

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

---

**CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO  
TIẾN SĨ**

**CHUYÊN NGÀNH: VẬT LIỆU ĐIỆN TỬ**  
MÃ SỐ: 62440123

**ĐỊNH HƯỚNG:**       - CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU  
                              - VẬT LIỆU ĐIỆN TỬ

**Đã được Hội đồng Xây dựng Chương trình đào tạo bậc Tiến sĩ thông qua  
ngày tháng năm 2015**

**HÀ NỘI**

# MỤC LỤC

PHẦN I: TỔNG QUAN VỀ CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO .....	1
1 Mục tiêu đào tạo .....	2
1.1 Mục tiêu chung .....	2
1.2 Mục tiêu cụ thể .....	2
2 Thời gian đào tạo .....	3
3 Khối lượng kiến thức .....	3
4 Đối tượng tuyển sinh .....	3
4.1 Định nghĩa .....	3
4.2 Phân loại đối tượng .....	4
5 Quy trình đào tạo, điều kiện công nhận đạt .....	4
6Thang điểm .....	4
7 Nội dung chương trình .....	5
7.1 Cấu trúc .....	5
7.2 Học phần bổ sung .....	5
7.3 Học phần Tiến sĩ .....	6
7.4Tiêuluậntổngquan .....	16
7.5 Chuyên đề Tiến sĩ .....	16
8 Danh sách Tạp chí / Hội nghị khoa học .....	17
8.1 Danh sách Tạp chí / Hội thảo khoa học trong nước .....	17
8.2 Danh sách Tạp chí / Hội thảo khoa học quốc tế .....	18
PHẦN II: ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT CÁC HỌC PHẦN .....	19
9 Danh mục học phần chi tiết của chương trình đào tạo .....	20
9.1 Danh mục học phần bổ sung .....	20
9.2 Danh mục học phần Tiến sĩ .....	20
10 Đề cương chi tiết các học phần Tiến sĩ .....	22

**PHẦN I**

**TỔNG QUAN VỀ CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO**

## CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO TIẾN SĨ CHUYÊN NGÀNH VẬT LIỆU ĐIỆN TỬ

<b>Tên chương trình:</b>	Chương trình đào tạo Tiến sĩ chuyên ngành “Vật liệu điện tử”
<b>Trình độ đào tạo:</b>	Tiến sĩ
<b>Chuyên ngành đào tạo:</b>	Vật liệu điện tử – Electronic materials
<b>Mã chuyên ngành:</b>	62440123
<b>Định hướng chuyên sâu::</b>	- Công nghệ vật liệu điện tử – Electronic Materials Engineering - Vật liệu điện tử – Electronic materials

(Ban hành theo Quyết định số 3446/QĐ-ĐH BK-SĐH ngày 04 tháng 09 năm 2014 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 “*Vật liệu điện tử*”, nhằm trang bị cho nghiên cứu sinh:

- Có trình độ đủ rộng và chuyên môn sâu về lĩnh vực vật liệu điện tử.
- Có tư duy khoa học, có khả năng tiếp cận và giải quyết các vấn đề khoa học chuyên ngành.
- Sau khi kết thúc khóa đào tạo, các tiến sĩ có khả năng độc lập sáng tạo, chủ động nắm bắt công nghệ, nghiên cứu ứng dụng các vật liệu điện tử trong khoa học và đời sống. Góp phần phát triển khoa học và phục vụ đời sống, đặc biệt là trong lĩnh vực công nghệ cao.
- Nâng cao kỹ năng đào tạo, nghiên cứu khoa học và triển khai các kết quả nghiên cứu vật liệu điện tử vào thực tiễn.
- Các luận án được đưa ra bảo vệ phải có các bài báo được công bố trên các tạp chí Khoa học công nghệ, trong đó tối thiểu có 01 bài báo đăng trên tạp chí Khoa học công nghệ quốc tế (có chỉ số ISI)

#### 1.2 Mục tiêu cụ thể

a. Theo hướng chuyên sâu về công nghệ vật liệu điện tử

Nghiên cứu sinh có khả năng cập nhật các kiến thức chuyên sâu, hiểu biết xu thế phát triển của các hướng nghiên cứu về công nghệ, các ứng dụng mới của vật liệu và các công nghệ vật liệu liên quan.

Chủ động trong việc thực hiện các công việc nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, làm chủ và sáng tạo các quy trình công nghệ về chế tạo vật liệu và linh kiện điện tử.

Rèn luyện kỹ năng xử lý, phân tích và có khả năng công bố, trao đổi các kết quả khoa học trên các tạp chí khoa học trong nước và quốc tế.

b. Theo hướng chuyên sâu về vật liệu điện tử

Cập nhật các kiến thức chuyên sâu, hiểu biết về thực trạng và xu thế phát triển của các hướng nghiên cứu, các ứng dụng mới của vật liệu điện tử và các công nghệ có liên quan.

Chủ động trong việc thực hiện các công việc nghiên cứu khoa học, làm chủ và sáng tạo các quy trình công nghệ về chế tạo vật liệu điện tử.

Có khả năng tư duy độc lập, kỹ năng xử lý, phân tích, trao đổi và tiếp nhận thông tin; kiến thức trong các sinh hoạt học thuật, hội thảo, hội nghị trong nước và quốc tế cũng như công bố các kết quả nghiên cứu khoa học ở trên các tạp chí khoa học trong nước và quốc tế.

## 2 Thời gian đào tạo

*Hệ tập trung liên tục:* 3 năm liên tục đối với NCS có bằng ThS, 4 năm đối với NCS có bằng ĐH.

*Hệ không tập trung liên tục:* NCS có văn bằng ThS đăng ký thực hiện trong vòng 4 năm đảm bảo tổng thời gian học tập, nghiên cứu tại Trường là 3 năm và 12 tháng đầu tiên tập trung liên tục tại Trường.

## 3 Khối lượng kiến thức

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

NCS đã có bằng ThS: tối thiểu 8 tín chỉ + khối lượng bổ sung (nếu có).

NCS mới có bằng ĐH: tối thiểu 8 tín chỉ học phần tiến sĩ + 28 tín chỉ (không kể luận văn) của Chương trình Thạc sĩ Khoa học chuyên ngành “Khoa học và Kỹ thuật Vật liệu Điện tử”. 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 chuyên ngành “Khoa học và Kỹ thuật Vật liệu Điện tử”

## 4 Đối tượng tuyển sinh

Đối tượng tuyển sinh là các thí sinh đã có bằng Thạc sĩ với ngành/chuyên ngành tốt nghiệp phù hợp (đúng ngành) hoặc gần phù hợp với ngành/chuyên ngành Vật liệu điện tử. Đối với các thí sinh có bằng tốt nghiệp đại học, chỉ tuyển sinh đối với thí sinh có bằng tốt nghiệp ĐH với ngành/chuyên ngành phù hợp (đúng chuyên ngành). Mức độ “*phù hợp hoặc gần phù hợp*” với chuyên ngành Vật liệu điện tử, được định nghĩa cụ thể ở mục 4.1 sau đây.

### 4.1 Định nghĩa

**Ngành phù hợp (đúng):** Ngành/chuyên ngành tốt nghiệp cao học được xác định là ngành/chuyên ngành đúng, ngành/chuyên ngành phù hợp với ngành, chuyên ngành xét tuyển NCS khi có cùng tên trong Danh mục giáo dục, đào tạo cấp IV trình độ thạc sĩ hoặc chương trình đào tạo của hai ngành/chuyên ngành này ở trình độ cao học khác nhau dưới 10% tổng số tiết học hoặc đơn vị học trình hoặc tín chỉ của khối kiến thức ngành.

**Ngành gần phù hợp:** Ngành/chuyên ngành tốt nghiệp cao học được xác định là ngành/chuyên ngành gần với ngành, chuyên ngành dự tuyển NCS khi cùng nhóm ngành/chuyên ngành trong Danh mục giáo dục, đào tạo cấp IV trình độ thạc sĩ hoặc chương

trình đào tạo của hai ngành/chuyên ngành này ở trình độ cao học khác nhau từ 10% đến 40% tổng số tiết học hoặc đơn vị học trình hoặc tín chỉ của khối kiến thức ngành.

Là những hướng đào tạo thuộc các ngành sau:

- Ngành “Hóa học”.
- Ngành “Khoa học và Kỹ thuật Vật liệu Kim loại”.
- Ngành “Khoa học và Kỹ thuật Vật liệu Phi kim”
- Ngành “Cơ điện tử”.
- Ngành “Kỹ thuật Điện tử Viễn thông”.
- Ngành “Kỹ thuật Điện”
- Ngành “Công nghệ hóa học”.
- Ngành “Vật lý”

#### **4.2 Phân loại đối tượng**

- Đối tượng A1:Thí sinh có bằng ThS Khoa học của ĐH Bách khoa Hà Nội, thạc sĩ khoa học các trường đại học ở nước ngoài có uy tín cấp, với ngành tốt nghiệp cao học đúng với ngành/chuyên ngành Tiến sĩ.

Đây là đối tượng không phải tham gia học bổ sung.

- Đối tượng A2: Thí sinh có bằng tốt nghiệp Đại học hệ chính quy đúng, phù hợp với ngành/chuyên ngành xếp loại “Xuất sắc” hoặc loại “Giỏi”. Đối với bằng tốt nghiệp xếp loại “Giỏi” yêu cầu người dự tuyển là tác giả của ít nhất 01 bài báo đã đăng trong tạp chí/kỷ yếu hội nghị chuyên ngành có phản biện độc lập, được Hội đồng chức danh Giáo sư Nhà nước tính điểm, có trong danh mục Viện chuyên ngành quy định hoặc người dự tuyển đạt thành tích sinh viên nghiên cứu khoa học từ giải ba cấp Trường trở lên.

Đây là đối tượng phải tham gia học bổ sung toàn bộ chương trình thạc sĩ khoa học.

- Đối tượng A3: Thí sinh có bằng ThS kỹ thuật (thạc sĩ theo định hướng ứng dụng) đúng ngành hoặc có bằng ThS tốt nghiệp ngành gần phù hợp.

Đây là đối tượng phải tham gia học bổ sung.

#### **5 Quy trình đào tạo, điều kiện công nhận đạt**

Quy trình đào tạo được thực hiện theo học chế tín chỉ, tuân thủ Quyết định số 3341/QĐ-ĐHKB-SĐH ngày 21/8/2014 về tổ chức và quản lý đào tạo Sau đại học của Hiệu trưởng Trường ĐH Bách khoa Hà Nội.

Các học phần bổ sung, học phần tiến sĩ và chuyên đề tiến sĩ phải đạt mức điểm C trở lên (xem mục 6).

#### **6 Thang điểm**

Khoản 6a Điều 62 của Quy định 3341/2014 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 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.

Phần	Nội dung đào tạo	A1	A2	A3
1	HP bổ sung	0	CT ThS KH	16TC ≥ Bổ sung ≥ 4TC
	HP TS	8TC		
2	TLTQ	2TC (Thực hiện và báo cáo trong năm học đầu tiên)		
	CĐTS	Tổng cộng 3 CĐTS, mỗi CĐTS 2TC		
3	NC khoa học và Luận án TS	90 TC (thực hiện trong 3 năm đối với hệ tập trung liên tục và 04 năm đối với hệ không tập trung liên tục)		

Lưu ý:

Số TC qui định cho các đối tượng trong là số TC tối thiểu NCS phải hoàn thành.

Đối tượng A2 phải thực hiện toàn bộ các học phần qui định trong chương trình ThS Khoa học của ngành tương ứng, không cần thực hiện luận văn ThS.

Các HP bổ sung được lựa chọn từ chương trình đào tạo Thạc sĩ của ngành đúng chuyên ngành Tiến sĩ.

Việc qui định số TC của HP bổ sung cho đối tượng A3 do Hội đồng khoa học Viện ITIMS và người hướng dẫn (NHD) quyết định dựa trên cơ sở đối chiếu các học phần trong bảng kết quả học tập ThS của thí sinh với chương trình ThS hiện tại của ngành đúng chuyên ngành Tiến sĩ nhưng phải đảm bảo số TC tối thiểu và tối đa trong bảng.

Các HP TS được NHD đề xuất từ chương trình đào tạo Thạc sĩ và Tiến sĩ của trường nhằm trang bị kiến thức cần thiết phục vụ cho đề tài nghiên cứu cụ thể của LATS.

### 7.2 Học phần bổ sung

Đối với NCS chưa có bằng thạc sĩ (Đối tượng A2)

NCS phải hoàn thành các học phần bổ sung trong thời hạn 2 năm kể từ ngày ký quyết định công nhận là NCS gồm các học phần ở trình độ thạc sĩ ngành “Khoa học và Kỹ thuật Vật liệu Điện tử” theo chương trình cụ thể như sau:

MÃ SỐ	TÊN HỌC PHẦN	TÍN CHỈ	KHỐI LƯỢNG
<b>PH4020</b>	Kỹ thuật phân tích phổ	3	3(2-1-1-6)
<b>PH4040</b>	Vật lý và kỹ thuật màng mỏng	3	3(2-1-1-6)
<b>PH4090</b>	Các cấu trúc nano	2	2(1-1-1-4)
<b>PH4110</b>	Hóa lý chất rắn	2	2(2-0-0-4)
<b>PH4120</b>	Mô phỏng linh kiện và công nghệ bán	2	2(2-0-0-4)

	dẫn		
<b>MSE6010</b>	Kỹ thuật đặc trưng vật liệu	3	3(2-0-2-6)
<b>MSE6020</b>	Khoa học vật liệu nâng cao	3	3(2,5-1-0-6)
<b>MSE6030</b>	Tổng hợp và chế tạo vật liệu	3	3(2,5-1-0-6)
<b>IMS6060</b>	Cấu trúc điện tử và liên kết trong phân tử và vật rắn	2	2(2-0-0-4)
<b>IMS6070</b>	Vật lý vật liệu bán dẫn	2	2(2-0-0-4)
<b>IMS6080</b>	Từ học, vật liệu từ và siêu dẫn	3	3(2,5-0,5-0,5-6)
<b>IMS6090</b>	Công nghệ vi hệ thống	2	2(1,75-0-0,5-4)
<b>IMS6100</b>	Vật lý, công nghệ mạch tích hợp và cảm biến bán dẫn	2	2(1-0-2-4)
<b>IMS6110</b>	Vật liệu và linh kiện quang điện tử	2	2(1,5-0,5-0,5-4)
<b>IMS6120</b>	Vật liệu có cấu trúc nano	2	2(1,75-0-0,5-4)

### 7.3 Học phần Tiến sĩ

#### 7.3.1 Danh mục học phần Tiến sĩ

TT	MÃ SỐ	TÊN HỌC PHẦN	GIẢNG VIÊN	TÍN CHỈ	KHỐI LƯỢNG
1	IMS7010	Khoa học vật liệu điện tử	1.GS. TSKH. Thân Đức Hiền 2.PGS. TS. Vũ Ngọc Hùng	3	3(3-0-0-6)
2	IMS7021	Vật lý của các hệ thấp chiều - Nano, màng mỏng và bề mặt.	1.PGS. TS. Nguyễn Anh Tuấn 2. TS. Mai Anh Tuấn	3	3(3-0-0-6)
3	IMS7031	Nano từ và điện tử học spin	1. PGS. TS. Nguyễn Anh Tuấn 2.PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương	3	3(3-0-0-6)
4	IMS7041	Linh kiện điện tử và cảm biến nano	1. PGS. TS. Nguyễn Văn Hiếu 2. TS. Vũ Văn Quang	3	3(3-0-0-6)
5	IMS7051	Những vấn đề chọn lọc của vật lý siêu dẫn nhiệt độ cao	1. TS. Nguyễn Khắc Mẫn 2. GS. TSKH. Thân Đức Hiền	3	3(2-2-0-6)
6	IMS7061	Vật liệu và linh kiện quang điện tử nâng cao	1. TS. Trần Ngọc Khiêm 2. PGS. TS. Vũ Ngọc Hùng	3	3(2,5-1-0-6)
7	IMS7070	Công nghệ vật liệu điện tử tiên tiến	1.PGS.TS. Vũ Ngọc Hùng 2.GS.TSKH.Thân Đức Hiền	3	3(3-0-0-6)
8	IMS7081	Linh kiện vi hệ thống	1.PGS.TS. Vũ Ngọc Hùng 2. TS. Nguyễn Văn Quy	3	3(3-0-0-6)
9	IMS7091	Các kỹ thuật khảo sát tính chất từ của vật liệu	1.PGS.TS.Nguyễn Phúc Dương 2.TS. Nguyễn Khắc Mẫn	3	3(3-0-0-6)
10	IMS7101	Công nghệ chế tạo các cấu trúc micro và nanô	1. TS. Vũ Văn Quang 2.PGS.TS. Nguyễn Văn Hiếu	3	3(3-0-0-6)



11	IMS7111	Công nghệ năng lượng mới	1. TS. Mai Anh Tuấn 2. PGS.TS. Nguyễn Văn Hiếu	3	3(2-2-0-6)
12	IMS7121	Các hệ tích trữ năng lượng: Khoa học và công nghệ	1. TS. Bùi Thị Hằng 2. TS. Nguyễn Văn Quy	3	3(2-2-0-6)
13	IMS7131	Nhập môn vi lưu	1. TS. Chu Thị Xuân 2. PGS.TS. Mai Anh Tuấn	3	3(3-0-0-6)
14	IMS7141	Khoa học và công nghệ hóa ướt chế tạo vật liệu nano	1. TS. Đặng Thị Thanh Lê 2. TS. Nguyễn Văn Duy	3	3 (1-1-1-7)
15	IMS7151	Tính chất điện tử và dòng điện ở thang nano	1. PGS. TS. Nguyễn Anh Tuấn 2. TS Nguyễn Khắc Mẫn	3	3(3-0-0-6)
16	IMS7161	Pin Lithium-Ion	1. TS. Bùi Thị Hằng 2. PGS.TS Nguyễn Văn Quy	2	2(2-0-0-4)
17	IMS7171	Các phương pháp tiên tiến dùng trong phân tích cấu trúc và thành phần hóa học của vật liệu nano	1. TS. Tô Thanh Loan 2. PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương	2	2(2-0-0-4)
18	IMS7181	Các nguyên lý và phản ứng điện hóa	1. TS. Bùi Thị Hằng 2. TS. Chu Thị Xuân	3	3(2-2-0-6)
19	IMS7191	Các phương pháp hóa học chế tạo vật liệu từ kích thước nanomet	1.TS. Đào Thị Thủy Nguyệt 2. PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương	3	3(3-0-0-6)
20	IMS7201	Vật liệu và ứng dụng của các bán dẫn hợp kim	1.TS. Ngô Ngọc Hà 2.TS Trần Ngọc Khiêm	3	3(3-0-0-6)
21	IMS7211	Công nghệ chế tạo các cấu trúc micro và nano	1.TS. Nguyễn Văn Duy 2.TS. Nguyễn Đức Hòa	2	2(2-0-0-4)
22	IMS7221	Linh kiện điện tử và cảm biến nano	1.TS. Nguyễn Đức Hòa 2.GS.TS. Nguyễn Văn Hiếu	3	3(3-0-0-6)
23	IMS7231	Công nghệ vật liệu từ cứng	1.TS. Trần Thị Việt Nga 2.PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương	2	2(2-0-0-4)
24	IMS7241	Phương pháp nghiên cứu và viết báo cáo khoa học	1.PGS.TS. Nguyễn Đức Hòa 2.GS.TS. Nguyễn Văn Hiếu	3	3(3-0-0-6)
25	IMS7251	Vật lý sinh học và các hệ cô đặc thể mềm	1. PGS.TS. Mai Anh Tuấn 2. TS. Chu Thị Xuân	3	3(3-0-0-6)
26	IMS7261	Linh kiện quang tử tiên tiến trên cơ sở công nghệ vi hệ thống	1. TS. Chu Mạnh Hoàng 2. PGS. TS. Vũ Ngọc Hùng	3	3(3-0-0-6)
27	IMS7271	Vật liệu kỹ thuật cho plasmon bề mặt	1. TS. Chu Mạnh Hoàng 2. TS. Vũ Thu Hiền	3	3(3-0-0-6)
28	IMS7281	Kỹ thuật khắc mẫu từ micro tới nano mét tiên tiến	1. TS. Chu Mạnh Hoàng 2. PGS. TS. Vũ Ngọc Hùng	3	3(3-0-0-6)

\* Nghiên cứu sinh có thể chọn một học phần tự chọn liên quan đến lĩnh vực vật liệu điện tử trong các học phần do Viện ITIMS phụ trách, phù hợp với yêu cầu của đề tài nghiên cứu.

### 7.3.2 Mô tả tóm tắt học phần Tiến sĩ

#### **IMS7010 Khoa học vật liệu điện tử**

Các loại vật liệu điện tử thông dụng và đặc biệt; cơ học lượng tử và các mức năng lượng điện tử trong nguyên tử; các mức năng lượng điện tử trong vật rắn; sự vận chuyển điện tích trong vật liệu; hiệu ứng phân cực điện tích; hiệu ứng hấp thụ và bức xạ ánh sáng của vật rắn; các hiệu ứng từ tính trong vật liệu; hiện tượng siêu dẫn trong vật liệu; vật liệu điện tử có kích thước nanomet và ứng dụng.

#### **IMS7010 Electronic Materials Science**

Electronic materials: commonly used and special; quantum mechanics and electronic levels in atoms; electronic levels in solids; charge transport in materials; polarization effect in materials; light absorption and emission of solids; magnetic effect in materials; superconducting effect in materials; electronic materials in nanoscale and its application.

#### **IMS7021 Vật lý của các hệ thấp chiều - Các hệ nano, màng mỏng và bề mặt**

Học phần này đề cập đến một số vấn đề của vật lý hiện đại, đặc biệt chú ý đến các tính chất và các đặc trưng vật lý liên quan đến việc giảm kích thước của hệ xuống đến thang nanomet: vật lý của các hệ thấp chiều, gồm 0D (chấm nano), 1D (dây nano), 2D (màng siêu mỏng) và các bề mặt có cấu trúc nano; vật lý của màng mỏng và bề mặt chất rắn.

#### **IMS7021 Physics of Low-Dimensional Systems - Nano, Thin Films and Surfaces**

This unit of study refers to a number of problems of modern physics, special attention to the physical properties and features associated with the reduced size of the systems down to the nanometer scale: the physics of the low-dimensional systems, including 0D (nanodots), 1D (nanowires), 2D (ultrathin films) and nanostructured surfaces; physics of thin films and solid state surfaces.

#### **IMS7031 Nano từ và điện tử học spin**

Học phần đề cập đến những vấn đề hiện đại của từ học và vật liệu từ ở thang nanomet; các hiện tượng và các tính chất vật lý của spin điện tử trong các hệ chất rắn; đặc biệt là các hiện tượng liên quan đến sự vận chuyển hoặc tương tác phụ thuộc spin được sử dụng trong lĩnh vực điện tử học nano (nanoelectronics). Nội dung chính bao gồm: các khái niệm cơ bản trong vật lý spin; các vật liệu từ cấu trúc nano; công nghệ spintronics, linh kiện spin điện tử và ứng dụng.

#### **IMS7031 Nanomagnetism and spintronics**

This unit of study refers to the modern problems of magnetism and magnetic materials which in nano-scale; the phenomena and the physical properties of the spin in solid state systems, especially for phenomena related to the spin-dependent transport or interactions and used in the field of nanoelectronics. Contents of the module include: basic concepts in spin physics; nanostructured magnetic materials; spintronics technology, spin electron devices and applications.

#### **IMS7041 Linh kiện điện tử và cảm biến nano**

Học phần này sẽ giúp NCS tiếp cận về mặt vật lý cũng như công nghệ của các loại linh kiện điện tử cảm biến có cấu trúc nano. Một lĩnh vực mới đang rất được quan tâm trong lĩnh vực khoa học và công nghệ nano.

#### **IMS7041 Nanoelectronic devices and nano sensors**

This course will help PhD students approach physically as well as technologies of nanoelectronic devices and nanosensors. A new field is very interested in materials science and engineering.

### **IMS7051      Những vấn đề chọn lọc của vật lý siêu dẫn nhiệt độ cao**

Đây là những vấn đề chọn lọc mang tính thời sự của siêu dẫn nhiệt độ cao liên quan chủ yếu đến các hệ siêu dẫn chứa ôxít đồng (cuprate). Tính dị hướng của cấu trúc tinh thể chi phối đặc trưng siêu dẫn, cấu trúc điện tử và hầu hết các tính chất vật lý khác của vật liệu. Các dẫn giải ở đây được đưa ra dựa trên mô hình lý thuyết kết hợp với các bằng chứng về thực nghiệm hiện đại.

### **IMS7051      Selected Topics of High-Tc Superconducting Physics**

This subject consists of several hot topics of high-Tc superconductivity, which mainly related to high-Tc cuprates. The anisotropy of the crystal structures are the principal cause which effected on the high-Tc superconducting characteristics, electronic structure and almost the other physical properties. The lectures to be given out here base on theoretical models combined with some modern experimental results.

### **IMS7061      Vật liệu và linh kiện quang điện tử nâng cao**

Học phần này trình bày các kiến thức cơ sở và nâng cao về vật liệu và linh kiện quang điện tử bao gồm các loại vật liệu bán dẫn, điện môi, vật liệu có pha tạp các tâm phát quang là các kim loại chuyển tiếp và đất hiếm. trình bày về cấu trúc và tính chất quang, tính chất điện của vật liệu. Thiết kế chế tạo và cơ chế hoạt động của các linh kiện quang điện tử.

### **IMS7061      Advanced optoelectronic materials and devices**

This subject is characterization the basic and advanced knowledge for optoelectronic materials and devices consist of semiconductor materials, dielectric materials, materials doped with emitting center such as rare-earth and transition metals. Characterization for material structures and optical, electrical characteristics of materials, desire, fabricate and investigation for activity mechanism of optoelectronic devices.

### **IMS7070      Công nghệ vật liệu điện tử tiên tiến**

Học phần gồm hai nội dung chính. Nội dung thứ nhất đề cập tới công nghệ chế tạo vật liệu điện tử tiên tiến: công nghệ chế tạo vật liệu khối; công nghệ chế tạo vật liệu màng mỏng; công nghệ chế tạo dây nano; công nghệ chế tạo hạt nano. Nội dung thứ hai đề cập tới công nghệ chế tạo linh kiện điện tử micro và nano

### **IMS7070      Advanced electronic materials engineering**

This course consists of two main parts. The first part focuses on the manufacturing of bulk materials, two-dimensional nanostructures: thin films, one-dimensional nanostructures: nanowires and nanorods, and zero-dimensional nanostructures: nanoparticals. The second part focuses on the fabrication technology of micro and nano electronic devices.

### **IMS7081      Linh kiện vi hệ thống**

Học phần này bao gồm các vấn đề về ảnh hưởng của kích thước thu nhỏ tới tính chất của vi hệ thống, vi hệ thống cơ điện tử, vi hệ thống năng lượng, vi hệ thống cơ quang điện tử và vi hệ thống phân tích tổng hợp.

### **IMS7081      Microsystem devices**

Scaling issues for microsystem, process design, micro-electromechanical systems, power MEMS, MOEM and  $\mu$ -TAS.

### **IMS7091 Các kỹ thuật khảo sát tính chất từ của vật liệu**

Học phần này trang bị cho NCS những kiến thức cơ bản trong quá trình làm thí nghiệm về các phép đo từ. NCS có khả năng vận dụng các kỹ thuật thích hợp trong từng bài toán cụ thể và có thể tự xây dựng các hệ đo tại phòng thí nghiệm.

### **IMS7091 Techniques for investigating magnetic properties of materials**

Basic knowledge required for investigating magnetic parameters and setting up measuring systems for magnetic characterization.

### **IMS7101 Công nghệ chế tạo các cấu trúc micro và nano**

Học phần này sẽ giúp NCS tiếp cận các công nghệ mới để chế tạo các cấu trúc có kích thước micro và nano và ứng dụng các công nghệ này trong công nghệ chế tạo vi điện tử và nano điện tử.

### **IMS7101 Micro and nanomanufacturing**

This course is to introduce information and knowledge on emerging field of micro- and nanomanufacturing. The course focuses on novel techniques such as molding, lithography, machining, milling, water drop machining, self assembly, manipulation, cutting

### **IMS7111 Công nghệ năng lượng mới**

Khi các nguồn năng lượng hóa thạch đang ngày càng cạn kiệt, việc nghiên cứu, phát triển và sản sinh những nguồn năng lượng tái tạo khác đang thu được sự quan tâm đặc biệt ở mức độ toàn cầu. Những nguồn năng lượng mới có thể được sản sinh từ biển, gió, mặt trời... Trong khóa học này NCS sẽ tìm hiểu một số nguồn năng lượng đó từ những vật liệu ban đầu, công nghệ sản xuất và hiệu quả kinh tế. Đặc biệt, khóa học định hướng người học vào các loại vật liệu có cấu trúc micro-nano dùng trong pin mặt trời truyền thống và thế hệ mới. Chương trình này được thiết kế cho NCS theo học ngành Công nghệ Vật liệu Điện tử tại trường ĐH Bách Khoa Hà Nội.

### **IMS7111 Renewable Energy: Improvement, Sustainable and Green Choices**

As the fossil is becoming exhausted, the research and development of renewable sources is contracted many scientists, investors and policy maker worldwide. These sources can be created by sea, wind, solar and even biological agents.

In this course, PhD students should study conventional materials, renewable ones including starting materials, fabrication methods..... In particular, the student should focus on micro-nano structured materials for conversion, storage energy.

This course is specially designed for students of Electronics Materials at Hanoi University of Technology.

### **IMS7121 Các hệ tích trữ năng lượng: Khoa học và công nghệ**

Trong học phần này các NCS sẽ được tiếp cận về mặt khoa học và công nghệ của các hệ dự trữ năng lượng đặc biệt là năng lượng điện hóa như: pin Fe-khí dạng nạp lại và không nạp lại, pin nhiên liệu, siêu tụ điện, cathode và anode của pin nạp lại Li-ion cũng như vật liệu nanocarbon.

### **IMS7121 Energy storage systems: Science and technology**

Energy storage systems, especially electrochemical Energy storage include: metal-air primary and rechargeable batteries, fuel cells, supercapacitors, cathodes and anodes of lithium-ion rechargeable batteries, as well as nanocarbon materials.

### **IMS7131      Nhập môn vi lưu**

Học phần này sẽ giới thiệu và giúp cho các NCS tiếp cận và có những kiến thức cơ bản về vi lưu. Nội dung môn học sẽ tập trung vào giới thiệu những khái niệm cơ bản trong vi lưu, một số tính chất đặc biệt của chất lỏng ở thang micro và nano, một số phương pháp chế tạo hệ vi lưu và những ứng dụng phổ biến.

### **IMS7131      Introduction to microfluidics**

The aim of this course is to introduce definition and basic knowledge of microfluidics. The course focuses on basics concepts of microfluidics, some specific phenomena in fluidics at micro and nanoscale, methods to fabricate microfluidic system and their applications.

### **IMS7141      Khoa học và công nghệ hóa ướt chế tạo vật liệu nano**

Môn học này sẽ giúp NCS tiếp cận về mặt hóa học cũng như công nghệ hóa ướt chế tạo các loại vật liệu điện tử có cấu trúc nanô. Một lĩnh vực đang rất được quan tâm trong lĩnh vực khoa học và công nghệ nano.

### **IMS7141      Wet-chemical science and technology for synthesis of nanomaterials**

This subject will support students to approach wet methods synthesizing nanomaterials chemically as well as technologically. This is one of the most interesting areas in nanoscience and nanotechnology.

### **IMS7151      Tính chất điện tử và dòng điện ở thang nano**

Học phần giới thiệu một số kiến thức cơ sở của cấu trúc và tính chất của điện tử khi giảm kích thước vật dẫn xuống đến thang nanômét. Cấu trúc môn học bao gồm các hiện tượng hay các quá trình và tính chất vật lý liên quan đến sự phân bố và vận chuyển điện tử trong các cấu trúc nano, đặc biệt là các hiện tượng liên quan đến sự vận chuyển phụ thuộc spin, đáp ứng quang và nhiệt của điện tử hay spin điện tử, được sử dụng trong lĩnh vực điện tử học nano, spintronics và quang học-quang điện tử nano. Học phần cũng giới thiệu đôi nét về lĩnh vực điện tử học mới, nối tiếp điện tử học nano: điện tử học phân tử.

### **IMS7151      Electronic Properties and Current at the Nanoscale**

The module introduces some basic knowledge of the electronic structures and properties of materials when sizes of conductor are reduced to the nanometer scale. Structure of the module includes phenomena or processes and physical properties related to the distribution and electronic transports in nanostructures, especially the phenomena related to the spin-dependent transport, optical and thermal responses of the electrons or spins, are used in the field of nanoelectronics, spintronics, and nano-optics & nano-optoelectronics. The module also introduces some features of the new academic field of electronics that succeeded nanoelectronics: molecular electronics, or molelectronics.

### **IMS7161      Pin Lithium-Ion**

Học phần này sẽ giúp NCS tiếp cận các khái niệm cơ bản về pin, cấu trúc của pin và các cơ chế nạp cho pin nạp lại. Đặc biệt học phần này tập trung mô tả chi tiết các bộ phận cấu thành pin Li-ion và quy trình sản xuất pin Li-ion. NCS cũng được trang bị kiến thức chuyên sâu về cấu trúc, đặc trưng cơ bản của một số pin Li-ion như pin Li-ion chất điện ly lỏng, Li-ion polymer, Li-ion trạng thái rắn...

### **IMS7161      Lithium-ion Batteries**

This course focuses on the structure, characteristics, construction of some typical Li-ion batteries such as Li-ion, Polymer Li-ion, Thin-film, Solid-state Li-ion batteries. Introduction

of the basic knowledge on the cell and battery such as components of cells and batteries, operation of a cell, chemistry in cell, cell charge and discharge, characteristics...

### **IMS7171 Các phương pháp tiên tiến dùng trong phân tích cấu trúc và thành phần hóa học của vật liệu nano**

Học phần này đề cập các kỹ thuật tiên tiến đang được áp dụng rộng rãi trên thế giới để nghiên cứu cấu trúc và thành phần hóa học của vật liệu nano bao gồm phép đo nhiễu xạ và hấp thụ tia X, phương pháp phân tích cấu trúc Rietveld, phổ Raman, phổ Mössbauer.

### **IMS7171 Advanced methods used in structure and chemical composition analysis of nanomaterials**

This course will provide students with the advanced techniques for studying structure and chemical composition of nanomaterials including X-ray diffraction, X-ray absorption, Rietveld refinement analysis, Raman spectroscopy, Mössbauer spectroscopy.

### **IMS7181 Các nguyên lý và phản ứng điện hóa**

Học phần này sẽ giúp NCS tiếp cận các khái niệm cơ bản về điện hóa nói chung, các quá trình xảy ra trong hệ điện hóa, các cơ chế và động lực học của hệ điện hóa. Đặc biệt các quá trình điện cực, cấu trúc lớp tiếp xúc điện cực-chất điện ly và cơ chế phản ứng điện cực được hệ thống chi tiết giúp NCS nắm rõ lý thuyết và vận dụng trong thực tế nghiên cứu. Ngoài ra học phần còn trang bị cho NCS các kỹ thuật đo đạc, nghiên cứu về điện hóa.

### **IMS7181 Electrochemical principles and reactions**

Introduction of basic concepts of electrochemistry: nature of electrode reactions, thermodynamic background and electrode potentials, electrode processes, fundamental of kinetics and mechanism of electrode reactions, interface region, electrical double layer, methods for studying electrode reactions, electrochemical research techniques.

### **IMS7191 Các phương pháp hóa học chế tạo vật liệu từ kích thước nanomet**

Học phần này đề cập đến các kiến thức cơ sở về các phương pháp hóa học sử dụng để chế tạo các vật liệu từ có kích thước nanomet như đồng kết tủa, sol-gel, vi nhũ tương, thủy nhiệt, nhiệt phân, điện hóa, polyol...; đồng thời phân tích những điểm nổi bật về các tính chất vật lý hóa học của các sản phẩm thu được tùy theo các phương pháp chế tạo khác nhau.

### **IMS7191 The chemical fabrication methods for magnetic nanoparticles**

This module offers fundamental knowledge of chemical methods which are commonly used to synthesize the nano-sized magnetic material as coprecipitation, sol-gel, emulsion, hydrothermal, pyrolysis, electric chemical, polyol... Additionally, the important physical and chemical properties of the products obtained by different manufacturing methods are also presented in this course.

### **IMS7201 Vật liệu và ứng dụng của các bán dẫn hợp kim.**

Học phần này đề cập đến các kiến thức cơ sở về các loại vật liệu bán dẫn lai hóa SiGe, đặc biệt nhấn mạnh vào loại vật liệu có cấu trúc nano tiềm năng cho việc phát triển linh kiện vi điện tử, quang điện tử và pin mặt trời thế hệ mới. Nội dung của khóa học khái quát các kiến thức cơ bản về các loại bán dẫn, sự lai hóa, ưu nhược điểm của quá trình lai hóa, các tính chất lý hóa thay đổi trên hệ vật liệu. Trên cơ sở lý thuyết và các kết quả nghiên cứu ứng dụng về tính chất quang điện tử của vật liệu, học phần này đưa ra đề xuất ứng dụng của các loại vật khác nhau trong các lĩnh vực khác nhau, đồng thời gợi mở các hướng nghiên cứu và tiềm năng chưa được khai thác của vật liệu lai hóa này.

### **IMS7201      Materials and applications of semiconductor alloys.**

This subject focuses on fundamental knowledges of the SiGe hybrid semiconductor, with particular emphasis on nanostructured materials for the development potential of electronic components, optoelectronics and new generation of solar cells. The content of the course generalizes essential knowledges of semiconductors, the hybrid, advantages and disadvantages of the hybridization, the physical and chemical properties of the materials. Based on theory and experimental results on applications of optoelectronic properties of materials, this study section proposes new possible applications of the materials in various sectors, and suggest the potential research directions of this hybrid material.

### **IMS7211      Công nghệ chế tạo các cấu trúc micro và nano**

Môn học này sẽ giúp NCS tiếp cận các công nghệ mới để chế tạo các cấu trúc có kích thước micro và nano và ứng dụng các công nghệ này trong công nghệ chế tạo vi điện tử và nano điện tử.

### **IMS7211      Micro and Nano Fabrication**

This course is to introduce information and knowledge on emerging field of micro- and nanomanufacturing. The course focuses on novel techniques such as molding, lithography, machining, milling, water drop machining, self assembly, manipulation, cutting.

### **IMS7221      Linh kiện điện tử và cảm biến nano**

Môn học này sẽ giúp NCS tiếp cận về mặt vật lý cũng như công nghệ của các loại linh kiện điện tử cảm biến có cấu trúc nano. Một lĩnh vực mới đang rất được quan tâm trong lĩnh vực khoa học và công nghệ nano.

### **IMS7221      Nanoelectronics devices and nanosensors**

This course is designed to introduce knowledge on the principles, fabrication, and applications of nanoelectronics devices and nanosensors, the hottest topics in recent years. This course enables students to grasp the leading concepts of developments in the area of nanoelectronics devices and nanosensors, promoting cross-disciplinary integration, and enhancing original innovations.

### **IMS7231      Công nghệ vật liệu từ cứng**

Học phần trình bày những đặc trưng cơ bản và nâng cao những hiểu biết về vật liệu từ cứng, công nghệ vật liệu từ cứng và ứng dụng của chúng. Gồm hai phần chính. Phần một giới thiệu những đặc trưng của vật liệu từ cứng và một số vật liệu từ cứng thông dụng. Phần hai tập trung đề cập đến các công nghệ chế tạo các vật liệu từ cứng dạng khối, dạng màng và dạng hạt có kích thước nano.

### **IMS7231      Hard Magnetic Materials Engineering**

This subject is characterization the basic and advanced knowledge for hard magnetic materials, Hard Magnetic Materials Engineering and their applications. It consists of two main parts. The first part focuses on the characterizations of hard magnetic materials and common hard magnetic materials. The second part focuses on the the fabrication technology of bulk materials, thin films and nano particles.

### **IMS7241      Phương pháp nghiên cứu và viết báo cáo khoa học**

Học phần đề cập đến: Các phương pháp nghiên cứu khoa học, và cách thức viết một báo cáo khoa học. Thông qua học phần, trang bị cho người học những kiến thức cơ bản và chuyên sâu về các phương pháp nghiên cứu khoa học cũng như các kỹ năng viết một báo cáo khoa

học. Người học sẽ được học, và thực tập tự mình lựa chọn một chủ đề nghiên cứu, xây dựng đề cương nghiên cứu, lập kế hoạch nghiên cứu cũng như tiến hành một nghiên cứu khoa học. Ngoài ra thông qua học phần còn trang bị cho người học những kiến thức và kỹ năng khi viết hoặc trình bày một báo cáo khoa học. Sau khi hoàn thành khóa học người học có thể tự mình hoàn thành một bài báo khoa học và gửi đăng trên một tạp chí quốc tế.

#### **IMS7241 Research method and Report writing**

This course is designed to clarify the research process, research methods and research sequence in order to provide students some skills in planning, coordinating, performing and reporting the research. In addition, students will be provided skills to present findings in a project management research plan format, and research report scientifically. They can also prepare and submit a manuscript to an international journal, and get it accepted.

#### **IMS7251 Vật lý sinh học và các hệ cô đặc thể mềm**

Học phần này sẽ giới thiệu và giúp cho các NCS tiếp cận và có những kiến thức cơ bản về vật lý, sinh học cũng như mối liên quan giữa hai lĩnh vực này. Nội dung môn học sẽ tập trung vào giới thiệu những khái niệm cơ bản trong vật lý và sinh học cũng như một số ví dụ về việc sử dụng vật lý vào để giải quyết các vấn đề trong sinh học.

#### **IMS7251 Biological physics and soft condensed matter**

The aim of this course is to introduce definition and basic knowledge of physics and biology. The course focuses on basics concepts of physics, biology and how using physics to explain some phenomena in biology.

#### **IMS7251 Linh kiện quang tử tiên tiến trên cơ sở công nghệ vi hệ thống**

Môn học này bao gồm năm chương.

Chương 1 sẽ giới thiệu sự cần thiết của việc nghiên cứu linh kiện quang tử, đặc biệt là các linh kiện tiên tiến, có tiềm năng trong ứng dụng thực tiễn. Lý thuyết về truyền dẫn sóng quang làm cơ sở cho việc nghiên cứu linh kiện quang tử sẽ được trình bày.

Chương 2 sẽ trình bày các vật liệu được sử dụng phổ biến trong chế tạo linh kiện quang tử, như vật liệu silic, vật liệu polyme, và một số vật liệu khác, đặc biệt cho quang học phi tuyến.

Chương 3 sẽ trình bày về các kỹ thuật được sử dụng trong chế tạo một linh kiện quang tử.

Chương 4 sẽ tập trung giới thiệu các linh kiện quang tử tiên tiến được phát triển gần đây. Các đặc trưng và phạm vi ứng dụng của các linh kiện sẽ được trình bày.

Chương 5 sẽ trình bày các kỹ thuật đo lường như các kỹ thuật kết cặp quang, kỹ thuật ảnh quang học trường gần, kỹ thuật đo dựa trên truyền sóng quang và kỹ thuật căn chỉnh trong đo lường.

#### **IMS7251 Advanced photonic devices based on microelectromechanical systems technology.**

This class includes five chapters:

Chapter 1 will introduce the need of research on photonic devices, especially advanced photonic devices, which are promising for applications in practice. Theoretical fundamentals of electromagnetic wave propagation which are background for studying photonic devices will be presented.

Chapter 2 presents common used materials in fabricating photonic devices such as silicon material, polymers, and other materials; especially for nonlinear optics.

Chapter 3 presents techniques used for fabricating a general photonic devices.

Chapter 4 will focus on the introduction of advanced photonic devices developed recently. Characteristics and application range of photonic devices will also be presented.



Chapter 5 will present techniques for measurement such as coupling techniques, near-field imaging, measuring technique based on wave propagation and techniques for alignment.

#### **IMS7271      Vật liệu kỹ thuật cho plasmon bề mặt**

Môn học này trình bày các kiến thức cơ bản về một lĩnh vực đang rất được quan tâm ở trong nước và trên thế giới đó là plasmon bề mặt. Các kiến thức cơ bản về plasmon bề mặt từ lịch sử phát triển, cách phân loại tới các phương trình sóng điện từ sử dụng cho nghiên cứu hiện tượng plasmon bề mặt sẽ được trình bày trong các chương 1 và 2. Các cấu trúc hình học cho tăng cường plasmon bề mặt cùng với các quy trình chế tạo của chúng sẽ được trình bày trong chương 3. Các phương pháp kích thích và đo lường plasmon bề mặt được trình bày trong chương 4 và 5. Chương 6 sẽ tập trung vào trình bày các ứng dụng tiên tiến nhất của plasmon bề mặt như ứng dụng trong tăng cường huỳnh quang, trong kỹ thuật ảnh độ phân giải cao và kỹ thuật quang khắc quang trường gần.

#### **IMS7271      Engineerd materials for surface plamon**

This lecture will present fundamentals about a research field being interested in over the world and in Vietnam as well, which is surface plasmon. Basic knowledge about surface plasmon from history of development, classification to equations of electromagnetic wave propagation used for theoretically investigating the effect of surface enhanced plasmon is presneted in chapter 1 and 2. Geometry of structures for enhancing surface plasmon as well as processes for fabricating them is presented in chapter 3. Excitation methods and measurements of surface plasmon will be presented in chapter 4 and 5. Chapter 6 concentrates on presenting advanced applications of surface plasmon such as enhancement of fluorescence, high-resolution imaging, near field photolithography and surface plasmon nanoanten.

#### **IMS7281      Kỹ thuật khắc mẫu từ micro tới nano mét tiên tiến**

Trong môn học này, các kỹ thuật từ quang khắc truyền thống ở tỷ lệ micro tới các kỹ thuật cho chế tạo các cấu trúc nano như kỹ thuật khắc dùng chùm tia điện tử, chùm ion tụ tiêu sẽ được trình bày. Đặc biệt môn học này sẽ giới thiệu cho nghiên cứu sinh các kỹ thuật khắc tiên tiến được phát triển gần đây có giá thành thấp và và có thể xây dựng được trong nước.

#### **IMS7281      Advanced lithography technologies for fabricating micro/nano structures**

In this lecture, techniques from conventional photolithography at microscale to techniques for fabricating structures at nanoscale such electron beam lithography and focused ion beam will presented. Especially, this lecture will give introduction to PhD students advanced lithography techniques recently developed which are low cost techniques and can be built in Vietnam.

### **7.3.3      Kế hoạch học tập các học phần Tiến sĩ**

Nghiên cứu sinh phải hoàn thành các học phần Tiến sĩ trong vòng 24 tháng kể từ ngày Ký quyết định công nhận NCS và theo kế hoạch năm học. HP TS được coi là đạt nếu điểm kết thúc đạt từ C trở lên

Các HP TS được thực hiện theo các bước sau:

*Bước 1:* Khi NCS nhập học, NCS phải đăng ký học các HPTS và nộp cho Viện ĐT Sau đại học.

*Bước 2:* Viện chuyên ngành lên kế hoạch tổ chức lớp và thông báo cho giáo viên phụ trách học phần và giao cho giáo viên phụ trách HP trong tuần thứ 5 của học kỳ.

*Bước 3:* NCS thực hiện các HP TS theo đúng qui định và yêu cầu của môn học.

*Bước 4:* Giáo viên giảng dạy có trách nhiệm nộp cho Viện chuyên ngành kết quả học phần chậm nhất 2 tuần sau khi kết thúc học kỳ để Viện chuyên ngành nộp kết quả cho Viện Đào tạo Sau đại học.

Các học phần 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 Tiến sĩ trong vòng 24 tháng kể từ ngày chính thức nhập trường.

#### 7.4 Tiêu luận tổng quan

Bài TLTKQ về tình hình NC và các vấn đề liên quan đến đề tài luận án: thể hiện kết quả NC phân tích, đánh giá các công trình NC đã có của các tác giả trong và ngoài nước liên quan mật thiết đến đề tài luận án, nêu những vấn đề còn tồn tại, chỉ ra những vấn đề mà luận án cần tập trung NC giải quyết. NCS thực hiện bài TLTKQ dưới sự hướng dẫn của NHD luận án.

Tiểu luận tổng quan được đánh giá kết thúc thông qua hình thức báo cáo trước đơn vị chuyên môn (báo cáo trình bày trong khoảng 15 phút), tranh luận và trả lời câu hỏi, sau đó đơn vị chuyên môn sẽ đánh giá bài TLTKQ đạt yêu cầu hay chưa đạt yêu cầu, có ghi biên bản buổi báo cáo.

NCS phải hoàn thành bài TLTKQ với kết quả đạt yêu cầu trong vòng 12 tháng kể từ ngày được triệu tập trúng tuyển. Tiểu luận tổng quan tương đương với 2 tín chỉ.

#### 7.5 Chuyên đề Tiến sĩ

Các CĐTS đòi hỏi NCS tự cập nhật kiến thức mới liên quan trực tiếp đến đề tài của NCS, nâng cao năng lực NC khoa học, giúp NCS giải quyết trực tiếp một số nội dung của đề tài luận án. Mỗi nghiên cứu sinh phải hoàn thành 3 chuyên đề Tiến sĩ, có thể tùy chọn từ danh sách hướng chuyên sâu. Mỗi hướng chuyên sâu đều có người hướng dẫn do Hội đồng Xây dựng chương trình đào tạo chuyên ngành của Viện ITIMS xác định.

Người hướng dẫn khoa học luận án của nghiên cứu sinh sẽ đề xuất đề tài cụ thể. 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

TT	MÃ SỐ	HƯỚNG CHUYÊN SÂU	NGƯỜI HƯỚNG DẪN	TÍN CHỈ
1	IMS7310	Công nghệ Vật liệu điện tử tiên tiến	1. PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương 2. PGS.TS. Nguyễn Văn Hiếu	2
2	IMS7321	Công nghệ vi cơ khối trong chế tạo linh kiện MEMS	1. PGS. TS. Vũ Ngọc Hùng 2. TS. Nguyễn Văn Quy	2
3	IMS7331	Vật lý và công nghệ cảm biến khí	1. PGS.TS. Nguyễn Văn Hiếu 2. TS. Mai Anh Tuấn	2
4	IMS7341	Các phương pháp chế tạo vật liệu quang điện tử	1. TS. Trần Ngọc Khiêm 2. PGS. TS. Vũ Ngọc Hùng	2

5	IMS7351	Ứng dụng của vật liệu quang điện tử vào việc chế tạo các linh kiện quang điện tử như diode phát quang, các modul dẫn và phát quang, các bộ khuếch đại quang,...	1. TS. Trần Ngọc Khiêm 2. PGS. TS. Vũ Ngọc Hùng	2
6	IMS7361	Công nghệ cảm biến khí và cảm biến sinh học dựa trên sự thay đổi khối lượng của vật liệu nano	1. TS. Nguyễn Văn Quy 2. TS. Nguyễn Đức Hòa	2
7	IMS7371	Cơ chế lực kháng từ trong các vật liệu	1.PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương 2.GS.TSKH. Thân Đức Hiền	2
8	IMS7381	Hiệu ứng nhớ hình từ trong các vật liệu hợp kim	1.PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương 2.GS.TSKH. Thân Đức Hiền	2
9	IMS7391	Vật liệu và công nghệ màng mỏng từ cấu trúc dị thể	1.PGS.TS. Nguyễn Anh Tuấn 2.PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương	2
10	IMS7401	Các linh kiện nano điện tử và spintronics - Công nghệ và ứng dụng	1.PGS.TS. Nguyễn Anh Tuấn 2.PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương	2
11	IMS7411	Công nghệ chế tạo màng siêu dẫn nhiệt độ cao	1. TS. Nguyễn Khắc Mẫn 2.GS.TSKH. Thân Đức Hiền	2
12	IMS7421	Công nghệ chế tạo mẫu siêu dẫn nhiệt độ cao dạng khối	1. TS. Nguyễn Khắc Mẫn 2.GS.TSKH. Thân Đức Hiền	2
13	IMS7431	Một số phương pháp điện hóa ứng dụng trong nghiên cứu vật liệu điện cực	1. TS. Bùi Thị Hằng 2. TS. Nguyễn Văn Quy	2
14	IMS7441	Vật liệu chứa carbon ứng dụng cho Pin	1. TS. Bùi Thị Hằng 2. TS. Nguyễn Văn Quy	2
15	IMS7451	Dị hướng và tương tác trong các vật liệu từ	1.PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương 2.TS. Trần Thị Việt Nga	
16	IMS7461	Ảnh hưởng của phân bố cation lên tính chất từ trong các vật liệu nano	1.PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương 2.TS. Tô Thanh Loan	
17	IMS7471	Ảnh hưởng của kích thích quang và bức xạ điện từ lên các tính chất từ và điện của vật liệu	1.PGS.TS. Nguyễn Phúc Dương 2.TS. Đào Thị Thủy Nguyệt	

## 8 Danh sách Tạp chí / Hội nghị khoa học

### 8.1 Danh sách Tạp chí / Hội thảo khoa học trong nước

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:

Số TT	Tên diễn đàn	Địa chỉ liên hệ	Định kỳ họp /xuất bản
1	Communication in physics	NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội	3 tháng/lần
2	Advances in Natural Sciences	NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội	3 tháng/lần

3	Tạp chí Khoa học và Công nghệ	ĐH Bách khoa Hà Nội; Số 1, phố Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội	Hàng tháng
4	Tạp chí Khoa học	ĐH Quốc gia Hà Nội; 144 Đường Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội	3 tháng/lần
5	Tạp chí phát triển Khoa học và Công nghệ	ĐH Quốc gia Tp Hồ Chí Minh Phòng 527, Nhà điều hành ĐHQG- HCM Khu phố 6, phường Linh Trung, quận Thủ Đức, Tp. Hồ Chí Minh	Hàng tháng
6	Tạp chí Hóa học	NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội	3 tháng/lần

## 8.2 Danh sách Tạp chí / Hội thảo khoa học quốc tế

Các tạp chí khoa học quốc tế (khuyến khích nghiên cứu sinh đăng bài trên tạp chí khoa học quốc tế):

1. Các tạp chí chuyên ngành vật lý, vật liệu, hóa học, sinh học của nhà xuất bản Elsevier (<http://www.sciencedirect.com/>);
2. Các tạp chí của hội vật lý Mỹ (American Physical Society, APS): Physical review letters, Review of modern physics; Physical review A, Physical review B, Physical review C, Physical review D, Physical review E.
3. Các tạp chí xuất bản bởi Viện Vật lý Mỹ (American Institute of Physics, AIP): Applied physics letters; Journal applied physics; The Journal of Chemical Physics, Low Temperature Physics, Physics of Plasmas,
4. Các tạp chí chuyên ngành vật lý, vật liệu, hóa học, sinh học của nhà xuất bản Spinger.
5. Các tạp chí thuộc nhà xuất bản IOPScience: Journal of Physics D: Applied Physics, Quantum Electronics, Semiconductor Science and Technology, Smart Materials and Structures, Superconductor Science and Technology, Reports on Progress in Physics, Nanotechnology, Journal of Micromechanics and Microengineering, Journal of Physics: Condensed Matter,
6. Các tạp chí thuộc nhà xuất bản Wiley InterScience: Advanced function materials, Advanced Materials, Cancer, Journal of Applied Polymer Science, Angewandte Chemie, Chemistry - A European Journal.
7. Các tạp chí thuộc nhà xuất bản American Scientific Publishers (ASP): Journal of Nanoscience and Nanotechnology; Theoretical Nanoscience Journal of Biomedical Nanotechnology; Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics; Sensor Letters; Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics; Nanoscience and Nanotechnology Letters; Science of Advanced Materials.
8. Các tạp chí của hội Hóa học Mỹ (American Chemical Society - ACS): Nano Letters, The Journal of Physical Chemistry, The Journal of Physical and Colloid Chemistry, The Journal of Physical Chemistry C, The Journal of Physical Chemistry Letters, The Journal of Physical Chemistry, Chemical Reviews.
9. Các tạp chí Science, Nature.
10. Các tạp chí quốc tế được xếp hạng bởi Thomson Reuters ([www.isiknowledge.com](http://www.isiknowledge.com)).

**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

Đề cương chi tiết các học phần bổ sung

### 9.2 Danh mục học phần Tiến sĩ

Số TT	MÃ SỐ	TÊN HỌC PHẦN	TÊN TIẾNG ANH	KHỐI LƯỢNG	Khoa/ Viện Bộ môn	Đánh giá
1	IMS7010	Khoa học vật liệu điện tử	Electronic materials science	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
2	IMS7021	Vật lý của các hệ thấp chiều – Nano, màng mỏng và bề mặt	Physics of low-dimensional systems – Nano, thin films and surfaces	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
3	IMS7031	Nano từ và điện tử học spin	Nanomagnetics and spintronics	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
4	IMS7041	Linh kiện điện tử và cảm biến nano	Nanoelectronic devices and nano sensors	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
5	IMS7051	Những vấn đề chọn lọc của siêu dẫn nhiệt độ cao	Selected topics of high-Tc superconducting physics	3(2-2-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
6	IMS7061	Vật liệu và linh kiện quang điện tử nâng cao	Advanced optoelectronic materials and devices	3(2,5-1-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
7	IMS7070	Công nghệ vật liệu điện tử tiên tiến	Advanced electronic materials science	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
8	IMS7081	Linh kiện vi hệ thống	Microsystem devices	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
9	IMS7091	Các kỹ thuật khảo sát tính chất từ của vật liệu	Techniques for investigating magnetic properties of materials	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
10	IMS7101	Công nghệ chế tạo các cấu trúc micro và nano	Micro and nanomanufacturing	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
11	IMS7111	Công nghệ năng lượng mới	Renewable energy: improvement, sustainable and green choices	3(2-2-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
12	IMS7121	Các hệ dự trữ năng	Energy storage systems:	3(2-2-0-6)	Viện	KT0,4-T0,6

		lượng: khoa học và công nghệ	science and technology		ITIMS	
13	IMS7131	Nhập môn vi lưu	Introduction to microfluidics	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
14	IMS7141	Khoa học và công nghệ hóa ướt chế tạo vật liệu nano	Wet-chemical science and technology for synthesis of nanomaterials	3 (1-1-1-7)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
15	IMS7151	Tính chất điện tử và dòng điện ở thang nano	Electronic Properties and Current at the Nanoscale	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
16	IMS7161	Pin Lithium-Ion	Lithium-ion Batteries	2(2-0-0-4)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
17	IMS7171	Các phương pháp tiên tiến dùng trong phân tích cấu trúc và thành phần hóa học của vật liệu nano	Advanced methods used in structure and chemical composition analysis of nanomaterials	2(2-0-0-4)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
18	IMS7181	Các nguyên lý và phản ứng điện hóa	Electrochemical principles and reactions	3(2-2-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
19	IMS7191	Các phương pháp hóa học chế tạo vật liệu từ kích thước nanomet	The chemical fabrication methods for magnetic nanoparticles	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
20	IMS7201	Vật liệu và ứng dụng của các bán dẫn hợp kim	Materials and applications of semiconductor alloys	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
21	IMS7211	Công nghệ chế tạo các cấu trúc micro và nano	Micro and Nano Fabrication	2(2-0-0-4)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
22	IMS7221	Linh kiện điện tử và cảm biến nano	Nanoelectronics devices and nanosensors	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
23	IMS7231	Công nghệ vật liệu từ cứng	Hard Magnetic Materials Engineering	2(2-0-0-4)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
24	IMS7241	Phương pháp nghiên cứu và viết báo cáo khoa học	Research method and Report writing	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
25	IMS7251	Vật lý sinh học và các hệ cô đặc thể mềm	Biological physics and soft condensed matter	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
26	IMS7261	Linh kiện quang tử tiên tiến trên cơ sở công nghệ vi hệ thống	Advanced photonic devices based on microelectromechanical systems technology	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6

27	IMS7271	Vật liệu kỹ thuật cho plasmon bề mặt	Engineerd materials for surface plamon	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6
28	IMS7281	Kỹ thuật khắc mẫu từ micro tới nano mét tiên tiến	Advanced lithography technologies for fabricating micro/nano structures	3(3-0-0-6)	Viện ITIMS	KT0,4-T0,6

## 10 Đề cương chi tiết các học phần Tiến sĩ

### IMS7010 Khoa học vật liệu điện tử

Electronic materials science

1. Tên học phần: Khoa học vật liệu điện tử
2. Mã học phần: IMS7010
3. Tên tiếng Anh: Electronic materials science
4. Khối lượng: 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết: 30 tiết
- Xêmina, thảo luận: 15 tiết

5. Đối tượng tham dự: Tất cả NCS thuộc chuyên ngành khoa học vật liệu điện tử

#### 6. Mục tiêu của học phần

Học phần này nhằm giúp cho NCS nắm vững các kiến thức liên quan tới các đặc tính, vai trò của các điện tử trong các loại vật liệu điện tử; mối liên kết và các tương tác của chúng trong mạng tinh thể là nguyên nhân tạo nên các hiệu ứng, hiện tượng trong các linh kiện, thiết bị điện tử. Với các hiểu biết cơ bản một cách sâu sắc, NCS có thể lý giải các kết quả nghiên cứu, đề xuất các ý tưởng mới trong quá trình làm luận án tiến sĩ.

#### 7. Nội dung tóm tắt:

Các loại vật liệu dung trong công nghiệp điện tử; đặc tính của điện tử và sự vận chuyển điện tử trong vật rắn; hiệu ứng phân cực điện tích; tác dụng của bức xạ điện từ lên vật rắn; tương tác của các điện tử trong các vật liệu từ; liên kết điện tử tạo nên hiện tượng siêu dẫn; điện tử trong vật liệu có kích thước nanomet .

#### 8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBKHN
- Bài tập: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBKHN
- Trình bày xemina

#### 9. Đánh giá kết quả:

- Mức độ dự giờ và tham gia bài giảng: 40%
- Thi kết thúc học phần: 60%

#### 10. Nội dung chi tiết học phần:



## **PHẦN MỞ ĐẦU**

Nội dung học phần

Giới thiệu tài liệu tham khảo

### **CHƯƠNG 1: Các loại vật liệu điện tử (sơ lược)**

- 1.1 Vật liệu cách điện, polymer, điện môi, áp điện
- 1.2 Vật liệu bán dẫn điện
- 1.3 Kim loại, polymer dẫn, siêu dẫn
- 1.4 Vật liệu từ tính
- 1.5 Vật liệu quang
- 1.6 Các loại vật liệu khác.

### **CHƯƠNG 2: Cấu trúc điện tử của nguyên tử và cơ học lượng tử**

- 2.1 Lượng tử hóa các mức năng lượng điện tử trong nguyên tử
- 2.2 Cơ học lượng tử và các quỹ đạo điện tử nguyên tử
- 2.3 Nguyên tử nhiều điện tử, nguyên lý Pauli

### **CHƯƠNG 3: Khí điện tử tự do và các tính chất trong vật liệu**

- 3.1 Khái niệm
- 3.2 Hàm phân bố Fermi- Dirac
- 3.3 Trường tinh thể
- 3.4 Nhiệt dung của khí điện tử tự do
- 3.5 Độ dẫn điện và độ dẫn nhiệt của các điện tử
- 3.5 Điện tử trong vật dẫn dưới tác dụng của điện – từ trường ngoài

### **CHƯƠNG 4: Vùng năng lượng và đặc tính dẫn điện của vật rắn**

- 4.1 Vùng năng lượng kim loại và độ dẫn điện
- 4.2 Vùng năng lượng và độ dẫn của các chất bán dẫn nguyên chất và bán dẫn pha tạp
- 4.3 Các chất cách điện, sự phân cực điện trong các chất điện môi
- 4.4 Vùng năng lượng trong các chất siêu dẫn

### **CHƯƠNG 5: Tác dụng của bức xạ điện từ lên vật rắn**

- 5.1 Năng lượng sóng điện từ
- 5.2 Phản xạ, hấp thụ, khuếch tán, khúc xạ sóng điện từ trong vật chất
- 5.3 Bức xạ sóng điện từ thứ cấp
- 5.4 Lazer
- 5.5 Quang dẫn và dẫn quang

### **CHƯƠNG 6: Tương tác điện tử trong vật liệu từ và siêu dẫn**

- 6.1 Một số tính chất cơ bản ứng dụng trong các thiết bị điện tử
- 6.2 Thuận từ của các điện tử dẫn

6.3 Tương tác giữa các điện tử tạo nên trật tự từ

6.3 Cặp Cooper, lý thuyết BCS về siêu dẫn

## **CHƯƠNG 7 Vật liệu điện tử có kích thước nano mét**

7.1 Cấu trúc nano mét

7.2 Mức năng lượng điện tử và độ dẫn điện của hệ một chiều (1D),

7.3 Mức năng lượng điện tử và độ dẫn điện của hệ không chiều – chấm lượng tử (0D)

7.4 Chấm lượng tử: bán dẫn, kim loại và siêu dẫn

7.5 Siêu thuận từ

### **11. Tài liệu học tập:**

- [1] Charler Kittel, *Introductuion to Solid State Physics*, 8<sup>th</sup> editon, John Wiley & Sons, Inc., 2005
- [2] William D.Callister, *Materials Science and Engineering: An Introduction*, 7<sup>th</sup> Edition John Wiley & Sons. Inc. 2007.
- [3] Donald R. Askeland, Pradeep P.Phule, *The Science and Engineering of Materials*, 5<sup>th</sup> editon, Thomson-Engineering, 2005.

### **12. Tài liệu tham khảo**

- [1] Lê Công Dưỡng (chủ biên), *Vật liệu học*, NXB Khoa học & Kỹ thuật, 2000
- [2] Jasprit Singh, *Smart Electronic Materials- Fundamentals and Applications*, Cambridge University Press, 2005
- [3] Các tài liệu trên mạng.

## **IMS7021 Vật lý của các hệ thấp chiều – Các hệ nano, màng mỏng và bề mặt**

Physics of Low-Dimensional Systems – Nanosystems, Thin Films and Surfaces

**1. Tên học phần:** Vật lý của các hệ thấp chiều – Các hệ nano, màng mỏng và bề mặt

**2. Mã học phần:** IMS7021

**3. Tên tiếng Anh:** Physics of Low-Dimensional Systems – Nanosystems, Thin Films and Surfaces

**4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết: 45 tiết

- Bài tập: 0

- Thí nghiệm: 0

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Vật liệu điện tử

**6. Mục tiêu của học phần:**

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức nâng cao về lý luận (sự hiểu biết và nhận thức) của vật lý các hệ thấp chiều để làm cơ sở tham gia nghiên cứu tốt trong các chuyên ngành vật liệu điện tử và các linh kiện điện tử thế hệ mới được tạo ra và hoạt động dựa trên nền tảng của khoa học và công nghệ nano.
- Rèn luyện khả năng tư duy sâu về bản chất vật lý của các vật liệu điện tử khi các kích thước hình học giảm xuống đến thang nanomet, và về cơ sở vật lý cho việc phân tích các yếu tố cấu trúc của chúng.

### 7. Nội dung tóm tắt:

Học phần này đề cập đến một số vấn đề của vật lý hiện đại, đặc biệt chú ý đến các tính chất và các đặc trưng vật lý liên quan đến việc giảm kích thước của hệ xuống đến thang nanomet: vật lý của các hệ thấp chiều, bao gồm các hệ 0D (chấm nano), 1D (dây/ống nano), 2D (màng siêu mỏng) và vật lý của màng mỏng và của bề mặt chất rắn có cấu trúc nano.

### 8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp: *Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN.*
- Bài tập: *Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN.*
- Thí nghiệm: *Không*

### 9. Đánh giá kết quả:

- Mức độ dự giờ giảng: *trọng số 0.20*
- Kiểm tra định kỳ: *trọng số 0.20*
- Thi kết thúc học phần: *trọng số 0.60*

### 10. Nội dung chi tiết học phần:

#### PHẦN MỞ ĐẦU

- Giới thiệu môn học
- Giới thiệu đề cương môn học
- Giới thiệu tài liệu tham khảo

#### CHƯƠNG 1: Các hệ thấp chiều

- 1.1 Tại sao phải nanô mét ?
- 1.2 Phân loại những vật thể nhỏ, tiền lượng tử
- 1.3 Những giới hạn cho việc giảm kích thước
- 1.4 Bản chất lượng tử của thế giới nano
- 1.5 Những hệ quả lượng tử đối với thế giới vĩ mô

#### CHƯƠNG 2: Các hiện tượng vận chuyển trong các hệ thấp chiều

- 2.1 Giới thiệu về sự vận chuyển trong các cấu trúc nano
- 2.2 Lý thuyết điện tử trong các hệ thấp chiều
- 2.3 Xuyên ngầm cộng hưởng và các hiệu ứng lượng tử hóa điện tích
- 2.4 Các kích thích tập thể và hạt đơn trong các hệ thấp chiều
- 2.5 Dòng điện ở thang nanomet

- 2.6 Sự phân rã nhiệt độ của các thăng giáng
- 2.7 Sự vận chuyển không cân bằng
- 2.8 Sự vận chuyển phụ thuộc spin trong các cấu trúc từ nano
- 2.9 Giới thiệu về điện tử học nano (nanoelectronics)

### **CHƯƠNG 3: Vật lý màng mỏng**

- 3.1 Phân loại màng mỏng
- 3.2 Quá trình hình thành màng mỏng
- 3.3 Cấu trúc mạng tinh thể của màng mỏng
- 3.4 Cấu trúc điện tử của màng mỏng
- 3.5 Các tính chất bề mặt của màng mỏng
- 3.6 Các tính chất vật lý của các màng kim loại siêu mỏng
- 3.7 Vật lý của các cấu trúc từ siêu mỏng

### **CHƯƠNG 4: Vật lý bề mặt**

- 4.1 Giới thiệu về khoa học bề mặt
- 4.2 Cấu trúc tinh thể của màng mỏng và bề mặt
- 4.3 Cấu trúc điện tử ở bề mặt – Các mô hình đơn giản và vật liệu
- 4.4 Phonon và polariton bề mặt
- 4.5 Hấp thụ vật lý và truyền năng lượng bề mặt
- 4.6 Các phản ứng hóa học ở bề mặt
- 4.7 Chuyển pha bề mặt
- 4.8 Mặt phân cách và mặt tiếp xúc dị thể

### **CHƯƠNG 5: Cơ sở vật lý của các phương pháp chế tạo các cấu trúc thấp chiều**

- 5.1 Thuyết động học chất khí
- 5.2 Hiện tượng hấp thụ và ngưng đọng
- 5.3 Nguyên lý của chân không cao
- 5.4 Các nguồn bay hơi
- 5.5 Nguyên lý phún xạ
- 5.6 Sự lắng đọng và hình thành màng mỏng
- 5.7 Các hệ chân không cao và các phương pháp lắng đọng vật lý
- 5.8 Các phương pháp lắng đọng màng mỏng đặc biệt khác
- 5.9 Các kỹ thuật in, khắc, dập nano
- 5.10 Các kỹ thuật ăn mòn và tẩy bỏ vật liệu

### **CHƯƠNG 6: Cơ sở vật lý của các phép phân tích cấu trúc các hệ thấp chiều**

- 6.1 Tương tác của bức xạ điện từ với vật chất
- 6.2 Các hiện tượng tán xạ, va chạm giữa các hạt vi mô

- 6.3 Cơ sở vật lý của các kỹ thuật nhiễu xạ
- 6.4 Cơ sở vật lý của các kỹ thuật hiển vi
- 6.5 Cơ sở vật lý của các kỹ thuật mũi dò quét
- 6.6 Cơ sở vật lý của các kỹ thuật phân tích phổ

## **CHƯƠNG 7: Hóa học nano và bề mặt**

- 7.1 Năng lượng tự do bề mặt
- 7.2 Thế hoá phụ thuộc độ cong bề mặt
- 7.3 Đẳng nhiệt hấp phụ Gibbs
- 7.4 Phân tách tạp chất trên phân biên
- 7.5 Đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir
- 7.6 Đẳng nhiệt BET
- 7.7 Tốc độ và cơ chế nhả hấp nhiệt
- 7.8 Hấp phụ liên kết và khuếch tán khối
- 7.9 Hấp phụ hoá – Liên kết với bề mặt
- 7.10 Các hiệu ứng cong bề mặt

### **11. Tài liệu học tập:**

- [1]. D.K. Ferry and S.M. Goodnick, *Transport in Nanostructures*, Cambridge University Press, 1997.
- [2] J.E. Mahan, *Physical vapor deposition of thin films*, John Wiley & Sons, Inc., 2000.
- [3] Harald Ibach, *Physics of Surfaces and Interfaces*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006

### **12. Tài liệu tham khảo:**

- [1] E.L. Wolf, *Nanophysics and Nanotechnology*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2006.
- [2] Dupas C., Houdy P., Lahmani M., Eds., *Nanoscience - Nanotechnologies and Nanophysics*; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007
- [3] Hari Singh Nalwa, *Nanostructured Materials and Nanotechnology*, Academic Press, US, 2002
- [4] NejoH., *Nanostructured Fabrication and Analysis*, Springer, 2006
- [5] R.J. Borg and G. J. Dienes, *The physical Chemistry of Solids*, Academic Press. 1992

## **IMS7031 Nano từ và điện tử học spin**

Nanomagnetics and Spintronics

- 1. Tên học phần:** Nano từ và điện tử học spin
- 2. Mã học phần:** IMS7031
- 3. Tên tiếng Anh:** Nanomagnetism and Spintronics
- 4. Khối lượng:** 3(3-0-0-9)

- Lý thuyết: 45 tiết
- Bài tập: 0
- Thí nghiệm: 0

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Vật liệu điện tử

**6. Mục tiêu của học phần:**

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức nâng cao về lý luận (sự hiểu biết và nhận thức) đối với những vấn đề tiêu biểu của từ học vật rắn ở các hệ có kích thước nano (từ học nano), đặc biệt là vật lý của spin ở các hệ mà ở đó có thể khai thác và sử dụng được bậc tự do của spin điện tử để tạo ra các vật liệu và linh kiện điện tử thay vì sử dụng điện tích của điện tử - Spintronics.

- Rèn luyện khả năng tư duy sâu về bản chất vật lý của các tính chất từ trong các hệ có cấu trúc nano, đặc biệt là bản chất vật lý của các hiện tượng liên quan đến spin điện tử; và tư duy về khả năng phân tích các tính chất từ đặc trưng của chúng.

**7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần đề cập đến những vấn đề hiện đại của từ học và vật liệu từ ở thang nanômét; các hiện tượng và các tính chất vật lý của spin điện tử trong các hệ chất rắn; đặc biệt là các hiện tượng liên quan đến sự vận chuyển hoặc tương tác phụ thuộc spin được sử dụng trong lĩnh vực điện tử học nano (nanoelectronics). Nội dung chính bao gồm: các khái niệm cơ bản trong từ học nano và vật lý spin; các vật liệu từ cấu trúc nano; công nghệ spintronics, linh kiện spin điện tử và ứng dụng, những triển vọng và thách thức.

**8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: *Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN.*
- Bài tập: *Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN.*
- Thí nghiệm: *Không*

**9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: *trọng số 0.20*
- Kiểm tra định kỳ: *trọng số 0.20*
- Thi kết thúc học phần: *trọng số 0.60*

**10. Nội dung chi tiết học phần:**

**PHẦN MỞ ĐẦU**

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

## **CHƯƠNG 1: Từ học ở các hệ thấp chiều và các vật liệu từ nano**

- 1.1 Các mô hình đơn giản của từ tính và các tính chất từ cơ bản
- 1.2 Cấu trúc điện tử của các hệ từ thấp chiều
- 1.3 Các tính chất từ đặc trưng của các hệ thấp chiều
- 1.4 Cấu trúc spin vi từ
- 1.5 Tính chất vật lý của các nam châm nanomet
- 1.6 Lý thuyết về từ học của các hệ thấp chiều
- 1.7 Từ học của các cấu trúc nano dạng khối và màng mỏng

## **CHƯƠNG 2: Hệ các hạt từ nano, dot từ, dây từ nano và màng từ siêu mỏng**

- 2.1 Tổng quan về các vật liệu từ nano và các tính chất cơ sở
- 2.2 Các hạt siêu thuận từ
- 2.3 Các chấm lượng tử từ
- 2.4 Các nam châm phân tử
- 2.5 Các dây và ống từ nano
- 2.6 Màng từ siêu mỏng

## **CHƯƠNG 3: Vật lý spin và các khái niệm trong spintronics**

- 3.1 Bậc tự do của spin và điện tử học spin (spintronics)
- 3.2 Tương tác RKKY và sự phân cực spin
- 3.3 Điện tích và spin trong các chấm lượng tử đơn & Điều khiển các trạng thái spin
- 3.4 Hiện tượng tán xạ phụ thuộc spin - Hiệu ứng từ điện trở khổng lồ (GMR)
- 3.5 Hiện tượng xuyên ngầm phụ thuộc spin - Hiệu ứng từ điện trở xuyên ngầm (TMR)
- 3.6 Sự tán xạ phụ thuộc spin qua vách đômên và qua biên hạt
- 3.7 Hiệu ứng từ điện trở siêu khổng lồ (CMR)
- 3.8 Hiệu ứng từ điện trở xung kích (BMR)
- 3.9 Bipolar spintronics
- 3.10 Sự tích tụ và phun spin tại các bề mặt tiếp xúc từ dị thể và qua các cấu trúc lai
- 3.11 Sự hồi phục spin và tương tác spin-quỹ đạo
- 3.12 Hiệu ứng chắn Coulomb spin và sự vận chuyển đơn spin (SSET)
- 3.13 Đồng xuyên ngầm và hiệu ứng Kondo
- 3.14 Hiện tượng xoắn truyền spin (spin-transfer torque)
- 3.15 Hiệu ứng Hall spin
- 3.16 Phản xạ Andreev ở bề mặt sắt từ-siêu dẫn
- 3.17 Các hiện tượng quang và động lực học spin
- 3.18 Spin-plasmon

- 3.19 Cơ chế kết cặp spin trong siêu dẫn nhiệt độ cao
- 3.20 Spin trong lý thuyết trường lượng tử
- 3.21 Spin hạt nhân

#### **CHƯƠNG 4: Vật liệu spintronics - Công nghệ, tính chất và ứng dụng**

- 4.1 Các kim loại và hợp kim sắt từ của các kim loại chuyển tiếp 3d
- 4.2 Các bán dẫn từ ôxyt và bán dẫn từ pha loãng
- 4.3 Các bán dẫn từ trên cơ sở (Ga,Mn)As
- 4.4 Vai trò của Ru làm tăng cường CPP-GMR
- 4.5 Thiết kế bằng tính toán các vật liệu nano bán dẫn vùng cấm rộng và  $T_C$  cao
- 4.6 Các vật liệu có cấu trúc tiếp xúc từ dị thể
- 4.7 Các vật liệu ôxyt từ và sắt từ nửa kim loại
- 4.8 Vật liệu CNT và graphene trong spintronics
- 4.9 Các vật liệu spintronics phi từ
- 4.10 Một số ứng dụng của các linh kiện spintronics

#### **CHƯƠNG 5: Triển vọng và thách thức**

- 5.1 Triển vọng của các hạt từ nano
- 5.2 Triển vọng và thách thức của điện tử học nano
- 5.3 Triển vọng và thách thức của nanospinics
- 5.4 Điện tử học spin phân tử
- 5.5 Nam châm phân tử

#### **11. Tài liệu học tập:**

[1] Nguyễn Anh Tuấn, *Bài giảng về Spintronics (viện ITIMS)*, 2007; 2009

#### **12. Tài liệu tham khảo:**

- [1] Ralph Skomski, *Simple Models of Magnetism*, Oxford University Press, 2008
- [2] Philip Moriarty, *Nanostructured Materials*; Rep. Prog. Phys. 64, 2008, 297-381.
- [3] Shinjo T., Ed., *Nanomagnetism and Spintronics*, Elsevier, 2009.
- [4] Meakawa S., Ed., *Concepts in Spin Electronics*, Oxford Science Press, 2006
- [5] Dietl T., Awschalom D.D., Kaminska M. and Ohno H., *Spintronics*; in Semiconductors and Semimetals, Vol. 82, Ed. by Weber E.R.; Elsevier Inc, 2008

#### **IMS7041      Linh kiện điện tử và cảm biến nano**

Nanoelectronics devices and nanosensors

- 1. Tên học phần:**      Linh kiện điện tử và cảm biến nano
- 2. Mã học phần:**                      IMS7041



**3. Tên tiếng Anh:** Nanoelectronics devices and nanosensors

**4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết: 45 tiết

- Bài tập:

- Thí nghiệm:

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu điện tử

**6. Mục tiêu của học phần:** Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức nâng cao về lý luận chuyên ngành khoa học và công nghệ vật liệu điện tử.

- Rèn luyện khả năng tư duy về vật lý và công nghệ của loại linh kiện điện tử và cảm có cấu trúc nanô.

**7. Nội dung tóm tắt:**

Môn học này sẽ giúp NCS tiếp cận về mặt vật lý cũng như công nghệ của các loại linh kiện điện tử cảm biến có cấu trúc nanô. Một lĩnh vực mới đang rất được quan tâm trong lĩnh vực khoa học và công nghệ nanô.

**8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBKHN

- Bài tập: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBKHN

- Thí nghiệm:

**9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 10%

- Kiểm tra định kỳ: 30%

- Thi kết thúc học phần: 60%

**10. Nội dung chi tiết học phần:**

## **PHẦN MỞ ĐẦU**

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

## **CHƯƠNG 1: Sự giảm thiểu kích thước của công nghệ CMOS**

1.1. Giới thiệu

1.2. Giới thiệu công nghệ CMOS

1.3. Các nguyên tắc giảm thiểu kích thước linh kiện bán dẫn

1.4. Các công nghệ quan trọng của nanô CMOS

1.5. Sự tới hạn của giảm thiểu kích thước

## **CHƯƠNG 2: Hiệu ứng lượng tử trong linh kiện nanô silic**

2.1. Giới thiệu

- 2.2. Hiệu ứng lượng tử trong MOSFET
- 2.3. Các ảnh hưởng của hiệu ứng lượng tử đối với các đặc trưng điện MOSFET
- 2.4. Hiệu ứng lượng tử trong MOSFET có kênh dẫn siêu hẹp

### **CHƯƠNG 3: Sự vận chuyển điện tử trong linh kiện nano silic**

- 3.1 Giới thiệu
- 3.2. Sự vận chuyển điện tử trong tiếp xúc chấm lượng tử
- 3.3. Sự vận chuyển điện tử trong transistor có kênh siêu ngắn

### **CHƯƠNG 4: Sự xuyên ngầm cộng hưởng trong linh kiện nano silic**

- 4.1. Giới thiệu
- 4.2. Phân loại xuyên ngầm cộng hưởng
- 4.3. Hiệu giam cầm lượng tử trong màng mỏng silic
- 4.4. Xuyên ngầm cộng hưởng trong các cấu trúc “không” chiều

### **CHƯƠNG 5: Transistor đơn điện tử silic**

- 5.1. Giới thiệu
- 5.2. Các lý thuyết cơ bản
- 5.3. Cấu trúc của linh kiện và công nghệ chế tạo
- 5.4. Khảo sát và phân tích các đặc trưng của transistor đơn điện tử
- 5.5. Bộ nhớ đơn điện tử MOS (SEMM)
- 5.6. Ảnh hưởng của chiều dày lớp oxide

### **CHƯƠNG 6: Transistor hiệu ứng trường trên cơ sở dây nano, ống nano carbon, và graphen**

- 6.1. Giới thiệu
- 6.2. Transistor hiệu ứng trường dây nano
- 6.3. Transistor hiệu ứng trường ống nano carbon
- 6.4. Transistor hiệu ứng trường đơn lớp graphen
- 6.5. Ứng dụng của loại linh kiện này

### **CHƯƠNG 7: Linh kiện phát điện nano và linh kiện áp điện nano (Nanogenerators and Nanopiezotronics)**

- 7.1. Giới thiệu
- 7.2. Bộ chuyển đổi nano cơ năng thành điện năng
- 7.3. Linh kiện áp điện nano – Nanopiezotronics

### **CHƯƠNG 8: Cảm biến nano**

- 8.1 Giới thiệu
- 8.2. Cảm biến khí trên cơ sở hạt nano
- 8.3. Cảm biến khí trên cơ sở dây nano và ống nano
- 8.4. Cảm biến khí trên cơ sở “phức tạo” (hierarchical) nano

- 8.5. Cảm biến khí trên cơ sở vật liệu lai (hybrid) vô cơ- hữu cơ
- 8.6. Cảm biến khí trên cơ sở vật liệu meso/nano-pores
- 8.7. Cảm biến sinh học nano
- 8.8. Cảm biến trên cơ sở Enzymes
- 8.9. Cảm biến trên cơ sở vật liệu lai hạt nano và Enzyme
- 8.10. Cảm giải mã DNA dạng Array
- 8.11. Cảm biến trên cơ sở DNA
- 8.12. Cảm biến trên cơ sở liên kết phức hợp DNA-Protein
- 8.13. Cảm biến trên cơ sở liên kết phức hợp vật liệu vô cơ và DNA
- 8.14. Cảm biến trên cơ sở cộng hưởng Plasmon của hạt nano kim loại
- 8.15. Phonons trong cấu trúc nano một chiều và ứng dụng cho cảm biến
- 8.16. Cảm biến trên cơ sở hiệu ứng áp điện cấu trúc nano một chiều
- 8.17. Cảm biến cơ trên cơ sở cấu trúc nano một chiều

## 11. Tài liệu học tập:

- [1] Shunri Oda and David Ferry, *Silicon nanoelectronics*, CRC Press, 2006
- [2] Kouros Kalantar-zadeh and Benjamin Fry, *Nanotechnology-enabled sensors*, Springer, 2008

## 12. Tài liệu tham khảo:

- [1] Mark S. Lindstrom and Jing Gao, *Nanoscale transistors: Device physics, modeling and simulation*, Springer, 2006
- [2] Towards self-powered nanosystems: *From nanogenerators to nanopiezotronics*, *Advanced Functional Materials*, 2008, 1-15.

## IMS7051 Những vấn đề chọn lọc của vật lý siêu dẫn nhiệt độ cao

Selected topics of high-Tc superconducting physics

1. **Tên học phần:** Những vấn đề chọn lọc của vật lý siêu dẫn nhiệt độ cao
2. **Mã học phần:** IMS7051
3. **Tên tiếng Anh:** Selected topics of high-Tc superconducting physics
4. **Khối lượng:** 3(2-2-0-6)
  - Lý thuyết: 30 tiết
  - Bài tập/seminar: 30 tiết
  - Thí nghiệm: 0 tiết
5. **Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Khoa học và Công nghệ Vật liệu
6. **Mục tiêu của học phần:** Học phần này nhằm mang lại cho NCS:
  - Các kiến thức nâng cao về chuyên ngành vật lý vật liệu siêu dẫn nhiệt độ cao.

- Rèn luyện khả năng nghiên cứu tài liệu chuyên ngành, cách trình bày hay thuyết trình một vấn đề khoa học.

**7. Nội dung tóm tắt:** Đây là những vấn đề chọn lọc mang tính thời sự của siêu dẫn nhiệt độ cao liên quan chủ yếu đến các hệ siêu dẫn chứa ôxít đồng (cuprate). Tính dị hướng của cấu trúc tinh thể chi phối đặc trưng siêu dẫn, cấu trúc điện tử và hầu hết các tính chất vật lý khác của vật liệu. Các dẫn giải ở đây được đưa ra dựa trên mô hình lý thuyết kết hợp với các bằng chứng về thực nghiệm hiện đại.

#### **8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN.
- Bài tập: Chuẩn bị và trình bày dưới dạng báo cáo seminar.
- Thí nghiệm: Tuân thủ các quy tắc của phòng thí nghiệm và giáo viên hướng dẫn, nộp báo cáo sau khi làm thí nghiệm.

#### **9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: Trọng số 0.1
- Kiểm tra định kỳ/làm báo cáo: Trọng số 0.3
- Thi kết thúc học phần: Trọng số 0.6

#### **10. Nội dung chi tiết học phần:**

##### **PHẦN MỞ ĐẦU**

- Giới thiệu môn học
- Giới thiệu đề cương môn học
- Giới thiệu tài liệu tham khảo

##### **CHƯƠNG 1: Chuyển pha kim loại-điện môi trong siêu dẫn “cuprate”**

- 1.1 Chuyển pha kim loại điện môi trong các ô xít-chuyển pha Mott
- 1.2 Các tham số chi phối tính siêu dẫn

##### **CHƯƠNG 2: Tính dẫn hai chiều của các hệ cuprate**

- 2.1 Phối vị của Cu trong các hợp chất siêu dẫn
- 2.2 Hiệu ứng pha tạp và nồng độ hạt tải dẫn
- 2.3. Tính dẫn hai chiều của các mặt  $\text{CuO}_2$

##### **CHƯƠNG 3: Cấu trúc điện tử và mặt Fermi**

- 3.1 Khe năng lượng
- 3.2 Mặt Fermi hai chiều
- 3.2. Các kết quả thực nghiệm

##### **CHƯƠNG 4: Mật độ dòng tới hạn và khả năng ứng dụng**

- 4.1 Tính liên kết hạt trong các hợp chất siêu dẫn
- 4.2 Mật độ dòng tới hạn
- 4.3 Các tiêu chuẩn ứng dụng

## CHƯƠNG 5: Các hệ siêu dẫn đặc biệt: Các hợp chất siêu dẫn nền sắt-arsene và $MgB_2$

5.1 Hệ siêu dẫn nền sắt-arsene

5.2 Hệ siêu dẫn  $MgB_2$

5.3. Các hệ siêu dẫn khác

### 11. Tài liệu học tập:

### 12. Tài liệu tham khảo:

- [1] H. Alloul. *Defect in Correlated Metal and Superconductor*. Review of Modern Physics, Vol. 81, 2009, pp. 45-108.
- [2] Patrick A. Lee. *Doping a Mott Insulator: Physics of high-temperature superconductivity*. Review of Modern Physics, Vol. 78, 2006, pp. 17-85.
- [3] A. A. Kodyuk. *ARPES of High-Temperature Superconductors: Simplicity vs. Complexity*. Low Temperature Physics, Vol. 32, 2006, pp. 298-304
- [4] H. Higenkamp. *Grain Boundaries in High-Tc Superconductors*. Review of Modern Physics, Vol. 74, 2002, pp. 485-549.
- [5] Masatoshi Imada. *Metal-Insulator Transition*. Review of Modern Physics, Vol. 70, 1998, pp. 1040-1247.

## IMS7061 Vật liệu và linh kiện quang điện tử nâng cao

Advanced optoelectronic materials and devices

1. Tên học phần: Vật liệu và linh kiện quang điện tử nâng cao

2. Mã số: IMS7061

3. Khối lượng: 3(2,5-1-0-6)

- Lý thuyết: 30
- Bài tập: 30

4. Học phần: tự chọn

5. Đối tượng tham dự: Nghiên cứu sinh ngành Khoa học Vật liệu: Vật liệu điện tử

6. Điều kiện học phần: Học viên có bằng cao học về Khoa học vật liệu

7. Mục tiêu học phần: Kết thúc học phần nghiên cứu sinh nắm vững về vật liệu và linh kiện quang điện tử như: Các loại vật liệu quang điện tử, các phương pháp chế tạo, các phương pháp phân tích tính chất và ứng dụng. biết thiết kế và hiểu được nguyên lý hoạt động của các linh kiện quang điện tử. Có khả năng chế tạo được một số linh kiện quang điện tử có cấu trúc đơn giản.

8. Nội dung tóm tắt học phần: Học phần này trình bày các kiến thức cơ sở và nâng cao về vật liệu và linh kiện quang điện tử bao gồm các loại vật liệu bán dẫn, điện môi, vật liệu có pha tạp các tâm phát quang là các kim loại chuyển tiếp và đất hiếm. trình bày về cấu trúc và tính chất quang, tính chất điện của vật liệu. Thiết kế chế tạo và cơ chế hoạt động của các linh kiện quang điện tử.

## 9. Nhiệm vụ của Nghiên cứu sinh:

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&DDT và Trường ĐHBKHN
- Bài tập: Theo quy định của Bộ GD&DDT và Trường ĐHBKHN

## 10. Đánh giá kết quả: KT/BT (0.4)-T(LT:0.6)

- Điểm quá trình: Trọng số 0.40
  - + Bài tập đầy đủ
  - + Hoàn thành bài tập lớn
- Thi cuối kỳ (tự luận): Trọng số: 0.6

## 11. Nội dung chi tiết học phần:

### MỞ ĐẦU

- Mục đích môn học
- Nội dung môn học
- Tài liệu tham khảo

## PHẦN I: VẬT LIỆU QUANG ĐIỆN TỬ VÀ QUANG TỬ

### CHƯƠNG 1: Tính chất quang của vật liệu bán dẫn

- 1.1 Giới thiệu
- 1.2 Các phương trình Maxwell
- 1.3 Cấu trúc vùng năng lượng
- 1.4 Sự chuyển mức vùng vùng
- 1.5 Sự dịch chuyển trong nội vùng
- 1.6 Các mức tạp chất và sai hỏng mạng tinh thể
- 1.7 Mật độ hạt tải
- 1.8 Sự hấp thụ và phát xạ
- 1.9 Vật liệu vùng cấm thẳng
- 1.10 Vật liệu vùng cấm xiên
- 1.11 Vật liệu pha tạp cao
- 1.12 Sự hấp thụ exciton
- 1.13 Sự dịch chuyển kết hợp với các sai hỏng mạng
- 1.14 Các quá trình tái hợp bức xạ
- 1.15 Các quá trình tái hợp không bức xạ

### CHƯƠNG 2: Vật liệu quang điện tử có pha tạp các nguyên tố đất hiếm và kim loại chuyển tiếp

- 2.1 Giới thiệu chung
- 2.2 Một số khái niệm
- 2.3 Cấu trúc và tính chất của kim loại chuyển tiếp

- 2.3 Quá trình phát quang của các kim loại chuyển tiếp trong vật rắn
- 2.4 Các ion đất hiếm
- 2.5 Vật liệu có pha tạp các ion đất hiếm
- 2.6 Các quá trình tái hợp phát xạ và không phát xạ
- 2.7 Các quá trình mở rộng vạch phổ, hiệu ứng Stark
- 2.8 Ảnh hưởng của mạng nền lên tính chất quang của các ion đất hiếm

## **PHẦN II: LINH KIỆN QUANG ĐIỆN TỬ**

### **CHƯƠNG 3: Các loại laser bán dẫn, đầu dò quang học và diode phát quang**

- 3.1 Các laser diode bán dẫn
- 3.2 Hoạt động của các laser bán dẫn và diode bán dẫn
- 3.3 Vai trò của các laser bán dẫn trong các modern của hệ thống thông tin quang sợi
- 3.4 Diode phát quang
- 3.5 Hoạt động của các diode phát quang
- 3.6 Cấu trúc và các ứng dụng của các diode phát quang
- 3.7 Đầu dò quang học (photodetector)
- 3.8 Sự hoạt động của một số đầu dò quang học
- 3.9 Quá trình chế tạo các đầu dò quang học và ứng dụng

### **CHƯƠNG 4: Các modul quang điện tử và các thiết bị khuếch đại truyền dẫn quang**

- 4.1 Các modul quang điện tử
- 4.2 Cấu trúc và ứng dụng của các modul quang điện tử
- 4.3 Công nghệ chế tạo các modul quang điện tử
- 4.4 Các thiết bị khuếch đại và truyền dẫn quang
- 4.5 Khuếch đại quang sợi
- 4.6 Các tính chất của sợi quang
- 4.7 Các quá trình chế tạo sợi quang
- 4.8 Khuếch đại và dẫn sóng phẳng
- 4.9 Các tính chất của linh kiện dẫn sóng phẳng
- 4.10 Các quá trình chế tạo thiết bị khuếch đại và dẫn sóng phẳng

## **11. Tài liệu tham khảo:**

- [1] Joseph H. Simmons, Kelly S. Potter, “*Optical Materials*”, Academic press, 2000.
- [2] F. Graham Smith, Terry A. King, Dan Wilkins, “*Optics and photonics: an Introduction*”, John Wiley and Sons, Ltd, 2007.
- [3] Joachim Pipper, “*Optoelectronic devices*”, Springer, 2005.

- [4] Jai Singh, “*Optical Properties of Condensed Matter and Applications*”, John Wiley and Sons, Ltd, 2006.

## **IMS7070 Công nghệ vật liệu điện tử tiên tiến**

Advanced Electronic Materials Engineering

- 1. Tên học phần:** Công nghệ vật liệu điện tử tiên tiến
- 2. Mã học phần:** IMS7070
- 3. Tên tiếng Anh:** Advanced Electronic Materials Engineering
- 4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)
  - Lý thuyết: 45 tiết
  - Bài tập:
  - Thí nghiệm:
- 5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu điện tử
- 6. Mục tiêu của học phần:** Học phần này nhằm mang lại cho NCS:
  - Các kiến thức nâng cao về lý luận chuyên ngành khoa học và công nghệ vật liệu điện tử.
- 7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần gồm hai nội dung chính. Nội dung thứ nhất đề cập tới công nghệ chế tạo vật liệu điện tử tiên tiến: công nghệ chế tạo vật liệu khối; công nghệ chế tạo vật liệu màng mỏng; công nghệ chế tạo dây nano; công nghệ chế tạo hạt nano. Nội dung thứ hai đề cập tới công nghệ chế tạo linh kiện tử micro và nano.
- 8. Nhiệm vụ của NCS:**
  - Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBK HN
  - Bài tập: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBK HN
  - Thí nghiệm:
- 9. Đánh giá kết quả:**
  - Mức độ dự giờ giảng: 10%
  - Kiểm tra định kỳ: 30%
  - Thi kết thúc học phần: 60%
- 10. Nội dung chi tiết học phần:**

## **MỞ ĐẦU**

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo



## **CHƯƠNG 1: Công nghệ chế tạo vật liệu khối**

- 1.1. Phương pháp nóng chảy hồ quang
- 1.2. Phương pháp nóng chảy cao tần
- 1.3. Phương pháp gốm
- 1.4. Phương pháp bột

## **CHƯƠNG 2: Công nghệ chế tạo vật liệu màng mỏng**

- 2.1 Cơ sở kỹ thuật tạo màng mỏng
- 2.2 Cơ sở kỹ thuật chân không
- 2.3 Phương pháp lắng đọng pha hơi kiểu vật lý (PVD)
- 2.4 Phương pháp lắng đọng pha hơi kiểu hóa học (CVD)
- 2.4 Phương pháp lắng đọng kiểu lớp nguyên tử (ALD)
- 2.5 Phương pháp tự lắp ráp (self-assembly)
- 2.6 Phương pháp điện hóa
- 2.7 Phương pháp sol-gel

## **CHƯƠNG 3: Công nghệ chế tạo dây nano**

- 3.1 Tổng hợp dây nano kiểu tự phát (spontaneous)
- 3.2 Tổng hợp dây nano dùng khuôn
- 3.3 Tổng hợp dây nano kiểu phun tĩnh điện (electrospinning)
- 3.4 Tổng hợp dây nano dùng kỹ thuật khắc hình

## **CHƯƠNG 4: Công nghệ chế tạo hạt nano**

- 4.1 Tổng hợp hạt nano trên cơ sở tạo mầm đồng nhất
- 4.2 Tổng hợp hạt nano trên cơ sở tạo mầm không đồng nhất
- 4.3 Tổng hợp hạt nano kiểu giam giữ động học
- 4.4 Tổng hợp hạt nano kiểu khung lõi (core-shell)

## **CHƯƠNG 5: Kỹ thuật đặc trưng và tính chất vật liệu nano**

- 5.1 Cấu trúc vật liệu nano
- 5.2 Tính chất hóa học vật liệu nano
- 5.3 Tính chất vật lý vật liệu nano

## **CHƯƠNG 6: Công nghệ chế tạo linh kiện điện tử micro-nano**

- 6.1 Kỹ thuật quang khắc
- 6.2 Kỹ thuật ôxy hóa
- 6.3 Kỹ thuật khuếch tán
- 6.4 Kỹ thuật ăn mòn ướt
- 6.5 Kỹ thuật ăn mòn khô

## **CHƯƠNG 7: Công nghệ đóng gói linh kiện**



**4. Học phần (bắt buộc, tự chọn, bổ túc, bổ sung):** Tự chọn

**5. Đối tượng tham dự:** Nghiên cứu sinh chuyên ngành: khoa học và kỹ thuật vật liệu; Cơ điện tử.

**6. Điều kiện học phần:**

Học phần tiên quyết:

Học phần học trước: Công nghệ vi hệ thống

Học phần song hành:

**7. Mục tiêu học phần:** Nhằm trang bị cho học viên các kiến thức cơ bản về linh kiện vi hệ thống.

**8. Nội dung tóm tắt học phần:** Học phần này bao gồm các vấn đề về ảnh hưởng của kích thước thu nhỏ tới tính chất của vi hệ thống, vi hệ thống cơ điện tử, vi hệ thống năng lượng, vi hệ thống cơ quang điện tử và vi hệ thống phân tích tổng hợp.

**9. Nhiệm vụ của học viên:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN.

**10. Đánh giá kết quả:KT (0.4)-T(TL:0.6)**

Điểm quá trình: trọng số 0.4

Kiểm tra giữa kỳ

Báo cáo chuyên đề

Thi cuối kỳ ( tự luận): trọng số 0.6

**11. Tài liệu học tập:**

Sách tham khảo: Xem phần tài liệu tham khảo.

**12. Nội dung chi tiết học phần:**

## **CHƯƠNG 1 Nhập môn linh kiện vi hệ thống**

1.1 Vi hệ thống và MEMS

1.2 Thị trường linh kiện vi hệ thống và MEMS

## **CHƯƠNG 2 Ảnh hưởng thu nhỏ kích thước đối với vi hệ thống**

2.1 Kích thước đối với các hệ vật lý

2.2 Kích thước đối với hệ sinh hóa

2.3 Kích thước đối với công nghệ chế tạo

## **CHƯƠNG 3 Vi hệ thống cơ điện tử**

3.1 Các cấu trúc cơ

3.2 Hiện tượng suy hao

3.3 Động học hệ thống điện

3.4 Vi cảm biến cơ

3.5 Vi chấp hành

## **CHƯƠNG 4 Vi hệ thống năng lượng**

- 4.1 Tích trữ năng lượng định xứ
- 4.2 Vi pin nhiên liệu
- 4.3 Vi máy phát điện kiểu áp điện

## **CHƯƠNG 5 Vi hệ thống cơ quang điện tử**

- 5.1 Lý thuyết dẫn sóng
- 5.2 Linh kiện dẫn sóng kiểu dải
- 5.3 Kỹ thuật ghép kênh
- 5.4 Đặc trưng kênh dẫn sóng
- 5.5 Chuyển mạch quang
- 5.6 Vi gương

## **CHƯƠNG 6 Vi hệ thống phân tích tổng hợp ( $\mu$ -TAS)**

- 6.1 Hệ vi lưu
  - 6.1.1 Tính chất dòng chảy
  - 6.1.2 Tính chất của hệ vi lưu
- 6.2 Công nghệ chế tạo hệ  $\mu$ -TAS
- 6.3 Vi kênh
- 6.4 Vi bơm
- 6.5 Vi buồng phản ứng
- 6.6 Hệ vi phân tích
  - 6.6.1 Hệ phân tích Lab-on-a chip
  - 6.6.2 Hệ phân tích điện chuyển

## **11. Tài liệu tham khảo**

- [1] Stephen D. Senturia, *Microsystem design*, Publisher: Kluwer Academy, 2001.
- [2] James J. Allen, *Microelectromechanical systems design*, CRC Press, 2005.
- [3] Mohamed Gad-el-Hak, *MEMS – Design and Fabrication*, The MEMS handbook series, CRC Press – Taylor & Francis Group, 2006.

### **IMS7091 Các phương pháp khảo sát tính chất từ của vật liệu**

Methods for investigating magnetic properties of materials

- 1. Tên học phần:** Các phương pháp khảo sát tính chất từ của vật liệu
- 2. Mã học phần:** IMS7091
- 3. Tên tiếng Anh:** Methods for investigating magnetic properties of materials

**4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết: 45 tiết
- Bài tập:
- Thí nghiệm:

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu điện tử

**6. Mục tiêu của học phần:**

Học phần này nhằm mang lại cho NCS các kiến thức về:

- Nguyên lý của các phương pháp khảo sát các tính chất từ tính của vật liệu.
- Các vấn đề kỹ thuật trong các phép đo từ.
- Phương pháp đoán nhận các tính chất từ dựa vào các kết quả thực nghiệm.

**7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần này trang bị cho NCS những kiến thức cơ bản trong quá trình làm thí nghiệm về các phép đo từ. NCS có khả năng vận dụng các kỹ thuật thích hợp trong từng bài toán cụ thể và có thể tự xây dựng các hệ đo tại phòng thí nghiệm.

**8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: 60 %
- Bài tập: 40 %
- Thí nghiệm:

**9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 10%
- Kiểm tra định kỳ: 30%
- Thi kết thúc học phần: 60%

**10. Nội dung chi tiết học phần:**

**PHẦN MỞ ĐẦU**

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

**CHƯƠNG 1: Một số khái niệm liên quan đến các phép đo từ**

- 1.6. Các đại lượng từ và đơn vị
- 1.7. Trạng thái từ của vật chất
- 1.8. Các vật liệu từ sử dụng làm cảm biến

**CHƯƠNG 2: Các phương pháp đo từ dựa trên nguyên lý cảm ứng từ**

- 2.1. Từ kế cảm ứng với mẫu dịch chuyển (từ kế tích phân)
- 2.2. Từ kế mẫu rung (vibrating sample magnetometer – VSM)
- 2.3. Phép đo hệ số từ hóa động

### **CHƯƠNG 3: Các phương pháp đo từ dựa trên nguyên lý cảm ứng từ**

- 3.1 Từ kế xoắn
- 3.2. Cân Faraday
- 3.3. Hiên vi lực từ (Magnetic force microscope – MFM)

### **CHƯƠNG 4: Các phép đo từ dựa trên hiệu ứng quang - từ**

- 4.1. Sự lan truyền ánh sáng trong chất sắt từ
- 4.2. Hiệu ứng Faraday
- 4.3. Hiệu ứng Kerr (MOKE)
- 4.4. Mô tả các bộ phận chính của hệ đo Kerr
- 4.5. Nghiên cứu cấu trúc đômên của vật liệu và các màng mỏng từ tính bằng hiệu ứng Kerr

### **CHƯƠNG 5: Các phép đo từ dựa trên hiệu ứng giao thoa lượng tử siêu dẫn (SQUID)**

- 5.1. Tiếp xúc Josephson
- 5.2. SQUIDs d.c và SQUIDs r.f
- 5.3. Ứng dụng SQUIDs làm các hệ đo từ độ, hệ từ hóa và từ sinh học

### **CHƯƠNG 6: Nghiên cứu cấu trúc từ bằng phương pháp nhiễu xạ neutron**

- 6.1. Các tính chất cơ bản của neutron
- 6.2. Nguồn neutron
- 6.3. Tán xạ neutron
- 6.4. Tán xạ neutron trên hạt nhân
- 6.5. Tán xạ neutron từ

#### **11. Tài liệu học tập:**

- [1] Dinesh Marrien, *Introduction to Tc-Susceptibility*, Quantum Design, California, 2007.
- [2] Charles P. Poole, Jr, *Handbook of Superconductivity*, Academic Press, London, 2000.
- [3] Phạm Hồng Quang, *Các phép đo từ*, NXB ĐHQGHN, 2007.
- [4] Albert Furrer, Joel Mesot , and Thierry Strassle, *Neutron scattering in condensed matter physics*, World Scientific, ISBN: 978-981-02-4831-4
- [5] [A.K Zvezdin](#), [V.A Kotov](#). *Modern Magneto-optics and Magneto-optical Materials*, Taylor & Francis, ISBN: 978-0-7503-0362-0, 1997.

#### **12. Tài liệu tham khảo:**

- [1] *Introduction To Solid State Physics*, by C. Kittel, John Wiley & Sons, ISBN 0471874744, 9780471874744
- [2] *Introduction to Magnetism and Magnetic Materials*, David Jiles, Chapman & Hall, 1991.
- [3] *Introduction to Magnetic Materials*, B.D. Cullity, Addison-Wesley, 1972.
- [4] S. Chikazumi, *Physics of Magnetism* (John Wiley & Sons, Inc. 1964).

## **IMS7101 Công nghệ chế tạo các cấu trúc micro và nano**

Micro and Nanomanufacturing

**1. Tên học phần:** Công nghệ chế tạo các cấu trúc micro và nano

**2. Mã học phần:** IMS7101

**3. Tên tiếng Anh:** Micro and Nanomanufacturing

**4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết: 45tiết

- Bài tập:

- Thí nghiệm:

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu điện tử

**6. Mục tiêu của học phần:** Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức nâng cao về lý luận chuyên ngành khoa học và công nghệ vật liệu điện tử.

- Rèn luyện khả năng tư duy về công nghệ chế tạo các cấu trúc có kích thước micro và nano.

**7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần này sẽ giúp NCS tiếp cận các công nghệ mới để chế tạo các cấu trúc có kích thước micro và nano và ứng dụng các công nghệ này trong công nghệ chế tạo vi điện tử và nano điện tử.

**8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBK HN

- Bài tập:

- Thí nghiệm:

**9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 10%

- Kiểm tra định kỳ: 30%

- Thi kết thúc học phần: 60%

**10. Nội dung chi tiết học phần:**

### **PHẦN MỞ ĐẦU**

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

### **CHƯƠNG 1: Các nguyên tắc cơ bản của chế tạo cấu trúc micro và nano**

1.1 Giới thiệu về chế tạo linh kiện MEMS và linh kiện bán dẫn

- 1.2 Chế tạo linh kiện bán dẫn bằng công nghệ quang khắc mềm
- 1.3 Chế tạo linh kiện nano sử dụng đầu dò lực nguyên tử và xuyên ngầm tunnel.
- 1.4 Chế tạo các cấu trúc nano sử dụng ống nano carbon
- 1.5 Quang khắc các cấu trúc nano

## **CHƯƠNG 2: Sử dụng tia X-ray cho công nghệ quang khắc**

- 2.1. Giới thiệu
- 2.2. Quy trình quang khắc tia X cơ bản
- 2.3. Mặt nạ cho quang khắc sử dụng tia X.
- 2.4. So mặt nạ trước khi chiếu tia X
- 2.5. Vật liệu bảo vệ cho quang khắc hình bằng tia X
- 2.6. Các công nghệ quang khắc tia X trong tương lai

## **CHƯƠNG 3: Công nghệ ăn mòn, cắt gọt, đúc các cấu trúc micro có tỷ số hình dạng lớn.**

- 3.1. Giới thiệu
- 3.2. Ăn mòn khô
- 3.3. Quá trình ăn mòn bằng Plasma
- 3.4. Đặc tính của Plasma
- 3.5. Ăn mòn các cấu trúc micro
- 3.6. Công nghệ ăn mòn, cắt gọt, đúc các cấu trúc micro có tỷ số hình dạng lớn

## **CHƯƠNG 4: Gia công cấu trúc micro và meso (trung bình).**

- 4.1. Giới thiệu
- 4.2. Sự ảnh hưởng của kích thước trong gia công cấu trúc micro
- 4.3. Nguồn gốc sự ảnh hưởng của kích thước
- 4.4. Quá trình gia công cấu trúc trung bình (meso)
- 4.5. Bài tập

## **CHƯƠNG 5: Gia công cơ học cấu trúc micro**

- 5.1. Giới thiệu
- 5.2. Lý thuyết gia công cấu trúc micro
- 5.3. Thực nghiệm gia công cấu trúc micro
- 5.4. Công cụ gia công cấu trúc micro
- 5.5. Kết luận
- 5.6. Bài tập

## **CHƯƠNG 6: Chế tạo cấu trúc Micro và Nano bằng Laser**

- 6.1. Giới thiệu
- 6.2. Cơ bản về Laser
- 6.3. Chế tạo cấu trúc Micro bằng laser



6.4. Chế tạo cấu trúc Nano bằng laser

6.5. Kết luận

6.6. Bài tập

### **CHƯƠNG 7: Gia công cấu trúc nano**

7.1. Giới thiệu

7.2. Gia công kích thước nano

7.3. Thực hành

7.4. Kết luận

7.5. Bài tập

### **CHƯƠNG 8: Sản xuất hàng loạt cấu trúc Micro và Nano**

8.1. Giới thiệu

8.2. Sản xuất hàng loạt cấu trúc Micro

8.3. Sản xuất hàng loạt cấu trúc Nano

8.4. Vấn đề thương mại hóa công nghệ Micro và Nano

8.5. Tương lai phát triển

8.6. Bài tập

### **11. Tài liệu học tập:**

[1] Mark J. Jackson, *Micro and Nanofabrication*, Springer, 2007

[2] Ahmed Busnaina, *Nanomanufacturing Handbook*, CRC Press, 2007

### **12. Tài liệu tham khảo:**

[1] Edward L. Wolf, *Nanophysics\_Nanotechnology*, Wiley, 2004

[2] C. Dupas P. Houdy M. Lahmani (Eds.), *Nanoscience Nanotechnologies and Nanophysics*, Springer, 2007

## **IMS7111 Công nghệ năng lượng mới**

Renewable Energy: Improvement, Sustainable and Green Choices

- 1. Tên học phần:** Công nghệ năng lượng mới
- 2. Mã số:** IMS7111
- 3. Tên tiếng Anh:** Renewable Energy: Improvement, Sustainable and Green Choices
- 4. Khối lượng:** 3(2-2-0-6)
  - Lý thuyết: 30 tiết
  - Bài tập: 30 tiết

**5. Đối tượng tham dự:** NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ Vật liệu Điện tử

## **6. Mục tiêu học phần:**

Cung cấp, bổ sung cho NCS những kiến thức liên ngành liên quan tới khoa học và kỹ thuật vật liệu nano ứng dụng trong nghiên cứu và chế tạo pin mặt trời truyền thống cũng như pin mặt trời thế hệ mới qua đó NCS học cách tìm hiểu, tổng hợp, nêu vấn đề và giải quyết vấn đề nảy sinh từ các ngành nghiên cứu riêng biệt.

Qua học phần, học viên sẽ phát triển các kỹ năng làm việc theo nhóm, đọc tài liệu, viết báo cáo khoa học và trình bày các báo cáo khoa học từ chính chủ đề mà họ lựa chọn hoặc được giao qua đó hoàn thiện tiếng anh chuyên ngành của họ.

## **7. Nội dung tóm tắt học phần:**

Khoa học và kỹ thuật vật liệu nano sinh học, axit nucleic, protein, enzym, miễn dịch, kháng thể, động lực học, quá trình tự gắn kết bề mặt, cảm biến sinh học và các ứng dụng tiêu biểu của công nghệ nano sinh học.

## **8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN.
- Bài tập: Theo quy định giáo viên giảng dạy và trường ĐHBKHN.

## **9. Đánh giá kết quả:KT/BT(0.40)-T(TL:0.60)**

- Điểm quá trình: trọng số 0.4
  - Dự lớp đầy đủ
  - Bài tập làm đầy đủ
- Thi cuối kỳ: trọng số 0.6

## **10. Nội dung chi tiết học phần:**

### **CHƯƠNG I: Giới thiệu về nhu cầu năng lượng và xu hướng trong tương lai**

- 1.1. Nhu cầu năng lượng trong sản xuất nói chung
- 1.2. Nhu cầu năng lượng trong sinh hoạt
- 1.3. Nhu cầu năng lượng trong các ngành dịch vụ
- 1.4. Nhu cầu năng lượng trong vận tải hành khách
- 1.5. Nhu cầu năng lượng trong vận tải đường không

### **CHƯƠNG II: Các nguồn năng lượng truyền thống, tình trạng khai thác, sử dụng**

- 2.1. Nguồn năng lượng từ than đá (nhiệt điện)
- 2.2. Nguồn năng lượng từ thủy điện

### **CHƯƠNG III: Các nguồn năng lượng thay thế**

- 3.1. Năng lượng mặt trời

- 3.2. Năng lượng gió
- 3.3. Năng lượng thủy triều
- 3.4. Năng lượng hạt nhân
- 3.5. Nhiên liệu sinh học

#### **CHƯƠNG IV: Các vấn đề hiện đại của vật liệu cấu trúc nano trong chuyển đổi, tích trữ năng lượng**

- 4.1. Giới thiệu công nghệ pin mặt trời
- 4.2. Vật liệu cấu trúc nano trong công nghệ pin mặt trời trên cơ sở màng mỏng
- 4.3. Vật liệu cấu trúc nano trong pin mặt trời trên cơ sở chất nhuộm màu tổng hợp
- 4.4. Vật liệu cấu trúc nano trong pin mặt trời trên cơ sở vật liệu hữu cơ và các bon
- 4.4. Pin mặt trời trên cơ sở cấu trúc nano khác

#### **11. Tài liệu học tập:**

- [1]Richard C. Neville, *Solar Energy Conversion The Solar Cell (2<sup>nd</sup> Edition)*, Elsevier Science B.V, ISBN: 0444 898182, 1995.
- [2]Tetsuo Soga, *Nanostructured Materials for Solar Energy Conversion*, Elsevier B.V, ISBN-13: 978-0-444-52844-5, ISBN-10: 0-444-52844-X, 2006.

#### **12. Sách tham khảo:**

- [1] Trevor M. Letcher, “*Future Energy: improved, substainable, and clean options for our planet*”, Elsevier Science, ISBN-10 0080548083, ISBN-13 978-0080548081, 2008.
- [2] Jef Poortmans and Vladimir Arkhipov, *Thin film solar cells fabrication, characterization and applications*, John Wiley and Son Ltd., ISBN-10 0-470-09126-6 (HB), ISBN-13 978-0-470-09126-5 (HB), 2007.

#### **IMS7121 Các hệ dự trữ năng lượng: Khoa học và Công nghệ** Energy storage systems: Science and Technology

- 1. Tên học phần:** Các hệ dự trữ năng lượng: Khoa học và Công nghệ
- 2. Mã học phần:** IMS7121
- 3. Tên tiếng Anh:** Energy Storage Systems: Science and Technology
- 4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)  
- Lý thuyết: 45 tiết
- 5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu điện tử
- 6. Mục tiêu của học phần:**  
Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức nâng cao về lý luận và thực tiễn chuyên ngành khoa học và công nghệ vật liệu điện tử.
- Rèn luyện khả năng tư duy về khoa học và công nghệ của một số hệ dự trữ năng lượng điện hình.

### 7. Nội dung tóm tắt:

Học phần này sẽ giúp NCS tiếp cận về mặt khoa học cũng như công nghệ của một số hệ dự trữ năng lượng điện hình như pin không sạc lại (primary batteries): Zn-khí, Lithium...; pin sạc lại (secondary batteries): Ni-Cd, Fe-khí, Ni-MH, Li-ion.... và pin nhiên liệu. Đặc biệt NCS sẽ nắm được các đặc trưng và ứng dụng của mỗi hệ dự trữ năng lượng.

### 8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN
- Bài tập: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN
- Bài tập trên máy tính: Không
- Thí nghiệm: Không

### 9. Đánh giá kết quả:

- Mức độ dự giờ giảng: 10%
- Kiểm tra định kỳ: 30%
- Thi kết thúc học phần: 60%

### 10. Nội dung chi tiết học phần: Các hệ dự trữ năng lượng: Khoa học và Công nghệ

#### Phần mở đầu

- Giới thiệu môn học
- Giới thiệu đề cương môn học
- Giới thiệu tài liệu tham khảo

#### CHƯƠNG 1: Khái niệm cơ bản

- 1.1 Giới thiệu
- 1.2 Thành phần của tế bào pin và pin
- 1.3 Phân loại tế bào pin và pin
- 1.4 Hoạt động của tế bào pin
- 1.5 Điện thế, dung lượng và năng lượng lý thuyết của tế bào pin
- 1.6 Mật độ năng lượng và năng lượng riêng của pin thực tế

#### CHƯƠNG 2: Các nguyên lý và phản ứng điện hoá

- 2.1 Giới thiệu
- 2.2 Nhiệt động học cơ sở
- 2.3 Các kỹ thuật phân tích điện hóa

#### CHƯƠNG 3: Pin sơ cấp

- 3.1 Đặc trưng chung
- 3.2 Các loại và đặc trưng của pin sơ cấp
- 3.3 Pin sơ cấp có khả năng sạc lại

#### CHƯƠNG 4: Pin thứ cấp

- 4.1 Giới thiệu

- 4.2 Pin điện cực sắt
- 4.3 Pin Nickel-Cadmium
- 4.4 Pin Ni-MH
- 4.5 Pin sạc Lithium
- 4.6 Pin Lithium-Ion

#### CHƯƠNG 5: Pin kim loại khí ứng dụng trong các phương tiện dùng điện và cấp cứu

- 5.1 Giới thiệu
- 5.2 Đặc trưng chung
- 5.3 Quá trình hóa học của pin kim loại khí.

#### CHƯƠNG 6: Pin nhiên liệu

- 6.1 Đặc trưng chung
- 6.2 Hoạt động của pin nhiên liệu
- 6.3 Lắp ráp pin nhiên liệu

#### 11. Tài liệu học tập:

- [1] *Energy Storage system: Science and Technology*, 2011.
- [2] David Linden and Thomas B. Reddy, *Handbook of Batteries* (Third edition), McGraw-Hill, 2002.

#### 12. Tài liệu tham khảo:

- [1] Ronald M. Dell and David A. J. Rand, *Understanding of Batteries*, The Royal Society of Chemistry, 2001.
- [2] V. S. Bagotsky, *Fundamentals of Electrochemistry* (Second Edition), John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [3] Mark S. Lindstrom and Jing Gua, *Fuel Cell Technology Handbook*, CRC PRESS, 2003.
- [4] EG&G Technical Services, Inc.: *Fuel Cell Handbook* (Sixth edition), EG&G Technical Services, Inc., Science Applications International Corporation, 2002.
- [5] Walter A. Van Schalkwijk and Bruno Scrosati, *Advances in Lithium-Ion Batteries*, Kluwer Academic Publishers, 2002.

#### IMS7131      **Nhập môn vi lưu**

Introduction to microfluidics

- 1. **Tên học phần:**      Nhập môn vi lưu
- 2. **Mã học phần:**      **IMS7131**
- 3. **Tên tiếng Anh:**      Introduction to microfluidics
- 4. **Khối lượng:**      3(3-0-0-6)
  - Lý thuyết:      25 tiết
  - Bài tập, thực hành : 20 tiết
  - Seminar:      10 tiết
- 5. **Đối tượng tham dự:**      Tất cả NCS thuộc ngành/chuyên ngành Vật liệu điện tử

## 6. Mục tiêu của học phần:

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Khái niệm, kiến thức cơ bản và tổng quan về vi lưu như là một số tính chất đặc biệt của chất lỏng ở kích thước micro và nano, các phương pháp chế tạo và một số ứng dụng cơ bản. Từ đó NCS có thể có được cái nhìn tổng quan về vi lưu, hiểu được tầm quan trọng của việc ứng dụng vi lưu vào trong các lĩnh vực của đời sống và nắm được tình hình phát triển của vi lưu trên thế giới cũng như ở Việt Nam.

- Giúp các NCS tiếp cận thực tế với một số phương pháp chế tạo hệ vi lưu như là quang khắc, khắc mềm, plasma oxy.

- Rèn luyện khả năng tư duy về cơ học chất lỏng ở kích thước macro và micro. Giúp các NCS biết các tiếp cận, tìm hiểu một vấn đề và thuyết trình một chủ đề trong khoa học.

## 7. Nội dung tóm tắt:

Vi lưu là một ngành khoa học và công nghệ nghiên cứu các vấn đề của chất lỏng ở thang micro và nano. Vi lưu nổi lên từ những năm 1990 là một ngành khoa học tiềm năng do khả năng ứng dụng rất rộng rãi. Hiện nay, vi lưu đã và đang thu hút được nhiều mối quan tâm không những của các nhà khoa học mà còn của các doanh nghiệp trên thế giới. Tuy nhiên, lĩnh vực này còn khá mới mẻ ở Việt Nam. Học phần này sẽ giới thiệu và giúp cho các NCS tiếp cận với vi lưu: khái niệm cơ bản, một số tính chất đặc biệt của chất lỏng ở thang micro và nano, một số phương pháp chế tạo hệ vi lưu và những ứng dụng phổ biến.

## 8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp: Theo quy định và quy chế của bộ GD&ĐT và của trường DHBKHN

- Bài tập, thực hành: Làm đầy đủ bài tập được giao và chuẩn bị như một bài seminar. Tham gia đầy đủ các buổi thực hành và làm báo cáo cho từng ngày thực hành

- Seminar: Tham dự đầy đủ các buổi seminar và chuẩn bị bài báo cáo của mình bằng Powerpoint

## 9. Đánh giá kết quả:

- Mức độ dự giờ giảng: 20%

- Kiểm tra định kỳ: 20%

- Thi kết thúc học phần (tự luận hoặc vấn đáp hoặc báo cáo seminar): 60%

## 10. Nội dung chi tiết học phần:

Phân mở đầu

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

### CHƯƠNG 1: Tổng quan về vi lưu

1.1 Định nghĩa vi lưu

1.2 Vi lưu và MEMS

1.3 Các ưu nhược điểm của việc tiêu hình hóa

1.4 Định luật về thang kích thước và các vấn đề gặp phải trong quá trình tiêu hình hóa

## **CHƯƠNG 2: Lý thuyết về chất lưu**

- 2.1 Định nghĩa chất lưu và chất lỏng
- 2.2 Định luật bảo toàn khối lượng trong chất lưu
- 2.3 Chất lỏng Newton
- 2.4 Các định luật cơ bản về động lực học chất lưu và số Reynolds

## **CHƯƠNG 3: Cơ học chất lỏng ở kích thước micro**

- 3.1 Khái niệm trở trong chất lưu
- 3.2 Dòng điện thẩm
- 3.3 Dòng điện tích hạt
- 3.4 Các định luật cơ bản về động lực học chất lưu và số Reynolds

## **CHƯƠNG 4: Các phương pháp chế tạo hệ vi lưu**

- 4.1 Các hệ vi lưu sử dụng vật liệu cứng: thủy tinh, silic
- 4.2 Các hệ vi lưu sử dụng vật liệu mềm
- 4.3 Hệ vi lưu sử dụng vật liệu PDMS

## **CHƯƠNG 5: Một số ứng dụng của hệ vi lưu**

- 5.1 Hệ vi lưu trong chế tạo các hạt nang kích thước micro và nano
- 5.2 Vi lưu trong Y sinh
- 5.3 Vi lưu trong khoa học sự sống
- 5.4 Vi lưu trong nuôi cấy tế bào
- 5.5 Cảm biến sinh học vi dòng chảy

### 11. Tài liệu học tập:

- [1] P. Tabeling, *Introduction to microfluidics*. Oxford University Press, 2010.
- [2] Nam-Trung Nguyen, Steven T. Wereley, *Fundamentals and applications of microfluidics*. Artech house press, 2006.

### 12. Tài liệu tham khảo:

- [1] Killian DillP, Robin Liu, Piotr Grodzinski, *Microarrays: Preparation, microfluidics, detection methods, and biological applications*. Springer, 2009.
- [2] Paul C. H. Li, *Microfluidic Lab-on-a-chip for chemical and biological analysis and discovery*. Taylor & Francis, 2006.

## **IMS7141 Khoa học và công nghệ hóa ướt chế tạo vật liệu nano**

Wet-chemical science and technology for synthesis of nanomaterials

### **1. Tên học phần: Khoa học và công nghệ hóa ướt chế tạo vật liệu nano**

### **2. Mã học phần: IMS7141**

### **3. Giáo viên giảng dạy:**

1. TS.Đặng Thị Thanh Lê

2. TS. Nguyễn Văn Duy

**4. Tên tiếng Anh: Wet-chemical science and technology for synthesis of nanomaterials**

**5. Khối lượng: 3 (3-0-0-6)**

- Lý thuyết: 15 tiết
- Seminar, thảo luận: 15 tiết
- Tiểu luận: 15 tiết

**6. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Khoa học vật liệu điện tử

**7. Mục tiêu của học phần**

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức nâng cao về lý luận (sự hiểu biết và nhận thức) của công nghệ hóa ướt để làm cơ sở tham gia nghiên cứu tốt trong các chuyên ngành khoa học vật liệu, công nghệ vật liệu điện tử và các linh kiện điện tử thế hệ mới được tạo ra và hoạt động dựa trên nền tảng của khoa học và công nghệ nano.

- Rèn luyện khả năng tư duy sâu về các quá trình, các yếu tố ảnh hưởng đến sự hình thành hình thái, hình dạng của vật liệu khi các kích thước hình học ở thang nanomet, và về cơ sở hóa lý cho việc phân tích các yếu tố cấu trúc của chúng.

**8. Nội dung tóm tắt**

Môn học này sẽ giúp NCS tiếp cận về mặt hóa học cũng như công nghệ hóa ướt chế tạo các loại vật liệu điện tử có cấu trúc nano. Một lĩnh vực đang rất được quan tâm trong lĩnh vực khoa học và công nghệ nano.

**9. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN
- Bài tập: theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN
- Seminar: trình bày theo sự chuẩn bị của cá nhân sinh viên hoặc theo nhóm

**10. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ và tham gia bài giảng: 30%
- Kiểm tra định kỳ: 30%
- Thi kết thúc học phần (tự luận hoặc vấn đáp): 40%

**11. Nội dung chi tiết học phần**

PHẦN MỞ ĐẦU

Nội dung học phần

Giới thiệu tài liệu tham khảo

CHƯƠNG 1. Sol-gel

1.1. Lịch sử

1.2. Quá trình chế tạo

1.3. Tính chất

1.4. Coating

1.5. Ứng dụng

CHƯƠNG 2. Thủy nhiệt (Hydrothermal process)



- 2.1. Lịch sử, nguyên lý và ứng dụng
- 2.2. Thiết bị
- 2.3. Quá trình thủy nhiệt một số vật liệu
- 2.4. Công nghệ thủy nhiệt trong thế kỷ 21

### CHƯƠNG 3. Vi sóng (Microwave)

- 3.1. Giới thiệu
- 3.2. Chế tạo vật liệu hữu cơ
- 3.3. Các phản ứng
- 3.4. Triển vọng và thách thức

### CHƯƠNG 4. Điện hóa (Electrochemical synthesis)

- 4.1. Giới thiệu
- 4.2. Đặc tính
- 4.3. Thiết kế một hệ điện hóa
- 4.4. Kỹ thuật điện hóa
- 4.5. Chế tạo một số ôxít kim loại, hydroxide, composite, siêu dẫn nhiệt độ cao

### CHƯƠNG 5. Hóa âm (Sonochemistry)

- 5.1. Hóa âm là gì? Khái niệm và lịch sử phát triển
- 5.2. Các phương pháp thực nghiệm trong hóa âm
- 5.3. Các quá trình kỹ thuật trong hóa âm
- 5.4. Ứng dụng siêu âm chế tạo vật liệu vô cơ

### CHƯƠNG 6. Nhũ tương (Emulsion)

- 6.1. Microemulsion
- 6.2. Miniemulsion

### CHƯƠNG 7. Các phương pháp khác

- 7.1. Phun nung (Spray pyrolysis)
- 7.2. Kết tủa và đồng kết tủa (Chemical Precipitation and Co-precipitation)
- 7.3. Chất lỏng siêu tới hạn (Supercritical Fluid Method)
- 7.4. Chế tạo theo khuôn (Template synthesis)

## 12. Tài liệu học tập

Tập bài giảng môn “Khoa học và công nghệ hóa ướt chế tạo vật liệu nano”.

## 13. Tài liệu tham khảo

- [1] Farid Bensebaa, *Nanoparticle technologies: From Lab to Market*, Chapter 2, Academic Press-Elsevier, 2013.
- [2] Lisa C. Klein, *Sol-gel technology for thin films, fibers, preforms, electronics, and specialty shapes*, Noyes Publications, 1988.

- [3] K. Byrappa, Masahiro Yoshimura, *HANDBOOK OF HYDROTHERMAL TECHNOLOGY A Technology for Crystal Growth and Materials Processing*, Noyes Publications, 2001.
- [4] Doris Dallinger and C. Oliver Kappe, *Microwave-Assisted Synthesis in Water as Solvent*, Chem. Rev. 2007, 107, 2563.
- [5] AliEftekhari, *Nanostructured Materials in Electrochemistry*, WILEY-VCH, 2008.
- [6] G. Helen Annal Therese and P. Vishnu Kamath, *Electrochemical Synthesis of Metal Oxides and Hydroxides*, Chem. Mater. 2000, 12, 1195.
- [7] Franz Grieser, Pak-Kon Choi, Naoya Enomoto, Hisashi Harada, Kenji Okitsu and Kyuichi Yasui, *Sonochemistry and the Acoustic Bubble*, ELSEVIER, 2015.
- [8] Charles F. Kahle II†, *Microporous Organic Thin Films by the Solvent Precipitation Method: A Review of Formulation Techniques and Their Commercial Applications*, Ind. Eng. Chem. Res. 2001, 40, 33.

### **IMS7151 Tính chất điện tử và dòng điện ở thang nano**

Tên tiếng anh Electronic properties and current at the nanoscale

**1. Tên học phần:** Tính chất điện tử và dòng điện ở thang nano

**2. Mã học phần:** IMS7151

**3. Tên tiếng Anh:** Electronic Properties and Current at the Nanoscale

**4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)  
- Lý thuyết: 63 tiết

**5. Đối tượng tham dự:** Các NCS thuộc ngành/chuyên ngành vật lý chất rắn, khoa học vật liệu, khoa học và công nghệ nano, vật liệu điện tử.

#### **6. Mục tiêu của học phần:**

Học phần này nhằm cung cấp cho NCS các kiến thức nâng cao về những vấn đề liên quan đến các tính chất điện tử và bản chất của dòng điện ở phạm vi kích thước nano mét. Trên cơ sở đó các NCS có được những hiểu biết đủ rộng và đủ sâu có thể dễ dàng tiếp cận nghiên cứu các đề tài thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu điện tử, thuộc lĩnh vực Khoa học vật liệu và Khoa học và công nghệ nano, đặc biệt theo hướng chuyên sâu về Vật liệu điện tử cấu trúc nano.

#### **7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần giới thiệu một số kiến thức cơ sở của cấu trúc và tính chất của điện tử khi giảm kích thước vật dẫn xuống đến thang nanômét. Cấu trúc môn học bao gồm các hiện tượng hay các quá trình và tính chất vật lý liên quan đến sự phân bố và vận chuyển điện tử trong các cấu trúc nano, đặc biệt là các hiện tượng liên quan đến sự vận chuyển phụ thuộc spin, đáp ứng quang và nhiệt của điện tử hay spin điện tử, được sử dụng trong lĩnh vực điện tử học nano, spintronics và quang học-quang điện tử nano. Học phần cũng giới thiệu đôi nét về lĩnh vực điện tử học mới, nổi tiếp điện tử học nano: điện tử học phân tử.

#### **8. Nhiệm vụ của NCS:**

Dự lớp đầy đủ theo quy chế của Trường ĐHBKHN và Bộ GD&ĐT (80%)

Thực hiện các seminar chuyên đề (20%)

#### **9. Đánh giá kết quả:**

Điểm quá trình: trọng số 0.4

- Báo cáo chuyên đề (seminar)

Thi cuối kỳ: trọng số 0.6

- Một trong các hình thức: làm bài tự luận, làm tiểu luận, thi vấn đáp, seminar.

### **10.Nội dung chi tiết học phần:**

## **TÍNH CHẤT ĐIỆN TỬ VÀ DÒNG ĐIỆN Ở THANG NANO**

**(Electronic Properties and Current at the Nanoscale)**

*Biên soạn:* PGS.TS. Nguyễn Anh Tuấn

TS. Nguyễn Khắc Mẫn

### **Phần Mở đầu**

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

### **Chương 1:TÍNH CHẤT ĐIỆN TỬ TRONG CÁC CẤU TRÚC NANO**

1.1 Bản chất lượng tử của các thực thể nano

1.2 Tính chất điện tử trong các kim loại và kim loại sắt từ

1.3 Tính chất điện tử trong các ô-xít

1.4 Tính chất điện tử trong các hợp chất hóa trị hỗn hợp (manganite)

1.5 Sự giam hãm điện tử và các hố lượng tử

1.6 Sự vận chuyển điện tử cơ sở

1.7 Sự ồn điện tử (Noise)

### **Chương 2: DÒNG ĐIỆN Ở THANG NANO**

2.1 Khái quát lại dòng điện vĩ mô

2.2 Dòng điện lượng tử

2.3 Dòng điện meso

2.4 Sự di trú điện

2.5 Vận chuyển đơn điện tử

### **Chương 3: SPINTRONICS**

3.1 Giới thiệu về spintronics

3.2 Hiện tượng luận của GMR

3.3 Sự xuyên ngầm phụ thuộc spin

3.4 Sự vận chuyển spin trong bán dẫn

3.5 Sự truyền xoắn spin (spin-transfer torque)

3.6 Sự phun spin trong các cấu trúc nano lai

3.7 Sự chắn spin

### 3.8 Graphene và dòng spin

#### **Chương 4: PLASMONICS**

- 4.1 Trường điện từ và môi trường kim loại
- 4.2 Phân cực plasmon bề mặt kim loại/điện môi
- 4.3 Plasmon bề mặt định xứ - Plasmon ở các hệ hạt nano kim loại
- 4.4 Spin-plasmonics
- 4.5 Một số ứng dụng của plasmonics

#### **Chương 5: DÒNG SPIN NHIỆT - SPINCALORITRONICS**

- 5.1 Giới thiệu về các hiện tượng spin-caloric
- 5.2 Các hiệu ứng nhiệt điện trong các cấu trúc nano từ
- 5.3 Dòng spin kích thích nhiệt
- 5.4 Sự vận chuyển spin nhiệt
- 5.5 Hiệu ứng Seebeck spin
- 5.6 Hiệu ứng Peltier spin
- 5.7 Điều khiển phun spin bằng nhiệt

#### **Chương 6: SƠ LƯỢC VỀ ĐIỆN TỬ HỌC PHÂN TỬ - MOLECTRONICS**

- 6.1 Sự ra đời của điện tử học phân tử
- 6.2 Các tiếp xúc nguyên tử kim loại và tiếp xúc phân tử đơn
- 6.3 Sự vận chuyển kết hợp pha trong các tiếp xúc nano
- 6.4 Hình thức luận Keldysh và công thức Landauer về dòng điện phân tử
- 6.5 Cấu trúc điện tử trong các phân tử
- 6.6 Sự vận chuyển qua các tiếp xúc phân tử

#### 11. Tài liệu học tập:

1. *Transport in Nanostructures*, by D.K. Ferry and S.M. Goodnick, Cambridge Univ. Press, 1997.
2. *Current at the Nanoscale - An introduction to Nanoelectronics*, by C. Durkan, Imperial College Press, 2007.
3. *Introduction to Metal-Nanoparticle Plasmonics*, by Matthew Pelton and Garnett W. Bryant, Wiley & Sons - ScienceWise Publishing Co-Publication, 2013.
4. Chapter 18: *Nanostructures*, written by Paul McEuen, in *Introduction to Solid State Physics*, Eighth Edition by S. Kittel, John Wiley & Sons Inc., 2005.
5. *Nanophysics and Nanotechnology – An introduction to modern concepts in Nanoscience*, by E.L. Wolf, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2006.
6. *Spin Electronics*, Eds. by M.Ziese and M.J. Thornton, Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York, 2001.

## 12. Tài liệu tham khảo:

1. *Magnetolectronics*, by M. Johnson (Editor), Elsevier Inc. 2004.
2. *Spin dependent transport in magnetic nanostructures*, Eds. by S. Meakawa and T. Shinjo, CRC Press; Boca Raton - London - New York - Washington, D.C., 2002.
3. *Electrical Transport in Nanoscale Systems*, by Massimiliano Di Ventra, Cambridge University Press, 2008.
4. *Mesoscopic Systems - Fundamentals and Applications*, by Yoshimasa Murayama, WILEY-VCH Verlag Berlin GmbH; Weinheim . New **York** . Chichester . Brisbane Singapore . Toronto, 2001.
5. *MOLECULAR ELECTRONICS - An Introduction to Theory and Experiment*; by Juan Carlos Cuevas & Elke Scheer; © World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2010.
6. *Quantum wells. Physics and Electronics of two-dimensional systems*, by A. Shik, World Science Publishing Co. Pre. Ltd., Singapore – New Jersey – London – Hongkong, 1997.
7. *The Physics of Mesoscopic Systems*, by Dietmar Weinmann, Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg, UMR 7504, CNRS-ULP, Strasbourg Cedex, France, 2005.

### **IMS7161 Pin Lithium-Ion**

1. **Tên học phần:** Pin Lithium-Ion
2. **Mã học phần:** IMS7161
3. **Tên tiếng Anh:** Lithium-ion Batteries
4. **Khối lượng:** 2(2-0-0-6)  
- Lý thuyết: 30 tiết
5. **Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc ngành/chuyên ngành Vật liệu điện tử
6. **Mục tiêu của học phần:**

Học phần này nhằm trang bị cho NCS những kiến thức cơ bản và chuyên sâu về pin Li-ion, loại pin đang được sử dụng phổ biến trong các thiết bị đời sống hàng ngày và trong các máy móc, thiết bị công nghệ cao. Bên cạnh đó học phần này còn mang lại cho NCS các kiến thức nâng cao về thực tiễn những vật liệu mới ứng dụng trong pin Li-ion, rèn luyện cho NCS khả năng tư duy giải quyết một yêu cầu cấp thiết từ thực tế cuộc sống, khả năng sáng tạo, tìm tòi ra những vật liệu mới có khả năng ứng dụng cao.

#### **7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần này sẽ giúp NCS tiếp cận các khái niệm cơ bản về pin, cấu trúc của pin và các cơ chế nạp cho pin nạp lại. Đặc biệt học phần này tập trung mô tả chi tiết các bộ phận cấu thành pin Li-ion và quy trình sản xuất pin Li-ion. NCS cũng được trang bị kiến thức chuyên sâu về cấu trúc, đặc trưng cơ bản của một số pin Li-ion như pin Li-ion chất điện ly lỏng, Li-ion polymer, Li-ion trạng thái rắn...

#### **8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN

- Bài tập: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN
- Bài tập trên máy tính: *Không*
- Thí nghiệm: *Không*

### **9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 20%
- Kiểm tra định kỳ: 20%
- Thi kết thúc học phần: 60%

### **10. Nội dung chi tiết học phần:**

#### **Phần mở đầu**

- Giới thiệu môn học
- Giới thiệu đề cương môn học
- Giới thiệu tài liệu tham khảo

#### **Chương 1: Khái niệm cơ bản**

- 1.1 Giới thiệu
- 1.2 Thành phần của tế bào pin và pin
- 1.3 Quá trình hóa học trong pin
- 1.4 Hoạt động của tế bào pin
- 1.5 Điện thế, dung lượng và năng lượng lý thuyết của tế bào pin
- 1.6 Hiệu suất của pin
- 1.7 Tuổi thọ của pin

#### **Chương 2: Chế độ sạc**

- 2.1 Sạc dòng không đổi
- 2.2 Sạc thế không đổi
- 2.3 Sạc dòng hình nón
- 2.4 Sạc dòng thế không đổi

#### **Chương 3: Pin Li-Ion**

- 3.1 Đặc trưng chung
- 3.2 Quá trình hóa học
- 3.3 Cấu trúc của pin Li-Ion hình trụ và lăng trụ
- 3.4 Hiệu suất pin Li-Ion
- 3.5 Đặc trưng nạp của pin Li-Ion

#### **Chương 4: Pin Li-Ion Polyme**

- 4.1 Giới thiệu
- 4.2 Chất điện phân polyme
- 4.3 Chế tạo điện cực và pin

- 4.4 Mật độ năng lượng của pin Li-Ion polyme
- 4.5 Hiệu suất của pin Li-Ion polyme dạng C/LiCoO<sub>2</sub>
- 4.6 Hiệu suất của pin Li-Ion polyme dạng C/LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

### **Chương 5: Pin Li-ion trạng thái rắn và pin Li-ion màng mỏng**

- 5.1 Giới thiệu
- 5.2 Hiệu suất điện của pin Li-ion màng mỏng
- 5.3 Hiệu suất điện của pin Li-ion trạng thái rắn

### **Chương 6: Quy trình sản xuất pin Li-ion**

- 6.1 Giới thiệu
- 6.2 Thiết kế pin
- 6.3 Phủ điện cực
- 6.4 Lắp ráp pin
- 6.5 Quá trình tạo thành pin và già hóa
- 6.6 Pin Li-ion polyme
- 6.7 Độ an toàn

### **11. Tài liệu học tập:**

1. David Linden and Thomas B. Reddy, *Handbook of Batteries* (Third edition), McGraw-Hill, 2002
2. Walter A. Van Schalkwijk and Bruno Scrosati, *Advances in Lithium-Ion Batteries*, Kluwer Academic Publishers, 2002
12. Tài liệu tham khảo:
3. Ronald M. Dell and David A. J. Rand, *Understanding of Batteries*, The Royal Society of Chemistry, 2001.
4. V. S. Bagotsky, *Fundamentals of Electrochemistry* (Second Edition), John Wiley & Sons, Inc., 2006.

### **IMS7171 Các phương pháp tiên tiến dùng trong phân tích cấu trúc và thành phần hóa học của vật liệu nano**

Advanced methods used in structure and chemical composition analysis of nanomaterials

- 1. Tên học phần:** Các phương pháp tiên tiến dùng trong phân tích cấu trúc và thành phần hóa học của vật liệu nano
- 2. Mã học phần:** IMS7171
- 3. Tên tiếng Anh:** Advanced methods used in structure and chemical composition analysis of nanomaterials
- 4. Khối lượng:** 2(2-0-0-4)
  - Lý thuyết: 20 tiết
  - Bài tập/thực hành: 10 tiết
  - Thí nghiệm: 0 tiết

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành khoa học vật liệu điện tử

**6. Mục tiêu của học phần:**

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức nâng cao về cấu trúc vật liệu nano, hiểu biết cơ bản về các kỹ thuật nghiên cứu tiên tiến đang được sử dụng trên thế giới để nghiên cứu cấu trúc, thành phần hóa học của vật liệu nano là cơ sở để NCS tham gia nghiên cứu tốt trong chuyên khoa học vật liệu điện tử.

- Rèn luyện cho NCS các kỹ năng thực hành, phân tích cấu trúc vật liệu tạo tiền đề để NCS có thể chủ động trong nghiên cứu khoa học.

**7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần này đề cập các kỹ thuật tiên tiến đang được áp dụng rộng rãi trên thế giới để nghiên cứu cấu trúc và thành phần hóa học của vật liệu nano bao gồm phép đo nhiễu xạ và hấp thụ tia X, phương pháp phân tích cấu trúc Rietveld, phổ Ramman, phổ Mössbauer.

**8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBK HN

- Bài tập: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBK HN

- Bài tập trên máy tính: NCS được giao bài phù hợp với đối tượng vật liệu nghiên cứu.

**9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 10%

- Kiểm tra định kỳ: 30%

- Thi kết thúc học phần: 60%

**10. Nội dung chi tiết học phần:**

**Phần mở đầu**

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

**Chương 1:** Nghiên cứu cấu trúc vật liệu bằng phổ nhiễu xạ

1.1. Tinh thể học và các nguyên tắc cơ bản phân tích cấu trúc tinh thể

1.2. Các kỹ thuật nhiễu xạ: nhiễu xạ tia X, nhiễu xạ synchrotron, nhiễu xạ neutron

1.3. Phương pháp phân tích Rietveld

1.4. Bài tập thực hành

**Chương 2:** Phổ hấp thụ tia X (X-ray Absorption Spectroscopy)

2.1. Cơ sở lý thuyết

2.2. Phương pháp thí nghiệm

2.3. Phương pháp phân tích số liệu

2.4. Bài tập thực hành

**Chương 3:** Phổ quang điện tử tia X (X-ray Photoelectron Spectroscopy)



- 3.1. Cơ sở lý thuyết.
- 3.2. Phương pháp thí nghiệm và phân tích số liệu
- 3.3. Bài tập thực hành

#### **Chương 4: Phổ Raman**

- 4.1. Cơ sở lý thuyết.
- 4.2. Phương pháp thí nghiệm và phân tích số liệu
- 4.3. Bài tập thực hành

#### **Chương 5: Phổ Mössbauer**

- 5.1. Cơ sở lý thuyết
- 5.2. Phương pháp thí nghiệm và phân tích số liệu
- 5.3. Bài tập thực hành

#### **11. Tài liệu học tập:**

- [1] H. Ibach and H. Luth: Solid-State Physics, 3rd edition (Springer-Verlag, Berlin, 2003)
- [2] G. Bunker: In introduction to XAFS: A practical guide to X-ray Absorption Fine Structure Spectroscopy (Cambridge University Press, 2010).
- [3] J. F. Watts, and J. Wolstenholme: An introduction to surface analysis by XPS and AES (John Wiley & Sons, Ltd. 2003)
- [4] J. R. Ferraro, K. Nakamoto, and C. W. Brown: Introductory Raman Spectroscopy (Elsevier Inc., 2007)
- [5] Y. Yoshida, G. Langouche: Mössbauer Spectrometry (Springer-Verlag, Berlin, 2013)

#### 12. Tài liệu tham khảo:

- [1] J. Rodriguez-Carvajal, Ec. Themat. Cristallogr. Neutrons 418, 73 (1997)
- [2] L.B. McCusker, R.B. Von Dreele, D. E. Cox, D. Louër, and P. Scardi, J.Appl. Cryst. 32, 36 (1999)
- [3] B. Ravel and M. Newville, J. Synchrotron Radiat. 12, 537 (2005)

#### **IMS7181 Các nguyên lý và phản ứng điện hóa**

Tên tiếng anh: Electrochemical principles and reactions

**1. Tên học phần:** Các nguyên lý và phản ứng điện hóa

**2. Mã học phần:** **IMS7181**

**3. Tên tiếng Anh:** Electrochemical principles and reactions

**4. Khối lượng:** 2(2-0-0-6)

- Lý thuyết: 30 tiết

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu điện tử

**6. Mục tiêu của học phần:**

Học phần này nhằm trang bị cho NCS:

- Các kiến thức cơ bản về điện hóa, các kỹ thuật đo điện hóa và các phương pháp nghiên cứu về điện hóa.
- Ứng dụng điện hóa trong thực tiễn nghiên cứu chuyên ngành khoa học và công nghệ vật liệu điện tử.

### **7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần này sẽ giúp NCS tiếp cận các khái niệm cơ bản về điện hóa nói chung, các quá trình xảy ra trong hệ điện hóa, các cơ chế và động lực học của hệ điện hóa. Đặc biệt các quá trình điện cực, cấu trúc lớp tiếp xúc điện cực-chất điện ly và cơ chế phản ứng điện cực được hệ thống chi tiết giúp NCS nắm rõ lý thuyết và vận dụng trong thực tế nghiên cứu. Ngoài ra học phần còn trang bị cho NCS các kỹ thuật đo đạc, nghiên cứu về điện hóa.

### **8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN
- Bài tập: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN
- Bài tập trên máy tính: Không
- Thí nghiệm: Không

### **9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 20%
- Kiểm tra định kỳ: 20%
- Thi kết thúc học phần: 60%

### **10. Nội dung chi tiết học phần:**

#### **Phần mở đầu**

- Giới thiệu môn học
- Giới thiệu đề cương môn học
- Giới thiệu tài liệu tham khảo

#### **CHƯƠNG 1: Khái niệm cơ bản**

- 1.1 Bản chất phản ứng điện cực
- 1.2 Động học và nhiệt động học
- 1.3 Phương pháp nghiên cứu phản ứng điện cực

#### **CHƯƠNG 2: Tổng quan quá trình điện cực**

- 2.1 Tế bào điện hóa và các phản ứng
- 2.2 Quá trình Faradaic và Nonfaradaic
- 2.3 Quá trình Nonfaradaic và bản chất của lớp tiếp xúc điện cực-dung dịch điện ly
- 2.4 Quá trình Faradaic và các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng điện cực

#### **CHƯƠNG 3: Nhiệt động học cơ sở và thế điện cực**

- 3.1 Nhiệt động học cơ sở
- 3.2 Các quá trình điện cực
- 3.3 Điện thế của pin
- 3.4 Tính toán điện thế pin
- 3.5 Pin galvanic và pin điện phân
- 3.6 Phân loại điện cực

- 3.7 Các điện cực so sánh
- 3.8 Sự dịch chuyển của các ion trong dung dịch

#### CHƯƠNG 4: Lớp điện tích kép

- 4.1 Giới thiệu
- 4.2 Tính chất chung
- 4.3 Lớp điện tích kép
- 4.4 Mô hình lớp điện tích kép

#### CHƯƠNG 5: Các nguyên tắc cơ bản của động học và cơ chế phản ứng điện cực

- 5.1 Giới thiệu
- 5.2 Cơ chế truyền điện tử ở điện cực
- 5.3 Cơ chế truyền điện tử trong dung dịch đồng nhất
- 5.4 Tốc độ phản ứng điện cực
- 5.5 Mối quan hệ giữa dòng điện và tốc độ phản ứng

#### CHƯƠNG 6: Kỹ thuật phân tích điện hóa

- 6.1 Phương pháp đo quét thế vòng tuần hoàn (CV)
- 6.2 Phương pháp đo điện thế thay đổi
- 6.3 Phương pháp đo phổ tổng trở (EIS)

#### 11. Tài liệu học tập:

- [1] Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications (Second edition)*, John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- [2] Christopher M.A. Brett and Ana Maria Oliveira Brett, *Electrochemistry: Principles, methods and applications*, Oxford University Press, 1993.

#### 12. Tài liệu tham khảo:

- [1] David Linden and Thomas B. Reddy, *Handbook of Batteries (Third edition)*, McGraw-Hill, 2002.
- [2] V. S. Bagotsky, *Fundamentals of Electrochemistry (Second edition)*, John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [3] Jiri Koryta, Jiri Dvorak, Ladislav Kavan, *Principles of Electrochemistry (Second edition)*, John Wiley & Sons, 1993.
- [4] Joseph Wang, *Analytical electrochemistry (Third edition)*, Wiley-VCH, John Wiley & Sons, Inc., 2006.

#### IMS7191 Các phương pháp hóa trong tổng hợp vật liệu từ có kích thước nanomet

The chemical fabrication methods for magnetic nanoparticles

- 1. **Tên học phần:** Các phương pháp hóa học chế tạo vật liệu từ kích thước nanomet
- 2. **Mã học phần:** IMS7191
- 3. **Tên tiếng Anh:** The chemical fabrication methods for magnetic nanoparticles
- 4. **Khối lượng:** 3(3-0-0-6)
  - Lý thuyết: 45 tiết
  - Bài tập/thực hành:
  - Thí nghiệm: 0 tiết

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành khoa học vật liệu điện tử.

**6. Mục tiêu của học phần:**

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức cơ bản về các phương pháp hóa học sử dụng để chế tạo vật liệu từ có kích thước nanomet dùng trong các nghiên cứu cơ bản và ứng dụng các vật liệu nano từ trong chế tạo linh kiện.
- Là cơ sở để NCS tham gia nghiên cứu trong chuyên ngành khoa học vật liệu điện tử.

**7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần này đề cập đến các kiến thức cơ sở về các phương pháp hóa học sử dụng để chế tạo các vật liệu từ có kích thước nanomet như đồng kết tủa, sol-gel, vi nhũ tương, thủy nhiệt, nhiệt phân, điện hóa, polyol...; đồng thời phân tích những điểm nổi bật về các tính chất vật lý hóa học của các sản phẩm thu được tùy theo các phương pháp chế tạo khác nhau.

**8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBK HN

**9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 10%
- Kiểm tra định kỳ: 30%
- Thi kết thúc học phần: 60%

**10. Nội dung chi tiết học phần:**

Phần mở đầu

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

**Giới thiệu đề cương môn học**

**Chương 1. Phương pháp đồng kết tủa**

- 1.1. Đồng kết tủa dung dịch và phun sương đồng kết tủa
- 1.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình đồng kết tủa
- 1.3. Một số tính chất của hạt từ nano chế tạo bằng phương pháp đồng kết tủa

**Chương 2. Phương pháp sol –gel**

- 2.1. Sol-gel
  - 2.1.1. Phân loại các phương pháp sol – gel
  - 2.1.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sol – gel
  - 2.1.3. Một số tính chất của hạt từ nano chế tạo bằng phương pháp sol – gel
- 2.2. Sol-gel tự bốc cháy

**Chương 3. Phương pháp vi nhũ tương**

- 3.1. Phân loại các phương pháp vi nhũ tương

3.2. Các yếu tố ảnh hưởng trong phương pháp vi nhũ tương

3.3. Một số tính chất của hạt từ nano chế tạo bằng phương pháp vi nhũ tương

#### **Chương 4. Phương pháp thủy nhiệt**

4.1. Các yếu tố ảnh hưởng trong phương pháp thủy nhiệt

4.2. Một số tính chất của hạt từ nano chế tạo bằng phương pháp thủy nhiệt

#### **Chương 5. Các phương pháp khác**

Phương pháp phun dòng

Phương pháp điện hóa, lắng đọng điện

Phương pháp phân hủy bằng laze

Phương pháp phân hủy nhiệt, phân hủy quang và phân hủy siêu âm.

Phương pháp polyol

#### **Tài liệu học tập:**

1. M. A. Willard, L. K. Kurihara, E. E. Carpenter, S. Calvin and V. G. Harris, *Chemically prepared magnetic nanoparticles*, International Materials Reviews. 49 (3-4) (2004) 125 – 170.

2. An-Hui Lu, E. L. Salabas and Ferdi Schuth, *Magnetic Nanoparticles: Synthesis, Protection, Functionalization and Application*, Angewandte Chemie International Edition, V 46 (8) 2007, 1222 – 1244.

3. Sophie Laurent, Delphine Forge, Marc Port, Alain Roch, Caroline Robic, Luce Vander Elst, Robert N. Muller, *Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis, Stabilization, Vectorization, Physicochemical Characterizations and Biological Applications*, Chem. Rev. 108 (2008) 2064 – 2110.

4. Wei Wu, Quanguo He, Changzhong Jiang, *Magnetic iron oxide nanoparticles: Synthesis and surface functionalization strategies*, Nanoscale Res Lett., 3 (2008) 397 – 415.

5. C. Jeffrey Brinker, George W. Scherer, *Sol – gel science The physics and chemistry of sol – gel processing*, Academic press, Inc., 1990.

#### **Tài liệu tham khảo:**

1. M.M. Rashad, M.M. Hessian, A. El-Midany, I. A. Ibrahim, *Effect of synthesis conditions on the preparation of YIG powders via co-precipitation method*, Journal of magnetism and magnetic materials 321 (2009) 3752 – 3757.

2. D. T. T. Nguyet, N. P. Duong, T. Satoh, L. N. Anh and T. D. Hien, *Temperature-dependent magnetic properties of yttrium iron garnet nanoparticles prepared by citrate sol-gel*, J. Alloys Compd., 541 (2012) 18– 22.

3. J. Azadmanjiri, S.A. Seyyed Ebrahimi, H.K. Salehani, *Magnetic properties of nanosize NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> particles synthesized by sol-gel auto combustion method*, Ceramics International 33 (2007) 1623–1625

4. Chyi-Ching Hwang, Tsung-Yung Wu, Jun Wan, Jih-Sheng Tsai, *Development of a novel combustion synthesis method for synthesizing of ceramic oxide powders*, Materials Science and Engineering: B 111, 15 (2004) 49–56
5. Subhasis Rana, John Philip, Baldev Raj, *Micelle based synthesis of cobalt ferrite nanoparticles and its characterization using Fourier Transform Infrared Transmission Spectrometry and Thermogravimetry*, Materials Chemistry and Physics 124 (2010) 264–269
6. Ulf Wiedwald, Luyang Han, Johannes Biskupek, Ute Kaiser, Paul Ziemann, *Preparation and characterization of supported magnetic nanoparticles prepared by reverse micelles*, Beulstein Journal of Nanotechnology., 1 (2010) 24 – 27.
7. Chao Liu , Bingsuo Zou , Adam J. Rondinone , and Z. John Zhang, *Reverse micelle synthesis and characterization of superparamagnetic MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> spinel ferrite nanocrystallites*, J. Phys. Chem. B 104 (6) 2000, 1141 – 1145.
8. Kamellia Nejati and Rezvanh Zabih, *Preparation and magnetic properties of nano size nickel ferrite particles using hydrothermal method*, Nejati and Zabih Chemistry Central Journal 6 (2012 ) 23 – 28.
9. Ameneh Sahraneshin, Seiichi Takami, Kimitaka Minami, Daisuke Hojo, Toshihiko Arita, Tadafumi Adschiri, *Synthesis and morphology control of surface functionalized nanoscale yttrium aluminum garnet particles via supercritical hydrothermal method*, Progress in crystal growth and characterization of materials 58 (2012) 43 – 50.
10. N.S. Gajbhiye, Seema Prasad, *Thermal decomposition of hexahydrated nickel iron citrate*, Thermochimica Acta 285 (1996) 325 – 336.

### **IMS7201 Vật liệu và ứng dụng của các bán dẫn hợp kim**

Materials and applications of semiconductor alloys

- 1. Tên học phần:** Vật liệu và ứng dụng của các bán dẫn hợp kim
- 2. Mã học phần:** IMS7201
- 3. Tên tiếng Anh:** Materials and applications of semiconductor alloys
- 4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)
  - Lý thuyết: 45 tiết
  - Bài tập/thực hành:
  - Thí nghiệm: 0 tiết
- 5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành khoa học vật liệu điện tử.
- 6. Mục tiêu của học phần:**  
 Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức cơ bản về các vật liệu lai hóa giữa hai bán dẫn cơ bản Si và Ge. Các phương pháp chế tạo vật liệu, tính chất vật lý và ứng dụng các vật liệu trong chế tạo linh kiện vi điện tử, quang điện tử và pin mặt trời.

- Là cơ sở để NCS tham gia nghiên cứu trong chuyên ngành khoa học vật liệu điện tử.

### **7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần này đề cập đến các kiến thức cơ sở về các loại vật liệu bán dẫn lai hóa SiGe, đặc biệt nhấn mạnh vào loại vật liệu có cấu trúc nano tiềm năng cho việc phát triển linh kiện vi điện tử, quang điện tử và pin mặt trời thế hệ mới. Nội dung của khóa học khái quát các kiến thức cơ bản về các loại bán dẫn, sự lai hóa, ưu nhược điểm của quá trình lai hóa, các tính chất lý hóa thay đổi trên hệ vật liệu. Trên cơ sở lý thuyết và các kết quả nghiên cứu ứng dụng về tính chất quang điện tử của vật liệu, học phần này đưa ra đề xuất ứng dụng của các loại vật khác nhau trong các lĩnh vực khác nhau, đồng thời gợi mở các hướng nghiên cứu và tiềm năng chưa được khai thác của vật liệu lai hóa này.

### **8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBK HN

### **9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 10%

- Kiểm tra định kỳ: 30%

- Thi kết thúc học phần: 60%

### **10. Nội dung chi tiết học phần:**

#### **Phần mở đầu**

#### **Giới thiệu môn học**

#### **Giới thiệu đề cương môn học**

#### **Chương 1. Lý thuyết vùng năng lượng và các loại bán dẫn**

1.1. Lý thuyết vùng năng lượng

1.2. Các loại bán dẫn chủ yếu

1.3. Sự lai hóa của các bán dẫn vùng cấm xiên cơ bản

1.4. Lượng tử hóa

#### **Chương 2. Phương pháp chế tạo vật liệu**

2.1. Các phương pháp vật lý

2.1.1. Phương pháp phún xạ catốt

2.1.2. Phương pháp bốc bay nhiệt

2.1.3. Một số phương pháp vật lý khác

2.2. Các phương pháp hóa học

2.2.1. Phương pháp ăn mòn hóa học

2.2.2. Phương pháp lắng đọng hóa học

2.1.3. Một số phương pháp hóa học khác

### **Chương 3. Sự chuyển đổi quang và điện trong vật liệu lai hóa cấu trúc thấp chiều**

3.1. Hiệu ứng quang lượng tử trong và các quá trình tái hợp

3.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình lượng tử

3.3. Một số tính chất của vật liệu nano SiGe

### **Chương 4. Các loại linh kiện điện tử cơ bản trên cơ sở vật liệu lai hóa SiGe**

4.1. Điốt bán dẫn

4.2. Transistor

4.3. Pin mặt trời

4.4. Detector

4.5. Vật liệu thu và phát quang

### **Chương 5. Quang tích hợp trên cơ sở vật liệu lai hóa SiGe**

5.1. Thiết bị truyền dẫn quang

5.2. Thiết bị tích hợp, phân hợp, và xử lý tín hiệu quang

#### **Tài liệu học tập:**

[1]. R. Braunstein, A. R. Moore, F. Herman, Intrinsic optical absorption in germanium-silicon alloys, *Phys. Rev.* 109, 695 (1958).

[2]. T. Ebner, K. Thonke, R. Sauer, F. Schaffler, H.-J. Herzog, Electroreflectance spectroscopy of strained  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  layers on silicon, *Phys. Rev. B* 57, 15448 (1998).

[3]. C. Pickering, R. T. Carline, D. J. Robbins, W. Y. Leong, S. J. Barnett, A. D. Pitt, and A. G Cullis, Spectroscopic ellipsometry characterization of strained and relaxed  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  epitaxial layers, *J. Appl. Phys.* 73, 239 (1993).

[4]. B. S. Meyerson, High speed silicon germanium electronics, *Scientific American* 270, 42-47 (1994).

[5]. S. Saeed, F. Buters, K. Dohnalová, L. Wosinski, and T. Gregorkiewicz, Structural and optical characterization of self-assembled Ge nanocrystal layers grown by plasma-enhanced chemical vapor deposition, *Nanotechnology* 25, 405705 (2014).

[6]. S. Takeoka, K. Toshiakiyo, M. Fujii, S. Hayashi, and K. Yamamoto, Photoluminescence from  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  alloy nanocrystals, *Phys. Rev. B* 61, 15988 (2000)

[7]. M. C. Hanna and A. J. Nozik, Solar conversion efficiency of photovoltaic and photoelectrolysis cells with carrier multiplication absorbers, *J. Appl. Phys.* 100, 074510 (2006).

[8]. S. Saeed, C. de Weerd, P. Stallinga, F.C. Spoor, A.J. Houtepen, L. DA Siebbeles, and T. Gregorkiewicz, *Light Sci. Appl.* 4, e251 (2015).

[9]. S. Saeed, F. Buters, K. Dohnalová, L. Wosinski, and T. Gregorkiewicz, Structural and optical characterization of self-assembled Ge nanocrystal layers grown by plasma-enhanced chemical vapor deposition, *Nanotechnology* 25, 405705 (2014).

[10]. L. Tsybeskov and D.J. Lockwood, Silicon-Germanium Nanostructures for Light Emitters and On-Chip Optical Interconnects. *Proc. IEEE* 97, 1284 (2009).

[11]. J. Liu, M. Beals, A. Pomerene, S. Bernardis, R. Sun, J. Cheng, L.C. Kimerling, and J. Michel, *Nat. Photonics* 2, 433 (2008).



- [12]. V. I. Klimov, J. A. McGuire, R. D. Schaller, and V. I. Rupasov, “Scaling of multiexciton lifetimes in semiconductor nanocrystals”, *Phys. Rev. B* 77, 195324 (2008).
- [13]. YM Niquet, G Allan, C Delerue, M Lannoo, Quantum confinement in germanium nanocrystals, *Applied Physics Letters* 77 (8), 1182-1184.
- [14]. S. Takeoka, K. Toshiakiyo, M. Fujii, S. Hayashi, and K. Yamamoto, Photoluminescence from  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  alloy nanocrystals, *Phys. Rev. B* 61, 15988 (2000).
- [15]. N. H. Tung D. N. Quang, H. A. Huy, and D. T. Hien, Theory of the channel-width dependence of the low-temperature hole mobility in Ge-rich narrow square Si/SiGe/Si quantum wells. **Phys. Rev. B** 75, 073305 (2007).
- [16]. N. H. Tung, D. N. Quang, D.T.Hien, and T. T. Hai, Key scattering mechanisms for holes in strained SiGe/Ge/SiGe quantum wells. **Journal of Applied Physics** 104, 113711 (2008).
- [17]. Thuy Thi Nguyen, Tuan Hoang Nguyen, Tu Nguyen, Chien Duc Nguyen, Lam Huu Nguyen, characterization of silicon nanowires grown by sputtering method, ICAMN2012 Int. Conf. Proc. 1, 28-32 (2012)
- [18]. Vuong-Hung Pham and Pham Thanh Huy, **Strong luminescence from nanoporous Si with high degree of nanoporous structure by electrochemical etching of Si wafer**, *Materials Letters* 142, 126 (2015).
- [19]. Pham Van Tuan, Chu Anh Tuan, Tran Thanh Thuy, Vu Binh Nam, Pham Toan Thang, Pham Hong Duong, Pham Thanh Huy, Layered structure in core-shell silicon nanowires, *Journal of Luminescence* 154, 46 (2014).
- [20]. N. N. Ha, N. T. Giang, T. T. T. Thuy, N. N. Trung, N. D. Dung, S. Saeed, and T. Gregorkiewicz, Single phase  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  nanocrystals and the shifting of the  $E_1$  direct energy transition, *Nanotechnology* 26, 375701 (2015).
- [21]. Pham Van Tuan, Chu Anh Tuan, Tran Thanh Thuy, Vu Binh Nam, Pham Toan Thang, Pham Hong Duong, Pham Thanh Huy, Layered structure in core-shell silicon nanowires, *Journal of Luminescence* 154, 46 (2014).
- [22]. Ngô Ngọc Hà, Quá trình cắt lượng tử trong hạt tinh thể nano Si – cơ chế kích thích đồng thời 2 ion đất hiếm  $\text{Er}^{3+}$ , *Tạp chí khoa học công nghệ* 103, 93-97 (2014).
- [23]. N. N. Ha, S. Cueff, K. Dohnalová, M. T. Trinh, C. Labbé, R. Rizk, I.N. Yassievich, T. Gregorkiewicz, “**Optical excitation of  $\text{Er}^{3+}$  ions inside a  $\text{SiO}_2$  matrix mediated by Si nanocrystals**”, *Phys. Rev. B* 84, 241308 (Rapid communication) (2011).
- [24]. N. N. Ha, K. Dohnalová, and T. Gregorkiewicz, Evaluation of free carrier losses to 1.54  $\mu\text{m}$  emission in Si/Si:Er nanolayers on SOI substrate for optical gain observation, *Optical Materials* 33 (7), 1094-1096 (2011).
- [25]. N. N. Ha, K. Dohnalová, T. Gregorkiewicz, and J. Valenta, **Upper limit of optical gain in MBE-grown Si:Er**, *Physical Review B* 81, 195206:1-6, 239902:1 (2010).
- [26]. N. N. Ha, Z.F. Krasil'nik, and T. Gregorkiewicz, **Optical properties of Si/Si:Er multi-nanolayer structures grown by SMBE method**, *Physica B: Condensed Matter* 23-24, 5131-5136 (2009).
- [27]. N. Q. Vinh, N. N. Ha, and T. Gregorkiewicz, **Photonic properties of Er-doped crystalline silicon**, Review paper, *Proceedings of the IEEE*, 97, Special Issue (7): “**Silicon Photonics**”, 1269-1283 (2009).

## **IMS7211 Công nghệ chế tạo các cấu trúc micro và nano**

Micro and Nano manufacturing

(*Nguyễn Văn Duy, Nguyễn Đức Hòa*)

**1. Tên học phần:** Công nghệ chế tạo các cấu trúc micro và nano

**2. Mã học phần:** IMS7211

**3. Tên tiếng Anh:** Micro and Nano manufacturing

**4. Khối lượng:** 2(2-0-0-6)

- Lý thuyết: 30 tiết

- Bài tập:

- Thí nghiệm:

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu điện tử

**6. Mục tiêu của học phần:** Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức nâng cao về lý luận chuyên ngành khoa học và công nghệ vật liệu điện tử.

- Rèn luyện khả năng tư duy về công nghệ chế tạo các cấu trúc có kích thước micro và nano.

**7. Nội dung tóm tắt:**(tóm tắt nội dung chính ước chừng 3-5 dòng)

Môn học này sẽ giúp NCS tiếp cận các công nghệ mới để chế tạo các cấu trúc có kích thước micro và nano và ứng dụng các công nghệ này trong công nghệ chế tạo vi điện tử và nano điện tử.

This course is to introduce information and knowledge on emerging field of micro- and nanomanufacturing. The course focuses on novel techniques such as molding, lithography, machining, milling, water drop machining, self assembly, manipulation, cutting.

**8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: 70 %

- Bài tập: 30 %

- Thí nghiệm:

**9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 10%

- Kiểm tra định kỳ: 20%

- Thi kết thúc học phần: 70%

**10. Nội dung chi tiết học phần:**

### **PHẦN MỞ ĐẦU**

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

## **CHƯƠNG 1: Các nguyên tắc cơ bản của chế tạo cấu trúc micro và nano**

- 1.1 Giới thiệu về chế tạo linh kiện MEMS và linh kiện bán dẫn
- 1.2 Chế tạo linh kiện bán dẫn bằng công nghệ quang khắc mềm
- 1.3 Chế tạo linh kiện nano sử dụng đầu dò lực nguyên tử và xuyên ngầm tunnel.
- 1.4 Chế tạo các cấu trúc nano sử dụng ống nano carbon

## **CHƯƠNG 2: Công nghệ quang khắc**

- 2.1. Giới thiệu
- 2.2. Quy trình quang khắc cơ bản
- 2.3. Mặt nạ cho quang khắc sử dụng tia.
- 2.4. Nguồn sáng quang khắc
- 2.5. Chất cảm quang
- 2.6. Sự phát triển của công nghệ quang khắc

## **CHƯƠNG 3: Công nghệ ăn mòn.**

- 3.1. Giới thiệu
- 3.2. Các tham số quá trình ăn mòn
- 3.3. Công nghệ ăn mòn ướt
- 3.4. Công nghệ ăn mòn khô

## **CHƯƠNG 4: Các phương pháp lắng đọng vật liệu**

- 4.1. Các phương pháp hóa ướt
- 4.2. Phương pháp lắng đọng hóa học
- 4.3. Phương pháp lắng đọng vật lý

## **CHƯƠNG 5: Pha tạp trong linh kiện bán dẫn**

- 5.1. Giới thiệu
- 5.2. Pha tạp bằng khuếch tán nhiệt
- 5.3. Pha tạp bằng cấy ion

### **11. Tài liệu học tập:**

- [1]. Nguyễn Đức Chiến (Chủ biên), Nguyễn Văn Hiếu, Công nghệ chế tạo mạch Vi điện tử, NXB Bách khoa, Hà Nội, 2007.
- [2]. S.M. Sze, Semiconductor Devices: Physics and Technology, John Wiley & Sons Inc., 1985

### **12. Tài liệu tham khảo:**

- [1]. Nguyễn Đức Chiến (Chủ biên), Nguyễn Văn Hiếu, Công nghệ chế tạo mạch Vi điện tử, NXB Bách khoa, Hà Nội, 2007.
- [2]. James, D. Plummer, Silicon VLSI Technology: Fundamentals, Practice and Modeling, Prentice Hall Inc., 2000.

- [3]. S.M. Sze, Semiconductor Devices: Physics and Technology, John Wiley & Sons Inc., 1985
- [4]. Mark S. Lindstrom and Jing Gao, Nanoscale transistors: Device physics, modeling and simulation.

## **IMS7221      Linh kiện điện tử và cảm biến nano**

Nanoelectronics devices and nanosensors

(*Nguyễn Đức Hòa, Nguyễn Văn Hiếu*)

- 1. Tên học phần:** Linh kiện điện tử và cảm biến nano
- 2. Mã học phần:** IMS7221
- 3. Tên tiếng Anh:** Nanoelectronics devices and nanosensors
- 4. Khối lượng:** 2(2-0-0-6)
  - Lý thuyết: 30 tiết
  - Bài tập:
  - Thí nghiệm:
- 5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu điện tử
- 6. Mục tiêu của học phần:** Học phần này nhằm mang lại cho NCS:
  - Các kiến thức nâng cao về lý luận chuyên ngành khoa học và công nghệ vật liệu điện tử.
  - Rèn luyện khả năng tư duy về vật lý và công nghệ của loại linh kiện điện tử và cảm biến cấu trúc nano.
- 7. Nội dung tóm tắt:** (tóm tắt nội dung chính ước chừng 3-5 dòng)

Môn học này sẽ giúp NCS tiếp cận về mặt vật lý cũng như công nghệ của các loại linh kiện điện tử cảm biến có cấu trúc nano. Một lĩnh vực mới đang rất được quan tâm trong lĩnh vực khoa học và công nghệ nano.
- 8. Nhiệm vụ của NCS:**
  - Dự lớp:
  - Bài tập:
  - Thí nghiệm:
- 9. Đánh giá kết quả:**
  - Mức độ dự giờ giảng: 10%
  - Kiểm tra định kỳ: 20%
  - Thi kết thúc học phần: 70%

## **10. Nội dung chi tiết học phần:**

### **PHẦN MỞ ĐẦU**

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

## **PHẦN I. LINH KIỆN ĐIỆN TỬ**

### **CHƯƠNG 1: Sự giảm thiểu kích thước của công nghệ CMOS (4 tiết)**

- 1.9. Giới thiệu
- 1.10. Giới thiệu công nghệ CMOS
- 1.11. Các nguyên tắc giảm thiểu kích thước linh kiện bán dẫn
- 1.12. Các công nghệ quan trọng của nanô CMOS
- 1.13. Sự tới hạn của giảm thiểu kích thước

### **CHƯƠNG 2: Hiệu ứng lượng tử trong linh kiện nanô (4 tiết)**

- 2.1. Giới thiệu
- 2.2. Hiệu ứng lượng tử trong MOSFET
- 2.3. Các ảnh hưởng của hiệu ứng lượng tử đối với các đặc trưng điện MOSFET
- 2.4. Hiệu ứng lượng tử trong MOSFET có kênh dẫn siêu hẹp

### **CHƯƠNG 3: Sự vận chuyển đạn đạo của điện tử trong linh kiện nanô (4 tiết)**

- 3.1 Giới thiệu
- 3.2. Sự vận chuyển đạn đạo trong tiếp xúc chấm lượng tử
- 3.3. Sự vận chuyển đạn đạo trong transistor có kênh siêu ngắn

### **CHƯƠNG 4: Sự xuyên ngầm cộng hưởng trong linh kiện nanô(4 tiết)**

- 4.1. Giới thiệu
- 4.2. Phân loại xuyên ngầm cộng hưởng
- 4.3. Hiệu giam cầm lượng tử trong màng mỏng silic
- 4.4. Xuyên ngầm cộng hưởng trong các cấu trúc “không” chiều

### **CHƯƠNG 5: Transistor đơn điện tử (6 tiết)**

- 5.1. Giới thiệu
- 5.2. Các lý thuyết cơ bản
- 5.3. Cấu trúc của linh kiện và công nghệ chế tạo
- 5.4. Khảo sát và phân tích các đặc trưng của transistor đơn điện tử
- 5.5. Bộ nhớ đơn điện tử MOS (SEMM)
- 5.6. Ảnh hưởng của chiều dày lớp oxide

## **PHẦN II. LINH KIỆN CẢM BIẾN NANÔ**

### **CHƯƠNG 6: Transistor hiệu ứng trường trên cơ sở dây nanô, ống nanô carbon, và graphene (6 tiết)**

- 6.1. Giới thiệu
- 6.2. Transistor hiệu ứng trường dây nanô
- 6.3. Transistor hiệu ứng trường ống nanô carbon
- 6.4. Transistor hiệu ứng trường đơn lớp graphen

6.5. Ứng dụng của loại linh kiện này trong lĩnh vực cảm biến

## **CHƯƠNG 7: Linh kiện phát điện nanô và linh kiện áp điện nanô (Nanogenerators and Nanopiezotronics)(6 tiết)**

7.1. Giới thiệu

7.2. Bộ chuyển đổi nanô cơ năng thành điện năng

7.3. Linh kiện áp điện nanô – Nanopiezotronics

## **CHƯƠNG 8. Đặc trưng của cảm biến và các hiệu ứng vật lí (4 tiết)**

8.1 Giới thiệu chung về cảm biến

8.2 Các đặc trưng tĩnh của cảm biến

8.3 Các đặc trưng động của cảm biến

8.4 Các hiệu ứng vật lí ứng dụng trong cảm biến

## **CHƯƠNG 9. Các hệ chuyển đổi tín hiệu (6)**

9.1 Khái niệm chung

9.2 Hệ chuyển đổi tín hiệu trên cơ sở độ dẫn và điện dung

9.3 Hệ chuyển đổi tín hiệu trên cơ sở ống dẫn sóng

9.4 Hệ chuyển đổi tín hiệu kiểu điện hóa

9.5 Hệ chuyển đổi trạng thái rắn

9.6 Hệ chuyển đổi tín hiệu kiểu sóng âm

## **CHƯƠNG 10: Một số loại cảm biến nanô(5 tiết)**

10.1 Giới thiệu

10.2. Cảm biến khí trên cơ sở hạt nanô

10.3. Cảm biến khí trên cơ sở dây nanô và ống nanô

10.4. Cảm biến khí trên cơ sở “phức tạo” (hierarchical) nanô

10.5. Cảm biến khí trên cơ sở vật liệu lai (hybrid) vô cơ- hữu cơ

10.6. Cảm biến khí trên cơ sở vật liệu meso/nano-pores

10.7. Cảm biến sinh học nanô

10.8. Cảm biến trên cơ sở Enzymes

10.9. Cảm biến trên cơ sở vật liệu lai hạt nanô và Enzyme

10.10. Cảm giải mã DNA dạng Array

10.11. Cảm biến trên cơ sở DNA

10.12. Cảm biến trên cơ sở liên kết phức hợp DNA-Protein

10.13. Cảm biến trên cơ sở liên kết phức hợp vật liệu vô cơ và DNA

10.14. Cảm biến trên cơ sở cộng hưởng Plasmon của hạt nanô kim loại

10.15. Phonons trong cấu trúc nano một chiều và ứng dụng cho cảm biến

10.16. Cảm biến trên cơ sở hiệu ứng áp điện cấu trúc nanô một chiều

10.17. Cảm biến cơ trên cơ sở cầu trúc nanô một chiều

## 11. Tài liệu học tập:

[1] Shunri Oda and David Ferry, *Silicon nanoelectronics*, (2006) by CRC Press, Taylor & Francis Group.

[2] Kouros Kalantar-zadeh and Benjamin Fry, *Nanotechnology-enabled sensor*, (2008) Springer Science+Business Media LLC

## 12. Tài liệu tham khảo:

[1] Mark S. Lindstrom and Jing Gaa, *Nanoscale transistors: Device physics, modeling and simulation*, (2006) Springer Science+Business Media LLC

[2] Towards self-powered nanosystems: From nanogenerators to nanopiezotronics, *Advanced Functional Materials* (2008) 1-15.

## IMS7231 Công nghệ vật liệu từ cứng

Hard Magnetic Materials Engineering

1. Tên học phần: Công nghệ vật liệu từ cứng

2. Mã học phần: IMS7231

3. Tên tiếng Anh: Hard Magnetic Materials Engineering

4. Khối lượng: 2(2-0-0-4)

- Lý thuyết: 30 tiết

- Bài tập: 0

- Thí nghiệm: 0

5. Đối tượng tham dự: Tất cả NCS thuộc chuyên ngành vật liệu điện tử

### 6. Mục tiêu của học phần:

- Học phần mang lại cho NCS có tầm nhìn tổng quan về tầm quan trọng của các vật liệu từ cứng trong công nghiệp và đời sống. Các yêu cầu và đặc trưng của vật liệu từ cứng, những phương pháp công nghệ hiện đại để chế tạo vật liệu từ cứng cũng như những ứng dụng của chúng trong khoa học và đời sống được đề cập nhằm giúp NCS nắm bắt kịp thời tình hình phát triển của công nghệ vật liệu từ cứng trên thế giới cũng như ở Việt Nam.

- Giúp NCS tiếp cận với một số phương pháp hiện đại chế tạo vật liệu từ cứng như phương pháp hóa chế tạo các hạt nano từ cứng, phương pháp phun xạ màng mỏng từ cứng.

### 7. Nội dung tóm tắt:

Học phần gồm hai nội dung chính.

Nội dung thứ nhất đề cập tới các đặc trưng của vật liệu từ cứng và các loại từ cứng.

Nội dung thứ hai đề cập tới các công nghệ chế tạo vật liệu từ cứng: công nghệ chế tạo vật liệu khối; công nghệ chế tạo vật liệu màng mỏng; công nghệ chế tạo hạt có kích thước từ nano đến submicro.

### 8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBK HN
- Bài tập:
- Thí nghiệm:

### **9. Đánh giá kết quả:**

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

### **10. Nội dung chi tiết học phần:**

#### **MỞ ĐẦU**

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

#### **CHƯƠNG 1: Yêu cầu và đặc trưng của vật liệu từ cứng**

- 1.1. Lực kháng từ
- 1.2. Cảm ứng từ dư, đường cong khử từ và tích năng lượng
- 1.3. Lực kháng từ phụ thuộc vào dị hướng từ
- 1.4. Lực kháng từ phụ thuộc vào kích thước hạt
- 1.5. Lực kháng từ phụ thuộc vào cấu trúc đômen và cơ chế từ hóa

#### **CHƯƠNG 2: Các loại vật liệu từ cứng**

- 2.1. Các nam châm hợp kim sắt từ
- 2.2. Hệ nam châm AlNiCo
- 2.3. Nam châm pherit bari
- 2.4. Nam châm đất hiếm trên cơ sở Co
- 2.5. Nam châm loại NdFeB

#### **CHƯƠNG 3: Công nghệ chế tạo nam châm vĩnh cửu**

- 3.1. Phương pháp đúc
- 3.2. Phương pháp bột thiêu kết
- 3.3. Phương pháp bột kết dính
- 3.4. Các nam châm bột thiêu kết đẳng hướng
- 3.5. Các nam châm bột thiêu kết dị hướng

#### **CHƯƠNG 4: Công nghệ chế tạo hạt nano từ cứng**

- 4.1. Cơ sở của phương pháp hóa chế tạo các hạt từ cứng
- 4.2. Phương pháp thủy phân nhiệt
- 4.3. Phương pháp đồng kết tủa
- 4.4. Phương pháp sol- gel



4.5. Phương pháp đốt cháy các hợp chất cacboxylat

4.6. Phương pháp đốt cháy bằng lò vi sóng

## **CHƯƠNG 5: Công nghệ chế tạo màng mỏng từ cứng**

5.1. Cơ sở kỹ thuật tạo màng mỏng

5.2. Cơ sở kỹ thuật chân không

5.3. Phương pháp phún xạ

5.4. Phương pháp lắng đọng pha hơi kiểu vật lý (PVD)

5.5. Phương pháp sol- gel

### **11. Tài liệu học tập**

[1] Thân Đức Hiền, Lưu Tuấn Tài, Từ học và vật liệu từ, Nhà xuất bản Đại học Bách Khoa Hà Nội,

[2] Lưu Tuấn Tài, Giáo trình vật liệu từ, Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Hà Nội, 2007.

### **Tài liệu tham khảo**

[1] B. D. Cullity and C.D. Graham, Introduction to magnetic materials (second edition), John Wiley & Sons, Inc., 2009

[2] Alex Goldman, Modern ferrite technology (second edition), 2006 Springer Science+Business Media, Inc.

[3] Nicola A. Spaldin, Magnetic Materials Fundamentals and Applications, Cambridge University press

## **IMS7241 Phương pháp nghiên cứu và viết báo cáo khoa học**

**1. Tên học phần:** Phương pháp nghiên cứu và viết báo cáo khoa học

**2. Mã học phần:** IMS70xx

**3. Tên tiếng anh:** Research method and Report writing

**4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết: 30 tiết

- Bài tập: 15

- Thực hành:

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả các NCS thuộc chuyên ngành Vật liệu điện tử, Công nghệ nano, và Vật lý chất rắn. Khuyến khích các HVCH cùng chuyên ngành, và các NCS quan tâm tham gia.

**6. Mục tiêu của học phần:**

Trang bị cho NCS những kiến thức cơ bản về phương pháp viết và trình bày một báo cáo khoa học (bao gồm cả bài báo khoa học). Sau khi tham gia học NCS có thể tự mình (i) hiểu được cấu trúc cơ bản của một báo cáo khoa học, (ii) từ đó có thể tự viết một báo cáo khoa học hoàn chỉnh, (iii) có thể tự gửi đăng một bài báo khoa học trên tạp chí Quốc tế.

**7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần đề cập đến: Các phương pháp nghiên cứu khoa học, và cách thức viết một báo cáo khoa học. Thông qua học phần, trang bị cho người học những kiến thức cơ bản và chuyên sâu về các phương pháp nghiên cứu khoa học cũng như các kỹ năng viết một báo cáo khoa học. Người học sẽ được học, và thực tập tự mình lựa chọn một chủ đề nghiên cứu, xây dựng đề cương nghiên cứu, lập kế hoạch nghiên cứu cũng như tiến hành một nghiên cứu khoa học.

Ngoài ra thông qua học phần còn trang bị cho người học những kiến thức và kỹ năng khi viết hoặc trình bày một báo cáo khoa học. Sau khi hoàn thành khóa học người học có thể tự mình hoàn thành một bài báo khoa học và gửi đăng trên một tạp chí quốc tế.

#### **8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN
- Bài tập: không
- Thực hành: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và trường ĐHBKHN

#### **9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: trọng số 0.20
- Kiểm tra định kỳ: trọng số 0.20
- Thi kết thúc học phần (tự luận, vấn đáp, báo cáo): trọng số 0.60

#### **10. Nội dung chi tiết học phần:**

##### **Phần mở đầu**

Giới thiệu môn học  
Giới thiệu đề cương môn học,  
Giới thiệu tài liệu tham khảo

#### **Phần I. Phương pháp nghiên cứu khoa học**

##### **Chương 1**

Giới thiệu về “Nghiên cứu khoa học”

- 1.1 Giới thiệu
- 1.2 Mục đích của nghiên cứu khoa học
- 1.3 Một số định nghĩa chung
- 1.4 Các bước trong nghiên cứu khoa học
- 1.5 Phân loại nghiên cứu khoa học

##### **Chương 2**

- 2.1 Giới thiệu
- 2.2 Mục đích
- 2.3 Nghiên cứu và các thuộc tính
- 2.4 Các loại nghiên cứu
- 2.5 Mục đích của nghiên cứu khoa học
- 2.6 Lựa chọn chủ đề nghiên cứu khoa học

**Chương 3** Các tiêu chuẩn trong nghiên cứu khoa học, đạo văn và đạo đức trong nghiên cứu khoa học

- 3.1 Các tiêu chuẩn cho chất lượng nghiên cứu khoa học
- 3.2 Thế nào là đạo văn
- 3.3 Các dấu hiệu của đạo văn
- 3.4 Cách thức trích dẫn tài liệu tham khảo
- 3.5 Giới thiệu một vài kiểu trích dẫn tài liệu tham khảo
- 3.6 Đạo đức khoa học
- 3.7 Các tiêu chuẩn và hành xử đạo đức trong khoa học

##### **Chương 4: Các phương pháp nghiên cứu khoa học**

- 4.1 Giới thiệu
- 4.2 Phân loại các phương pháp nghiên cứu khoa học
- 4.3 Phương pháp nghiên cứu khoa học định tính
- 4.4 Phương pháp nghiên cứu định lượng

- 4.5 Phương pháp nghiên cứu tổng hợp
- Chương 5 Thu thập và xử lý số liệu
  - 5.1 Giới thiệu và mục đích
  - 5.2 Các phương pháp thu thập và xử lý số liệu
  - 5.3 Sự logic của phân tích số liệu, và
  - 5.4 Lập kế hoạch nghiên cứu và thu thập số liệu
  - 5.5 Các lỗi thường gặp trong quá trình thu thập và sử lý số liệu
- Chương 6. Viết một đề xuất nghiên cứu
  - 6.1 Giới thiệu và mục đích
  - 6.2 Thế nào là một đề xuất đề tài nghiên cứu
  - 6.3 Tầm quan trọng của một đề xuất nghiên cứu
  - 6.4 Các bước để xây dựng một đề xuất nghiên cứu
  - 6.5 Lựa chọn chủ đề nghiên cứu,
  - 6.6 Cấu trúc của một đề xuất nghiên cứu và cách thức xây dựng
  - 6.7 Các bước gửi một đề xuất nghiên cứu khoa học

## **Phần II. Phương pháp viết báo cáo khoa học**

### **Chương 1. Giới thiệu**

- 1.1 Giới thiệu tầm quan trọng của báo cáo khoa học
- 1.2 Các khái niệm liên quan
- 1.3 Phân loại báo cáo khoa học
- 1.4 Cấu trúc cơ bản của một báo cáo khoa học

### **Chương 2. Cách thức viết một báo cáo khoa học**

- 2.1 Chuẩn bị tài liệu trước khi viết một báo cáo khoa học
- 2.2 Cách thức đặt tiêu đề cho một báo cáo khoa học
- 2.3 Cách thức viết phần tóm tắt (Abstract)
- 2.4 Viết phần giới thiệu (Introduction)
- 2.5 Viết phần phương pháp nghiên cứu (Materials and Methods)
- 2.6 Viết phần Kết quả và thảo luận
- 2.7 Viết phần kết luận

### **Chương 3 Đạo đức trong viết báo cáo khoa học**

- 3.1 Vấn đề đạo đức khoa học
- 3.2 Các thể loại trích dẫn tài liệu tham khảo
- 3.3 Làm sao để tránh lỗi đạo văn khi viết báo cáo khoa học
- 3.4 Cách thức trích dẫn tài liệu tham khảo
- 3.5 Sử dụng phần mềm hỗ trợ trong viết báo cáo khoa học

### **Chương 4. Các quy tắc cần tuân theo khi viết một báo cáo khoa học**

- 4.1 Sử dụng ngôn ngữ khi viết báo cáo khoa học
- 4.2 Viết bản thảo của báo cáo khoa học
- 4.3 Duyệt lại bản thảo, chỉnh sửa các lỗi cần thiết
- 4.4 Kiểm tra bản thảo trước khi gửi đăng
- 4.5 Những lưu ý khi viết báo cáo khoa học

## **Chương 5. Phương pháp gửi đăng một bài báo khoa học**

5.0 Các quy trình để một bài báo khoa học được đăng trên tạp chí quốc tế

5.1 Cách thức lựa chọn tạp chí để gửi đăng

5.2 Chuẩn bị các tài liệu để gửi đăng

5.3 Thực hiện các bước gửi đăng bài báo

5.4 Cách thức trả lời phản biện

5.5 Một vài chú ý khi gửi đăng một bài báo khoa học

## **Chương 6 Các kỹ năng trình bày miệng một báo cáo khoa học**

6.1 Các vấn đề cần tìm hiểu trước khi chuẩn bị báo cáo

6.2 Các kỹ năng trình chuẩn bị bản báo cáo Oral bằng Power point

6.3 Sử dụng ngôn ngữ trong báo cáo khoa học

6.4 Các kỹ năng giao tiếp khi trình bày một báo cáo khoa học

### **11. Tài liệu học tập:**

1. Preparing your Dissertation at a Distance: A Research Guide, by S. Modesto Tichapondwa, Published by Virtual University for Small States of the Collonweath-Vancouver, 2013.

2. Essentials of Research Design and Methodology, Alan S. Kaufman and Nadeen L. Kaufman; John Wiley & Sons, Inc.; 2005.

## **IMS7251 Vật lý sinh học và các hệ cô đặc thể mềm**

Biological physics and soft condensed matter

Giảng viên 1: Mai Anh Tuấn

Giảng viên 2: Chu Thị Xuân

**1. Tên học phần:** Vật lý sinh học và các hệ cô đặc thể mềm

**2. Mã học phần:** **IMS7251**

**3. Tên tiếng Anh:** Biological physics and soft condensed matter

**4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết: 25 tiết

- Bài tập, thực hành : 20 tiết

- Seminar: 10 tiết

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc ngành/chuyên ngành Vật liệu điện tử

### **6. Mục tiêu của học phần:**

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Khái niệm, kiến thức cơ bản và tổng quan về một số hiện tượng cơ bản trong vật lý cũng như một số khái niệm và hiện tượng trong sinh học liên quan đến phân tử, tế bào. Từ đó NCS có thể biết sử dụng các kiến thức vật lý để giải quyết các bài toán trong sinh học mà bản thân môn sinh học không thể tự giải quyết được.

- Giúp các NCS tiếp cận thực tế với một số hiện tượng trong sinh học cũng như một số hiện tượng trong thế giới vi mô ở cấp độ mô, tế bào.

- Rèn luyện khả năng tư duy để giải thích các hiện tượng trong sinh học sử dụng kiến thức vật lý, hóa học, toán học. Giúp các NCS biết các tiếp cận, tìm hiểu một vấn đề và thuyết trình một chủ đề trong khoa học.

### **7. Nội dung tóm tắt:**

Học phần này sẽ giới thiệu và giúp cho các NCS tiếp cận và có những kiến thức cơ bản về vật lý, sinh học cũng như mối liên quan giữa hai lĩnh vực này. Nội dung môn học sẽ tập trung vào giới thiệu những khái niệm cơ bản trong vật lý và sinh học cũng như một số ví dụ về việc sử dụng vật lý vào để giải quyết các vấn đề trong sinh học.

The aim of this course is to introduce definition and basic knowledge of physics and biology. The course focuses on basics concepts of physics, biology and how using physics to explain some phenomena in biology.

### **8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định và quy chế của bộ GD&ĐT và của trường DHBKHN
- Bài tập, thực hành: Làm đầy đủ bài tập được giao và chuẩn bị như một bài seminar. Tham gia đầy đủ các buổi thực hành và làm báo cáo cho từng ngày thực hành
- Seminar: Tham dự đầy đủ các buổi seminar và chuẩn bị bài báo cáo của mình bằng Powerpoint

### **9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 20%
- Kiểm tra định kỳ: 20%
- Thi kết thúc học phần (tự luận hoặc vấn đáp hoặc báo cáo seminar): 60%

### **10. Nội dung chi tiết học phần:**

Phần mở đầu

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Giới thiệu tài liệu tham khảo

## **CHƯƠNG 1: Một số kiến thức cơ bản về vật lý và sinh học**

1.1 Nhiệt và năng lượng

1.2 Sự sống tạo ra trật tự như thế nào?

1.3 Thứ nguyên và đơn vị

1.4 Một số ý tưởng từ vật lý và hóa học

## **CHƯƠNG 2: Cấu tạo của tế bào**

2.1 Sinh lý học tế bào

2.2 Một số loại phân tử

2.3 Một số cơ chế liên quan đến phân tử

## **CHƯƠNG 3: Chuyển động của phân tử**

3.1 Một số mô hình vật lý thống kê

- 3.2 Định luật khí lý tưởng
- 3.3 Một số hiện tượng trong di truyền học

#### **CHƯƠNG 4: Bước ngẫu nhiên, ma sát và khuếch tán**

- 4.1 Chuyển động Brown
- 4.2 Khuếch tán
- 4.3 Tầm quan trọng của khuếch tán trong sinh học

#### **CHƯƠNG 5: Sự sống ở thế giới vi mô: số Reynolds nhỏ**

- 5.1 Hiện tượng ma sát trong chất lỏng
- 5.2 Khi số Reynold nhỏ
- 5.3 Một số hiện tượng trong sinh học trong không gian số Reynold nhỏ
- 5.4 Một số đại lượng trong các định luật vật lý

#### **CHƯƠNG 6: Entropy, nhiệt độ và năng lượng tự do**

- 6.1 Đại lượng đo mức độ mất trật tự
- 6.2 Entropy
- 6.3 Nhiệt độ
- 6.4 Định luật 2 Newton
- 6.5 Hệ mở
- 6.6 Hệ vi mô

#### **11. Tài liệu học tập:**

[1] Philip Nelson, *Biological Physics: Energy, Information, Life*. W. H. Freeman, 2007.

[2] Roland Glaser, *Biophysics: An Introduction*. Springer, 2004.

#### **IMS7261 Linh kiện quang tử tiên tiến trên cơ sở công nghệ vi hệ thống.**

Advanced photonic devices based on microelectromechanical systems technology

- 1. Tên học phần:** Linh kiện quang tử tiên tiến trên cơ sở công nghệ vi hệ thống.
- 2. Mã học phần:** IMS7261
- 3. Tên tiếng Anh:** Advanced photonic devices based on microelectromechanical systems technology.
- 4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)
  - Lý thuyết: 30 tiết
  - Bài tập/thực hành: 03 tiết
  - Thí nghiệm: 12 tiết
- 5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành khoa học vật liệu điện tử.
- 6. Mục tiêu của học phần:**  
Học phần này:

- Giúp cho NCS nắm được sự cần thiết và các yêu cầu đối với linh kiện quang tử.
- Cung cấp cho NCS các kiến thức cơ bản về linh kiện quang tử trên cơ sở công nghệ vi hệ thống: vật liệu, công nghệ chế tạo và các kỹ thuật chủ yếu được sử dụng trong đo đặc trưng quang của linh kiện.
- Là cơ sở để NCS tham gia nghiên cứu trong chuyên ngành khoa học và kỹ thuật vật liệu điện tử.

## **7. Nội dung tóm tắt:**

Môn học này bao gồm năm chương.

Chương 1 sẽ giới thiệu sự cần thiết của việc nghiên cứu linh kiện quang tử, đặc biệt là các linh kiện tiên tiến, có tiềm năng trong ứng dụng thực tiễn. Lý thuyết về truyền dẫn sóng quang làm cơ sở cho việc nghiên cứu linh kiện quang tử sẽ được trình bày.

Chương 2 sẽ trình bày các vật liệu được sử dụng phổ biến trong chế tạo linh kiện quang tử, như vật liệu silic, vật liệu polyme, và một số vật liệu khác, đặc biệt cho quang học phi tuyến.

Chương 3 sẽ trình bày về các kỹ thuật được sử dụng trong chế tạo một linh kiện quang tử.

Chương 4 sẽ tập trung giới thiệu các linh kiện quang tử tiên tiến được phát triển gần đây. Các đặc trưng và phạm vi ứng dụng của các linh kiện sẽ được trình bày.

Chương 5 sẽ trình bày các kỹ thuật đo lường như các kỹ thuật kết cặp quang, kỹ thuật ảnh quang học trường gần, kỹ thuật đo dựa trên truyền sóng quang và kỹ thuật căn chỉnh trong đo lường.

## **8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBK HN

## **9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 10%
- Kiểm tra định kỳ: 30%
- Thi kết thúc học phần: 60%

## **10. Nội dung chi tiết học phần:**

### **Phần mở đầu**

### **Giới thiệu môn học**

### **Giới thiệu đề cương môn học**

### **Chương 1. Giới thiệu chung về linh kiện quang tử**

- 1.1. Sự cần thiết của linh kiện quang tử
- 1.2. Lý thuyết truyền dẫn sóng quang

### **Chương 2. Vật liệu cho linh kiện quang điện tử**

2. 1. Vật liệu dựa trên silic
2. 2. Vật liệu polyme
2. 3. Một số họ vật liệu khác

### **Chương 3. Công nghệ chế tạo**

3. 1. Kỹ thuật khắc truyền thống và tiên tiến
3. 2. Kỹ thuật ăn mòn ướt và khô
3. 3. Một số kỹ thuật xử lý linh kiện sau chế tạo

#### **Chương 4. Một số linh kiện quang tử tiên tiến**

4. 1. Linh kiện cộng hưởng ring và microtoroid
4. 2. Linh kiện trên cơ sở sóng plasmon bề mặt
4. 3. Linh kiện trên cơ sở hộp cộng hưởng tinh thể quang tử
4. 4. Cổng logic quang
4. 5. Laze quang tử
4. 6. Một số linh kiện quang tử tiên tiến khác

#### **Chương 5. Kỹ thuật đo lường**

5. 1. Các kỹ thuật kết cặp quang
5. 2. Kỹ thuật ảnh quang học trường gần
5. 3. Kỹ thuật đo dựa trên truyền sóng quang
5. 4. Kỹ thuật căn chỉnh trong đo lường

#### **Tài liệu học tập:**

- [1] Stefan A. Maier, Plasmonics: Fundamentals and Applications, 2007, Springer Science+Business Media LLC, ISBN 0-387-33150-6
- [2] John D. Joannopoulos, Steven G. Johnson, Joshua N. Winn, and Robert D. Meade, Photonic Crystals: Molding the Flow of Light, second edition (Princeton Univ. Press, 2008).
- [3] B. Jalali, and S. Fathpour, J. Lightwave Technol. 24, 2008, pp. 4600–4615 .
- [4] H. Rokhsari and K. J. Vahala, Ultralow loss, high Q, four port resonant couplers for quantum optics and photonics, Phys. Rev. Lett. 92, 2004, 253905.
- [5] T. Ikeda and K. Hane, A microelectromechanically tunable microring resonator composed of freestanding silicon photonic waveguide couplers, Appl. Phys. Lett., 102, 2013, 221113-1 - 221113-4.
- [6] Y. Kanamori, Y. Sato, and K. Hane, Fabrication of Silicon Microdisk Resonators with Movable Waveguides for Control of Power Coupling Ratio. Japanese Journal of Applied Physics, 52(6), 2013, 06GL19-1-06GL19-5.
- [7] M. L. Cooper, et al, Statics of light transport in 235-ring silicon coupled–resonator optical waveguides, Opt. Express, 18 (25), 2010, 26505-26516.
- [8] S. Park, K. J. Kim, I. G. Kim, and G. Kim, Si micro-ring MUX/DeMUX WDM filters, Opt. Express, Vol. 19, pp. 13531-13539 (2011).
- [9] K. Okamoto, Fundamentals of Optical waveguides, Tokyo: Coronasha Ltd; 1992.
- [10] C. M. Hoang, K. Hane, IEEE Photon. Technol. Lett., 26 (14), 2014, pp.1411 - 1413
- [11] E. A. J. Marcatili, Bell System Technical Journal, 48, 1969, pp 2071-2102.
- [12] Y. Fang, Z. Li, Y. Huang, S. Zhang, P. Nordlander, N. J. Halas, and H. Xu, Branched Silver Nanowires as Controllable Plasmon Routers, Nano Lett. 10 (2010) 1950–1954.



- [13] D. Solis, A. Paul, J. Olson, L. S. Slaughter, P. Swanglap, W.-S. Chang, and S. Link, Turning the Corner: Efficient Energy Transfer in Bent Plasmonic Nanoparticle Chain Waveguides, *Nano Lett.* 13 (2013) 4779–4784.
- [14] B. Willingham and S. Link, Energy transport in metal nanoparticle chains via sub-radiant plasmon modes, *Opt. Express*, 19 (7) (2011) 6450-6461.
- [15] H. Choo, M.-K. Kim, M. Staffaroni, T. J. Seok, J. Bokor, S. Cabrini, P. J. Schuck, Ming C. Wu and E. Yablonovitch, Nanofocusing in a metal–insulator–metal gap plasmon waveguide with a three-dimensional linear taper, *Nature Photonics*, 6 (2012) 838- 844.
- [16] P. Debackere, S. Scheerlinck, P. Bienstman, R. Baets, Surface plasmon interferometer in silicon-on-insulator: novel concept for an integrated biosensor, *Opt. Express*, 14 (16) (2006) 7063-7072
- [17] P. D. Flammer, J. M. Banks, T. E. Furtak, C. G. Durfee, R. E. Hollingsworth, and R. T. Collins, Hybrid plasmon/dielectric waveguide for integrated silicon-on-insulator optical elements, *Opt. Express*, 18 (20) (2010) 21013-21023.
- [18] I.V. Novikov, A. A. Maradudin, Channel polaritons, *Phys. Rev. B* 66 (2002) 035403.

## **IMS7271      Vật liệu kỹ thuật cho plasmon bề mặt.**

Engineerd materials for surface plamon

**1. Tên học phần:**      Vật liệu kỹ thuật cho plasmon bề mặt.

**2. Mã học phần:**      IMS7271

**3. Tên tiếng Anh:**    Engineerd materials for surface plamon.

**4. Khối lượng:**      3(3-0-0-6)

- Lý thuyết:    30 tiết

- Bài tập/thực hành: 03 tiết

- Thí nghiệm: 12 tiết

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành khoa học vật liệu điện tử.

**6. Mục tiêu của học phần:**

Học phần này giúp cho NCS:

- Nắm được kiến thức cơ bản chung về plasmonic, tổng quan được các vật liệu kỹ thuật để tăng cường plasmon bề mặt, các kỹ thuật ứng dụng phổ biến trong chế tạo các vật liệu cho plasmon bề mặt, một số kỹ thuật cho đặc trưng vật liệu, và tổng quan được các ứng dụng trong thực tiễn sử dụng vật liệu plasmon bề mặt

- Là cơ sở để NCS tham gia nghiên cứu trong chuyên ngành khoa học và kỹ thuật vật liệu điện tử.

**7. Nội dung tóm tắt:**

Môn học này trình bày các kiến thức cơ bản về một lĩnh vực đang rất được quan tâm ở trong nước và trên thế giới đó là plasmon bề mặt. Các kiến thức cơ bản về plasmon bề mặt từ lịch sử phát triển, cách phân loại tới các phương trình sóng điện từ sử dụng cho nghiên cứu hiện tượng plasmon bề mặt sẽ được trình bày trong các chương 1 và 2. Các cấu trúc hình học cho tăng cường plasmon bề mặt cùng với các quy trình chế tạo của chúng sẽ được trình bày trong chương 3. Các phương pháp kích thích và đo lường plasmon bề mặt được trình bày trong chương 4 và 5. Chương 6 sẽ tập trung vào trình bày các ứng dụng tiên tiến nhất của

plasmon bề mặt như ứng dụng trong tăng cường huỳnh quang, trong kỹ thuật ảnh độ phân giải cao và kỹ thuật quang khắc quang trường gần.

## **8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBK HN

## **9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 10%

- Kiểm tra định kỳ: 30%

- Thi kết thúc học phần: 60%

## **10. Nội dung chi tiết học phần:**

### **Phần mở đầu**

### **Giới thiệu môn học**

### **Giới thiệu đề cương môn học**

### **Chương 1. Giới thiệu chung về plasmon bề mặt**

1. 1. Lịch sử và sự phát triển của plasmon bề mặt
1. 2. Phân loại plasmon

### **Chương 2. Tính chất điện từ trường của kim loại**

2. 1. Phương trình Maxwell và lý thuyết truyền sóng điện từ
2. 2. Hàm điện môi của khí điện tử tự do
2. 3. Hiện tượng phân tán của khí điện tử tự do
2. 4. Kim loại thực và dịch chuyển giữa các dải
2. 5. Năng lượng trường điện từ trong các kim loại

### **Chương 3. Vật liệu kỹ thuật cho tăng cường plasmon bề mặt**

3. 1. Một số cấu trúc hình học điển hình ứng dụng trong tăng cường hiệu ứng plasmon bề mặt
3. 2. Vật liệu được chế tạo từ tính chất ăn mòn dị hướng silic đơn tinh thể
3. 3. Vật liệu dựa trên phương pháp tập hợp

### **Chương 4. Các phương pháp kích thích plasmon bề mặt**

4. 1. Kết cặp kiểu lăng kính
4. 2. Kết cặp cách tử
4. 3. Kích thích sử dụng chùm tia quang học
4. 4. Cơ chế kích thích trường gần
4. 5. Một số phương pháp kích thích khác

### **Chương 5. Các kỹ thuật đo đặc trưng vật liệu**

5. 1. Phổ quang học trường gần
5. 2. Ảnh huỳnh quang
5. 3. Bức xạ dò
5. 4. Ảnh ánh sáng tán sắc

### **Chương 6. Ứng dụng trong thực tiễn của vật liệu plasmon bề mặt**

6. 1. Tăng cường các quá trình phát xạ và các tính chất phi tuyến
6. 1. 1. Lý thuyết cơ bản về phổ kế raman tăng cường bề mặt (SERS)

- 6. 1. 2. Các cấu trúc hình học của đế SERS
- 6. 1. 3. Tăng cường huỳnh quang
- 6. 1. 4. Huỳnh quang của các cấu trúc nano kim loại
- 6. 1. 5. Tăng cường các quá trình phi tuyến
- 6. 2. Quang phổ và nhạy
- 6. 2. 1. Quang phổ của phân tử đơn
- 6. 2. 2. Các cảm biến dựa trên plasmon bề mặt
- 6. 3. Siêu vật liệu và ảnh với plasmon bề mặt
- 6. 3. 1. Siêu vật liệu và chỉ số khúc xạ âm ở tần số quang
- 6. 3. 2. Siêu lăng kính, ảnh quang học và quang khắc sử dụng plasmon
- 6. 4. Ăng ten quang nano plasmon bề mặt

### **Tài liệu học tập:**

- [1] Stefan A. Maier, Plasmonics: Fundamentals and Applications, 2007, Springer Science+Business Media LLC, ISBN 0-387-33150-6
- [2] K. Okamoto, Fundamentals of Optical waveguides, Tokyo: Coronasha Ltd; 1992.
- [3] Y. Fang, Z. Li, Y. Huang, S. Zhang, P. Nordlander, N. J. Halas, and H. Xu, Branched Silver Nanowires as Controllable Plasmon Routers, Nano Lett. 10 (2010) 1950–1954.
- [4] D. Solis, A. Paul, J. Olson, L. S. Slaughter, P. Swanglap, W.-S. Chang, and S. Link, Turning the Corner: Efficient Energy Transfer in Bent Plasmonic Nanoparticle Chain Waveguides, Nano Lett. 13 (2013) 4779–4784.
- [5] B. Willingham and S. Link, Energy transport in metal nanoparticle chains via sub-radiant plasmon modes, Opt. Express, 19 (7) (2011) 6450-6461.
- [6] H. Choo, M.-K. Kim, M. Staffaroni, T. J. Seok, J. Bokor, S. Cabrini, P. J. Schuck, Ming C. Wu and E. Yablonovitch, Nanofocusing in a metal–insulator–metal gap plasmon waveguide with a three-dimensional linear taper, Nature Photonics, 6 (2012) 838- 844.
- [7] P. Debackere, S. Scheerlinck, P. Bienstman, R. Baets, Surface plasmon interferometer in silicon-on-insulator: novel concept for an integrated biosensor, Opt. Express, 14 (16) (2006) 7063-7072
- [8] P. D. Flammer, J. M. Banks, T. E. Furtak, C. G. Durfee, R. E. Hollingsworth, and R. T. Collins, Hybrid plasmon/dielectric waveguide for integrated silicon-on-insulator optical elements, Opt. Express, 18 (20) (2010) 21013-21023.
- [9] I.V. Novikov, A. A. Maradudin, Channel polaritons, Phys. Rev. B 66 (2002) 035403.

### **IMS7281 Kỹ thuật khắc mẫu từ micro tới nano mét tiên tiến.**

Advanced lithography technologies for fabricating micro/nano structures

- 1. Tên học phần:** Kỹ thuật khắc mẫu từ micro tới nano mét tiên tiến.
- 2. Mã học phần:** IMS7281
- 3. Tên tiếng Anh:** Advanced lithography technologies for fabricating micro/nano structures.
- 4. Khối lượng:** 3(3-0-0-6)
  - Lý thuyết: 25 tiết
  - Bài tập/Thực hành: 0 tiết
  - Thí nghiệm: 5 tiết

**5. Đối tượng tham dự:** Tất cả NCS thuộc chuyên ngành khoa học vật liệu điện tử.

**6. Mục tiêu của học phần:**

Học phần này giúp cho NCS:

- Nắm được kiến thức cơ bản về kỹ thuật khắc mẫu từ micro tới nano mét.
- Là cơ sở để NCS thực hiện các ý tưởng nghiên cứu trong chuyên ngành kỹ thuật vật liệu điện tử.

**7. Nội dung tóm tắt:**

Trong môn học này, các kỹ thuật từ quang khắc truyền thống ở tỷ lệ micro tới các kỹ thuật cho chế tạo các cấu trúc nano như kỹ thuật khắc dùng chùm tia điện tử, chùm ion tụ tiêu sẽ được trình bày. Đặc biệt môn học này sẽ giới thiệu cho nghiên cứu sinh các kỹ thuật khắc tiên tiến được phát triển gần đây có giá thành thấp và có thể xây dựng được trong nước.

**8. Nhiệm vụ của NCS:**

- Dự lớp: Theo quy định của Bộ GD&ĐT và Trường ĐHBK HN

**9. Đánh giá kết quả:**

- Mức độ dự giờ giảng: 10%
- Kiểm tra định kỳ: 30%
- Thi kết thúc học phần: 60%

**10. Nội dung chi tiết học phần:**

Phần mở đầu

Giới thiệu môn học

Giới thiệu đề cương môn học

Chương 1. Giới thiệu chung về các kỹ thuật khắc mẫu

1. 1. Lịch sử và sự phát triển
1. 2. Phân loại

Chương 2. Vật liệu sử dụng cho khắc mẫu

2. 1. Chất cảm quang
2. 2. Polyme nhạy điện tử

Chương 3. Các kỹ thuật khắc mẫu truyền thống

3. 1. Kỹ thuật khắc mẫu dùng chùm tia điện tử
3. 2. Kỹ thuật khắc mẫu dùng tia ion tụ tiêu

Chương 4. Quang khắc với nguồn bước sóng ngắn

2. 1. Nguồn bước sóng ngắn
2. 2. Ưu và nhược điểm của khắc mẫu dùng nguồn bước sóng ngắn
2. 3. Độ phân giải cấu trúc khắc

Chương 5. Các phương pháp khắc mẫu tiên tiến

5. 1. Khắc mẫu sử dụng hiệu ứng plasmon
5. 3. Công nghệ in nano
5. 4. Vi cơ laze

- 5. 5. Kỹ thuật mặt nạ
- 5. 6. Kỹ thuật khắc cơ học
- 5. 7. Các kỹ thuật khắc khác

Tài liệu học tập:

- [1] Madou, M. J. (2009) Manufacturing Techniques for Microfabrication and Nanotechnology, CRC Press
- [2] Madou, M. J. (2002). Fundamentals of Microfabrication. (2nd ed.). CRC Press.