5.2. So sánh kết 2 thí nghiệm**

- So sánh hiệu quả xử lý
- So sánh hiệu quả kinh tế trong quá trình vận hành

### **5.6. CÂU HỎI**

1. Giải thích trường hợp ứng dụng của 3 phương pháp khử cứng trong thí nghiệm.
2. Giải thích các yếu tố ảnh hưởng đến từng phương pháp khử cứng
3. Ảnh hưởng của các ion hòa tan đến chất lượng nước và sức khỏe người sử dụng?
4. Nêu các đặc tính của các ion có trong nước ngầm và trong nước mặt
5. Giải thích nguyên tắc phân tích độ cứng trong nước. So sánh phương pháp phân tích độ cứng trong bài và phương pháp phân tích độ cứng khác.
6. Nêu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trao đổi ion
7. Các yếu tố nào ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm

## BÀI 6: XỬ LÝ NƯỚC BẰNG PHƯƠNG PHÁP HẤP PHỤ

### 6.1. Ý NGHĨA VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG

Nước thải dệt nhuộm, nước thải thuộc da, nước thải cà phê... thường chứa một lượng lớn chất hữu cơ tạo màu khó phân hủy sinh học. Nước mặt tự nhiên cũng có các chất hữu cơ tạo màu có nguồn gốc humic. Các chất tạo màu nước gây mất mỹ quan, ảnh hưởng chất lượng nước và các quá trình xử lý nước. Các chất ô nhiễm này có thể bị loại bỏ khỏi nước bằng phương pháp hấp phụ.

### 6.2. NGUYÊN TẮC THÍ NGHIỆM

Quá trình hấp phụ có thể tiến hành 1 bậc hay nhiều bậc. Hấp phụ 1 bậc được ứng dụng khi chất hấp phụ có giá rẻ hoặc là chất thải của sản xuất. Quá trình hấp phụ nhiều bậc sẽ thu được hiệu quả cao hơn.

Quá trình hấp phụ 1 bậc được thực hiện trong thiết bị khuấy trộn hoàn toàn vận hành gián đoạn. Các đại lượng đặc trưng cho quá trình hấp phụ được xác định theo công thức sau:

$$a = V(C_0 - C_c) / m$$

Trong đó: a: dung lượng hấp phụ (gchất ô nhiễm/gthan)

Quá trình hấp phụ bị ảnh hưởng nhiều bởi pH dung dịch và thời gian xử lý. Do đó, trong thí nghiệm này pH, thời gian hấp phụ, và dung lượng hấp phụ được tiến hành nhằm mục đích xác định các thông số đặc tính cho chất hấp phụ làm cơ sở cho quá trình tính toán, vận hành công trình xử lý nước bằng phương pháp hấp phụ.

Để mô tả quá trình hấp phụ giữa chất hấp phụ và chất bị hấp phụ trong thí nghiệm, có 2 mô hình thường được sử dụng là mô hình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir và Freundlich.

Phương trình Langmuir:

$$q = \frac{q_{max} \times K_{ads} \times C}{1 + K_{ads} \times C}$$

Phương trình Langmuir tuyến tính:

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{q_{max} K_{ads}} \times \frac{1}{C} + \frac{1}{q_{max}}$$

Trong đó:

C: Nồng độ dung dịch Niken khi hấp phụ đạt trạng thái cân bằng, mg/L

q: Lượng Niken bị hấp phụ bởi DWTS, mg/g

q<sub>max</sub>: Đại lượng hấp phụ cực đại, mg/g

Kads: Hằng số

Phương trình Freundlich:

$$q = k_f C^n$$

Phương trình Freundlich tuyến tính:

$$\ln q = \ln k_f + n \ln C$$

Trong đó:

C: Nồng độ dung dịch Niken khi hấp phụ đạt trạng thái cân bằng, mg/L

k, n: Hằng số

Để đánh giá quá trình hấp phụ có phù hợp với dạng hấp phụ theo mô tả của phương trình Freundlich hoặc Langmuir hay không cần phải đánh giá thông qua số

$R_L$ :

$$R_L = \frac{1}{1 + K_f C_0}$$

Trong đó:

$R_L$ : Tham số đánh giá mức độ phù hợp của mô hình hấp phụ

$K_f$ : Hằng số của mô hình hấp phụ

$C_0$ : Nồng độ chất bị hấp phụ đầu vào (mg/L)

**Phân loại sự phù hợp mô hình đẳng nhiệt hấp phụ bằng thông số  $R_L$**

Giá trị $R_L$	Mức độ phù hợp
$R_L > 1$	Không phù hợp
$R_L = 1$	Tuyến tính
$0 < R_L < 1$	Phù hợp
$R_L = 0$	Không thuận nghịch

### 6.3. HÓA CHẤT, DỤNG CỤ, THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM

DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ				
TT	Loại dụng cụ, thiết bị	Quy cách	Số lượng	Ghi chú
1	Máy đo pH	1 số lẻ	1	
2	Giấy pH		1 tệp	
3	Máy quang phổ		1	

4	Cuvet	10mm	1	
5	Pipette	5ml	3	
6	Đũa khuấy	dài	1	
7	Erlen	250ml	5	
8	Bóp cao su		1	
9	Bình tia		1	
10	Ong đong	100ml	1	
11	Cốc	100ml	5	
12	Bình định mức	100ml	1	
<b>HOÁ CHẤT</b>				
13	Than hoạt tính bột	g	100g	
14	Giấy lọc	0.4 $\mu$	15 tờ	
15	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1N	100ml	
16	NaOH	1N	100ml	

#### 6.4. TIỀN HÀNH THÍ NGHIỆM

##### 6.4.1. Thí nghiệm xác định pH tối ưu

	Cốc 1	Cốc 2	Cốc 3	Cốc 4	Cốc 5
Nước mẫu, ml	200	200	200	200	200
Than, g	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Chỉnh pH	2	4	6	8	10
Lắc đều trong 15 phút					
Lọc khoảng 20 ml					
Phân tích độ hấp thụ quang ở bước sóng 455nm					

##### 6.4.2. Thí nghiệm xác định thời gian tối ưu

	Cốc 1	Cốc 2	Cốc 3	Cốc 4	Cốc 5
Nước mẫu, ml	200	200	200	200	200
Than, g	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Chỉnh pH	Chỉnh pH tối ưu cho tất cả các mẫu				
Chỉnh thời gian	5	10	15	20	25
Lọc khoảng 20 ml					
Phân tích độ hấp thụ quang ở bước sóng 455nm					

##### 6.4.3. Thí nghiệm xác định dung lượng hấp phụ

	Cốc 1	Cốc 2	Cốc 3	Cốc 4	Cốc 5
Nước mẫu, ml	200	200	200	200	200
Than, g	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
Chỉnh pH	Chỉnh pH tối ưu cho tất cả các mẫu				
Chỉnh thời gian	Lắc đều suốt khoảng thời gian tối ưu				
Lắc đều suốt khoảng thời gian tối ưu					
Lọc khoảng 20 ml					
Phân tích độ hấp thụ quang ở bước sóng 455nm					

## 6.5. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Vẽ đồ thị quan hệ giữa pH và độ màu, nhận xét

Vẽ đồ thị quan hệ giữa thời gian và độ màu, nhận xét

Vẽ đồ thị liên hệ giữa lượng than và độ màu, nhận xét

Tính toán mô hình Langmuir và Freundlich theo bảng sau

STT	Than, g/l	$C_0$	$C_c$	$q, \text{mg/g}$	$\ln C$	$\ln q$	$1/c$	$1/q$
1								
2								
3								
4								
5								

Vẽ đồ thị biểu diễn mô hình Langmuir qua 2 cột giá trị  $1/c$  và  $1/q$ ; xác định phương trình hồi quy bậc 1 bằng phương pháp bình phương cực tiểu.

Vẽ đồ thị biểu diễn mô hình Freundlich qua 2 cột giá trị  $\ln c$  và  $\ln q$ ; xác định phương trình hồi quy bậc 1 bằng phương pháp bình phương cực tiểu.

Tính toán giá trị RL, kết luận về sự phù hợp của quá trình hấp phụ với 2 mô hình Langmuir và Freundlich.

## 6.6. CÂU HỎI

1. Chất hấp phụ là gì, chất bị hấp phụ là gì? Cho ví dụ một số loại chất hấp phụ thông dụng trong xử lý nước.
2. Hấp phụ vật lý là gì, hấp phụ hóa học là gì?
3. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ là gì?

4. Hấp phụ 1 bậc là gì, hấp phụ nhiều bậc là gì? Trong trường hợp nào sử dụng hấp phụ 1 bậc, nhiều bậc.
5. Hấp phụ tĩnh là gì, hấp phụ động là gì?
6. Tái sinh chất hấp phụ là gì? Khi nào cần tái sinh chất hấp phụ
7. Cho các ví dụ thực tế về hấp phụ trong xử lý nước cấp, nước uống
8. Cho các ví dụ thực tế về hấp phụ trong xử lý nước thải.
9. Với kết quả thí nghiệm, hãy xác định lượng than cần thiết để xử lý nguồn nước thải này, lưu lượng 1000 m<sup>3</sup>/ngày.