

Số: 270/QĐ-ĐHKHCN

Hà Nội, ngày 03 tháng 4 năm 2024

QUYẾT ĐỊNH
Về việc ban hành chương trình đào tạo ngành Hóa học trình độ tiến sĩ

HIỆU TRƯỞNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ HÀ NỘI

Căn cứ Quyết định số 2067/QĐ-TTg ngày 09/12/2009 của Thủ tướng Chính phủ về việc thành lập Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội (ĐHKHCNHN);

Căn cứ Quyết định số 2557/QĐ-TTg ngày 30/12/2016 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Quy chế tổ chức và hoạt động của Trường ĐHKHCNHN;

Căn cứ Luật Giáo dục số 43/2019/QH14 ngày 14/6/2019;

Căn cứ Luật Giáo dục đại học ngày 18/6/2012 và Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Giáo dục đại học ngày 19/11/2018;

Căn cứ Thông tư số 02/2022/TT-BGDĐT ngày 18/01/2022 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo (GDĐT) về việc quy định điều kiện, trình tự, thủ tục mở ngành đào tạo, đình chỉ hoạt động của ngành đào tạo trình độ đại học, thạc sĩ, tiến sĩ;

Căn cứ Thông tư số 09/2022/TT-BGDĐT ngày 06/6/2022 của Bộ trưởng Bộ GDĐT về việc quy định Danh mục thống kê ngành đào tạo của giáo dục đại học;

Căn cứ Quy chế đào tạo trình độ tiến sĩ ban hành kèm theo Quyết định số 611/QĐ-ĐHKHCN ngày 29/6/2022 của Hiệu trưởng Trường ĐHKHCNHN;

Căn cứ Nghị quyết số 426/NQ-HĐTĐHKHCNHN ngày 01/6/2023 của Hội đồng Trường ĐHKHCNHN về việc phê duyệt chủ trương mở ngành đào tạo Hóa học trình độ tiến sĩ;

Căn cứ Quyết định số 218/QĐ-ĐHKHCN ngày 22/3/2024 về việc phê duyệt đề án mở ngành đào tạo Hóa học trình độ tiến sĩ;

Căn cứ Quyết định số 248/QĐ-ĐHKHCN ngày 27/3/2024 về việc mở ngành đào tạo Hóa học trình độ tiến sĩ;

Theo đề nghị của Trường phòng Quản lý đào tạo và Trường khoa Khoa học cơ bản và Ứng dụng.

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Ban hành Chương trình đào tạo ngành Hóa học trình độ tiến sĩ, mã số: 9440112 (Chương trình đào tạo kèm theo).

Điều 2. Quyết định có hiệu lực từ ngày ký và áp dụng với các khóa tuyển sinh từ năm 2024.



Điều 3. Chánh Văn phòng, Trưởng phòng Quản lý đào tạo, Trưởng phòng Bảo đảm chất lượng và Khảo thí, Trưởng khoa Khoa học cơ bản và Ứng dụng và trưởng các đơn vị liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Nơi nhận:

- Như Điều 3;
- HT;
- PHT NHĐ;
- PHT TĐP;
- Lưu: VT, QLĐT.MH.

HIỆU TRƯỞNG CHÍNH



GS. Jean-Marc Lavest





VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ HÀ NỘI



CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO NGÀNH HÓA HỌC TRÌNH ĐỘ TIẾN SĨ

(Kèm theo Quyết định số 270/QĐ-ĐHKHCN ngày 03/4/2024
của Hiệu trưởng Trường ĐHKHCNHN)

Tên chương trình:	Hóa học
Mã ngành:	9440112
Trình độ đào tạo:	Tiến sĩ
Đơn vị thực hiện:	Khoa Khoa học cơ bản và Ứng dụng

HÀ NỘI, 2024

1. Căn cứ xây dựng chương trình

- + Quyết định số 2067/QĐ-TTg ngày 9 tháng 12 năm 2009 của Thủ tướng Chính phủ về việc thành lập Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội (USTH);
- + Quyết định số 2557/QĐ-TTg ngày 30 tháng 12 năm 2016 của Thủ tướng Chính phủ ban hành quy chế tổ chức và hoạt động của Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội (USTH);
- + Luật Giáo dục số 43/2019/QH14 ngày 14 tháng 6 năm 2019 của Quốc hội nước CHXHCN Việt Nam;
- + Luật Giáo dục Đại học ngày 18 tháng 6 năm 2012, Luật sửa đổi Luật Giáo dục đại học ngày 19 tháng 11 năm 2018;
- + Nghị định số 99/2019/NĐ-CP ngày 30 tháng 12 năm 2019 của Chính phủ Quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Giáo dục đại học;
- + Thông tư số 02/2022/TT-BGDĐT ngày 18 tháng 1 năm 2022 của Bộ Trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành quy định về điều kiện, trình tự, thủ tục mở ngành đào tạo, đình chỉ hoạt động của ngành đào tạo trình độ đại học, thạc sĩ, tiến sĩ.
- + Thông tư số 18/2021/TT-BGDĐT ngày 28 tháng 6 năm 2021 của Bộ Trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành Quy chế Tuyển sinh và đào tạo trình độ Tiến sĩ;
- + Thông tư số 09/2022/TT-BGDĐT ngày 06 tháng 6 năm 2022 của Bộ Trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành danh mục thống kê ngành đào tạo trình độ Cử nhân, Thạc sĩ, Tiến sĩ;
- + Quyết định số 611/QĐ-ĐHKHCN ngày 29/6/2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội ban hành Quy chế đào tạo trình độ tiến sĩ;
- + Nghị quyết số 426/NQ-HĐTĐHKHCNHN ngày 1 tháng 6 năm 2023 về kỳ họp thứ 9, Hội đồng trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội ngày 22 tháng 5 năm 2023.

2. Mục tiêu của chương trình đào tạo

Chương trình đặt mục tiêu đào tạo các nhà lãnh đạo học thuật trong tương lai trong lĩnh vực hóa học cho các trường đại học và viện nghiên cứu tại Việt Nam hoặc đào tạo các chuyên gia nghiên cứu phát triển cho các công ty có trụ sở tại Việt Nam. Tiến sĩ tốt nghiệp được kỳ vọng sẽ có tư duy phản biện và tinh thần đổi mới sáng tạo phục vụ cộng đồng, có khả năng thích ứng với sự thay đổi nhanh chóng của khoa học và công nghệ,

trở thành chuyên gia trong lĩnh vực nghiên cứu của mình, có khả năng và ý thức hợp tác với các nhà khoa học trong nước và quốc tế để giải quyết các vấn đề khoa học thách thức. Tiên sĩ tốt nghiệp chương trình có năng lực mô tả và trình bày chủ đề nghiên cứu khoa học và thực hiện đào tạo trình độ Cử nhân và Thạc sĩ.

3. Chuẩn đầu ra của chương trình .

3.1. Năng lực

3.1.1. Kiến thức

Tiến sĩ sau khi tốt nghiệp sẽ:

- Nắm vững các vấn đề hiện đại của hóa học và phương pháp nghiên cứu. Hiểu rõ các khái niệm/phương pháp, giới hạn của chúng, đến việc áp dụng chúng trong việc giải quyết các vấn đề khoa học hoặc thực tiễn đặt ra.
- Nắm vững và phát triển các học thuyết trong các lĩnh vực hóa học.
- Nắm vững các phương pháp và kỹ thuật nghiên cứu trong lĩnh vực hóa học.
- Có khả năng phân tích vấn đề, xây dựng giả thuyết nghiên cứu, thiết kế thí nghiệm/đề án nghiên cứu, thu thập và phân tích dữ liệu thu được để kiểm chứng giả thuyết nghiên cứu.
- Có khả năng tự xác định các vấn đề nghiên cứu.
- Có khả năng sáng tạo ra giải pháp/sản phẩm mới để giải quyết một vấn đề đã biết; đánh giá giải pháp/sản phẩm mới.

3.1.2 Kỹ năng

Tiến sĩ khi tốt nghiệp cần có các kỹ năng sau:

- Kỹ năng ngoại ngữ: Sử dụng thành thạo tiếng Anh trong giao tiếp và công việc, bao gồm khả năng viết và trình bày báo cáo khoa học/bài báo nghiên cứu/bài báo tổng quan bằng tiếng Anh.
- Kỹ năng thực nghiệm: Tiến hành thí nghiệm, thu thập dữ liệu bao gồm khả năng thiết kế và tiến hành thí nghiệm không theo tiêu chuẩn sẵn có (ví dụ: trong những điều kiện cụ thể cần thiết để các công cụ thí nghiệm mới đặc chủng, chưa có sẵn).
- Kỹ năng quản lý: Quản lý một đề tài nghiên cứu từ khâu hình thành ý tưởng, xây dựng chương trình, phân bổ nhiệm vụ, điều phối tiến độ của từng thành viên, đánh giá tiến độ và kết quả đề tài.

- Kỹ năng làm việc nhóm: Kỹ năng làm việc và hợp tác trong một nhóm với các thành viên có trình độ và vai trò khác nhau như người hướng dẫn, các thành viên trong cùng nhóm nghiên cứu, sinh viên.

3.2. Phẩm chất

- Ý thức được vai trò của những người có bằng Tiến sĩ trong xã hội phải không ngừng phát triển bản thân, phục vụ đất nước, phải hướng tới trở thành một trí thức chứ không chỉ là một chuyên gia khoa học, công nghệ.

- Chuyên nghiệp trong công việc, tôn trọng đạo đức nghiên cứu và liêm chính học thuật.

4. Tuyển sinh

Chương trình đào tạo ngành Hóa học trình độ tiến sĩ của USTH sẽ áp dụng các yêu cầu và phương thức tuyển sinh như được quy định bởi USTH đã và đang được áp dụng đối với 06 chương trình đào tạo tiến sĩ khác của trường.

Cụ thể, ứng viên cần:

- Có bằng thạc sĩ hoặc kỹ sư chuyên ngành hóa học, kỹ thuật hóa học hoặc các lĩnh vực liên quan như Khoa học/kỹ thuật môi trường, Công nghệ khoa học thực phẩm, Công nghệ sinh học ...

- Có bằng cử nhân hóa học hoặc kỹ thuật hóa học loại giỏi trở lên (điểm trung bình chung tối thiểu từ 8,0/10,0)

Bảng 1. Danh sách ngành tốt nghiệp của ứng viên

STT	Ngành/chuyên ngành*	Mã ngành/chuyên ngành	Nhóm ứng viên
Ứng viên có bằng thạc sĩ			
1	Hóa học	8440112	A1
2	Hóa vô cơ	8440113	A1
3	Hóa hữu cơ	8440114	A1
4	Hóa phân tích	8440118	A1
5	Hóa lý thuyết và hóa lý	8440119	A1
6	Hóa môi trường	8440120	A1
7	Hóa dược	8720203	A1
8	Hóa sinh	8420116	A1

STT	Ngành/chuyên ngành*	Mã ngành/chuyên ngành	Nhóm ứng viên
9	Kỹ thuật Hóa học	85203	A1
10	Công nghệ thực phẩm	85401	A2
11	Khoa học vật liệu	8440122	A2
12	Khoa học môi trường	84403	A2
13	Công nghệ sinh học	84202	A2
Ứng viên có bằng tốt nghiệp hệ cử nhân Hóa học, kỹ thuật hóa học có GPA $\geq 8,0/10,0$			A2

*Ứng viên có bằng thạc sĩ các ngành/chuyên ngành khác được đánh giá bởi hội đồng tuyển sinh để phân loại.

5. Cấu trúc của chương trình đào tạo

5.1. Thời gian đào tạo

Chương trình đào tạo ngành Hóa học trình độ tiến sĩ gồm 180 tín chỉ (ECTS), có thời gian đào tạo là 36 tháng. Với các nghiên cứu sinh chưa có bằng Thạc sĩ/Kỹ sư chuyên ngành hóa học/kỹ thuật hóa học nhưng đã có bằng Cử nhân hóa học/kỹ thuật hóa học loại giỏi trở lên hoặc các nghiên cứu sinh bằng Thạc sĩ/Kỹ sư các chuyên ngành liên quan như Khoa học/kỹ thuật môi trường, Công nghệ khoa học thực phẩm, Công nghệ sinh học, thì ngoài 180 tín chỉ phải học bổ sung tối đa 60 ECTS chương trình đào tạo trình độ thạc sĩ. Danh sách các môn học bổ sung (nếu có) sẽ do hội đồng tuyển sinh quyết định đối với từng thí sinh trong quá trình xét tuyển.

5.2 Cấu trúc chương trình đào tạo

Bảng 2 mô tả ngắn gọn cấu trúc của chương trình đào tạo.

Bảng 2. Cấu trúc chương trình đào tạo Tiến sĩ ngành Hóa học

Hợp phần môn học	Nội dung	Nghiên cứu sinh có bằng Thạc sĩ/Kỹ sư chuyên ngành Hóa học và Kỹ thuật Hóa học	Nghiên cứu sinh có bằng Cử nhân Hóa học/Kỹ thuật Hóa học hoặc có bằng Thạc sĩ/Kỹ sư các

			chuyên ngành có liên quan
1	Các học phần thuộc chương trình đào tạo trình độ thạc sĩ	0	Tối đa 60 ECTS
	Các học phần chung	04 ECTS	04 ECTS
	Các học phần chuyên ngành trình độ Tiến sĩ*	12 ECTS	12 ECTS
2	Báo cáo tổng quan/Chuyên đề Luận án Tiến sĩ	04 ECTS	04 ECTS
3	Luận án Tiến sĩ	160 ECTS	160 ECTS

*Chi tiết các học phần chuyên ngành Tiến sĩ được cung cấp ở phụ lục 6: Đề cương các học phần trình độ tiến sĩ

Trong đó:

- (i) **Các học phần thuộc chương trình đào tạo trình độ thạc sĩ (60 ECTS):** có thể được lựa chọn từ chương trình đào tạo thạc sĩ Hóa học hoặc các chương trình đào tạo thạc sĩ khác tại USTH như chương trình Khoa học vật liệu tiên tiến và công nghệ Nano, chương trình Nước - Môi trường - Hải dương học, chương trình Công nghệ sinh học. Phụ lục 5 trình bày ví dụ một danh sách dự kiến các học phần thạc sĩ nghiên cứu sinh có thể lựa chọn.
- (ii) **Các học phần chung (04 ECTS):** là những học phần được đề xuất dành cho tất cả các nghiên cứu sinh tại USTH. Các nghiên cứu sinh có thể chọn hai trong số các khóa học sau để đáp ứng yêu cầu: Kỹ năng viết và trình bày khoa học – 2 ECTS; (ii) Phương pháp nghiên cứu – 2 ECTS; (iii) Đạo đức nghiên cứu và liêm chính học thuật – 2 ECTS; (iv) Quản lý dự án – 2 ECTS; (v) Tự do & trách nhiệm học thuật – 2 ECTS.
- (iii) **Các học phần chuyên ngành (12 ECTS):** Mỗi nghiên cứu sinh, sau khi được tư vấn bởi tập thể giảng viên hướng dẫn sẽ chọn ít nhất 4 học là các học phần nâng cao được thiết kế nhằm củng cố kiến thức của nghiên cứu sinh, trang bị cho nghiên cứu sinh các phương pháp nghiên cứu hoặc các kỹ thuật tiên tiến nhất. Trong số 12 tín chỉ, học viên cần đạt được 09 tín chỉ từ 4 học phần dành cho tất cả học viên (học phần mã CH6.001 tới CH6.004 bao gồm 02 học phần bắt buộc và 02 học phần lựa chọn) và ít nhất 03 tín chỉ (đối với học viên có bằng cử

nhân/thạc sĩ từ các trường đại học khác) và 07 tín chỉ (đối với học viên có bằng cử nhân/thạc sĩ USTH). Đội ngũ giảng viên đảm nhận công tác giảng dạy các học phần này sẽ thường xuyên cập nhật danh sách học phần để nghiên cứu sinh có thể lựa chọn đăng kí học. Ngoài ra, các học phần chuyên ngành trình độ tiến sĩ có thể được nhận từ các chương trình đào tạo tại các trường đại học khác khi có sự đồng ý của người hướng dẫn và khoa Đào tạo Tiến sĩ.

Bảng 3. Danh sách các học phần chuyên ngành tiến sĩ

STT	Mã học phần	Tên học phần	Chuyên ngành	Số TC	Bắt buộc (M)/Lựa chọn (O)	Giảng viên
1	CH6.001	Xu hướng hóa học hiện đại	Tất cả	3	M	Trần Đình Phong Trần Tuấn Anh Lê Phương Thu
2	CH6.002	Các phương pháp phân tích hiện đại trong phân tích định lượng	Tất cả	3	M	Bùi Văn Hợi Nguyễn Thị Kiều Oanh Lê Hồng Luyến
3	CH6.003	Các phương pháp phân tích hiện đại trong hóa học vô cơ	Tất cả	3	O	Đinh Thị Mai Thanh Lê Thị Lý Nguyễn Ngọc Đức
4	CH6.004	Các phương pháp phân tích hiện đại trong hóa học hữu cơ	Tất cả	3	O	Tô Hải Tùng Nguyễn Hải Đăng Nguyễn Xuân Nhiệm
5	CH6.005	Phân tích mục tiêu và không mục tiêu	Hóa phân tích	3	O	Bùi Văn Hợi Vũ Cẩm Tú
6	CH6.006	Phân tích dạng	Hóa phân tích	3	O	Bùi Văn Hợi Vũ Cẩm Tú
7	CH6.007	Sinh tổng hợp hợp chất thiên nhiên	Hóa sinh	3	O	Trần Tuấn Anh Nguyễn Hải Đăng
8	CH6.008	Điện hóa nâng cao	Hóa lý	3	O	Nguyễn Văn Quỳnh Nguyễn Ngọc Đức Lê Thị Lý
9	CH6.009	OMICS	Hóa sinh	3	O	Trần Tuấn Anh

STT	Mã học phần	Tên học phần	Chuyên ngành	Số TC	Bắt buộc (M)/Lựa chọn (O)	Giảng viên
						Nguyễn Thị Kiều Oanh
10	CH6.010	Hóa học chất rắn nâng cao	Hóa lý	3	O	Nguyễn Văn Quyền Lê Thị Lý
11	CH6.011	Hóa học vật liệu chuyển hóa và tích trữ năng lượng nâng cao	Hóa lý	3	O	Lê Thị Lý Nguyễn Ngọc Đức
12	CH6.012	Phương pháp tổng hợp hữu cơ hiện đại	Hóa hữu cơ	3	O	Nguyễn Đức Anh Tô Hải Tùng
13	CH6.013	Hóa học nano nâng cao	Hóa lý – Xúc tác	3	O	Nguyễn Văn Quyền Nguyễn Thị Quyền
14	CH6.014	Tương tác và chuyển hóa bề mặt	Hóa hữu cơ	3	O	Vũ Cẩm Tú Nguyễn Văn Quyền
15	CH6.015	Cảm biến và chip sinh học	Hóa lý	3	O	Vũ Thị Thu Nguyễn Đức Anh
16	CH6.016	Hóa học mô phỏng các phân tử sinh học	Hóa lý – Xúc tác	3	O	Trần Đình Phong

- (iv) **Báo cáo tổng quan/Chuyên đề luận án Tiến sĩ (4 ECTS):** Gồm 01 báo cáo tổng quan đề tài nghiên cứu luận án Tiến sĩ (2 ECTS) và 01 chuyên đề nghiên cứu luận án Tiến sĩ (2 ECTS). Mỗi nghiên cứu sinh dưới sự hướng dẫn của người hướng dẫn phải nộp 01 tổng quan chi tiết về hướng nghiên cứu trong luận án tiến sĩ. Nội dung tổng quan sau đó được báo cáo trước hội đồng nhằm đánh giá sự thông hiểu và khả năng phân tích định hướng nghiên cứu của học viên. Chuyên đề nghiên cứu luận án tiến sĩ bao gồm báo cáo và trình bày về tiến trình nghiên cứu của nghiên cứu sinh. Các chuyên đề trên có thể được trình bày tại Ngày Tiến sĩ được tổ chức bởi khoa Đào tạo Tiến sĩ hàng năm.

- (v) **Luận án Tiến sĩ (160 ECTS):** là hợp phần chính, quan trọng nhất của chương trình đào tạo trình độ tiến sĩ. Luận án là công trình nghiên cứu mà nghiên cứu sinh là người đóng góp chính. Luận án trình bày một giả thuyết mới, một giải pháp công nghệ cho một vấn đề hoặc những hiểu biết mới góp phần vào sự phát triển của chuyên ngành hẹp/ lĩnh vực nghiên cứu. Toàn bộ hoặc một phần kết quả nghiên cứu đã được công bố trong ít nhất 01 bài báo trên tạp chí thuộc danh mục SCIE trước khi nghiên cứu sinh nộp luận án đề nghị xem xét được bảo vệ. Luận án phải được bảo vệ trước một hội đồng quốc tế với sự tham gia của ít nhất 1 thành viên phản biện là nhà khoa học của một trường đại học hoặc tổ chức nghiên cứu uy tín quốc tế.
- (vi) **Các hoạt động chuyên môn khác:** Bên cạnh các học phần được Khoa Đào tạo Tiến sĩ và khoa chuyên môn tổ chức giảng dạy, các nghiên cứu sinh có thể sử dụng các hoạt động chuyên môn khác để thay thế cho tối đa 2 ECTS. Các hoạt động chuyên môn sau có thể được đề nghị quy đổi: (i) Trình bày báo cáo miệng ở một hội nghị quốc tế - 01 ECTS hoặc một hội nghị quốc gia – 0.5 ECTS; (ii) Báo cáo poster ở một hội nghị quốc tế - 0.5 ECTS; (iii) Trao đổi nghiên cứu ở nước ngoài trong thời gian ít nhất 3 tháng - 2 ECTS; hoặc các hoạt động khác được Hội đồng Khoa Đào tạo Tiến sĩ chấp thuận.

Học viên nghiên cứu sinh có bằng cử nhân Hóa học, Công nghệ Hóa học hoặc bằng thạc sĩ các ngành liên quan phải hoàn thành 60 tín chỉ hoặc các học phần thạc sĩ bổ sung trong 2 năm đầu và 75% các học phần tiến sĩ (15 tín chỉ) trong 3 năm đầu của chương trình đào tạo. Học viên có bằng Thạc sĩ/kỹ sư Hóa học, công nghệ Hóa học phải hoàn thành 75% các học phần tiến sĩ (15 tín chỉ) trong 2 năm đầu của chương trình đào tạo

5.3 Các hướng nghiên cứu cho đề tài Luận án Tiến sĩ

Bảng 5 tổng hợp các hướng nghiên cứu đang được triển khai tại USTH. Các nghiên cứu sinh có thể lựa chọn một trong các hướng này để xây dựng chương trình nghiên cứu cho Luận án Tiến sĩ của mình. Ngoài ra, các nghiên cứu mang tính liên ngành được đặc biệt khuyến khích. Nghiên cứu sinh cũng có thể lựa chọn một hướng nghiên cứu mới chưa có tại USTH, đề xuất Hội đồng khoa học của khoa Đào tạo Tiến sĩ xem xét quyết định.

Bảng 5. Các hướng nghiên cứu Hóa học đang được triển khai tại USTH

STT	Hướng nghiên cứu
1	Xúc tác phân tử cho sản xuất nhiên liệu tái tạo: các phản ứng khử proton tạo H ₂ , khử CO ₂ , oxi hóa nước
2	Các xúc tác nano cho sản xuất năng lượng từ mặt trời: xúc tác cho phản ứng khử nước, phản ứng oxy hóa nước, các phản ứng khử CO ₂
3	Vật liệu bán dẫn cấu trúc nano cho các phản ứng xúc tác quang hóa (sản xuất nhiên liệu H ₂ , phân hủy chất thải hữu cơ)
4	Nghiên cứu cơ chế hoạt động của xúc tác/quang xúc tác bằng các kỹ thuật phân tích điện hóa – quang phổ in-situ
5	Các oxide/sulfide/nitride cấu trúc nano của các kim loại chuyển tiếp sử dụng làm vật liệu điện cực cho pin sạc
6	Thiết kế, chế tạo điện cực xúc tác và linh kiện (quang) điện hóa
7	Thiết kế, chế tạo vật liệu polymer biến tính/ composites và các ứng dụng của chúng trong linh kiện (quang) điện hóa hoặc trong xử lý môi trường
8	Cảm biến và ứng dụng của chúng trong phân tích môi trường và đảm bảo an toàn thực phẩm
9	Phân tích các chất ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng của chúng đến sức khỏe con người
10	Các quá trình Hóa học/Hóa sinh cho xử lý môi trường
11	Vi nhựa: phân bố trong môi trường, độc học và cơ chế ảnh hưởng của chúng
12	Phân tách, xác định cấu trúc và đánh giá cơ chế của các chất có hoạt tính sinh học từ các nguồn trong tự nhiên
13	Bán tổng hợp và tổng hợp toàn phần các chất có hoạt tính sinh học

5.4 Thực hiện chương trình đào tạo

Việc triển khai chương trình đào tạo sẽ được thực hiện theo các quy định trong Chương 3 của Quy chế đào tạo trình độ tiến sĩ, được ban hành theo Quyết định số 611/QĐ-ĐHKHCN ngày 29/6/2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội.

5.5 Đánh giá luận án Tiến sĩ và cấp bằng Tiến sĩ

Việc đánh giá Luận án của nghiên cứu sinh sẽ được thực hiện theo các quy định tại Chương 4 và Chương 5 của Quy chế đào tạo trình độ tiến sĩ, được ban hành theo Quyết định số 611/QĐ-ĐHKHCN ngày 29/6/2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội. *JM*

HIỆU TRƯỞNG CHÍNH



GS. Jean-Marc Lavest

ĐỀ CƯƠNG HỌC PHẦN
CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO NGÀNH
HÓA HỌC TRÌNH ĐỘ TIẾN SĨ

Mã ngành: 9440112



Tổng quan chương trình

STT	Mã học phần	Tên học phần	Chuyên ngành	ECTS	Bắt buộc (M)/ Tự chọn (O)	Tổng số giờ	Lý thuyết	Thực hành	Thảo luận	Giảng viên
1	CH6.001	Xu hướng hóa học hiện đại	Tất cả	3	M	36	18	0	18	Trần Đình Phong Trần Tuấn Anh Lê Phương Thu
2	CH6.002	Các phương pháp phân tích hiện đại trong phân tích định lượng	Tất cả	3	M	36	16	16	4	Bùi Văn Hợi Nguyễn Thị Kiều Oanh Lê Hồng Luyến
3	CH6.003	Các phương pháp phân tích hiện đại trong hóa học vô cơ	Tất cả	3	O	36	24	0	12	Đinh Thị Mai Thanh Lê Thị Lý Nguyễn Ngọc Đức
4	CH6.004	Các phương pháp phân tích hiện đại trong hóa học hữu cơ	Tất cả	3	O	36	24	6	6	Tô Hải Tùng Nguyễn Hải Đăng Nguyễn Xuân Nhiệm
5	CH6.005	Phân tích mục tiêu và không mục tiêu	Hóa phân tích	3	O	36	18	18	0	Bùi Văn Hợi Vũ Cẩm Tú
6	CH6.006	Phân tích dạng	Hóa phân tích	3	O	36	18	12	6	Bùi Văn Hợi Vũ Cẩm Tú
7	CH6.007	Sinh tổng hợp hợp chất thiên nhiên	Hóa sinh	3	O	36	28	8	0	Trần Tuấn Anh Nguyễn Hải Đăng
8	CH6.008	Điện hóa năng cao	Hóa lý	3	O	36	14	12	10	Nguyễn Văn Quỳnh Nguyễn Ngọc Đức
9	CH6.009	OMICS	Hóa sinh	3	O	36	24	12	0	Trần Tuấn Anh Nguyễn Thị Kiều Oanh
10	CH6.010	Hóa học chất rắn nâng cao	Hóa lý	3	O	36	24	0	12	Nguyễn Văn Quỳnh Lê Thị Lý

STT	Mã học phần	Tên học phần	Chuyên ngành	ECTS	Bắt buộc (M)/ Tự chọn (O)	Tổng số giờ	Lý thuyết	Thực hành	Thảo luận	Giảng viên
11	CH6.011	Hóa học vật liệu chuyên hóa và tích trữ năng lượng nâng cao	Hóa lý	3	O	36	36	0	0	Lê Thị Lý Nguyễn Ngọc Đức
12	CH6.012	Phương pháp tổng hợp hữu cơ hiện đại	Hóa hữu cơ	3	O	36	24	0	12	Nguyễn Đức Anh Tô Hải Tùng
13	CH6.013	Hóa học nano nâng cao	Hóa lý – Xúc tác	3	O	36	30	0	6	Nguyễn Văn Quyền Nguyễn Thị Quyên
14	CH6.014	Tương tác và chuyển hóa bề mặt	Hóa hữu cơ	3	O	36	24	0	12	Vũ Cẩm Tú Nguyễn Văn Quyền
15	CH6.015	Cảm biến và chip sinh học	Hóa lý	3	O	36	20	0	16	Vũ Thị Thu
16	CH6.016	Hóa học mô phỏng các phân tử sinh học	Hóa lý – Xúc tác	3	O	36	27	0	9	Trần Đình Phong

CH6.001
RECENT TREND IN CHEMISTRY

1. **Course name: Recent trend in chemistry**
2. **Course code: CH6.001**
3. **Credits points (ECTS): 3**
4. **Lecturer in charge: Assoc. Prof. Tran Dinh Phong / Dr. Tran Tuan Anh / Dr. Nguyen Thi Kieu Oanh / Dr. Le Phuong Thu**

Teaching time		
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	18h
	Practice	0h
	Tutorial	18h
	Total	36h
Prerequisites	No	
Recommended background knowledge	No	
Course description:	This course is designed to provide recent trend of research in chemistry field.	
Objectives & Outcome	The aim of this scientific opinion is to update students on the most interesting and attractive trend of research in chemistry globally. The student will gain an overview and state-of-art toward modern chemical sciences including chemistry for life sciences, chemistry for energy conversion and storage, chemistry for environmental sciences.	
Assessment/ Evaluation	Thematic report	
Breaking Score	Reports: 100%	
Required Textbooks and Other Course Materials:	none	

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	Recent trend in chemistry for life sciences	6				
2	Recent trend in chemistry for energy conversion and storage	6		6		
3	Recent trend in chemistry for environmental sciences	6		6		
	Total	18		18		

CH6.002**ADVANCED CHARACTERIZATION TOOLS FOR QUANTITATIVE ANALYSIS**

1. **Course name: Advanced characterization tools for quantitative analysis**
2. **Course code: CH6.002**
3. **Credits points (ECTS): 3**
4. **Lecturer in charge: Dr. Bui Van Hoi/Dr. Nguyen Thi Kieu Oanh/ Dr. Le Hong Luyen**

Teaching time	August - December	
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	16h
	Practice	16h
	Tutorial	4h
	Total	36h
Prerequisites	No	
Recommended background knowledge	Analytical chemistry, chromatography	
Course description:	This course carries 3 ECTS and consists of one theoretical part and one practical project focusing on the application of modern instruments for analyzing the legacy and emerging contaminants (both inorganic and organic) in different types of samples.	
Objectives & Outcome	<p>The first part of this course will introduce to students the basic concept of instruments for quantification.</p> <p>In the second part, students will learn how to collect samples, to treat and to prepare samples before analyzing by instrument.</p> <p>The third parts, students will learn how to develop and to validate a new method in quantitative chemical analysis.</p> <p>Finally, students will try to apply their knowledge to practice the analyzing of real samples in the laboratory</p>	
Assessment/ Evaluation	essay, thematic report and oral exam	
Breaking Score	Attendance: 10%; Reports: 30%, Oral Final exam: 60% (Writing exam)	
Required Textbooks and Other Course Materials:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quantitative chemical analysis, Daniel C. Harris, 9th edition, 2. Modern analytic chemistry, David Havey, 2000, McGraw Hill 	

	3. Quality assurance and quality control in the analytical chemical laboratory: A practical approach. Piotr Konieczka, 2 nd edition, 2018, CRC press
--	---

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./Resources	Assignment(s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	Introduction to instrumental analysis	1				
2	Trace elemental analysis: + Atomic Absorption/Emission Spectroscopy + Inductively Coupled Plasma – Mass spectrometry	5				
3	Organic pollutants analysis: + Gas Chromatography + Liquid Chromatography + Ionic Chromatography	5				
4	Sample preparation + Digestion techniques + Extraction techniques + Clean up	3				
5	Method validation + Instrumental optimization + Reference materials and inter-laboratory comparison + Validation parameters	2				
7	Documentations (Reviews and presentations)			4		
8	Practical		16			
	Total	16	16	4		

CH6.003
ADVANCED CHARACTERIZATION TOOLS FOR INORGANIC MATERIALS

1. Course name: Advanced characterization tools for Inorganic materials.

Course code: CH6.003

2. Credits points (ECTS): 3

3. Lecturer in charge: Assoc. Prof. Dinh Thi Mai Thanh / Dr. Le Thi Ly / Dr. Nguyen Ngoc Duc

Teaching time		
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	24h
	Tutorial	
	Practice	12h
	Total	36h
Prerequisites	No	
Recommended background knowledge	general chemistry, inorganic chemistry, solid state chemistry	
Course description:	This course is designed to introduce the characterization methods for inorganic materials. Students will learn how to analyse structure, microstructure, shape, size...of inorganic materials.	
Objectives & Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Understand the basic information of characterization methods for Inorganic materials. • Describe the structure, principle works of the systems. • Understand the important role of preparation steps. • Understand well the results of characterization methods. • Understand the characterization methods used for Inorganic materials. • From the results can confirm the structure, microstructure, shape, size, of inorganic materials 	
Assessment/ Evaluation	Thematic reports and writing final exam	
Breaking Score	Attendance: 20%; Presentation: 20% Final exam: 60% (Writing exam)	
Required Textbooks and Other Course Materials:		

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./Resources	Assignment(s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	Part I: Characterization methods for structure and morphology of inorganic materials:			0		
1.1	X-ray diffraction	2	2			
1.2	Ultraviolet-visible spectroscopy (UV – Vis)	2				
1.3	Fourier -Transform InfraRed spectroscopy (FTIR)	2	1			
1.4	Raman spectroscopy	3				
1.5	Thermogravimetric analysis (TGA)	2	1			
1.6	Differential Scanning Calorimetry (DSC)	2	1			
1.7	Scanning electron microscopy (SEM) with Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX)	2	2			
2	Part II: Characterization methods for microstructure of inorganic materials					
2.1	Transmission electron microscopy (TEM) and high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM)	2	2			
2.2	X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)	3				
3	Other characterization methods of inorganic materials					
3.1	Brunauer-Emmett-Teller (BET)	2	1			
3.2	Dynamic light scattering (DLS)	1	1			
3.2	Zeta-potential analyzer	1	1			
	Total	24	12			

CH6.004
ADVANCED CHARACTERIZATION TOOLS FOR ORGANIC MATERIALS

1. **Course name: Advanced characterization tools for Organic materials**
2. **Course code: CH6.004**
3. **Credits points (ECTS): 3**
4. **Lecturer in charge: Assoc. Prof. Nguyen Hai Dang / Assoc. Prof. Nguyen Xuan Nhiem / Dr. To Hai Tung**

Teaching time	August – December	
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	24
	Tutorial	6
	Practice	6
	Total	36h
Prerequisites	No	
Recommended background knowledge	No	
Course description:	This course is designed to provide advanced characterization tools, which are modern physical spectroscopies, for the structure determination of organic materials. This is the in-depth knowledge as well as exercises using methods to determine the complex structure. Besides that, the application of these methods in chemistry and relative fields are also introduced. These methods include Infrared (IR); Ultraviolet-Visible (UV-Vis); Nuclear Magnetic Resonance (1D and 2D); Mass Spectrometry (MS) and Circular Dichroism (CD).	
Objectives & Outcome	<ul style="list-style-type: none"> - About knowledge: Students master basic and in-depth knowledge of spectroscopic methods so that they can apply and analyze in determining the chemical structure of organic compounds - About skills: Students have access to modern equipment; exchange and solve experimental problems 	
Assessment/ Evaluation	Students must attend at least 70% of lecture sessions Essay, Thematic reports and Writing final Examination.	

Breaking Score	Attendance: 20%; Presentation: 20% Final exam: 60% (Writing exam)
Required Textbooks and Other Course Materials:	<ol style="list-style-type: none"> 1. L. D. Field, H. L. Li, A. M. Magill, Organic Structures from Spectra, 6th Edition, Wiley, 2020. 2. Donald L. Pavia, Gary M. Lampman, George S. Kriz, James R. Vyvyan, Introduction to Spectroscopy, 5th Edition, Cengage Learning, 2015. 3. Robert M. Silverstein, Francis X. Webster, David Kiemle, David L. Bryce, Spectrometric Identification of Organic Compounds, 8th Edition, Wiley, 2014.

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	<p>- Chapter 1: Molecular Absorption Spectroscopy – UV-Vis and IR spectra</p> <p>+ Recall knowledge about the UV-Vis and IR spectra</p> <p>+ Application of two methods in structural determination of organic material.</p> <p>+ In-depth application of two methods in other fields of chemistry and relative fields.</p>	3		3		
2	<p>- Chapter 2: Mass spectrometry (MS)</p> <p>+ Recall knowledge about the UV-Vis and IR spectra</p> <p>+ Application of MS method in chemistry and relative fields</p>	3				
3	<p>Chapter 3: Nuclear Magnetic Resonance (NMR)</p> <p>+ The principle of the NMR method and introduction about the instrument. Recall the knowledge about the ^1H-NMR and ^{13}C-NMR</p> <p>+ Introduction to the 2D-NMRs</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>COSY spectrum</i> - <i>NOE effect and NOESY/ROESY spectrum</i> - <i>TOCSY spectrum</i> - <i>HSQC and HMBS spectra</i> - <i>Combination of HSQC-TOCSY</i> 	3 6		6 3		

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
	+ Application of NMR method (1D and 2D) in complex structural determination + Other application in relative fields	6				
4	- Chapter 4: Circular Dichroism spectroscopy (CD) + Introduction and principle of CD spectrum + Application of CD spectrum in absolute configuration of chiral compounds	3				
	Total	24	6	6		

CH6.005
TARGET AND NON-TARGET ANALYSIS

1. **Course name: Target and Non-target analysis**
2. **Course code: CH6.005**
3. **Credits points (ECTS): 3**
4. **Lecturer in charge: Dr. Vu Cam Tu / Dr. Bui Van Hoi**

Teaching time		
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	18h
	Practice	18h
	Tutorial	0h
	Total	36h
Prerequisites	No	
Recommended background knowledge	Analytical chemistry Physiochemistry Biological chemistry	
Course description:	This course is designed to provide definitions, nomenclature and application for targeted and non-targeted analytical approaches.	
Objectives & Outcome	The aim of this scientific opinion is to contribute to the common understanding of targeted and non-targeted analyses through novel definitions, concepts, and the applicability across different research areas. This opinion course, therefore, presents biological, chemical, and microscopy, chromatography-based examples of targeted and non-targeted approaches while studying the associated possibilities and limitations for analytical authentication.	
Assessment/ Evaluation	Thematic report	
Breaking Score	Report: 100%	
Required Textbooks and Other Course Materials:	none	

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	- Main content 1: Introduction and nomenclature of targeted vs non-targeted analysis + Content 1.1. General introduction + Content 1.2. nomenclature	2			Chapter 1	
2	- Main content 2: Analytical makers + Content 2.1. The primary makers + Content 2.2. The secondary makers	2			Chapter 2	
3	- Main content 2: Quantitative and Qualitative analysis + Content 3.1. Quantitative analysis + Content 3.2. Qualitative analysis	3			Chapter 3	
4	- Main content 3: Targeted analysis + Content 4.1. Profiling + Content 4.2. Signature + Content 4.3. Application	3	6		Chapter 4	
5	- Main content 4: Non-targeted analysis + Content 5.1. Profiling + Content 5.2. Fingerprinting + Content 5.3. Application	3	6		Chapter 5	
6	- Main content 5: Target versus non-target analytical methods + Content 6.1. Analytical chemistry techniques <ul style="list-style-type: none"> • Spectroscopy techniques • Chromatography + Content 6.2. Microscopy based techniques + Content 6.3. Molecular biology techniques	3	6		Chapter 6	

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prct.	Dis.		
7	- Main content 6: Target or non-target analysis, possible and limitation	2			Chapter 7	
	Total	18	18			

CH6.006
ELEMENTAL SPECIATION ANALYSIS

1. **Course name: Elemental speciation analysis**
2. **Course code: CH6.006**
3. **Credits points (ECTS): 3**
4. **Lecturer in charge: Dr. Bui Van Hoi / Dr. Vu Cam Tu**

Teaching time	August - October	
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	18h
	Practice	12h
	Tutorial	6h
	Total	28h
Prerequisites	No	
Recommended background knowledge	Analytical chemistry, chromatography	
Course description:	This course is designed to provide basic concepts in elemental speciation, its origin and toxicities. Then, the next part will give the different techniques for analyzing these species.	
Objectives & Outcome	<p>The first part of this course will introduce to students the knowledge of elemental species existing in different matrices as well as the toxicities of these species.</p> <p>The second part will help students:</p> <ul style="list-style-type: none"> - To define the problem, the importance of speciation analysis - To take and to store the samples - To use different technique for preparing the sample - To develop, validate and apply the method for analyzing elemental species 	
Assessment/ Evaluation	essay, thematic report and oral exam	
Breaking Score	Attendance: 10%; Reports: 30%, Oral Final exam: 60% (Writing exam)	
Required Textbooks and Other Course Materials:	<ol style="list-style-type: none"> 4. Handbook of elemental speciation: techniques and methodology, Rita Cornelis, 2003, Wiley. 5. Trace element speciation for environment, food and health, Les Ebdon, Les Pitts, 2001, The Royal Society of Chemistry 	

	<p>6. Elemental speciation: Waters, Sediments, and Soils, Graem E Batley and Simon C Apte, 2019, Elsevier</p> <p>7. Trace Metal Speciation with ICP-MS Detection Eva Krupp, Fabienne Seby, Rosa Rodr'iguez Mart'in-Doimeadios, Alison Holliday, Mariella Moldov'an, Gunda K'ollensperger, Stephan Hann and Olivier F X Donard. 2005 Blackwell Publishing Ltd.</p>
--	---

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	Introduction to elemental species	1				
2	Accumulation of elemental species in different compartments	1				
3	Sampling and sample preparation + Sample collection, storage + Sample pre-treatment + Sample preparation – Extraction	3				
4	Separation techniques + Liquid Chromatography + Gas Chromatography + Other methods	6				
5	Detection techniques + AAS + ICP – MS + Electrochemical methods + Biosensors	4				
6	Environmental risk assessment + Environmental risk assessment and ecology + Predicted No Effect Concentration (PNEC) + Determination of Predicted Environmental Concentration (PEC)	3				

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Pr.	Dis.		
7	Documentations (Reviews and presentations)			6		
8	Practical		12			
	Total	18	12	6		

CH6.007
BIOSYNTHESIS OF NATURAL PRODUCTS

1. **Course name: Biosynthesis of natural products**
2. **Course code: CH6.007**
3. **Credits points (ECTS): 3**
4. **Lecturer in charge: Assoc. Prof. Nguyen Hai Dang / Dr. Tran Tuan Anh**

Teaching time	August - October	
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	28 h
	Practice	8 h
	Tutorial	0 h
	Total	36 h
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> - Basic Organic Chemistry. - Basic Biology. 	
Recommended background knowledge	<p>Knowledge of organic chemistry and biology.</p> <p>Essential knowledge of basic biology</p>	
Course description:	<ul style="list-style-type: none"> - Help students to understand the impact of natural products in drug development and diverse structure as well as activities of these compounds. - Provide the knowledge of Biosynthesis classes of natural products from common sources. - Provide basic understanding of the potential of DNA sequencing in predicting natural products capacity of common organisms. 	
Objectives & Out-come	<p>Understand the impact of natural products in drug development and diverse structure as well as activities of these compounds.</p> <p>Biosynthesis of natural products from common sources</p> <p>Biosynthetic classes of compounds from different sources</p> <p>Natural product potential of target organisms based on genetic information.</p> <p>Apply on real-life case studies.</p>	
Assessment/ Evaluation	Essay, thematic report and oral exam	
Breaking Score	Attendance: 10%; Reports: 30%, Oral Final exam: 60% (Writing exam)	

Required Textbooks and Other Course Materials:	Christopher T Walsh, Yi Tang; Natural Product Biosynthesis: Chemical Logic and Enzymatic Machinery, 1 st edition, 2017, Royal Society of Chemistry.
---	--

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	Introduction of Natural product chemistry	1				
2	Mechanism of drug action: enzyme, receptor, and nucleic acid as drug targets.	3				
3	Process of drug development	3				
4	Natural product derived drugs in healthcare	3				
5	Application of genome mining to seek novel natural compounds					
6	Plant natural product biosynthesis and applications	3				
7	Bacterial natural product biosynthesis and applications (part 1)	3				
8	Bacterial natural product biosynthesis and applications (part 2)	3				
9	Fungal natural product biosynthesis and applications	3				
10	Case studies of natural product biosynthesis	3				
	Practice: Genome mining of a bacterial natural product producer		8			
	Total	28	8			

CH6.008

ADVANCED ELECTROCHEMISTRY

1. **Course name: Advanced Electrochemistry**
2. **Course code: CH6.008**
3. **Credits points (ECTS): 3**
4. **Lecturer in charge: Assoc. Prof. Nguyen Van Quynh / Dr. Nguyen Ngoc Duc**

Teaching time	August - October	
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	14 h
	Practice	12 h
	Tutorial	10 h
	Total	36 h
Prerequisites	Fundamental of Electrochemistry; interfaces; General Chemistry; solid state physic; Physical chemistry.	
Recommended background knowledge	<ul style="list-style-type: none"> - Have basic knowledge about concepts, such as a conventional 3-electrode system, various electrochemical techniques for depositing and characterizing bulk film, and nanostructured surfaces. - Mastering to application of Chronopotentiometry; Chronoamperometry, Linear Potential Sweep; Voltammetry; Cyclic Voltammetry, Impedance measurements in advanced material science research. - Understanding factors affecting the electrochemical reaction rate: temperature, ionic strength of the solution, catalyst, pH, and dielectric constant of the medium, micelle, reverse micelle & nanoparticles; 	
Course description:	<ul style="list-style-type: none"> - This course provides advanced knowledge in some current research fields with electrochemistry systems. 	
Objectives & Outcome	<ul style="list-style-type: none"> - Students have advanced knowledge of liquid electrochemistry at nanointerfaces. - Fully understanding of the theory of an electrified interface and processes occurring at heterogeneous interfaces where ion or electron or ion-coupled-electron transfer takes place. - Inspiring students with some modern trends of nanoelectrochemistry for investigating nano junction, nanopores systems, metal-organic framework, etc... <p>Apply on real-life case studies.</p>	
Assessment/ Evaluation	Essay, thematic report and oral exam	
Breaking Score	Attendance: 10%; Reports: 30%, Oral Final exam: 60% (Writing exam)	

Required Textbooks and Other Course Materials:	Electrochemistry at nanoscale written by P. Schmuki and S. Virtanen; Techniques and mechanism in electrochemistry written by PA. Chirstensenand and A. Hamnett.
---	--

COURSE CONTENT & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	Nano electrochemistry at the liquid/liquid interfaces	3	3			
2	Electrochemistry at nanoelectrodes	3		5		
3	Electrochemical applications of nanopore systems	2	3			
4	Electrochemistry within metal-organic frameworks	2	3			
5	Electrochemistry of graphene: the current state of the art	2	3			
6	Advanced electrochemical sensing system.	2		5		
	Total	14	12	10		

CH6.009
OMICS

1. **Course name: OMICS**
2. **Course code: CH6.009**
3. **Credits points (ECTS): 3**
4. **Lecturer in charge: Dr. Nguyen Thi Kieu Oanh / Dr. Tran Tuan Anh**

Teaching time		
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	24 h
	Practice	12 h
	Tutorial	0 h
	Total	36 h
Prerequisites		
Recommended background knowledge		
Course description:	This course carries 3 ECTS focusing on the introduction of systemic techniques such as metabolomics, transcriptomics, proteomic, metagenomics, genome editing and their application in drug development and biomedicine fields.	
Objectives & Outcome	<p>This course provides students with the recent trends in life sciences: (i) Omics techniques: metagenomics, proteomics, transcriptomics and metabolomics, (ii) metabolomics and genome mining project rationale and designs.</p> <p>Upon completing the course students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • Define what is omics techniques especially metabolomics and metagenomics and what is genome mining approaches • Present the different stages in metabolomics, proteomics, transcriptomics metagenomics and genome mining approaches • Analysis the applications of these above-mentioned approaches in drug development and biomedicine. <p>Investigate drug discovery pipelines to pinpoint limitations of traditional approaches as well as related research in Vietnam.</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> • Get along with modern techniques and approaches towards drug discovery • Acknowledge fundamentals of genome mining in natural product discovery and application of Biotechnology in this field
Assessment/ Evaluation	Could choose one or combine several forms of assessment: exercise, essay, practice, thematic report, exam, oral exam, etc.
Breaking Score	Attendance: 10%; Reports: 30%, Oral Final exam: 60% (Writing exam)
Required Textbooks and Other Course Materials:	

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect	Prc.	Dis.		
1	Introduction to OMICS	3				
2	Metabolomics and application in drug discovery, biomedicine, and drug development	9				
3	Pipeline for transcriptomics, proteomics, and case studies	3				
4	Metagenomics analysis and case studies	3				
5	Genomics and genome mining project rationales and designs.	6				
	Practice 1: Metabolomic analysis		6			
	Practice 2: Genomic analysis		6			
	Total	24	12			

CH6.010
ADVANCED SOLID-STATE CHEMISTRY

1. **Course name: Advanced Solid-State Chemistry**
2. **Course code: CH6.010**
3. **Credits points (ECTS): 3**
4. **Lecturer in charge: Dr. Nguyen Van Quyen / Dr. Le Thi Ly**

Teaching time	August - October	
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	24 h
	Practice	0 h
	Tutorial	12 h
	Total	36 h
Prerequisites	General chemistry, physical chemistry, solid state physic.	
Recommended background knowledge	Knowledge in chemical bonding, structure of molecules, condensed materials and general physic are demanded.	
Course description:	The course covers solid state chemistry in a broad manner with emphasis on fundamental concepts and inorganic/organic materials. Subjects covered are: Bonding and structure in solids, phase transitions, defects and nonstoichiometry, relationships between structure and electronic, magnetic and optical properties.	
Objectives & Outcome	After completion of the course the student should be able to: - Give a qualitative description of bonding in solid materials, crystal classes and symmetries as a basis for space groups and the most important crystal structures and other more complex compounds - Give a qualitative description of old and new concepts to describe the structure of inorganic solids. - Define solid-solid phase transition based on thermodynamic, kinetic and structural characteristics of a phase transition and knowledge of some of the most important phase transition in functional materials - Give a qualitative and quantitative representation of 0, 1 and 2 dimensional defects in solids and knowledge of defects related to non-stoichiometry in some important classes of inorganic materials. - Give a qualitative representation of the relationship between structure/bonding and electronic, electrical, magnetic, ferroic and optical properties of solids with emphasis on some of the most important classes of inorganic materials. - Give a qualitative description of emerging directions in materials	

	science.
Assessment/ Evaluation	Exercise, report and oral exam
Breaking Score	Attendance: 10%; Reports: 30%, Oral Final exam: 60% (Writing exam)
Required Textbooks and Other Course Materials:	1. Shackelford, J. <i>Introduction to Materials Science for Engineers</i> . 6th edition. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2004. ISBN: 9780131424869

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect	Prc.	Dis.		
1	Structure of the Atom, Bonding and Molecules	2			Lectures will be provided	
2	Electronic Materials	3			Lectures will be provided	
3	Crystalline Materials	2			Lectures will be provided	
4	Amorphous Materials	2			Lectures will be provided	
5	Nanostructured and low-dimensional Materials	3			Lectures will be provided	
6	Optical and Mechanical properties of solids	3		3	Lectures will be provided	
7	Magnetic and Electrical properties of solids	3		3	Lectures will be provided	
8	Thermal Properties of solid	3		3	Lectures will be provided	
9	Solid state ionic devices: batteries, fuel cells	3		3	Lectures will be provided	
	Total	24		12		

CH6.011

ADVANCED CHEMISTRY OF MATERIALS IN ENERGY CONVERSION AND STORAGE

1. **Course name: Advanced chemistry of Materials in Energy conversion and Storage**
2. **Course code: CH6.011**
3. **Credits points (ECTS): 03**
4. **Lecturer in charge: Dr. Le Thi Ly / Dr. Nguyen Ngoc Duc**

Teaching time		
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	36 h
	Practice	0 h
	Tutorial	0 h
	Total	36 h
Prerequisites	No	
Recommended background knowledge	general chemistry, inorganic chemistry, solid state chemistry, electrochemistry, catalysis	
Course description:	This course is designed to introduce the definition, theory, and current progress in the domain of Chemistry toward Materials in Energy conversion and Storage systems. The candidate will learn different technique to convert and store energy	
Objectives & Outcome	<ul style="list-style-type: none"> - Understand the advanced knowledge of energy conversion and storage - Describe the detail fundamental, method and materials for energy conversion and storage - Describe the key concepts and understand the terminology as well as the various working mechanisms that are currently proposed for energy conversion and storage. - Describe the current progress regarding material and device engineering for solar fuels production and rechargeable battery. - Analyze advantages and disadvantages of solar fuels technology in comparison to rechargeable batteries and solar cells. - Propose suitable approach to design/develop novel materials and devices 	
Assessment/ Evaluation	Reports, Presentation and Writing examination	
Breaking Score	Attendance: 10%; Presentation: 30%, Final exam: 60% (Writing exam)	

Required Textbooks and Other Course Materials:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solar cells new approaches and reviews 2. Solar Fuels 3. Photoelectrochemical solar fuel production 4. Rechargeable batteries: History, progress, and applications
---	--

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	Chapter 1: Solar cells <ul style="list-style-type: none"> - Thin films - Perovskite compounds - Inorganic-organic perovskite - Quantum dots - Bulk heterojunction 	9		0		
2	Chapter 2: Solar Fuels <ul style="list-style-type: none"> - Solar Thermochemical and Concentrated Solar Approaches - Artificial Photosynthesis and Solar Biofuel Production - Photocatalytic CO₂ Reduction to Fuels - Solar-Driven Water Splitting 	9				
3	Chapter 3: Photoelectrochemical solar fuel production <ul style="list-style-type: none"> - Fundamentals - Methods - Materials and devices 	9				
4	Chapter 4: Rechargeable batteries <ul style="list-style-type: none"> - Lithium -ion batteries - Na and K-ion batteries - Magnesium rechargeable batteries - Aqueous RBs - Pb-acid, Ni-Cd and Ni-MH batteries - Zinc-ions RBs - Metal-air batteries Flexible RBs	9				
	Total	36	0	0		

CH6.012
NOVEL METHODS IN ORGANIC SYNTHESIS

1. Course name: Novel methods in Organic Synthesis

Course code: CH6.012

2. Credits points (ECTS): 03

3. Lecturer in charge: Dr. Nguyen Duc Anh / Dr. To Hai Tung

Teaching time		
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	24 h
	Practice	0 h
	Discussion	12 h
	Total	36 h
Prerequisites	No	
Recommended background knowledge	No	
Course description:	The course provides PhD students the novel methods and techniques in organic and polymer chemistry including bond formation, multicomponent reaction, catalysis in organic, assisting techniques and controlled polymerization.	
Objectives & Outcome	After the course, the student is expected to: <ul style="list-style-type: none"> - Understand novel methods and techniques in organic and controlled polymer syntheses. - Propose an appropriate synthesis route for organic compounds. 	
Assessment/ Evaluation	Reports, Presentation and Writing examination	
Breaking Score	Attendance: 10%; Presentation: 30%, Final exam: 60% (Writing exam)	
Required Textbooks and Other Course Materials:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Serie "Advances in Organic Synthesis", Bentham Book Publisher 2. Serie "Reversible Deactivation Radical Polymerization", Oxford University Press, 2019 	

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	<p>- Chapter 1: New approaches in bond formation</p> <p>+ C-H Activation/C-C Cross-Coupling Reactions</p> <p>+ C-H Activation/C-Heteroatom Cross-Coupling Reactions</p> <p>+ Other Transition-metal catalysts for Cross-coupling reaction</p>	4		2		
2	<p>- Chapter 2: Application of Multicomponent reactions (MCRs)</p> <p>+ Introduction to models of Multicomponent reactions</p> <p>+ Application of MCRs in organic synthesis and relative fields</p>	4		2		
3	<p>Chapter 3: Organocatalysts in Organic synthesis</p> <p>+ Introduction and the development of organocatalysts</p> <p>+ Application of organocatalysts</p> <p>+ Assymetrical organocatalysts</p>	4		2		
4	<p>- Chapter 4: Modern techniques assisting for Organic Synthesis</p> <p>+ Alternative energy input: mechanochemical, microwave and ultrasound-assisted organic synthesis</p> <p>+ Ionic liquids in organic synthesis</p> <p>+ Computer-assisted in Organic Synthesis</p>	4		2		
5	<p>Chapter 5: Advances in polymerization methods</p> <p>+ Controlled polymerizations</p> <p>+ Modern techniques for polymerization systems</p> <p>+ Post-polymerization processes</p>	8		4		

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prct.	Dis.		
	Total	24		12		

CH6.013
ADVANCED NANOCHEMISTRY

1. **Course name: Advanced nanochemistry**
2. **Course code: CH6.013**
3. **Credits points (ECTS): 3**
4. **Lecturer in charge : Dr. Nguyen Thi Quyen / Dr. Nguyen Van Quyen**

Teaching time	August - October	
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	30 h
	Exercise	6 h
	Total	36 h
Prerequisites	General chemistry, Inorganic Chemistry, Organic Chemistry, Electrochemistry	
Recommended background knowledge	General knowledge of chemistry, inorganic chemistry, organic chemistry and electrochemistry are required. Knowledge in chemical bonding, structure of molecules and condensed materials, principles of chemical reactions (thermodynamic and kinetic aspects) are demanded.	
Course description:	<p>This course discusses on:</p> <p>(i) Chemical and physical methods for preparation of nanomaterials with desired structure and function.</p> <p>(ii) Chemistry of materials at nanoscale.</p> <p>The first part deals with different chemical approaches/ chemical processes and physical approaches for preparing a functional nanomaterial: e.g. via top-down or bottom up approaches. Chemical strategies for post-functioning a nanomaterial in order to achieve a desired structure and operation will be also discussed in parallel with magical one-pot preparation. The second part deals with the relationship of chemical properties of materials in nanoscale and catalytic properties. A comparison in chemistry at nanoscale to that achieved for a molecule or a bulk material in the milimetric scale will be discussed.</p>	
Objectives & Outcome	<p>After this course, the students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Understand the reason behind a choice made in the literature for preparing a nanostructured and functional nanomaterial with a special application perspective. • Be able to analyze the demand and propose an appropriate chemical process/ strategy for designing and preparing a 	

	<p>functional nanomaterial with desired structure and function.</p> <ul style="list-style-type: none"> Understand the differences in chemical properties (reactivity, catalytic activity, etc) of a material in nano size in comparison with an equivalence in molecular or bulk (millimetric) scale. Be able to propose a nanostructure to respond an application perspective.
Assessment/ Evaluation	Thematic report and exam
Score breaking	Exercises: 20%; Midterm Examination: 30%; written final exam: 50%
Required Textbooks and Other Course Materials:	[1] NanoChemistry : A chemical approach to nanomaterials by Geoffrey A. Ozin and Andre C. Arsenault, RSC Publishing 2005 <i>Note:</i> A hard copy of this text book is available at USTH Library.

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class	Contents	Hours			Ref./ Resources	Remarks
		Lect.	Pr.	Prc.		
1	<p>Class 1: Introduction</p> <p>Nanochemistry basics</p> <p>(Why nano, general concepts of nanomaterials, nanostructure, nanophysics and nanochemistry)</p>	1			<i>Lecture materials will be provided</i>	
Part I: Chemical and physical methods for preparation of nanomaterials with desired structure and function						
2	<p>Class 2: General concepts</p> <ul style="list-style-type: none"> Acid-base reaction redox reaction, bottom up and top down process to achieve nanosized materials 	1			<i>Lecture materials will be provided</i>	
3	<p>Class 3: Principles of nanomaterials growing in solution</p> <ul style="list-style-type: none"> Nucleation and growth process <p>(Surface tension, size dependences, elemental steps, stabilization of nanomaterials, thermodynamic versus kinetics, some detailed examples, effect of temperature, surfactant,</p>	5			<i>Lecture materials will be provided</i>	

Class	Contents	Hours			Ref./ Resources	Remarks
		Lect.	Pr.	Prc.		
	introducing of surface charges, effect of solvents <i>etc</i>)					
4	Class 4: Synthesis of nanoparticles in homogeneous solution <ul style="list-style-type: none"> From metal salts as precursors (Turkevich, Brust method for Au NPs) From Organometallic/complexes precursors 	5			<i>Lecture materials will be provided</i>	
5	Class 5: Preparation of nanostructured materials and its properties Nanostructures: nanosphere, nanorods, nanowires, nanopillars, nanotubes, hollow structure <ul style="list-style-type: none"> Physical approaches (ALD, CVD, PVD, electrospinning...) Chemical approaches (Metal assisted chemical etching, exfoliation, synthesis with soft and hard templates, SAMS, LBL...) 	6			<i>Lecture materials will be provided</i>	
6	Class 6: Characterization of nanostructured materials Some selected nanostructured materials example are discussed on the use of SEM, TEM, AFM, XRD, XPS, EXAFS, XANES, Mossbauer, BET, TGA, ICP-MS...to characterized nanomaterials	2			<i>Lecture materials will be provided</i>	
	Class 7: Presentation on selected research topics			3		
Part II: Chemistry of materials at nanoscale						
7	Class 8: Chemical reactivity in dependence of size, morphology, structure and chemical composition of nanomaterials Some selected examples are discussed	3			<i>Lecture materials will be provided</i>	
8	Class 9: Catalytic performance in	3			<i>Lecture materials</i>	

Class	Contents	Hours			Ref./ Resources	Remarks
		Lect.	Pr.	Prc.		
	<p>dependence of size, morphology, structure and chemical composition of nanomaterials (Continued)</p> <p>Some selected examples are discussed (<i>e.g.</i> nanocatalysts for the hydrogen evolution reaction, water oxidation reaction, oxygen reduction reaction)</p>				<i>will be provided</i>	
9	<p>Class 10: Nanomaterial for Programmable Catalysis</p> <p>Chemical device used in catalysis will be discussed and a principal to modulate the catalytic reaction.</p>	4			<i>Lecture materials will be provided</i>	
10	<p>Class 11: Presentation on selected research topics</p>			3		
Total		30		6		

CH6.014
SURFACE INTERACTION AND TRANSPORTATION

1. **Course name: Surface interaction and transportation**
2. **Course code: CH6.014**
3. **Credits points (ECTS): 2**
4. **Lecturer in charge: Dr. Vũ Cẩm Tú / Dr. Nguyễn Văn Quyền**

Teaching time		
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	24 h
	Practice	0 h
	Tutorial	12 h
	Total	36 h
Prerequisites	General Chemistry, Physical chemistry, basic solid-state chemistry, and surface science.	
Recommended background knowledge	Chemical science and engineering Material engineering Environmental engineering Nano science and technology	
Course description:	This course is designed to provide physio-chemical concepts dealing with the field-scale transport. The first part will deal with the transport in the environment by interaction with surface and pore-scale forces such as fluid drag, diffusion, and gravity. The second part will deal with the ionic transport in solid material and soft material with some examples. The course will provide basic and advance information about these interactions and forces and how they can be addressed and simulated at nano to field scales.	
Objectives & Outcome	This course aims to guide the students to explore not only the genuinely fascinating and complex subject of material transport in water environment (surface water, groundwater, etc), but also in energy storage devices.	
Assessment/ Evaluation	Thematic report and exam	
Score breaking	Assignment report: 30%; presentation and discussion: 20%; written final exam: 50%	

Required Textbooks and Other Course Materials:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colloid (Nano- and Micro-Particle) Transport and Surface Interaction in Groundwater / William P. Johnson and Eddy F. Pazmiño - Guelph, Ontario, Canada, 2023. 161 pages, ISBN: 978-1-77470-070-9 DOI: doi.org/10.21083/978-1-77470-070-9 2. Transport and Surface Phenomena/ Kamil Wichterle & Marek vecer. 2020 Elsevier, ISBN: 978-0-12-818994-8 3. Porous media transport phenomena. Civan, F., 2011. Wiley, New York.
---	--

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Pr.	Dis.		
1	<p>- Main content 1: Introduction to sizes, scales, forces, and energies of materials</p> <p>+ Content 1.1. Size and scales</p> <p>+ Content 1.2. Forces and Energies</p>	3			Chapter 1	
2	<p>- Main content 2: Nanoscale interaction</p> <p>+ Content 2.1. Solute interaction with nanoscale solid materials</p> <p>+ Content 2.2. Nanoscale materials interaction with surfaces</p>	3			Chapter 2	
3	<p>- Main content 3: Pore and field scale transport processes</p> <p>+ Content 3.1. Pore-scale transport process</p> <p>+ Content 3.2. Simulating pore-scale material transport</p> <p>+ Content 3.3. From pore to field scale transport of solid materials</p>	3		3	Chapter 3	
4	<p>- Main content 4: Network of solid material transport on a continuum scale</p> <p>+ Content 4.1. Experimentally observed continuum scale material transport</p> <p>+ Content 4.2. Simulating continuum</p>	3		3	Chapter 4	

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Pr.	Dis.		
	scale material transport					
5	<p>- Main content 5: Ions transport in solid material</p> <p>+ Content 5.1. General features of ion transport.</p> <p>+ Content 5.2. Ionic transport in ionic conductor.</p> <p>+ Content 5.3. Ionic transport in mixed ionic conductor.</p> <p>+ Content 5.4. Examples</p>	12		6	Lecture material will be provided.	
	Total	24		12		

CH6.015
BIOSENSORS AND BIOCHIPS

1. **Course name: Biosensors and biochips**
2. **Course code: CH6.015**
3. **Credits points (ECTS): 03**
4. **Lecturer in charge: Dr. Vu Thi Thu**

Teaching time		
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	20 h
	Practice	0 h
	Tutorial	16 h
	Total	36 h
Prerequisites	None	
Recommended background knowledge	Analytical chemistry, Electronics, Immunology, Molecular biology, Biochemistry	
Course description:	There are 6 chapters on this course: (1) Introduction (General introduction on biosensors and biochips); (2) Bio-recognition (related recognition mechanism often employed in biosensing platforms); (3) Transducers (the most often used transducing elements to convert specific bio-recognition into measurable signals); (4) Miniturization – Microsystems (technologies for microfabrication and integration); (5) Examples on biosensors; (6) Point-of-care devices (sensing devices for personalized medicine).	
Objectives & Outcomes		
Assessment/ Evaluation	- Report	
Score breaking	- Assignment report: 100%	
Required Textbooks and Other Course Materials:	Handbook of Biosensors and Biochips – Robert S. Marks, Christopher R.Lowe, David C, Wiley.	

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignment (s)
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	1. Introduction 1.1. Fundamentals on biosensors 1.2. Applications of biosensors	2				
2	2. Bio-recognition 2.1. Enzymatic reactions 2.2. Immuno assays 2.3. Molecular assays 2.4. Molecular imprinted polymer (MIP) 2.5. Aptamers	4				
3	3. Transducers 3.1. Electrochemical transducer 3.2. FET transducer 3.3. SERS transducer 3.4. Other transducers	4				
4	4. Miniturization – Microsystems 4.1. Silicon based technologies 4.2. Polymer based technologies 4.3. Paper based technologies 4.4. Integration	4				
5	Examples on biosensors ○ Glucometer ○ Pregnancy test ○ HIV tests ○ HBV test Covid tests	4	0			
6	Point-of-care devices	2	0			
	Practical (Nano and Bio Lab): Acetylcholinesterase based electrochemical sensors for pesticide detection	0	0	16		
	Total	20		16		

CH6.016

BIOINSPIRATION AND BIOMIMICRY IN CHEMISTRY

1. Course name: Bioinspiration and Biomimicry in Chemistry
2. Course code: CH6.016
3. Credits points (ECTS): 03
4. Lecturer in charge: Assoc. Prof. Tran Dinh Phong

Teaching time		
Location	University of Science and Technology of Hanoi	
Time Commitment	Lecture	27 h
	Practice	0 h
	Tutorial	9 h
	Total	36 h
Prerequisites	Inorganic Chemistry, Physical Chemistry, and Chemistry of Nanomaterials	
Recommended background knowledge	Bioinorganic chemistry	
Course description:	<p>This course discusses how chemists could learn from natural systems to design chemical objects (ranging from molecules to nanomaterials) for targeted applications. To this end, case studies will be presented and discussed. For each case, the structure and function of natural system will be first described following by how chemists could inspire from these features to design their desired objects. Representative chemical objects which have already been designed and synthesized will then be presented. Comparison between synthetic objects and natural systems will be emphasized in order to draw out the challenges that still remained. Case studies will be selected to discuss a large scope of application ranging from catalysis, energy conversion & storage, healthcare to environment analysis & treatment.</p>	
Objectives & Outcome	<p>Objectives:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Describe natural systems as a source of inspiration for chemists aiming to innovate the chemical sciences; - Get students familiar with concepts of bioinspiration and biomimicry as well as few successful examples when chemists inspire the natural systems to design their desired objects - Train students the ability to analyze the structure and operation of natural systems, draw out the key features and propose the inspiration. 	

	<p>Outcomes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Students are familiar with key concepts of bioinspiration & biomimicry; able to describe few representative examples of bioinspired molecules, bioinspired nanomaterials; - Students are able to analyze and compare different bioinspired, biomimetic systems: versus the natural systems and versus other bioinspired, biomimetic systems; - Students are able to point out challenges remained in the bioinspired, biomimetic systems of their interests (<i>e.g.</i> close to their PhD study topics). - Students are able to propose design(s) of desired objects, which are relevant to their PhD study topics, via bioinspiration, biomimetic approach.
Assessment/ Evaluation	Written exam, Assignment report and presentation
Score breaking	Assignment report: 30%; presentation and discussion: 20%; written final exam: 50%
Required Textbooks and Other Course Materials:	Bioinspiration and biomimicry in chemistry, Edited by Gerhard F. Swiegers, Wiley Publication, 2012

COURSE CONTENTS & SCHEDULE

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignments
		Lect.	Prc.	Dis.		
1	<p>The concepts of biomimicry and bioinspiration in chemistry</p> <ul style="list-style-type: none"> + Definitions + Seek inspiration or bioinspiration? + Biomimicry and sustainability + Biomimicry and nanostructure + Bioinspiration and function <p>Assignments will be given to each PhD student in function of his/ her interests and his/her PhD study topics (<i>e.g.</i> catalysis, energy conversion & storage, environment, chemistry of functional nanomaterials, etc)</p>	3			Chapter 1	
2	<p>Bioinspired self-assembly</p> <ul style="list-style-type: none"> + Concepts of self-assembly, 	6			Chapters 2, 3	1

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignments
		Lect.	Prc.	Dis.		
	thermodynamic and kinetic features + Molecular clefts, capsules and cages + Enzyme mimics and models: the case of hydrogenase + Ion channel mimics + Bioinspired frameworks					
3	Bioinspired materials chemistry + Silicate based bionanocomposites as bioinspired systems + Biomimetic strategies for silica-based materials + Biomimetic membranes + Biomimetic bone materials + Bioinspiration for preparation of semiconductors, nanoparticles and nanowires	3			Chapters 5,6	1
4	Bioinspired catalysis + Brief history of our understanding of the Enzymes structure and catalysis operation + Relationship between enzymatic catalysis and nonbiological homogeneous and heterogeneous catalysis + Selected enzymes relevant to energy conversion: PSII, hydrogenases, CO-dehydrogenases, Nitrogenases; enzymes relevant to environmental issues: nitrate reductases. + Biomimetic and bioinspired catalysts for H ₂ evolution, CO ₂ reduction, N ₂ fixation, water oxidation, etc.	6			Chapter 7 and additional reviews	1
5	Bioinspired dendritic light-harvesting systems + Dendrimer architectures (dendrimer as a chromophore, dendrimer as a Scaffold); + Electronic processes in light	3			Chapter 13	1

Class No.	Contents	No. of Hours			Ref./ Resources	Assignments
		Lect.	Prc.	Dis.		
	harvesting dendrimers. + Light harvesting dendrimers in clean energy technologies					
6	Biomimicry in organic synthesis + Biomimetic synthesis of natural products + Biomimetic reactions in organic synthesis + Biomimetic considerations as an aid in structural assignment	3			Chapter 14 and additional reviews	1
7	Biomimetic principles in macromolecular science + Polymer synthesis versus biopolymer synthesis + Biomimetic structural features in synthetic polymers + Movement in polymers + Antibody-like binding and enzyme-like catalysis in polymeric networks + Self-healing polymers	3			Chapter 11	1
8	Presentation of assignment 1 & discussion			3		
9	Presentation of assignment 2 & discussion			3		
10	Presentation of assignment 3 & discussion			3		
	Total	27		9		