

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO TIẾN SĨ

CHUYÊN NGÀNH CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG NƯỚC VÀ NƯỚC THẢI

MÃ SỐ: 62.85.06.01

Đã được Hội đồng Xây dựng Chương trình đào tạo bậc Tiến sĩ thông qua
ngày tháng năm

HÀ NỘI

MỤC LỤC

		Trang
PHẦN I	TỔNG QUAN VỀ CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO	2
1	Mục tiêu đào tạo	3
1.1	Mục tiêu chung	3
1.2	Mục tiêu cụ thể	3
2	Thời gian đào tạo	3
3	Khối lượng kiến thức	4
4	Đối tượng tuyển sinh	4
4.1	Định nghĩa	4
4.2	Phân loại đối tượng ngành phù hợp	4
4.3	Phân loại đối tượng ngành gần phù hợp	5
5	Quy trình đào tạo, điều kiện công nhận đạt	5
6	Thang điểm	5
7	Nội dung chương trình	6
7.1	Cấu trúc	6
7.2	Học phần bổ sung, chuyển đổi	6
7.2.1	Danh mục học phần bổ sung, chuyển đổi	6
7.2.2	Mô tả tóm tắt học phần bổ sung, chuyển đổi	7
7.2.3	Thời hạn hoàn thành các học phần bổ sung, chuyển đổi	7
7.3	Học phần trình độ Tiến sĩ	8
7.3.1	Danh mục học phần trình độ Tiến sĩ	8
7.3.2	Mô tả tóm tắt học phần trình độ Tiến sĩ	8
7.3.3	Kế hoạch học tập các học phần trình độ Tiến sĩ	9
7.4	Chuyên đề Tiến sĩ	9
8	Danh sách Tạp chí / Hội nghị Khoa học	10
PHẦN II	ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT CÁC HỌC PHẦN	14
9	Danh mục học phần chi tiết của chương trình đào tạo	15
9.1	Danh mục học phần bổ sung, chuyển đổi	15
9.2	Danh mục học phần trình độ Tiến sĩ	15
10	Đề cương chi tiết các học phần trình độ Tiến sĩ	15

PHẦN I

TỔNG QUAN VỀ CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO

CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO TIẾN SĨ CHUYÊN NGÀNH „CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG NƯỚC VÀ NƯỚC THẢI“

Tên chương trình: Chương trình đào tạo Tiến sĩ chuyên ngành „Công nghệ Môi trường nước và nước thải“
Trình độ đào tạo: Tiến sĩ
Chuyên ngành đào tạo: Công nghệ Môi trường nước và nước thải – Environmental Technology for Water and Wastewater
Mã chuyên ngành: 62.85.06.01

(Ban hành theo Quyết định số / QĐ-ĐH BK-SĐH ngày tháng năm của Hiệu trưởng trường ĐH Bách Khoa Hà Nội)

1. Mục tiêu đào tạo

1.1. Mục tiêu chung

Đào tạo Tiến sĩ chuyên ngành „*Công nghệ Môi trường nước và nước thải*“ có trình độ chuyên môn sâu cao, có khả năng nghiên cứu và lãnh đạo nhóm nghiên cứu trong các lĩnh vực của chuyên ngành, có tư duy khoa học, có khả năng tiếp cận và giải quyết các vấn đề khoa học của chuyên ngành, có khả năng trình bày - giới thiệu các nội dung khoa học, đồng thời có khả năng đào tạo các bậc Đại học và Cao học.

1.2. Mục tiêu cụ thể

Sau khi đã kết thúc thành công chương trình đào tạo, Tiến sĩ chuyên ngành Công nghệ Môi trường nước và nước thải:

- Có khả năng phát hiện và trực tiếp giải quyết các vấn đề khoa học thuộc các lĩnh vực „Công nghệ Môi trường kiểm soát nguồn nước, chất lượng nước“, „Công nghệ Môi trường kiểm soát và xử lý ô nhiễm nước thải“.
- Có khả năng dẫn dắt, lãnh đạo nhóm nghiên cứu thuộc các lĩnh vực „Công nghệ Môi trường kiểm soát nguồn nước, chất lượng nước“, „Công nghệ Môi trường kiểm soát và xử lý ô nhiễm nước thải“.
- Có khả năng nghiên cứu, đề xuất và áp dụng các giải pháp công nghệ thuộc hai lĩnh vực nói trên trong thực tiễn.
- Có khả năng cao để trình bày, giới thiệu (bằng các hình thức bài viết, báo cáo hội nghị, giảng dạy đại học và sau đại học) các vấn đề khoa học thuộc hai lĩnh vực nói trên.

2. Thời gian đào tạo

Vận dụng khoản 4 Điều 81 „*Quy định về tổ chức và quản lý đào tạo sau đại học*“ do Hiệu trưởng ĐH Bách Khoa Hà Nội ban hành theo quyết định số 1492/QĐ-ĐH BK-SĐH ngày 30/9/2009, thời gian đào tạo Tiến sĩ chuyên ngành Công nghệ Môi trường nước và nước thải sẽ là:

- 3 năm tập trung liên tục đối với NCS có bằng ThS và 4 năm tập trung liên tục đối với NCS có bằng ĐH.
- Trường hợp NCS không theo học tập trung liên tục được và được Trường, Khoa chấp nhận thì NCS phải có tổng thời gian học tập và nghiên cứu tập trung là 3 năm đối với NCS có bằng ThS và 4 năm đối với NCS có bằng ĐH. Trong đó có ít nhất một gian đoạn 12 tháng tập trung liên tục tại Bộ môn đào tạo, thực hiện trong phạm vi 3 năm đầu kể từ ngày ký quyết định công nhận NCS.

3. Khối lượng kiến thức

Khối lượng kiến thức bao gồm khối lượng của *các học phần trình độ Tiến sĩ* và khối lượng của *các học phần bổ sung, học phần chuyên đổi* được xác định cụ thể cho từng loại đối tượng tại mục 4.

- NCS đã có bằng ThS: 9 tín chỉ + khối lượng bổ sung, chuyên đổi (nếu có).
- NCS mới có bằng ĐH: 9 tín chỉ + 28 tín chỉ (không kể luận văn) của Chương trình Thạc sĩ Khoa học chuyên ngành „Công nghệ Môi trường“ và chuyên ngành „Quản lý Môi trường“. Đối với NCS có bằng ĐH của các hệ 4 hoặc 4,5 năm (theo quy định) sẽ phải thêm các học phần bổ sung của Chương trình Thạc sĩ Khoa học các chuyên ngành „Công nghệ Môi trường“ và „Quản lý Môi trường“

4. Đối tượng tuyển sinh

Đối tượng tuyển sinh là các thí sinh đã có bằng Thạc sĩ với chuyên ngành tốt nghiệp phù hợp hoặc gần phù hợp với chuyên ngành Công nghệ Môi trường nước và nước thải. Chỉ tuyển sinh mới có bằng ĐH với chuyên ngành tốt nghiệp phù hợp. Mức độ „*phù hợp hoặc gần phù hợp*“ với chuyên ngành Công nghệ Môi trường nước và nước thải, được định nghĩa cụ thể ở mục 4.1 sau đây.

4.1. Định nghĩa

- Ngành phù hợp: Là những hướng đào tạo chuyên sâu thuộc ngành „Kỹ thuật Môi trường“, ngành „Khoa học Môi trường“ hoặc các chuyên ngành „Công nghệ Môi trường“ và „Quản lý Môi trường“.
- Ngành gần phù hợp: Là những hướng đào tạo chuyên sâu thuộc các ngành sau:
 - + Ngành „Kinh tế Môi trường“.
 - + Ngành „Công nghệ hóa học“.
 - + Ngành „Công nghệ sinh học và thực phẩm“.

4.2. Phân loại đối tượng ngành phù hợp

- Có bằng ThS Khoa học (định hướng nghiên cứu) nhưng thời gian tốt nghiệp (tính tới thời điểm ra quyết định công nhận trúng tuyển nghiên cứu sinh) chưa quá 7 năm. *Đây là đối tượng không phải tham gia học bổ sung/chuyên đổi, gọi tắt là đối tượng A1.*
- Có bằng ThS Khoa học (định hướng nghiên cứu) nhưng thời gian tốt nghiệp (tính tới thời điểm ra quyết định công nhận trúng tuyển nghiên cứu sinh) đã quá 7 năm. *Đây là đối tượng phải tham gia học bổ sung, gọi tắt là đối tượng A2.*
- Có bằng ThS Kỹ thuật (định hướng ứng dụng). *Đây là đối tượng phải tham gia học bổ sung, gọi tắt là đối tượng A3.*
- Có bằng ĐH. *Đây là đối tượng phải tham gia học bổ sung, gọi tắt là đối tượng A4.*

- *Trường hợp đặc biệt:* Nghiên cứu sinh có bằng ThS Khoa học không phải của ĐH Bách Khoa Hà Nội. Sau đây gọi tắt là đối tượng **A5**.

4.3. Phân loại đối tượng ngành gần phù hợp

- Có bằng ThS Khoa học nhưng thời gian tốt nghiệp chưa quá 7 năm. Đây là đối tượng phải tham gia học chuyển đổi, gọi tắt là đối tượng **B1**.
- Có bằng ThS Khoa học nhưng thời gian tốt nghiệp đã quá 7 năm. Đây là đối tượng phải tham gia học bổ sung và học chuyển đổi, gọi tắt là đối tượng **B2**.
- Có bằng ThS Kỹ thuật. Đây là đối tượng phải tham gia học bổ sung và học chuyển đổi, gọi tắt là đối tượng **B3**.

5. Quy trình đào tạo, điều kiện công nhận đạt

- Quy trình đào tạo được thực hiện theo học chế tín chỉ, tuân thủ Quy định 1492/2009 về tổ chức và quản lý đào tạo sau đại học của ĐH Bách Khoa Hà Nội.
- Các học phần bổ sung, học phần chuyển đổi phải đạt mức điểm C trở lên (xem mục 6).
- Các học phần trình độ Tiến sĩ phải đạt mức điểm B trở lên (xem mục 6).

6. Thang điểm

Khoản 6a Điều 62 của Quy định 1492/2009 quy định:

Việc chấm điểm kiểm tra - đánh giá học phần (bao gồm các điểm kiểm tra và điểm thi kết thúc học phần) được thực hiện theo thang điểm từ 0 đến 10, làm tròn đến một chữ số thập phân sau dấu phẩy. Điểm học phần là điểm trung bình có trọng số của các điểm kiểm tra và điểm thi kết thúc (tổng của tất cả các điểm kiểm tra, điểm thi kết thúc đã nhân với trọng số tương ứng của từng điểm được quy định trong đề cương chi tiết học phần).

Điểm học phần được làm tròn đến một chữ số thập phân sau dấu phẩy, sau đó được chuyển

Phần	Nội dung đào tạo	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3
1	HP bổ sung	0	12TC	5TC	28TC ⁵⁾	NHD ¹⁾	0	3TC	5TC
	HP chuyển đổi	0	0	0	0	0	12TC	12TC	12TC
2 ²⁾	HP trình độ TS	Bắt buộc	3TC (1HP)						
		Tự chọn	6TC (2HP) ³⁾						
	CĐTS	Bắt buộc	2TC						
		Tự chọn	4TC ³⁾						
TLTQ ⁴⁾									
3 ²⁾	NC khoa học ⁴⁾								
	Luận án ⁴⁾								

thành điểm chữ với mức như sau:

Điểm số từ	8,5 – 10	chuyển thành	điểm A (Giỏi)
Điểm số từ	7,0 – 8,4	chuyển thành	điểm B (Khá)
Điểm số từ	5,5 – 6,9	chuyển thành	điểm C (Trung bình)
Điểm số từ	4,0 – 5,4	chuyển thành	điểm D (Trung bình yếu)
Điểm số dưới	4,0	chuyển thành	điểm F (Kém)

7. Nội dung chương trình

7.1. Cấu trúc

Cấu trúc chương trình đào tạo trình độ Tiến sĩ gồm có 3 phần như bảng sau đây:

- 1) NHD: viết tắt của „người hướng dẫn“
- 2) Giống nhau cho mọi loại đối tượng
- 3) Đây là phần dành cho NCS tự chọn
- 4) Đây là các nội dung gắn với đề tài NCKH và các trình bày của luận án nên sẽ có quy định riêng và không được đề cập đến trong phần chương trình đào tạo mang tính giảng dạy này
- 5) Ngoài 28 tín chỉ của chương trình đào tạo bậc Cao học, đối tượng A4 tốt nghiệp hệ ĐH 4-4,5 năm còn phải học các học phần bổ sung của chương trình đào tạo bậc Cao học theo quy định

7.2. Học phần bổ sung, chuyển đổi

7.2.1. Danh mục học phần bổ sung, chuyển đổi

ĐỐI TƯỢNG	HỌC PHẦN	MÃ SỐ	TÊN HỌC PHẦN	TÍN CHỈ	KHỐI LƯỢNG
A2	Bổ sung 8 TC	EV6011	Các quá trình cơ bản trong công nghệ môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6041	Kỹ thuật xử lý nước thải	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6021	Hóa học môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6051	Vi hóa sinh ứng dụng trong môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6071	Ứng dụng mô hình trong kỹ thuật môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6213	Quản lý chất lượng môi trường nước	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6273	Mô hình hóa môi trường	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6303	Kinh tế môi trường	2	2(1,5-1-0-4)
A3	Bổ sung 8 TC	EV6011	Các quá trình cơ bản trong công nghệ môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6041	Kỹ thuật xử lý nước thải	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6071	Ứng dụng mô hình trong kỹ thuật môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6051	Vi hóa sinh ứng dụng trong môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6213	Quản lý chất lượng môi trường nước	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6273	Mô hình hóa môi trường	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6303	Kinh tế môi trường	2	2(1,5-1-0-4)
A4	Bổ sung	Toàn bộ 28 TC + các học phần bổ sung cho hệ 4-4,5 năm của chương trình đào tạo Thạc sĩ Khoa học chuyên ngành „Công nghệ Môi trường“ hoặc chuyên ngành „Quản lý Môi trường“ (không kể 15 TC của luận văn tốt nghiệp)			
A5	Bổ sung	Người hướng dẫn căn cứ trên bảng điểm tốt nghiệp Cao học của NCS để đề xuất những học phần cần học bổ sung, lấy từ chương trình đào tạo Thạc sĩ Khoa học chuyên ngành „Công nghệ Môi trường“ hoặc chuyên ngành „Quản lý Môi trường“. Khối lượng tối đa: 3 học phần (8 tín chỉ)			
B1	Chuyên	EV6041	Kỹ thuật xử lý nước thải	3	3(2,5-1-0-6)

ĐỐI TƯỢNG	HỌC PHẦN	MÃ SỐ	TÊN HỌC PHẦN	TÍN CHỈ	KHỐI LƯỢNG
	đổi 8 TC	EV6021	Hóa học môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6051	Vi hóa sinh ứng dụng trong môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6071	Ứng dụng mô hình trong kỹ thuật môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6213	Quản lý chất lượng môi trường nước	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6273	Mô hình hóa môi trường	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6303	Kinh tế môi trường	2	2(1,5-1-0-4)
B2	Chuyển đổi 5 TC	EV6051	Vi hóa sinh ứng dụng trong môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6071	Ứng dụng mô hình trong kỹ thuật môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6213	Quản lý chất lượng môi trường nước	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6273	Mô hình hóa môi trường	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6303	Kinh tế môi trường	2	2(1,5-1-0-4)
	Bổ sung 3 TC	EV6041	Kỹ thuật xử lý nước thải	3	3(2,5-1-0-6)
B3	Chuyển đổi 8 TC	EV6051	Vi hóa sinh ứng dụng trong môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6071	Ứng dụng mô hình trong kỹ thuật môi trường	3	3(2,5-1-0-6)
		EV6213	Quản lý chất lượng môi trường nước	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6283	Sinh thái công nghiệp	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6303	Kinh tế môi trường	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6041	Kỹ thuật xử lý nước thải	3	3(2,5-1-0-6)
	Bổ sung 5 TC	EV6081	Chuyên đề	2	
		EV6091	Kỹ thuật xử lý nước cấp	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6263	Đánh giá vòng đời sản phẩm	2	2(1,5-1-0-4)
		EV6273	Mô hình hóa môi trường	2	2(1,5-1-0-4)

7.2.2 Mô tả tóm tắt học phần bổ sung, chuyển đổi

Các học phần bổ sung, chuyển đổi được mô tả trong quyền „Chương trình đào tạo Thạc sĩ“ chuyên ngành „Công nghệ Môi trường“ hoặc chuyên ngành „Quản lý Môi trường“ của trường ĐH Bách Khoa Hà Nội, đã được Hội đồng Khoa học và Đào tạo Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường chính thức thông qua ngày / /2009 và đã được Hiệu trưởng ban hành theo quyết định số ngày / / 2009.

7.2.3 Thời hạn hoàn thành các học phần bổ sung, chuyển đổi

- Các đối tượng **A2, A3, A5** phải hoàn thành các học phần bổ sung trong thời hạn 2 năm kể từ ngày có quyết định công nhận là NCS.
- Đối tượng **A4** phải hoàn thành các học phần bổ sung trong thời hạn 2½ năm kể từ ngày có quyết định công nhận là NCS.

- Các đối tượng **B1, B2, B3** phải hoàn thành các học phần chuyển đổi trong thời hạn 2 năm kể từ ngày có quyết định công nhận là NCS. Các học phần bổ sung phải được hoàn thành trong học kỳ kế tiếp sau khi đã hoàn thành phần chuyển đổi.

7.3. Học phần trình độ Tiến sĩ

7.3.1. Danh mục học phần trình độ Tiến sĩ

NỘI DUNG	MÃ SỐ	TÊN HỌC PHẦN	GIẢNG VIÊN	TÍN CHỈ	KHỐI LƯỢNG
Bắt buộc 3 TC	EV7010	Các nguyên lý Khoa học và Công nghệ Môi trường	1. PGS.TS. Trần Văn Nhân 2. PGS.TS. Huỳnh Trung Hải 3. PGS.TS. Nguyễn Ngọc Lân 4. TS. Nghiêm Trung Dũng	3	3(2-1-0-6)
Tự chọn 6 TC	EV7011	Các quá trình hóa lý trong xử lý nước và nước thải	1. PGS. TS. Đặng Xuân Hiên 2. TS. Vũ Đức Thảo	3	3(2-1-0-6)
	EV7012	Các quá trình sinh hóa trong xử lý chất thải hữu cơ	1. PGS.TS. Trần Liên Hà 2. PGS.TS. Nguyễn Ngọc Lân	3	3(2-1-0-6)
	EV7013	Kỹ thuật màng và ứng dụng trong công nghệ nước	1. PGS.TS. Đặng Xuân Hiên. 2. PGS.TS. Nguyễn Ngọc Lân	3	3(2-1-0-6)

7.3.2. Mô tả tóm tắt học phần trình độ Tiến sĩ

EV7010. Các nguyên lý Khoa học và Công nghệ Môi trường

Trang bị cho sinh viên kiến thức về những nguyên lý cơ bản của khoa học và công nghệ môi trường một cách tổng hợp làm nền tảng cho tiếp cận hệ thống trong nghiên cứu giải quyết các vấn đề môi trường hiện nay. Sau khi học xong môn học, sinh viên cần nắm vững cơ sở khoa học của các nguyên lý khoa học và công nghệ môi trường, định hướng bổ sung các kiến thức phục vụ cho đề tài nghiên cứu.

EV7010. Principles of Environmental Science and Technology

This course provides students with the basic principles of environmental science and technology in an integrated manner as a basis for the systematic approach in dealing with environmental problems. Completion of this course, students have to have a thorough grasp of scientific basis of principles of environmental science and technology, orienting to add necessary knowledge for the topic studied.

EV7011. Các quá trình hóa lý trong xử lý nước và nước thải

- Đặc tính và thành phần của nước và nước thải; các phương pháp hóa học và hóa lý cơ bản trong xử lý nước và nước thải, như keo tụ, trao đổi ion, hấp phụ, ô xy hóa và ô xy hóa nâng cao (AOPs),....
- Các phương pháp và công nghệ cơ bản xử lý nước và nước thải; một số công nghệ tiên tiến xử lý nước và nước thải dựa trên phương pháp hóa lý;

EV7011. Physical – chemical processes in treatment of water and wastewater

- Characteristics and constituents of water and wastewater; principal physical-chemical processes in water and wastewater treatment, such as coagulation, ion exchange, adsorption, oxidation and AOPs, disinfection,...
- Principal methods and technologies in water and wastewater treatment, which are based on physical-chemical processes, are introduced.

EV7012. Các quá trình sinh hóa trong xử lý chất thải hữu cơ

- Các quá trình cơ bản của vi sinh vật, đặc trưng xúc tác sinh học của Enzym, năng lượng hoạt hóa sinh học và vai trò của chúng trong chuyển hóa các chất thải hữu cơ.
- Nguồn gốc, cấu trúc, đặc trưng của các chất hữu cơ trong chất thải và nguyên lý, các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình phân hủy chúng nhờ vi sinh vật.

EV7012. Biochemical processes in organic waste treatment

- Principal processes of microorganism; characteristics of biological catalytic of enzyme, biological active energy and their roles in transforming of organic substances.
- Origine, structure, characteristics of organic substances in wastes; mechanism and influencing parameters of organic substances digestion by microorganism.

EV7013. Kỹ thuật màng và ứng dụng trong công nghệ nước

- Các loại màng, đặc tính và cấu trúc của màng, cơ chế làm việc và cơ sở lý thuyết quá trình phân tách bằng màng; một số vấn đề liên quan đến vận hành các hệ thống phân tách bằng màng;
- Ứng dụng kỹ thuật màng trong công nghệ nước và nước thải; mô hình hóa một số quá trình màng và giới thiệu một số phần mềm ứng dụng trong tính toán và thiết kế hệ thống xử lý nước và nước thải bằng công nghệ màng.

EV7013. Membrane technique in water and wastewater technology

- Membrane types, characteristics and their structure, membrane transport mechanism, and theory basis of separation of liquid-solid by membrane; some problems of operation of membrane system.
- Application of membrane technique in water and wastewater technology; modeling of some membrane processes and some softwares in calculation and design of system for water and wastewater treatment.

7.3.3 Kế hoạch học tập các học phần trình độ Tiến sĩ

Các học phần trình độ Tiến sĩ được thực hiện linh hoạt, tùy theo các điều kiện thời gian cụ thể của giảng viên. Tuy nhiên, nghiên cứu sinh phải hoàn thành các học phần trình độ Tiến sĩ trong vòng 24 tháng kể từ ngày chính thức nhập trường.

7.4 . Chuyên đề Tiến sĩ

Mỗi nghiên cứu sinh phải hoàn thành 3 chuyên đề Tiến sĩ theo các nguyên tắc sau:

- 01 chuyên đề theo hướng chuyên sâu bắt buộc, 2 chuyên đề còn lại có thể tùy chọn từ danh sách hướng chuyên sâu tự chọn. Mỗi hướng chuyên sâu đều có người hướng dẫn do Hội đồng Xây dựng chương trình đào tạo chuyên ngành của Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường xác định.
- Người hướng dẫn khoa học luận án của nghiên cứu sinh sẽ đề xuất đề tài cụ thể theo hướng bắt buộc và hướng đã chọn. Ưu tiên đề xuất đề tài gắn liền thiết thực với đề tài của luận án Tiến sĩ.

- Sau khi đã có đề tài cụ thể, NCS thực hiện đề tài đó dưới sự hướng dẫn khoa học của người hướng dẫn chuyên đề.

Danh mục hướng chuyên sâu cho Chuyên đề Tiến sĩ

NỘI DUNG	MÃ SỐ	HƯỚNG CHUYÊN SÂU	NGƯỜI HƯỚNG DẪN	TÍN CHỈ
Bắt buộc 1 CĐ	EV7110	Kỹ thuật oxy hóa nâng cao ứng dụng trong xử lý nước thải	1. PGS. TS. Đặng Xuân Hiền. 2. PGS. TS. Nguyễn Ngọc Lân.	2
Tự chọn 2 CĐ	EV7111	Xử lý nước thải bằng các quá trình tự nhiên	1. PGS. TS. Nguyễn Ngọc Lân. 2. PGS. TS. Đặng Xuân Hiền.	2
	EV7112	Xử lý nước thải bằng một số phương pháp đặc biệt	1. PGS. TS. Nguyễn Ngọc Lân. 2. TS. Vũ Đức Thảo.	2
	EV7113	Công nghệ nano và ứng dụng trong xử lý nước	1. PGS. TS. Nguyễn Ngọc Lân. 2. TS. Vũ Đức Thảo.	2

8. Danh sách Tạp chí / Hội nghị khoa học

Các diễn đàn khoa học trong nước trong bảng dưới đây là nơi NCS có thể chọn công bố các kết quả nghiên cứu khoa học phục vụ hoàn thành luận án Tiến sĩ.

Danh sách tạp chí trong nước

TT	Tên báo, tạp chí/diễn đàn	Địa chỉ liên hệ	Định kỳ xuất bản
1	Advanced in Natural Sciences (tiếng Việt)	Viện KH&CN VN 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội	Hàng quý
2	Advances in Natural Sciences (tiếng Anh)	Viện KH&CN VN Nhà XB KHTN&CN, 70 Trần Hưng Đạo, HN	Hàng quý
3	Bảo hộ lao động	Tổng Liên đoàn Lao động VN 82 Trần Hưng Đạo, Hà Nội	Hàng quý
4	Bảo vệ thực vật	Viện Bảo vệ thực vật (PPIR) Đông Ngạc, Từ Liêm, HN	Hàng quý
5	Các KH về Trái đất	Viện KH & CN VN 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội	Hàng quý
6	Chăn nuôi	Héi Chăn nuôi VN	Hàng quý
7	Cơ học	Viện KH&CN VN 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội	Hàng quý
8	Communication en Physics (tiếng Việt)	Viện KH&CN VN 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội	Hàng quý
9	Communications in Physics (tiếng Anh)	Viện Vật lý, số 10 Đào Tấn, Ba Đình, Hà Nội	Hàng quý
10	Công nghệ Sinh học	Viện KH&CN VN 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội	Hàng quý
11	Di truyền học ứng dụng	Hội di truyền học VN E2, 144 Xuân Thủy, Hà Nội, Việt Nam	Hàng quý
12	Hóa học	Viện KH&CN VN 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội	Hàng tháng
13	Hóa học và ứng dụng	Hội Hóa học và CN 2 Phạm Ngũ Lão, Hà Nội	Hàng quý
14	Hội nghị khoa học có tuyển		

TT	Tên báo, tạp chí/điển đàn	Địa chỉ liên hệ	Định kỳ xuất bản
	tập và có giấy phép xuất bản và có chủ đề liên quan đến môi trường (khoa học môi trường, công nghệ môi trường, quản lý môi trường, kinh tế môi trường, sản xuất sạch hơn, độc học môi trường,...)		
15	Journal of Sciences VNU (Tiếng Anh) - (tên cũ: Tạp chí KH - KHTN)	ĐH QGHN Xuân Thủy, Cầu Giấy, HN	Hàng tháng
16	KH công nghệ thủy lợi (tên cũ: KH Thủy lợi)	Viện KH Thủy lợi VN 171 Tôý Sơn, Đống Đa, Hà Nội	Hàng quý
17	KH Thủy lợi	Viện KH Thủy lợi miền Nam 2A Nguyễn Biểu, quận 5, TP HCM	Hàng quý
18	KH&CN	ĐH BKHN 1 Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội	Hàng quý
19	KHCN Kim loại	Hội Đúc & LK VN Tầng 7, số 91, Láng Hạ, HN	Hàng quý
20	KHCN Xây dựng	Viện KHCN Xây dựng 81 Trần Cung, Nghĩa Tân, Cầu Giấy	Hàng quý
21	Khí tượng Thủy văn	TT KTTV QG-Bộ TN & MT 83 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, HN	Hàng quý
22	Khoa học & CN	Viện KH&CN VN Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội	Hàng quý
23	Khoa học & CN biển	Viện hải dương học Nha Trang Trần Phú, Nha Trang, Khánh Hòa	Hàng quý
24	Khoa học & CN GTVT	Viện KHCN GTVT 1252 Đường Láng, Đống Đa, HN	Hàng tháng
25	Khoa học các trường Đại học	Bộ GD-ĐT Tô Hoàng, Hai Bà Trưng, HN	Hàng tháng
26	Khoa học các trường ĐH	Bộ GD & ĐT Tụ Hoàng, Hai Bà Trưng, HN	Hàng quý
27	Khoa học Công nghệ	ĐHBK HN, TP HCM, Đ.Nẵng, Thủ Đức, T.Nguyên, Bưu chính Viễn thông	Hàng quý
28	Khoa học Đất	Hội KH đất VN 61 Hàng Chuối, HN	Hàng quý
29	Khoa học KT & CNQS	Viện KHKT & CN QS 17 Hoàng Sâm, Nghĩa Đô, Cầu Giấy	Hàng quý
30	Khoa học Kỹ Thuật	Viện KH&CN Việt Nam Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội	Hàng quý
31	Khoa học Lâm nghiệp	Viện Khoa học Lâm nghiệp Xó Đông Ngạc, huyện Từ Liêm, HN	Hàng quý
32	Khoa học và Kỹ thuật (Tiếng Anh : J. of Science & Tech)	Học viện KTQS 100 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, HN	Hàng quý
33	Kinh tế Nông nghiệp	Bộ NN & PTNT Số 2 Ngọc Hà, Ba Đình, HN	Hàng tháng
34	Kinh tế sinh thái	Viện Kinh tế sinh thái	Hàng tháng

TT	Tên báo, tạp chí/điển đàn	Địa chỉ liên hệ	Định kỳ xuất bản
		Tầng 4 - 9/84 Phố Ngọc Khánh, Quận Ba Đình, Hà Nội	
35	Kỹ thuật cơ khí	Tổng hội Cơ khí VN 4 Phạm Văn Đồng, Cầu Giấy, HN	Hàng quý
36	Nông nghiệp và phát triển Nông thôn (tên cũ: KH KT NN; NN&CN thực phẩm)	Bộ NN & PTNT Số 2 Ngọc Hà, Ba Đình, HN	Hàng quý
37	Phân tích Hóa Lý Sinh	Hội KHKT Phân tích Hóa Lý Sinh học 53 Nguyễn Du, HN	Hàng quý
38	Phát triển KH & CN	ĐH QG TP HCM Khu phố 6, phường Linh Trung, quận Thủ Đức, TPHCM	Hàng quý
39	Sinh học	Viện KH&CN VN Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội	Hàng quý
40	Tài nguyên nước	Hội Thủy lợi 189 Chùa Bộc, Đống Đa, HN	Hàng tháng
41	Tạp chí Công nghệ Sinh học	Viện KH&CN VN Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội	Hàng quý
42	Tạp chí Khoa học và Công nghệ	Đại học Bách Khoa Hà Nội, số 1 phố Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội	Hàng tháng
43	Vietnam Journal of Mechanics (tên cũ: Tạp chí Cơ học)	Viện KH & CN VN Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội	Hàng quý

Danh sách tạp chí nước ngoài

TT	Tên tạp chí	Nhà xuất bản, địa chỉ	ISSN	Định kỳ xuất bản
1	Atmospheric Environment	ELSEVIER	1352-2310	40 số/năm
2	Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology	Springer New York	0007-4861	12 số/năm
3	Desalination	ELSEVIER	0011-9164	48 số/năm
4	Ecological Modelling	ELSEVIER	0304-3800	24 số/năm
5	Environmental conservation	Cambridge University press	0376-8929	4 số/năm
6	Environmental monitoring assessment	Springer New York	0167-6369	33 số/năm
7	Environmental science policy	ELSEVIER	1462-9011	8 số/năm
8	Environmental Science and Technology	ACS Publications	0013 9365	24 số/năm
9	Environmental Toxicology and Chemistry	SETAC Journals	1552 6816	12 số/năm
10	Geophysical Research	American Geophysical Union, American Geophysical Union (AGU)	0094-8276	24 số/năm
11	Hazardous Material	ELSEVIER	0304-3894	33 số/năm

TT	Tên tạp chí	Nhà xuất bản, địa chỉ	ISSN	Định kỳ xuất bản
12	Hydrometallurgy	ELSEVIER	0304-386X	20 số/năm
13	Industrial & Engineering Chemistry research	ACS Publications	0888-5885	6 số/năm
14	International Journal of Environmental Studies	Taylor & Francis	0020-7233	6 số/năm
15	Journal of environment and development	SAGE Journal	1070-4965	4 số/năm
16	Journal of environmental monitoring	RSC Publishing	1464-0325	12 số/năm
17	Solvent Extraction and Ion Exchange	Taylor & Francis	0763-6299	6 số/năm
18	The Science of the Total Environment	ELSEVIER	0048-9697	24 số/năm
19	Toxicology	ELSEVIER	0300-483X	16 số/năm
20	Water Research	ELSEVIER	0043 1354	24 số/năm
21	Water Science and Technology (WST)	IWA	9780495125440	24 số/năm

PHẦN II

ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT CÁC HỌC PHẦN

9. Danh mục học phần chi tiết của chương trình đào tạo

9.1. Danh mục học phần bổ sung, chuyển đổi

Danh mục học phần bổ sung, chuyển đổi có thể xem chi tiết mục 9 „Danh bạ học phần chi tiết (bao gồm tất cả các môn bắt buộc, tự chọn, bổ sung, chuyển đổi)“ quyển „Chương trình đào tạo Thạc sĩ Công nghệ Môi trường“ và quyển „Chương trình đào tạo Thạc sĩ Quản lý Môi trường“.

9.2. Danh mục học phần trình độ Tiến sĩ

Số TT	MÃ SỐ	TÊN HỌC PHẦN	TÊN TIẾNG ANH	KHỐI LƯỢNG	Khoa/Viện Bộ môn	Đánh giá
1	EV7010	Các nguyên lý Khoa học và Công nghệ Môi trường	Principles of Environmental Science and Technology	3(2-1-0-6)	Bm QLMT	KT0,3-T0,7
2	EV7011	Các quá trình hóa lý trong xử lý nước và nước thải	Physical – chemical processes in treatment of water and wastewater	3(2-1-0-6)	Bm CNMT	KT0,3-T0,7
3	EV7012	Các quá trình sinh hóa trong xử lý chất thải hữu cơ	Biochemical processes in organic waste treatment	3(2-1-0-6)	Bm CNMT	KT0,3-T0,7
4	EV7013	Kỹ thuật màng và ứng dụng trong công nghệ nước	Membrane technique in water and wastewater technology	3(2-1-0-6)	Bm CNMT	KT0,3-T0,7

10. Đề cương chi tiết các học phần trình độ Tiến sĩ

EV 7010 Các nguyên lý khoa học và công nghệ môi trường
Principles of Environmental Science and Technology

- 1. Tên học phần:** Các nguyên lý khoa học và công nghệ môi trường
- 2. Mã học phần:** EV 7010
- 3. Tên tiếng Anh:** Principles of Environmental Science and Technology
- 4. Khối lượng:** 3 (2.1.0.6)
 - Lý thuyết: 30 tiết
 - Bài tập: 15 tiết
 - Thí nghiệm: 0 tiết
- 5. Đối tượng tham dự:** NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ môi trường chất thải rắn, Công nghệ môi trường không khí, Công nghệ môi trường nước và nước thải.
- 6. Mục tiêu của học phần:** Học phần này nhằm mang lại cho NCS: Các kiến thức về những nguyên lý cơ bản của khoa học và công nghệ môi trường một cách tổng hợp làm nền tảng cho tiếp cận hệ thống trong nghiên cứu giải quyết các vấn đề môi trường.
- 7. Nội dung tóm tắt:**

Các vấn đề cơ bản; Bảo toàn vật chất; Các nguyên lý của đặc tính năng lượng áp dụng vào các vấn đề môi trường; Nguyên lý sinh thái học; Các vấn đề về nước và nước thải, về chất thải rắn, về ô nhiễm không khí; Kiểm tra ô nhiễm.
- 8. Nhiệm vụ của NCS:**
 - Dự lớp: đầy đủ theo qui định của bộ giáo dục và đào tạo
 - Bài tập: làm đầy đủ
 - Thí nghiệm:
- 9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng:	10%
- Kiểm tra định kỳ và bài tập:	20%
- Thi kết thúc học phần:	70%
- 10. Nội dung chi tiết học phần:**

CHƯƠNG I: Nhập môn

- 1.1 Mở đầu
- 1.2 Mối quan hệ giữa khoa học và công nghệ môi trường, quản lý, sinh thái học và mô hình hóa.
- 1.3 Mục đích và nội dung môn học

CHƯƠNG II: Các nguyên lý khoa học môi trường

- 2.1 Bảo toàn vật chất
 - 2.1.1 Định luật bảo toàn vật chất
 - 2.1.2 Ngưỡng chịu đựng
 - 2.1.3 Cân bằng vật chất
 - 2.1.4 Các nguyên lý độc học sinh thái
 - 2.1.5 Các điều kiện của cuộc sống các sinh vật
 - 2.1.6 Các chu trình nguyên tố ở quy mô toàn cầu
 - 2.1.7 Cân bằng oxy của một dòng sông
 - 2.1.8 Vấn đề phì dưỡng
 - 2.1.9 Bảo toàn vật chất trong một chuỗi thức ăn
 - 2.1.10 Bảo toàn vật chất trong một cộng đồng
- 2.2 Các nguyên lý của đặc tính năng lượng áp dụng vào các vấn đề môi trường

- 2.2.1 Các khái niệm cơ bản liên quan đến năng lượng
- 2.2.2 Sử dụng năng lượng và các tài nguyên năng lượng
- 2.2.3 Năng suất
- 2.2.4 Năng lượng trong các hệ sinh thái
- 2.2.5 Tiêu thụ năng lượng và cân bằng năng lượng toàn cầu
- 2.2.6 Các quỹ năng lượng của động, thực vật
- 2.3 Các khái niệm và nguyên lý sinh thái học
 - 2.3.1 Các đặc tính của các hệ sinh thái
 - 2.3.2 Thích nghi
 - 2.3.3 Phát triển và tự điều chỉnh
 - 2.3.4 Tác động tương hỗ giữa hai hoặc các loài
 - 2.3.5 Tổ chức của hệ sinh thái
 - 2.3.6 Phát triển và tiến hóa của hệ sinh thái
 - 2.3.7 Năng lực đệm pH trong hệ sinh thái
 - 2.3.8 Các tác động đệm khác trong hệ sinh thái
 - 2.3.9 Sinh quyển

CHƯƠNG III: Các nguyên lý công nghệ môi trường

- 3.1 Các vấn đề nước và nước thải
 - 3.1.1 Các vấn đề môi trường chính
 - 3.1.2 Khử các chất hữu cơ phân hủy sinh học
 - 3.1.3 Khử các chất dinh dưỡng
 - 3.1.4 Khử các chất hữu cơ độc
 - 3.1.5 Khử kim loại nặng
 - 3.1.6 Các nguồn nước
- 3.2 Các vấn đề chất thải rắn
 - 3.2.1 Nguồn phát sinh, quản lý và phương pháp xử lý
 - 3.2.2 Xử lý bùn từ các hệ thống xử lý nước và nước thải
 - 3.2.3 Rác thải sinh hoạt
 - 3.2.4 Các chất thải công nghiệp, khai khoáng và bệnh viện
- 3.3 Các vấn đề ô nhiễm không khí
 - 3.3.1 Tổng quan vấn đề ô nhiễm không khí
 - 3.3.2 Ô nhiễm do bụi
 - 3.3.3 Các vấn đề ô nhiễm CO₂, HC và CO
 - 3.3.4 Vấn đề ô nhiễm SO₂
 - 3.3.5 Vấn đề ô nhiễm NO_x
 - 3.3.6 Ô nhiễm không khí do công nghiệp
- 3.4 Kiểm tra ô nhiễm
 - 3.4.1 Mở đầu
(Đặt vấn đề và giới hạn nội dung học về vấn đề này. Yêu cầu sinh viên tự đọc và tập trung vào những vấn đề khác nhau trong thu mẫu, bảo quản và phân tích mẫu với nước, chất thải rắn và ô nhiễm không khí)
 - 3.4.2 Kiểm tra nước và nước thải
 - 3.4.3 Kiểm tra chất thải rắn
 - 3.4.4 Kiểm tra ô nhiễm không khí

BÀI TẬP : Tiểu luận theo các chủ đề môn học

11. Tài liệu học tập:

12. Tài liệu tham khảo:

- [1] Jorgensen S.E. and Johnsen I (1981) *Principles of Environmental Science and Technology*. Elsevier scientific Publishing Company, Amsterdam – Oxford – New York.
- [2] Rubin Edward S., Davidson Cliff I. et al (edition 2001) *Introduction to Engineering and the Environment*. McGraw Hill International
- [3] Wright Richard T. (2005) *Environmental Science Toward a Sustainable Future, nine edition*. Pearson Prentice Hall
- [4] Watt Keneneth E.F, *Principles of Environmental Science*

EV7011 Các quá trình hóa lý trong xử lý nước và nước thải
Physical–chemical treatment of water and wastewater

- 1. Tên học phần:** Các quá trình hóa lý trong xử lý nước và nước thải
- 2. Mã học phần:** EV7011
- 3. Tên tiếng Anh:** Physical–chemical treatment of water and wastewater
- 4. Khối lượng:** 3(2-1-0-6)
 - Lý thuyết: 30 tiết
 - Bài tập: 15 tiết
 - Thí nghiệm: 0 tiết
- 5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành công nghệ môi trường nước và nước thải
- 6. Mục tiêu của học phần:**

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

 - Các kiến thức nâng cao về cơ sở hóa lý ứng dụng trong các quá trình xử lý nước và nước thải, các phương pháp và công nghệ cơ bản xử lý nước và nước thải bằng phương pháp hóa lý;
 - Rèn luyện kỹ năng vận dụng các quá trình hóa lý trong công nghệ xử lý nước và nước thải;
 - Nâng cao năng lực đánh giá, lựa chọn và thiết kế quá trình trong công nghệ nước và nước thải.
- 7. Nội dung tóm tắt:**
 - Đặc tính và thành phần của nước và nước thải; các phương pháp hóa học và hóa lý cơ bản trong xử lý nước và nước thải, như keo tụ, trao đổi ion, hấp phụ, ô xy hóa và ô xy hóa nâng cao (AOPs),....
 - Các phương pháp và công nghệ cơ bản xử lý nước và nước thải; một số công nghệ tiên tiến xử lý nước và nước thải dựa trên phương pháp hóa lý;
- 8. Nhiệm vụ của NCS:**
 - Dự lớp: đầy đủ theo qui định của Bộ Giáo dục và Đào tạo
 - Bài tập: làm đầy đủ
 - Thí nghiệm:
- 9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng:	20%
- Kiểm tra định kỳ và bài tập:	30%
- Thi kết thúc học phần:	50%
- 10. Nội dung chi tiết học phần:**

PHẦN MỞ ĐẦU

Giới thiệu môn học
Giới thiệu đề cương môn học
Tài liệu tham khảo

CHƯƠNG 1. Đặc tính, thành phần nước và nước thải

1.1. Các loại nước

- 1.1.1. Một số dạng nước nguồn chủ yếu để cấp nước: nước ngầm, nước mặt (sông, suối, nước hồ, ...)
- 1.2. Các loại nước thải
 - 1.2.1. Một số dạng nước thải chủ yếu (nước thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp, nước thải bệnh viện, nước mưa đợt đầu,...)
- 1.3. Thành phần nước và nước thải:
 - 1.3.1. Vật lý: chất nổi, các chất lắng được, các chất tan, nhiệt độ, mùi, màu và độ đục
 - 1.3.2. Hóa học: các loại chất vô cơ, các chất hữu cơ, các khí
 - 1.3.3. Sinh học: vi rút, vi khuẩn, tảo, nấm, động vật nguyên sinh,...
- 1.4. Một số thông số đặc trưng của nước và nước thải liên quan tới công nghệ xử lý
- 1.5. Sơ đồ công nghệ đặc trưng của nhà máy xử lý nước
 - 1.5.1. Lựa chọn công trình đơn vị của Nhà máy xử lý nước
 - 1.5.2. Một số sơ đồ công nghệ cơ bản xử lý nước sinh hoạt và công nghiệp
- 1.6. Sơ đồ công nghệ nhà máy xử lý nước thải
 - 1.6.1. Lựa chọn công trình đơn vị của Nhà máy xử lý nước thải
 - 1.6.2. Một số sơ đồ công nghệ cơ bản xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp

CHƯƠNG 2. Các phương pháp hoá học và hoá lý cơ bản trong xử lý nước và nước thải

- 2.1. Phương pháp keo tụ- đông tụ: bản chất hóa lý của quá trình, động học quá trình keo tụ, các phương pháp keo tụ;
- 2.2. Phương pháp trao đổi ion
 - 2.2.1. Đặc trưng của vật liệu trao đổi ion
 - 2.2.2. Cân bằng trong trao đổi ion và tính chọn lọc
 - 2.2.3. Cơ sở lý thuyết của quá trình trao đổi ion và động học trao đổi ion ion
 - 2.2.4. Ứng dụng kỹ thuật trao đổi ion trong xử lý nước và nước thải
- 2.3. Phương pháp hấp phụ và ứng dụng trong xử lý nước và nước thải
 - 2.3.1. Cơ sở lý thuyết hấp phụ
 - 2.3.1.1. Đặc trưng hấp phụ của một vật liệu
 - 2.3.1.2. Cân bằng hấp phụ (phương trình đẳng nhiệt Freundlich, phương trình Langmuir,..)
 - 2.3.1.3. Cơ chế chung về hấp phụ
 - 2.3.1.4. Động học quá trình hấp phụ
 - 2.3.1.5. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất của quá trình hấp phụ (nhiệt độ, bản chất của chất hấp phụ, tính phân cực,...)
 - 2.3.1.5. Giải hấp phụ
 - 2.3.2. Ứng dụng kỹ thuật hấp phụ trong xử lý nước và nước thải
- 2.4. Kỹ thuật ôxy hóa nâng cao và ứng dụng trong xử lý nước và nước thải
 - 2.4.1. Một số chất ôxy hóa (O_3 , UV, H_2O_2 hay kết hợp O_3/UV , H_2O_2/UV , O_3/H_2O_2)
 - 2.4.2. Cơ chế phản ứng và ứng dụng
 - 2.4.3. Các tác nhân phản ứng của O_3 : cơ chế hoạt động
 - 2.4.3.1. Phản ứng trực tiếp của ôzôn
 - 2.4.3.2. Sự hình thành các gốc và phản ứng gián tiếp
 - 2.4.3.3. Động học phản ứng và phương pháp xử lý
 - 2.4.4. Phản ứng của ôzôn với một số chất vi ô nhiễm

- 2.4.4.1. Phản ứng của ôzôn với các hydro cacbon thơm
- 2.4.4.2. Phản ứng của ôzôn với các phenol
- 2.4.4.3. Phản ứng của ôzôn với hoá chất trừ sâu,
- 2.4.4.4. Các sản phẩm phụ của phản ứng ôzôn hoá
- 2.4.5. Cơ sở tính toán thiết bị phản ứng ôzôn
- 2.5. Phương pháp khử trùng nước và nước thải
 - 2.5.1. Cơ sở lý thuyết quá trình khử trùng
 - 2.5.2. Khử trùng nước thải bởi clo và các dẫn xuất
 - 2.5.2.1. Các tâm hoạt động của vi sinh vật và cơ chế khử trùng
 - 2.5.2.2. Các điều kiện tối ưu của quá trình khử trùng
 - 2.5.3. Clo, axit hypoclorơ và ion hypoclorit
 - 2.5.3.1. Các dạng khác nhau trong môi trường nước
 - 2.5.3.2. Hoạt tính hoá học trong môi trường nước
(Phản ứng của clo với các hợp chất vô cơ; phản ứng của clo với các hợp chất hữu cơ)
 - 2.5.3.3. Tính khử trùng của clo và dẫn xuất
 - 2.5.3.4. Thực hành clo hoá xử lý nước
(Clo và hypoclorit, phương pháp phân tích, nhu cầu clo để xử lý nước, Trihalomethane (THM) và mức độ hình thành THM và TOX)
 - 2.5.4. Dioxyt clo (ClO_2)
 - 2.5.4.1. Hoạt tính hoá học trong môi trường nước
(Phản ứng với các hợp chất vô cơ; phản ứng với các hợp chất hữu cơ)
 - 2.5.4.2. Tính khử trùng của dioxyt clo
 - 2.5.4.3. Thực hành xử lý nước bằng dioxyt clo

CHƯƠNG 3. Các phương pháp và công nghệ xử lý nước thải

- 3.1. Khử sắt và mangan trong nước ngầm
 - 3.1.1. Cơ chế phản ứng quá trình khử sắt bằng ô xy của không khí
 - 3.1.2. Cơ chế phản ứng quá trình khử sắt bằng hóa chất
 - 3.1.3. Cơ chế phản ứng quá trình khử mangan và ứng dụng
- 3.2. Phương pháp làm thoáng và khử khí
- 3.3. Phương pháp làm mềm nước
 - 3.3.1. Các phản ứng xảy ra và cơ sở lý thuyết làm mềm nước bằng phương pháp hóa học (vôi; vôi kết hợp soda; Na_3PO_4)
 - 3.3.2. Các phản ứng xảy ra và cơ sở lý thuyết làm mềm nước bằng phương pháp trao đổi ion
- 3.4. Xử lý ổn định nước (phương pháp đánh giá độ ổn định của nước; cơ sở lý thuyết các phương pháp xử lý ổn định nước bằng axit, bằng kiềm hoặc bằng cách tạo màng bảo vệ bởi canxi cacbonat)

CHƯƠNG 4. Các phương pháp và công nghệ xử lý nước thải

- 4.1. Phương pháp trung hòa
 - 4.1.1. Các phản ứng và cơ chế trung hòa nước thải (sử dụng các tác nhân hóa học như: H_3PO_4 , H_2SO_4 , NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$,...)
 - 4.1.2. Các phản ứng và cơ chế trung hòa nước thải (sử dụng các vật liệu có tác dụng trung hòa như CaCO_3 ,...)
- 4.2. Phương pháp kết tủa hóa học: các phản ứng xảy ra và bản chất hóa lý của quá trình, các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất của quá trình, kỹ thuật ứng dụng;

- 4.3. Phản ứng Fenton (đồng thể và dị thể): các phản ứng xảy ra, cơ chế quá trình, các yếu tố ảnh hưởng, kỹ thuật ứng dụng;
- 4.4. Phương pháp điện hóa (phương pháp ôxy hóa điện hóa, keo tụ điện hóa, tuyển nổi điện hóa, Fenton điện hóa (E-Fenton))
- 4.5. Phản ứng quang hóa (quá trình phản ứng quang hóa, phản ứng quang hóa các hợp chất vô cơ và hữu cơ, phản ứng xúc tác quang hóa)

CHƯƠNG 5. Một số công nghệ tiên tiến xử lý nước và nước thải

- 5.1. Khái quát về các quá trình đặc biệt trong xử lý nước và nước thải
- 5.2. Khử ni tơ trong nước
 - 5.2.1. Nguồn gốc và chu trình ni tơ trong nước
 - 5.2.2. Khử Amoni bằng kiềm hoá và làm thoáng (Air Stripping): cơ sở lý thuyết, quá trình chuyển khối, kỹ thuật ứng dụng.
 - 5.2.3. Phương pháp khử Amoni bằng các chất ôxy hoá (Clo): cơ sở lý thuyết, quá trình chuyển khối, kỹ thuật ứng dụng.
 - 5.2.4. Khử Ammoni bằng phương pháp trao đổi Ion: cơ sở lý thuyết, quá trình chuyển khối, kỹ thuật ứng dụng.
 - 5.2.5. Khử ni tơ bằng phương pháp sinh học: cơ sở lý thuyết, quá trình chuyển khối, kỹ thuật ứng dụng.
- 5.3. Khử Asen trong nước
 - 5.3.1. Nguồn gốc và các dạng của asen trong nước ngầm
 - 5.3.2. Cơ chế quá trình khử asen, động học quá trình
 - 5.3.3. Phương pháp khử asen trong nước ngầm
- 5.4. Công nghệ màng ứng dụng trong xử lý nước và nước thải
- 5.5. Khử muối và khử mặn nước biển và nước lợ phục vụ cấp nước
- 5.6. Xử lý nước cấp cho các quá trình công nghệ trong công nghiệp
 - 5.6.1. Công nghệ khử độ cứng của nước
 - 5.6.2. Công nghệ khử khoáng nước (demineralization)
 - 5.6.3. Công nghệ sản xuất nước siêu sạch
- 5.7. Khử phốt pho trong nước thải
 - 5.7.1. Các dạng tồn tại của phốt pho trong nước thải
 - 5.7.1. Khử phốt pho bằng phương pháp hóa học: cơ chế phản ứng, các yếu tố ảnh hưởng và kiểm soát quá trình, các phương pháp tiến hành;
 - 5.7.2. Khử phốt pho bằng phương pháp sinh học: cơ chế hóa sinh, các yếu tố ảnh hưởng, các mô hình sinh học khử phốt pho

PHẦN THỰC HÀNH

-Thực hiện chuyên đề, trình bày và bảo vệ kết quả trong buổi Seminar của lớp.

11. Tài liệu học tập:

12. Tài liệu tham khảo:

- [1] Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga (1998) *Xử lý nước thải*. NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
- [2] Arcadio, Gregoria (2005). *Physical- chemical processes of water and wastewater*. CRC press.
- [3] Richard W. Baker (2004). *Membrane Technology and Application*. Wiley.
- [4] H.H. Hahn (1995). *Wasser Technologie, Faellung-Flockung-Separation*. Springer Verlag.

- [5] Mark J. Hammer (1986). *Water and wastewater technology, second edition*. Englewood Cliffs, New Jersey.
- [6] Sontheimer (1994). *Activated Carbon for Water Treatment*. DVGW-Forschungsstelle am Engler- Bunte Institut der Universitaet Karlsruhe.
- [7] Springer Verlag (1995). *Abwassertechnologie*. 2 Auflage.
- [8] H. El-Dessouky and H. Ettouny (January 2001), *Study on water desalination technologies*. prepared for ESCWA.
- [9] Mark J. Hammer (1986). *Water and wastewater technology, second edition*. Englewood Cliffs, New Jersey.

EV 7012 **Các quá trình sinh hóa trong xử lý chất thải hữu cơ**
Biochemical processes in organic waste treatment

- 1. Tên học phần:** Các quá trình sinh hóa trong xử lý chất thải hữu cơ.
- 2. Mã học phần:** EV 7012
- 3. Tên tiếng Anh:** Biochemical processes in organic waste treatment
- 4. Khối lượng:** 3 (2.1.0.6)
 - Lý thuyết: 30 tiết
 - Bài tập: 15 tiết
 - Thí nghiệm: 0 tiết
- 5. Đối tượng tham dự:** NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ môi trường nước và nước thải.
- 6. Mục tiêu của học phần:** Học phần này nhằm mang lại cho NCS:
 - Các kiến thức nâng cao về ứng dụng các tác nhân sinh học trong xử lý các chất thải hữu cơ (nước thải, rác thải và khí thải)
 - Rèn luyện kỹ năng khai thác và ứng dụng các quá trình sinh học để xử lý các chất thải hữu cơ thân thiện với môi trường
- 7. Nội dung tóm tắt:**
 - Các quá trình cơ bản của vi sinh vật, đặc trưng xúc tác sinh học của Enzym, năng lượng hoạt hóa sinh học và vai trò của chúng trong chuyển hóa các chất thải hữu cơ.
 - Nguồn gốc, cấu trúc, đặc trưng của các chất hữu cơ trong chất thải và nguyên lý, các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình phân hủy chúng nhờ vi sinh vật.
- 8. Nhiệm vụ của NCS:**
 - Dự lớp: đầy đủ theo qui định của bộ giáo dục và đào tạo
 - Bài tập: làm đầy đủ
 - Thí nghiệm:
- 9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng:	20%
- Kiểm tra định kỳ và bài tập:	30%
- Thi kết thúc học phần:	50%
- 10. Nội dung chi tiết học phần:**

CHƯƠNG 1. Mở đầu

Vi sinh vật và quá trình tuần hoàn vật chất trong thiên nhiên

- Chu trình tuần hoàn sinh học trong tự nhiên
- Vi sinh vật trong quá trình tiến hóa
- Quy luật vận động chuyển hóa của chuỗi thức ăn
- Ưu thế của vi sinh vật trong xử lý chất thải hữu cơ
- Tốc độ sinh trưởng và phát triển
- Năng lực chuyển hóa vật chất
- Năng lực thích ứng
- Điều kiện phát triển thân thiện

CHƯƠNG 2. Tổng quan về vi sinh vật

2.1 Vi khuẩn

- Đặc điểm hình thái
- Đặc điểm sinh lý và sinh hóa
- Đặc điểm về sinh thái và ứng dụng trong công nghệ môi trường

2.2 Nấm

- Đặc điểm hình thái
- Đặc điểm sinh lý và sinh hóa

- Đặc điểm về sinh thái và ứng dụng trong công nghệ môi trường

2.3 Virut

2.4 Tảo

- Đặc điểm hình thái
- Đặc điểm sinh lý và sinh hóa
- Đặc điểm về sinh thái và ứng dụng trong công nghệ môi trường

2.5 Nguyên sinh động vật

- Đặc điểm hình thái
- Đặc điểm sinh lý và sinh hóa
- Đặc điểm về sinh thái và ứng dụng trong công nghệ môi trường

CHƯƠNG 3. Đặc điểm về trao đổi chất ở vi sinh vật

3.1 Đại cương về trao đổi chất ở vi sinh vật

- Khái niệm chung về trao đổi chất
- Mục đích quá trình trao đổi chất
- Đặc điểm quá trình trao đổi chất ở vi sinh vật

3.2 Bản chất quá trình trao đổi chất ở vi sinh vật

- Đặc tính và vai trò của enzym
- Bản chất quá trình trao đổi chất
- Vấn đề chuyển hóa và sử dụng năng lượng

3.3 Động học sự sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật trong môi trường

- Sự sinh trưởng và phát triển trong môi trường lỏng nuôi gián đoạn
- Sự sinh trưởng và phát triển trong môi trường lên men liên tục
- Sự sinh trưởng và phát triển trong môi trường đặc

CHƯƠNG 4. Các quá trình chuyển hóa sinh học các chất hữu cơ

4.1 Sự phân hủy ngoại bào các hợp chất hữu cơ polyme

- Sự thủy phân các polysaccarit
- Sự thủy phân các hợp chất protit
- Sự thủy phân chất béo

4.2 Quá trình chuyển hóa nội bào các hợp chất cacbon

- Sơ đồ đường phân
- Chu trình Crebs
- Sơ đồ pento-phosphat
- Quá trình tổng hợp năng lượng trên chuỗi hô hấp
- Sơ đồ Entner-Doudoroff

4.3 Sự chuyển hóa các hợp chất chứa nitơ

- Quá trình amôn hóa
- Quá trình deamin hóa
- Quá trình nitrat hóa
- Quá trình phản nitrat hóa
- Quá trình cố định nitơ

4.4 Sự chuyển hóa các chất béo

- Chuyển hóa β -oxy hóa

CHƯƠNG 5. Các quá trình sinh học ứng dụng trong xử lý chất thải hữu cơ

5.1 Thiết bị phản ứng sinh học

- Đặc điểm chung của thiết bị phản ứng sinh học
- Các dạng thiết bị phản ứng
- Thiết bị lên men chìm có sự khuấy trộn
- Thiết bị lên men gián đoạn
- Thiết bị lên men liên tục
- Động học quá trình chuyển hóa trong thiết bị lên men

- 5.2 Vi sinh vật học trong quá trình xử lý rác thải hữu cơ
 - Sinh học quá trình ủ hiếu khí rác thải hữu cơ làm phân bón
 - Sinh học quá trình chôn lấp rác thải hợp vệ sinh
 - Sinh học quá trình phân hủy chất thải hữu cơ trong các hầm khí sinh học
- 5.3 Quá trình bùn hoạt tính
 - Bể xử lý hiếu khí bùn hoạt tính
 - Bể xử lý yếm khí dòng ngược lơ lửng UASB
- 5.4 Các quá trình màng sinh học
 - Quá trình màng sinh học hiếu khí
 - Các dạng thiết bị màng sinh học (thiết bị đệm hiếu khí, đĩa quay sinh học, thiết bị đệm tầng sỏi...)
- 5.5 Hồ sinh học
 - Các dạng hồ sinh học (hồ hiếu khí, hồ tùy nghi, hồ yếm khí...)
 - Quá trình tự sạch sinh học trong tự nhiên
- 5.6 Wet land
- 5.7 Quá trình nitrat hóa nhờ vi sinh vật
- 5.8 Vi sinh vật ứng dụng trong quá trình phản nitrat
- 5.9 Xử lý sinh học các hợp chất photpho
 - Nhu cầu photpho cho sự sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật
 - Khả năng chuyển hóa các hợp chất photpho nhờ vi sinh vật
- 5.10 Sử dụng vi sinh vật để xử lý các kim loại tồn dư lắng đọng
 - Nhu cầu về các nguyên tố khoáng của vi sinh vật
 - Khả năng sử dụng vi sinh vật để khai thác và để thu hồi kim loại
- 5.11 Sử dụng vi sinh vật để khử độc môi trường
- 5.12 Phục hồi sinh thái nhờ sinh vật (Bioremediation)

BÀI TẬP : Tiểu luận theo các chủ đề môn học

11. Tài liệu học tập:

12. Tài liệu tham khảo:

- [1] Mogens H., Poul H., Jasenen J. L.C., Arvin E., (1995). *Wastewater treatment biological and chemical processes*. Springer-Verlag Berlin
- [2] Martin T. A., David W. H., Richard E. H., Alex S. M., Mark W. M., Kurtis G. P., Judith A. P., Michael E. P., Noel R. U., Brian E. W., Qiong Z. (2010). *Environmental engineering: Fundamental, sustainability design* John Wiley & Sons.
- [3] Verstraete W. Lecture note (1995) "Biotechnological processes in environmental technology" Gent University.
- [4] Rehm H. J., Reed G. Puhler A., Stadler P., (1993) *Biotechnology* volume 3 Bioprocessing VCH verlagsgesellschaft 1993
- [5] Tchobanoglous G., (1995) *Wastewater engineering treatment disposal reuse* Tata Mcgraw-hill

EV 7013 Kỹ thuật màng và ứng dụng trong công nghệ nước
Membrane technique in water and wastewater technology

- 1. Tên học phần:** Kỹ thuật màng và ứng dụng trong công nghệ nước
2. Mã học phần: EV7013
3. Tên tiếng Anh: Membrane technique in water and wastewater technology
4. Khối lượng: 3(2-1-0-6)
- Lý thuyết: 30 tiết
- Bài tập: 15 tiết
- Thí nghiệm: 0 tiết

5. Đối tượng tham dự: Tất cả NCS thuộc chuyên ngành công nghệ môi trường nước và nước thải

6. Mục tiêu của học phần:

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Thu được kiến thức cơ bản và nâng cao về kỹ thuật màng như cấu trúc màng, nguyên lý làm việc, cơ sở lý thuyết của quá trình phân tách bằng màng, và các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân tách bằng màng,...
- Biết cách vận dụng kỹ thuật màng trong công nghệ xử lý nước và nước thải; giới thiệu kỹ thuật mô hình hóa và một số phần mềm ứng dụng trong tính toán thiết kế hệ thống xử lý nước và nước thải bằng công nghệ màng.

7. Nội dung tóm tắt:

- Các loại màng, đặc tính và cấu trúc của màng, cơ chế làm việc và cơ sở lý thuyết quá trình phân tách bằng màng; một số vấn đề liên quan đến vận hành các hệ thống phân tách bằng màng;
- Ứng dụng kỹ thuật màng trong công nghệ nước và nước thải; mô hình hóa một số quá trình màng và giới thiệu một số phần mềm ứng dụng trong tính toán và thiết kế hệ thống xử lý nước và nước thải bằng công nghệ màng.

8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp: đầy đủ theo qui định của Bộ Giáo dục và Đào tạo
- Bài tập: làm đầy đủ
- Thí nghiệm:

9. Đánh giá kết quả:

- Mức độ dự giờ giảng: 20%
- Kiểm tra định kỳ và bài tập: 30%
- Thi kết thúc học phần: 50%

10. Nội dung chi tiết học phần:

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Giới thiệu môn học
2. Giới thiệu đề cương môn học
3. Tài liệu tham khảo

CHƯƠNG 1. Phân loại, cấu trúc và nguyên lý làm việc của các loại màng

- 1.1. Màng vi lọc
- 1.2. Màng siêu lọc
- 1.3. Màng lọc nano
- 1.4. Màng thẩm thấu ngược
- 1.5. Màng điện thẩm tích (ED)
- 1.6. Bể phản ứng sinh học màng (MBR)

CHƯƠNG 2. Cơ sở lý thuyết của quá trình phân tách bằng màng

- 2.1. Giới thiệu
- 2.2. Nguyên lý thẩm thấu ngược và phương pháp lọc
 - 2.2.1 Hiện tượng thẩm thấu và thẩm thấu ngược
 - 2.2.2. Phương pháp lọc dòng chảy ngang
- 2.3. Lý thuyết nhiệt động về cân bằng thẩm thấu
- 2.4. Cơ chế quá trình thẩm thấu ngược
 - 2.4.1 Thuyết chuỗi lỗ
 - 2.4.2 Thuyết hoà tan - Khuếch tán
 - 2.4.3 Thuyết Rây đa
 - 2.4.4 Thuyết Sourirajan
 - 2.4.5 Thuyết mô hình mao quản
- 2.5. Một số mô hình toán mô tả bản chất quá trình thẩm thấu ngược
 - 2.5.1. Mô hình hoà tan – khuếch tán
 - 2.5.2. Mô hình hộp đen
 - 2.5.3. Mô hình mao quản
- 2.6. Các phương trình cơ bản trong thẩm thấu ngược
 - 2.6.1. Dòng nước
 - 2.6.2. Dòng muối
 - 2.6.3. Hiệu suất khử muối
 - 2.6.4. Hiệu suất thu hồi
- 2.7. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình thẩm thấu ngược
 - 2.7.1 Màng bán thấm
 - 2.7.2 Cấu trúc dung dịch
 - 2.7.3 Bản chất chất điện ly
 - 2.7.4 Áp suất làm việc
 - 2.7.5 Nồng độ dung dịch
 - 2.7.6 Hiện tượng phân cực nồng độ
- 2.8. Bể phản ứng sinh học phân tách bằng màng (MBR)
 - 2.8.1. Nguyên lý làm việc của MBR, các cấu hình của MBR
 - 2.8.2. Cơ chế làm việc của màng MBR
 - 2.8.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình làm việc của MBR

CHƯƠNG 3. Công nghệ màng ứng dụng trong xử lý nước

- 3.1. Xử lý nước công nghiệp và y dược

- 3.1.1. Khử khoáng nước
- 3.1.2. Xử lý nước siêu tinh khiết và nước siêu sạch
- 3.2. Khử muối và xử lý nước biển phục vụ cấp nước
 - 3.2.1. Thành phần của nước biển
 - 3.2.2. Sự cần thiết phải khử muối nước biển
 - 3.2.3. Các công nghệ khử muối nước biển
 - 3.2.3.1. Các phương pháp nhiệt
 - 3.2.3.2. Công nghệ màng
 - 3.2.4. Phân tích lựa chọn công nghệ khử muối và xử lý nước biển
 - 3.2.5. Thiết kế công nghệ các hệ thống khử muối và xử lý nước biển

CHƯƠNG 4. Công nghệ màng ứng dụng trong xử lý nước thải

- 4.1. Màng và ứng dụng trong công nghệ xử lý nước thải
 - 4.1.1. Giới thiệu chung
 - 4.1.2. Cấu trúc, nguyên lý làm việc của các loại màng (MF, UF, NF, RO, MBR)
 - 4.1.3. Động lực của quá trình màng, cơ sở hóa lý của quá trình màng
 - 4.1.4. Các loại màng và ứng dụng trong xử lý nước thải
- 4.2. Bể phản ứng sinh học màng (MBR) và ứng dụng trong xử lý nước thải
 - 4.2.1. Sơ đồ công nghệ của MBR
 - 4.2.2. Nguyên lý hoạt động và cơ chế xử lý các chất bẩn của MBR
 - 4.2.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất và quá trình làm việc của MBR
 - 4.2.4. Một số vấn đề liên quan đến vận hành và hoạt động của MBR (lựa chọn màng lọc, năng suất lọc và áp suất hút, hiện tượng tắc màng, tốc độ đảo trộn hồ hợp nước thải)

CHƯƠNG 5. Mô hình hoá và ứng dụng mô hình trong nghiên cứu và thiết kế công nghệ màng

- 5.1. Mô hình hoá quá trình phân tách bằng màng
- 5.2. Mô hình hoá quá trình màng ứng dụng trong xử lý nước
- 5.3. Mô hình hoá quá trình màng ứng dụng trong khử muối và xử lý nước biển
- 5.4. Mô hình hoá quá trình màng ứng dụng trong xử lý nước thải

PHẦN THỰC HÀNH

- Thực hiện chuyên đề, trình bày và bảo vệ kết quả trong buổi Seminar chung của lớp.
- Giới thiệu sơ lược một số phần mềm mô phỏng trong xử lý nước: ROSA, WINFLOW.

11. Tài liệu học tập:

12. Tài liệu tham khảo:

- [1] Richard W. Baker (2004). *Membrane technology and applications. 2nd Edition.* Sohn Wiley & Sons, Ltd.,
- [2] Tom pankratz. *Desalination technology trends.* Canifornia department of water resource.

- [3] Mohan Noronha, Valko Mavrov, Horst Chmiel (2002). *Efficient design and optimization of two-stage NF processes by simplified process simulation*. Journal of Desalination 145 207-215.
- [4] M. Noronha, V. Mavrov, H. Chmiel (2002). *Simulation model for optimization of two-stage membrane filtration plants- minimizing the specific costs of power consumption*. Journal of membrane science 202 217-232.
- [5] *National Dryland salinity program*. Introduction to desalination technologies in Australia, 2002.
- [6] Osman A. Hamed (December, 2004). *Overview of hybrid desalination systems-current status and future prospects*. Chemistry and industry conference, King Saud university, Riyadh, 11-15.
- [7] Raphael Semiat (March 2000). *Desalination: present and future*, *Water international*, Volume 25, Number 1, pages 54-65.
- [8] A.W. Mohammad, N.Hilal, H.Al-Zoubi, N.A.Darwish, N.Ali (2007). *Modelling the effects of nanofiltration membrane properties on system cost assessment for desalination applications*. Journal of Desalination 206 215-225.
- [9] A.M. Hassan, M.A.K. Al-Sofi, A.S.Al-Amoudi, A.T.M. jamalufdin, A.M. Farooque, A.Rowaili, A.G.I.Dalvi (1998). *A new approach to membrane and thermal seawater desalination processes using nanofiltration membranes*. Journal of Desalination 118 35-51.