

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

**CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO
TIẾN SĨ**

**NGÀNH/CHUYÊN NGÀNH : VẬT LIỆU QUANG HỌC, QUANG ĐIỆN
TỬ, QUANG TỬ**

MÃ SỐ: 62440127

**HƯỚNG CHUYÊN SÂU: CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU QUANG HỌC,
QUANG ĐIỆN TỬ VÀ QUANG TỬ**

Đã được Hội đồng Khoa học Viện AIST thông qua ngày tháng năm 2015

HÀ NỘI - 2015

MỤC LỤC

	Trang	
PHẦN I	TỔNG QUAN VỀ CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO	2
1	Mục tiêu đào tạo	3
1.1	Mục tiêu chung	3
1.2	Mục tiêu cụ thể	3
2	Thời gian đào tạo	4
3	Khối lượng kiến thức	4
4	Đối tượng tuyển sinh	4
4.1	Định nghĩa	4
4.2	Phân loại đối tượng	5
5	Quy trình đào tạo, điều kiện công nhận đạt	5
6	Thang điểm	5
7	Nội dung chương trình	6
7.1	Cấu trúc	6
7.2	Học phần bổ sung	7
7.3	Học phần Tiến sĩ	11
7.3.1	Danh mục học phần Tiến sĩ	11
7.3.2	Mô tả tóm tắt học phần Tiến sĩ	13
7.3.3	Kế hoạch học tập các học phần Tiến sĩ	16
7.4	Tiểu luận tổng quan	16
7.5	Chuyên đề Tiến sĩ	17
7.6	Nghiên cứu khoa học và luận án tiến sĩ	19
8	Danh sách Tạp chí / Hội nghị Khoa học	20
PHẦN II	ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT CÁC HỌC PHẦN	22
9	Danh mục học phần chi tiết của chương trình đào tạo	23
9.1	Danh mục học phần bổ sung	23
9.2	Danh mục học phần Tiến sĩ	23
10	Đề cương chi tiết các học phần Tiến sĩ	25

PHẦN I
TỔNG QUAN VỀ CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO

**CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO TIẾN SĨ
NGÀNH/CHUYÊN NGÀNH: VẬT LIỆU QUANG HỌC,
QUANG ĐIỆN TỬ VÀ QUANG TỬ**

Tên chương trình: Chương trình đào tạo Tiến sĩ ngành/chuyên ngành “ Vật liệu Quang học, Quang Điện tử, và Quang tử ” hướng chuyên sâu: Công nghệ Vật liệu Quang học, Quang Điện tử, và Quang tử

Trình độ đào tạo: Tiến sĩ

Ngành/Chuyên ngành đào tạo: Vật liệu Quang học, Quang Điện tử và Quang tử – Optic, Optoelectronic and Photonic Material, hướng chuyên sâu : Công nghệ Vật liệu Quang học, Quang Điện tử và Quang tử - Optic, Optoelectronic and Photonic Material Technology

Mã ngành/chuyên ngành: 62440127

(Ban hành theo Quyết định số /QĐ-ĐHBK-SĐH ngày tháng năm 2015 của Hiệu trưởng Trường ĐH Bách khoa Hà Nội)

1 Mục tiêu đào tạo

1.1 Mục tiêu chung

Đào tạo Tiến sĩ ngành/chuyên ngành Vật liệu Quang học, Quang Điện tử và Quang tử, hướng chuyên sâu về CN Vật liệu Quang học , Quang Điện tử và Quang tử có trình độ chuyên môn sâu cao, có khả năng nghiên cứu và lãnh đạo nhóm nghiên cứu các lĩnh vực của chuyên ngành, có tư duy khoa học, có khả năng tiếp cận và giải quyết các vấn đề khoa học chuyên ngành, có khả năng trình bày - giới thiệu các nội dung khoa học, đồng thời có khả năng đào tạo các bậc Đại học và Cao học.

1.2 Mục tiêu cụ thể

Sau khi đã kết thúc thành công chương trình đào tạo, Tiến sĩ ngành/chuyên ngành Vật liệu Quang học , Quang Điện tử và Quang tử , hướng chuyên sâu về CN Vật liệu Quang học, Quang Điện tử và Quang tử:

Có khả năng phát hiện và trực tiếp giải quyết các vấn đề khoa học thuộc các lĩnh vực: Khoa học vật liệu (quang học, quang điện tử, quang tử), vật lý và công nghệ nano.

Có khả năng dẫn dắt, lãnh đạo nhóm nghiên cứu thuộc các lĩnh vực nêu trên.

Có khả năng nghiên cứu, đề xuất và áp dụng các giải pháp công nghệ thuộc các lĩnh vực nói trên trong thực tiễn.

Có khả năng cao để trình bày, giới thiệu (bằng các hình thức bài viết, báo cáo hội nghị, giảng dạy đại học và sau đại học) các vấn đề khoa học thuộc các lĩnh vực nói trên.

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 học phần tiến sĩ + khối lượng bổ sung (nếu có).

NCS mới có bằng ĐH: tối thiểu 8 tín chỉ học phần tiến sĩ + số tín chỉ (không kể luận văn) của Chương trình Thạc sĩ Khoa học chuyên ngành Vật lý kỹ thuật (chương trình khoa học và công nghệ nano) (tương đương với 41 tín chỉ).

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/chuyên ngành) hoặc gần phù hợp với ngành/chuyên ngành Vật lý kỹ thuật, Khoa học vật liệu, Hoá học, Khoa học và công nghệ nano. Đối với các thí sinh có bằng tốt nghiệp đại học, chỉ tuyển sinh ngành/chuyên ngành tốt nghiệp phù hợp (đúng ngành/chuyên ngành). Mức độ "phù hợp hoặc gần phù hợp" với ngành/chuyên ngành Khoa học vật liệu, Hoá học, Khoa học và công nghệ nano, được định nghĩa cụ thể ở mục 4.1 sau đây.

4.1 Định nghĩa

Ngành phù hợp: Là các ngành sau:

- + Vật lý
- + Khoa học/Kỹ thuật vật liệu
- + Hoá học

Ngành gần phù hợp: Là các ngành sau:

- + Điện, Điện tử - Viễn thông, Công nghệ môi trường, cơ điện tử, cơ khí

* **Ghi chú**: Trong trường hợp thí sinh thuộc các ngành đào tạo không có tên trong danh mục trên, Hội đồng xét tuyển NCS của Viện sẽ quyết định đối tượng dự tuyển.

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-ĐHBK-SDH 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 \geq Bổ sung \geq 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 chuyên ngành 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 cần thiết phục vụ cho đề tài nghiên cứu cụ thể của LATS.

7.2 Học phần bổ sung

7.2.1. 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 Vật lý kỹ thuật (chương trình khoa học và công nghệ nano) theo chương trình cụ thể như sau:

Nội dung		ThS khoa học (45 TC)
Phần 1. Kiến thức chung (Triết học, Tiếng Anh)		9
Phần 2. Kiến thức cơ sở và chuyên ngành	Kiến thức cơ sở bắt buộc	7
	Kiến thức cơ sở tự chọn	10
	Kiến thức chuyên ngành bắt buộc	12
	Kiến thức chuyên ngành tự chọn	7

Danh mục các học phần

Nội dung	Mã số	Tên học phần	Tín chỉ	Khối lượng
Kiến thức chung (9 TC)	SS6011	Triết học	3	3 (3-1-0-6)
	FL6010	Tiếng Anh	6	6(3-6-0-12)
Học phần cơ sở bắt buộc (7 TC)	PH4040	Vật lý và kỹ thuật màng mỏng	3	3(2-1-1-6)
	PH4120	Mô phỏng linh kiện và quá trình bán dẫn	2	2(1.5-0.5-0.5-4)
	PH4460	Mô phỏng trong vật lý	2	2(1-1-1-4)
Cơ sở tự chọn (10 TC)	PH4460	Mô phỏng trong vật lý	2	2(1-1-1-4)
	NST5010	Vật liệu nano cacbon	3	3(2-2-0-6)
	NST5020	Tính chất quang của nano tinh thể bán dẫn	3	3(2-2-0-6)
	NST5030	Vật liệu nano ô xít kim loại và bán dẫn	3	3(2-2-0-6)
	NST5040	Vật liệu nhiệt điện cấu trúc nano và linh kiện	2	2(2-2-0-4)
	NST5050	Vật liệu nano lai: tổng hợp và ứng dụng	3	3(2-2-0-6)
	NST5060	Cảm biến nano	3	3(2-2-0-6)
Học phần chuyên ngành bắt buộc (12 TC)	NST6010	Khoa học nano: cơ sở và ứng dụng	3	3(2-2-0-6)
	NST6020	Phương pháp chế tạo vật liệu cấu trúc nano	3	3 (3-0-0-6)
	NST6070	Cơ sở lý thuyết về linh kiện bán dẫn	3	3(2-2-0-6)
	NST6050	Quang điện tử	3	3(2-2-0-6)
Chuyên ngành tự chọn (7 TC)	NST6140	Công nghệ chế tạo điốt phát quang ánh sáng trắng	3	3(3-0-0-6)
	NST6030	Phương pháp khảo sát vật liệu cấu trúc nano	3	3(2-2-0-6)
	NST6040	Nano điện tử	2	2(2-2-0-4)
	NST6060	Thực tập công nghệ nano	3	3(0-2-1-6)
	NST6080	Vật liệu trong y sinh	3	3(2-2-0-6)
	NST6090	Các tính chất quang học của các tinh thể photonic	3	3(2-2-0-6)
	NST6100	Vật liệu Nano từ	3	3(2-2-0-6)
	NST6110	Nano kim loại	2	2(2-2-0-4)
	NST6120	Vật liệu tích trữ và chuyển	3	3(2-2-0-6)

	hóa hydro		
NST6140	Công nghệ chế tạo điốt phát quang ánh sáng trắng	3	3(3-0-0-6)
NST6150	Công nghệ pin mặt trời: chế tạo và ứng dụng	3	3(2-2-0-6)
NST6160	Công nghệ chiếu sáng rắn	2	2(2-2-0-4)
NST6170	Mô phỏng cho chiếu sáng rắn	2	2(1-2-0-4)
NST6180	Nano quang tử	3	3(2-2-0-6)
NST6190	Mô phỏng Monte Carlo	2	2(1-2-0-4)
NST6200	Công nghệ gôm y sinh	3	3(2-1-1-6)
NST6210	Kỹ năng mềm trong nghiên cứu khoa học	2	2(2-0-0-4)
NST6220	Một số vấn đề nâng cao trong quang học điện tử	3	3(2-2-0-6)
NST6230	Vật liệu nano xốp	3	3(2-2-0-6)
NST6310	Chuyên đề: Cảm biến sinh học	2	
NST6320	Chuyên đề: Mặt phân cách trong vật liệu nano	2	
NST6330	Chuyên đề: Vật liệu nano-silicon và germanium	2	
NST6340	Chuyên đề: Pin năng lượng mặt trời	2	
NST6350	Chuyên đề: Ôxít Kim loại và bán dẫn ôxít kim loại	2	
NST6360	Chuyên đề: Vật liệu chuyển đổi và tích trữ năng lượng	2	
NST6370	Chuyên đề: Nuôi đơn tinh thể	2	
NST6380	Chuyên đề: Tương tác vật liệu và cơ thể sống	2	
NST6390	Chuyên đề: Vật liệu y sinh: Phân loại và các ứng dụng	2	
NST6400	Chuyên đề: Công nghệ chiếu sáng sử dụng LED	2	
NST6410	Chuyên đề: Công nghệ chiếu sáng sử dụng LED	2	
NST6420	Chuyên đề: Mô phỏng Monte Carlo	2	

	NST6430	Chuyên đề: Xúc tác môi trường	2	
	NST6440	Chuyên đề: Bột huỳnh quang và ứng dụng	2	
	NST6450	Chuyên đề: Tổng hợp và tính chất quang của vật liệu bán	2	
	NST6460	Vật liệu nano trong y sinh	2	

7.2.2. Đối với NCS có bằng thạc sĩ ngành gần (Đối tượng A3)

Đối với NCS có bằng thạc sĩ ngành gần với ngành/chuyên ngành đề nghị lựa chọn học các học phần bổ sung như sau:

MÃ SỐ	TÊN HỌC PHẦN	TÍN CHỈ	KHỐI LƯỢNG
NST6010	Khoa học nano: cơ sở và ứng dụng	3	3(2-2-0-6)
NST6020	Phương pháp chế tạo vật liệu cấu trúc nano	3	3 (3-0-0-6)
NST6070	Cơ sở lý thuyết về linh kiện bán dẫn	3	3(2-2-0-6)
NST6050	Quang điện tử	3	3(2-2-0-6)
NST6140	Công nghệ chế tạo điốt phát quang ánh sáng trắng	3	3(3-0-0-6)
NST6030	Phương pháp khảo sát vật liệu cấu trúc nano	3	3(2-2-0-6)
NST6040	Nano điện tử	2	2(2-2-0-4)
NST6090	Các tính chất quang học của các tinh thể photonic	3	3(2-2-0-6)
NST6100	Vật liệu Nano từ	3	3(2-2-0-6)
NST6110	Nano kim loại	2	2(2-2-0-4)
NST6140	Công nghệ chế tạo điốt phát quang ánh sáng trắng	3	3(3-0-0-6)
NST6150	Công nghệ pin mặt trời: chế tạo và ứng dụng	3	3(2-2-0-6)
NST6160	Công nghệ chiếu sáng rắn	2	2(2-2-0-4)
NST6170	Mô phỏng cho chiếu sáng rắn	2	2(1-2-0-4)
NST6180	Nano quang tử	3	3(2-2-0-6)

7.3 Học phần Tiến sĩ

Các HP TS nhằm giúp NCS cập nhật các kiến thức mới nhất của lĩnh vực chuyên môn, nâng cao trình độ lý thuyết, phương pháp luận NC và khả năng ứng dụng các phương pháp NC khoa học quan trọng, thiết yếu của lĩnh vực NC. Mỗi HP TS được thiết kế với khối lượng từ 2 đến 3 TC. Mỗi NCS phải hoàn thành tối thiểu 8 TC tương ứng với 3 HP trở lên.

7.3.1 Danh mục học phần Tiến sĩ

TT	MÃ SỐ	TÊN HỌC PHẦN	GIẢNG VIÊN	TÍN CHỈ	KHỐI LƯỢNG
1	NST7010	Cơ sở lý thuyết nâng cao về vật liệu bán dẫn, ánh sáng, và các linh kiện quang điện tử, quang tử Advanced theories on semiconductors, light, and optoelectronic/ photonic devices	TS. Đỗ Văn Nam TS. Nguyễn Đức Trung Kiên TS. Nguyễn Duy Hùng TS. Nguyễn Thị Khôi	3	3(3-0-0-6)
2	NST7021	Nano quang tử học :Vật lý và Linh kiện Nanophotonics: Physics and Devices	PGS. Phạm Thành Huy TS. Nguyễn Đức Trung Kiên TS. Nguyễn Duy Hùng PGS. Nguyễn Hữu Lâm	3	3(3-0-0-6)
3	NST7031	Nano quang học và nano điện tử (Nanooptics and Nanoelectronics)	PGS.Lê Anh Tuấn PGS. Phương Đình Tâm GS. Nguyễn Đức Chiến	3	3(3-0-0-6)
4	NST7041	Quang điện tử bán dẫn (Semiconductor optoelectronics)	GS. Nguyễn Đức Chiến PGS. Phạm Thành Huy TS. Nguyễn Thị Khôi	3	3(3-0-0-6)
5	NST7051	Laser trong vật lý và hóa học (Laser in Physics and Chemistry)	TS. Nguyễn Đức Trung Kiên TS. Nguyễn Thị Kim Liên TS. Vũ Ngọc Phan	3	3(3-0-0-6)
6	NST7061	Tính chất quang của các cấu trúc thấp chiều (Optical properties of low dimensional structures)	TS. Nguyễn Duy Hùng PGS. Phạm Thành Huy GS. Nguyễn Đức Chiến PGS. Nguyễn Hữu Lâm	3	3(3-0-0-6)

7.3.2 Mô tả tóm tắt học phần Tiến sĩ

NST7010 Cơ sở lý thuyết nâng cao về vật liệu bán dẫn, ánh sáng, và các linh kiện quang điện tử, quang tử

Học phần được thiết kế nhằm kết nối một cách hệ thống các khái niệm và nguyên tắc cơ bản của vật lý hiện đại (cơ học lượng tử, vật lý thống kê, điện động lực

học...) nhằm đem lại cho người học một cách nhìn tổng quan và bản chất của các vấn đề trong vật lý các chất bán dẫn và quang học. Các cơ sở lý thuyết giải thích cho các hiện tượng/hiệu ứng được quan sát thấy đối với cấu trúc bán dẫn sẽ được trình bày một cách chi tiết nhằm giúp người học hiểu rõ việc vận dụng các kiến thức cơ bản vào những vấn đề cụ thể cũng như hình thành và nâng cao năng lực tự phân tích và giải thích các số liệu khoa học mà họ có thể thu được trong quá trình làm việc sau này. Các tiến bộ trong nghiên cứu cơ bản, cũng như ứng dụng các vấn đề thuộc lĩnh vực quang học, quang điện tử và quang tử sẽ được giới thiệu và trình bày nhằm đem lại cho người học các kiến thức cơ bản cũng như cập nhật những vấn đề mới nhất đang được quan tâm.

NST7010 Theories of semiconductors, light and electronic, optoelectronic devices
This course is designed to link systematically fundamental concepts and basic principles in modern physics (quantum mechanics, statistical physics, electromagnetics, etc.) to bring to the learners the overview and the substantial view of various issues in semiconductor physics. Theoretical basics used to explain/interpret observed phenomena/effects in semiconductor structures will be presented in details to help the learners understanding and applying fundamental knowledge to particular problems. Progresses in fundamental and applied researches in the fields of photonics and optoelectronics will be introduced and presented with the aim at up-to-dating the learners modern issues attracting the tentative attention of researchers in the world. Besides the goal of systematize fundamental knowledge for the learners, this course also aims to motivate, establish and improve the learners' capability of research, especially to help them understanding how the essential relationship between fundamental and applied studying.

NST7021 Nano quang tử học: Vật lý và Linh kiện

Môn học được xây dựng tập trung vào việc giảng dạy Vật lý như là nền tảng của các công nghệ hiện đại trong lĩnh vực nano quang tử học nhằm đem lại cho người học cái nhìn tổng quan về sự liên kết giữa thành quả của nghiên cứu khoa học cơ bản với những đột phá trong công nghệ ở lĩnh vực này. Các phương pháp lý thuyết và thực nghiệm tiên tiến, có ý nghĩa công nghệ trong lĩnh vực nano quang tử sẽ được trình bày. Người học sẽ được cung cấp các kiến thức về Vật lý, nguyên lý hoạt động và phương pháp chế tạo của các linh kiện nano quang tử.

NST7021 Nanophotonics: Physics and Devices

This course focuses on Physics as the basis of the modern technology in the field of nanophotonics, therefore provides a general vision of the link between scientific research and technological breakthroughs. This course covers advanced and technologically relevant theoretical and experimental techniques in modern physics. Knowledge in Physics, operation principles and fabrication of nanophotonic devices are provided.

NST7031 Nano quang học và nano điện tử

Học phần này được thiết kế để cung cấp các kiến thức cơ bản về nano quang học và nano điện tử cho các NCS chuyên ngành công nghệ vật liệu quang học, quang

điện tử và quang tử. Các phương pháp và kỹ thuật sử dụng chủ yếu hiện nay để chế tạo các cấu trúc/thiết bị nano quang học và nano điện tử sẽ được giới thiệu. Học phần này cũng trình bày chi tiết về nguyên lý hoạt động, công nghệ chế tạo và phạm vi ứng dụng của một số các thiết bị nano quang học và nano điện tử tiên tiến như: điốt bán dẫn nano, transistor bán dẫn nano, cảm biến nano và bộ cộng hưởng quang học nano.

NST7031 Nanooptics and nanoelectronics

This subject aims to provide fundamental understandings, development roads and potential future applications of nano-optics and nanoelectronics. The developed techniques of fabrication methods for nanostructures, including etching and lithography procedures, focused ion beams and nanoimprinting methods, will be introduced in this subject. In final, working principles and technology of some advanced nanoelectronics and nanooptics –type devices will be presented such as resonant tunneling diode, single electron transistor, carbon nanotube devices and nanobiosensor.

NST7041 Quang điện tử bán dẫn

Học phần này trình bày những vấn đề cơ bản và những kiến thức cập nhật nhất về vật liệu và linh kiện quang điện tử bán dẫn. Các nội dung về các linh kiện quang điện tử truyền thống điốt phát quang, laser bán dẫn, các bộ thu nhận (detector), sợi quang học và của một số linh kiện quang điện tử tiên tiến sẽ được giới thiệu.

NST7041 Semiconductor Optoelectronics

This course will address the fundamental and up-to-date knowledge related to semiconductor optoelectronic devices. Basic principles of common optoelectronic devices such as semiconductor light emitting diodes, lasers, detectors, imaging tubes and optical fibres and of some modern optoelectronic devices will be provided.

NST7051 Laser trong vật lý và hóa học

Học phần nhằm giới thiệu cho các học viên những lý thuyết cơ bản về laser và những ứng dụng thực nghiệm của các kỹ thuật laser trong vật lý và hóa học. Nội dung của học phần bao gồm lý thuyết về laser, hộp cộng hưởng quang và các mode quang học; sự lọc lựa tần số và sự hình thành các xung laser cực nhanh; hiện tượng huỳnh quang do laser, sự ion hóa đa photon, phổ tán xạ Raman; Sun-doppler, sự bão hòa và các kỹ thuật quang phi tuyến; Các ứng dụng của laser trong vật lý và hóa học.

NST7051 Laser in Physics and Chemistry

This course is designed to provide insight into the theory of laser and experimental applications of laser-based optical techniques in physics and chemistry. Contents of the course includes the theory of lasers, optical cavities and mode-locking; frequency selection and ultrafast pulsed laser generation; laser-induced-fluorescence, multi-photon ionization, Raman spectroscopy. Sun-Doppler, saturation and nonlinear techniques; Applications of lasers in Physics and Chemistry.

NST7061 Tính chất quang của các cấu trúc thấp chiều

Môn học được thiết kế nhằm cung cấp cho người học không những các kiến thức cơ bản mà còn cập nhật những vấn đề mới nhất liên quan đến các tính chất quang của các cấu trúc vật liệu nano. Các vấn đề của môn học được trình bày theo cấu trúc đi từ kiến thức cơ bản tới việc ứng dụng chúng vào các bài toán cụ thể. Người học do đó sẽ có nhiều cơ hội trong việc củng cố kiến thức cũng như hình thành và phát triển năng lực tư duy phân tích các kết quả/hiện tượng quan sát được. Quan trọng hơn, mục đích của môn học là kích thích tính tự chủ của người học trên cơ sở có thể phát triển được những hướng nghiên cứu mang tính độc lập.

NST7061 Optical properties of low-dimensional systems

This course is designed to bring to the learners fundamental and up-to-date knowledge related to the optical properties of low-dimensional material structures. The outline of the course is from basic concepts of two- and one-dimensional systems to particular problems. The learners therefore will have opportunities to practice their knowledge as well as to establish and improve their competence in analyzing obtained data and/or observed phenomenon. Overall, this course aims at stimulating the learners developing/extending available problems.

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 HP TS và nộp cho Viện ĐT Sau đại học.

Bước 2: Viện AIST 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 AIST 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.

7.4 Tiểu luận tổng quan

Bài TLTQ 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 TLTQ 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 TLTQ đạt yêu cầu hay chưa đạt yêu cầu, có ghi biên bản buổi báo cáo.

NCS phải hoàn thành bài TLTQ 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 quyết 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	NST7110	Các vấn đề hiện đại về công nghệ vật liệu quang học, quang điện tử và quang tử (Modern optoelectronic-and photonic-material technologies)	PGS. Phạm Thành Huy TS. Đỗ Văn Nam GS. Nguyễn Đức Chiến PGS.TS. Nguyễn Hữu Lâm TS. Nguyễn D . Trung Kiên TS. Nguyễn Duy Hùng	2
2	NST7121	Lớp học về vật lý và quang học, quang phổ	Hội Vật lý Việt nam Viện Vật lý Viện KHVL ĐHBK Hà Nội	2
3	NST7131	Các công nghệ hóa học chế tạo vật liệu nano bán dẫn, ôxít bán dẫn và kim loại	PGS.TS. Lê Anh Tuấn TS. Trịnh Xuân Anh TS. Vũ Ngọc Phan TS. Nguyễn Thị Kim Liên	2
4	NST7141	Các công nghệ vật lý chế tạo vật liệu nano bán dẫn , ôxít bán dẫn và kim loại	PGS. Phạm Thành Huy PGS. Phương Đình Tâm TS. Nguyễn Đức Trung Kiên	2
5	NST7151	Vật liệu micro -, nano phosphors	PGS. Phạm Thành Huy TS. Phạm Hùng Vương TS. Trịnh Xuân Anh TS. Nguyễn Đức Trung Kiên	2
6	NST7161	Mô phỏng linh kiện quang điện tử	TS. Đỗ Văn Nam TS. Nguyễn Đức Trung	2

			Kiên TS. Lê Tuấn	
7	NST7171	Vật liệu bán dẫn II -VI, III-V	PGS. Nguyễn Hữu Lâm PGS. Phương Đình Tâm	2
8	NST7181	Vật liệu nano Silíc Nanosilicon	PGS. Nguyễn Hữu Lâm TS. Nguyễn Thị Khôi	2
9	NST7191	Vật liệu nano các bon (Nanocarbon materials)	TS. Cao Xuân Thắng PGS.TS. Nguyễn Hữu Lâm	2
10	NST7211	Sợi quang học và Mạch quang học tích hợp Fibre and Integrated Optics	TS. Nguyễn Việt Hưng GS. Nguyễn Đức Chiến	2
11	NST7221	Nano Quang khắc (Nanolithography)	PGS. Phương Đình Tâm TS. Trần Trọng An TS. Nguyễn Đức Trung Kiên	2
12	NST7231	Chế tạo các linh kiện nano quang tử (Fabrication of Nanophotonic devices)	PGS. Phương Đình Tâm PGS. Lê Anh Tuấn TS. Đỗ Văn Nam	2
13	NST7241	Quang học phi tuyến (Nonlinear optics)	TS. Nguyễn Việt Hưng TS. Nguyễn Đức Trung Kiên	2
14	NST7251	Laser bán dẫn (Semiconductor laser)	TS. Nguyễn Duy Hùng PGS. Phạm Thành Huy	2
15	NST7261	Điốt phát quang (Light emitting diode)	PGS. Phạm Thành Huy TS. Đào Xuân Việt TS. Nguyễn Duy Hùng	2
16	NST7271	Cảm biến quang học (Optical sensors)	TS. Nguyễn Duy Hùng PGS. Lê Anh Tuấn PGS. Phạm Thành Huy PGS. Phương Đình Tâm	2
17	NST7281	Các cấu trúc tiếp xúc dị thể và siêu mạng (Heterostructures and superlattices)	TS. Đỗ Văn Nam PGS. Phạm Thành Huy TS. Nguyễn Đức Trung Kiên PGS. Nguyễn Hữu Lâm	2
18	NST7291	Pin mặt trời dạng màng mỏng và pin mặt trời quang điện hóa (Thin film solar cells and Dye sensitizer solar cells)	PGS. Lê Anh Tuấn TS. Dương Thanh Tùng TS. Nguyễn Duy Cường	2
19	NST7311	Chuyên đề đặc biệt theo	Tập thể hướng dẫn	2

		yêu cầu của tập thể hướng dẫn		
--	--	-------------------------------	--	--

CDTS được coi là đạt nếu kết quả trung bình của các thành viên hội đồng đạt từ C trở lên.

7.6. Nghiên cứu khoa học và luận án tiến sĩ

NC khoa học là giai đoạn chính, mang tính bắt buộc trong quá trình NCS thực hiện LATS. Đây là giai đoạn mà NCS có thể đạt tới tri thức mới hoặc giải pháp mới, hình thành các cơ sở quan trọng nhất để viết nên LATS. Trên cơ sở tính chất của lĩnh vực NC thuộc khoa học tự nhiên hay khoa học kỹ thuật – công nghệ, các Viện chuyên ngành, các BM và NHD có các yêu cầu cụ thể đối với việc NC khoa học của NCS:

Đánh giá hiện trạng tri thức, hiện trạng giải pháp công nghệ liên quan đến đề tài luận án.

Yêu cầu điều tra, thực nghiệm để bổ sung các dữ liệu cần thiết.

Yêu cầu suy luận khoa học hoặc thiết kế giải pháp, gắn liền với thí nghiệm.

Phân tích, đánh giá các kết quả thu được từ quá trình suy luận khoa học hay thí nghiệm.

NCS phải chủ động thực hiện nhiệm vụ NCKH và kết quả nghiên cứu phải được công bố chính thức thành các bài báo khoa học theo đúng quy định của Quy chế đào tạo tiến sĩ.

Các đề tài NCKH và bài viết công bố phải phù hợp với mục tiêu của luận án, đảm bảo tính trung thực, tính khoa học và tính mới. Nội dung các bài báo không được trùng lặp và phản ánh các nội dung chính của luận án. Các bài báo, phát minh, sáng chế là kết quả nghiên cứu, nghiên cứu sinh phải đứng tên của Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Luận án tiến sĩ phải là một công trình NC khoa học sáng tạo của chính NCS, có đóng góp về mặt lý luận và thực tiễn trong lĩnh vực nghiên cứu hoặc giải pháp mới có giá trị trong việc phát triển, gia tăng tri thức khoa học của lĩnh vực nghiên cứu, giải quyết sáng tạo các vấn đề của ngành khoa học hay thực tiễn kinh tế - xã hội. Luận án tiến sĩ thực hiện đúng quy cách và đảm bảo các yêu cầu cơ bản theo quy định của Quy chế đào tạo tiến sĩ.

NCS phải công bố ít nhất 02 bài báo theo quy định của Bộ giáo dục và Đào tạo.

Ngoài ra, NCS cần công bố ít nhất 01 bài báo đăng trên tạp chí quốc tế có chỉ số ISI hoặc 01 giải pháp hữu ích/bằng sáng chế được chấp nhận đơn.

NCS chịu trách nhiệm về tính trung thực, chính xác, tính mới của kết quả nghiên cứu của luận án, chấp hành các quy định về sở hữu trí tuệ của Việt Nam và quốc tế.

8 Danh sách Tạp chí / Hội nghị khoa học

- Khuyến khích NCS công bố các kết quả nghiên cứu trên các tạp chí khoa học chuyên ngành quốc tế, các hội nghị hay hội thảo quốc tế, trong nước có uy tín.

- Các tạp chí trong nước được NCS chọn để công bố kết quả nghiên cứu phải thuộc danh mục các Tạp chí do Hội đồng chức danh Giáo sư Nhà nước qui định (có thể điều chỉnh hàng năm).

- Các hội nghị / hội thảo 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. Các công bố phải được phản biện độc lập và in trong Tuyển tập hội nghị / hội thảo.

STT	Tên diễn đàn	Địa chỉ liên hệ	Định kỳ xuất bản / họp
1	Hội nghị Vật lý toàn quốc	Hội Vật lý Việt nam	4 năm / lần
2	Hội nghị Vật lý chất rắn toàn quốc	Hội Vật lý Việt nam	2 năm / lần
3	Hội nghị về Khoa học vật liệu toàn quốc	Hội Khoa học vật liệu Việt nam	2 năm / lần
4	Hội nghị Quang học quang phổ toàn quốc	Hội Vật lý Việt nam	2 năm / lần
5	Hội nghị về Vật lý lý thuyết toàn quốc	Hội Vật lý Việt nam	1 năm / lần

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

Mã số	Tên học phần	Tín chỉ	Khối lượng
NST6010	Khoa học nano: cơ sở và ứng dụng	3	3(2-2-0-6)
NST6020	Phương pháp chế tạo vật liệu cấu trúc nano	3	3 (3-0-0-6)
NST6070	Cơ sở lý thuyết về linh kiện bán dẫn	3	3(2-2-0-6)
NST6050	Quang điện tử	3	3(2-2-0-6)

9.2 Danh mục học phần Tiến sĩ

TT	MÃ SỐ	TÊN HỌC PHẦN	TÊN TIẾNG ANH	KHỐI LƯỢNG	Khoa/ Viện Bộ môn	Đánh giá
1	NST7010	Cơ sở lý thuyết nâng cao về vật liệu bán dẫn, ánh sáng, và các linh kiện quang điện tử, quang tử	Advanced theories on semiconductors, light, and optoelectronic/ photonic devices	3(3-0-0-6)	Viện AIST	T 1.0
2	NST7021	Nano quang tử học: Vật lý và Linh kiện	Nanophotonics: Physics and Devices	3(3-0-0-6)	Viện AIST	T 1.0
3	NST7031	Nano quang học và nano điện tử	Nanooptics and Nanoelectronics	3(3-0-0-6)	Viện AIST	T 1.0
4	NST7041	Quang điện tử bán dẫn	Semiconductor optoelectronics	3(3-0-0-6)	Viện AIST	T 1.0
5	NST7051	Laser trong vật lý và hóa học	Laser in Physics and Chemistry	3(3-0-0-6)	Viện AIST	T 1.0
6	NST7061	Tính chất quang của các cấu trúc thấp chiều	Optical properties of low dimensional structures	3(3-0-0-6)	Viện AIST	T 1.0

10 Đề cương chi tiết các học phần Tiến sĩ

NST7010

Cơ sở lý thuyết nâng cao về vật liệu bán dẫn, ánh sáng, và các linh kiện quang điện tử, quang tử

Advanced theories on semiconductors, light, and optoelectronic / photonic devices

1. Tên học phần: Cơ sở lý thuyết nâng cao về vật liệu bán dẫn, ánh sáng, và các linh kiện quang điện tử, quang tử

2. Mã học phần: NST7010

3. Tên tiếng Anh: Advanced theories on semiconductors, light, and optoelectronic/photonic devices

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 CN Vật liệu quang học, quang điện tử và quang tử

6. Mục tiêu của học phần:

Học phần được thiết kế nhằm kết nối một cách hệ thống các khái niệm và nguyên tắc cơ bản của vật lý hiện đại (cơ học lượng tử, vật lý thống kê, điện động lực học...) nhằm đem lại cho người học một cách nhìn tổng quan và bản chất của các vấn đề trong vật lý các chất bán dẫn và quang học.

7. Nội dung tóm tắt:

Các cơ sở lý thuyết giải thích cho các hiện tượng/hiệu ứng được quan sát thấy đối với cấu trúc bán dẫn sẽ được trình bày một cách chi tiết nhằm giúp người học hiểu rõ việc vận dụng các kiến thức cơ bản vào những vấn đề cụ thể cũng như hình thành và nâng cao năng lực tự phân tích và giải thích các số liệu khoa học mà họ có thể thu được trong quá trình làm việc sau này. Các tiến bộ trong nghiên cứu cơ bản, cũng như ứng dụng các vấn đề thuộc lĩnh vực quang học, quang điện tử và quang tử sẽ được giới thiệu và trình bày nhằm đem lại cho người học các kiến thức cơ bản cũng như cập nhật những vấn đề mới nhất đang được quan tâm.

8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp: +

- Bài tập:

- Thí nghiệm:

9. Đánh giá kết quả:

- Mức độ dự giờ giảng: đầy đủ

- Kiểm tra định kỳ: 0.3

- Thi kết thúc học phần: 0.7

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 I : BỔ TÚC KIẾN THỨC VỀ CƠ HỌC LƯỢNG TỬ , VẬT LÝ THỐNG KÊ, VÀ ĐIỆN ĐỘNG LỰC HỌC

- 1.1. Trạng thái lượng tử; toán tử và các đại lượng vật lý
- 1.2. Phương trình sóng Schrodinger
- 1.3. Thống kê lượng tử
- 1.4. Điện từ trường: lý thuyết Maxwell
- 1.5. Sự lượng tử hóa trường điện từ: khái niệm photon
- 1.6. Sự tương tác giữa điện từ và photon

CHƯƠNG II: VẬT LIỆU BÁN DẪN

- 2.1. Giới thiệu chung
- 2.2. Cấu trúc tinh thể, Hàm sóng Bloch và vùng Brillouin
- 2.3. Các dải năng lượng, khái niệm về điện tử và lỗ trống
- 2.4. Khối lượng hiệu dụng, mật độ trạng thái
- 2.5. Hàm phân bố Fermi-Dirac, mức Fermi
- 2.6. Bán dẫn tinh khiết và bán dẫn pha tạp

CHƯƠNG III : CÁC TÍNH CHẤT ĐIỆN VÀ QUANG CỦA VẬT LIỆU BÁN DẪN

- 3.1. Giới thiệu chung
- 3.2. Phương trình Boltzmann, độ linh động của hạt tải điện, độ dẫn điện, thời gian hồi phục xung lượng
- 3.3. Các quá trình tán xạ của các hạt tải điện
- 3.4. Phân cực dipole trong các vật liệu bán dẫn vùng cấm thẳng
- 3.5. Độ thấm quang của vật liệu bán dẫn
- 3.6. Sự hấp thụ và phát ánh sáng của vật liệu bán dẫn
- 3.7. Các điều kiện biến điệu ánh sáng trong các vật liệu bán dẫn

CHƯƠNG IV: CÁC CẤU TRÚC ĐIỆN TỬ VÀ QUANG TỬ CƠ BẢN

Các cấu trúc lớp tiếp xúc bán dẫn và giếng lượng tử

- Hàm sóng bao
- Mật độ trạng thái và sự chiếm đầy các trạng thái lượng tử
- Sự chuyển quang giữa các trạng thái lượng tử trong các giếng lượng tử

Các dây và chấm lượng tử

- Khái niệm excitons
- Hiệu ứng giam cầm lượng tử Stark

Ống dẫn sóng

- Giới thiệu về ống dẫn sóng
- Sự truyền sóng điện từ trong các ống dẫn sóng
- Giam cầm quang học trong các ống dẫn sóng

Các hiệu ứng bề mặt và các cấu trúc lớp tiếp xúc

- Diode p-n
- Diode chui ngầm p-i-n

- Lớp chuyển tiếp Schottky

Diode phát quang và pin quang điện

11. Tài liệu học tập:

12. Tài liệu tham khảo:

[1] E. Rosencher and B. Vinter, *Optoelectronics*, Cambridge University Press (2002).

[2] H. Haug and S. W. Koch, *Quantum theory of the optical and electronic properties of semiconductors* (World Scientific, Singapore, 1993).

[3] L. D. Landau and E. M. Lifshitz, *Quantum mechanics*, Pergamon Press, Oxford (1977).

[4] L. D. Landau and E. M. Lifshitz, *Statistical Physics*, Pergamon Press, Oxford (1982).

[5] Y. Imry, *Introduction to solid state physics*, Oxford University Press, New York (1997)

[6] P. A. M. Dirac, *The principles of quantum mechanics*, Oxford University Press, Oxford (1989).

[7] P. Y. Yu and M Cardona, *Fundamentals of Semiconductors* (Springer, Berlin, 1996).

[8] U. Hohenester, *Optical properties of Semiconductor Nanostructures: Decoherence versus Quantum Control*, arXiv: cond-mat/0406346v1.

NST7021

Nano quang tử học: Vật lý và Linh kiện

Nanophotonics: physics and devices

1. Tên học phần: Nano quang tử học: Vật lý và Linh kiện

2. Mã học phần: NST7021

3. Tên tiếng Anh: Nanophotonics: physics and devices

4. Khối lượng: 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết: 45 tiết

- Bài tập:

- Thí nghiệm:

5. Đối tượng tham dự: NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu Quang học, Quang điện tử và Quang tử

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

- Mô tả những giả thiết nền tảng của một số mô hình vật lý.
- Thiết lập phương trình hệ số cho laser bán dẫn và sử dụng chúng để phân tích những đặc tính tĩnh và động học.
- Sử dụng ma trận tán xạ và truyền qua để phân tích cách tử và hộp vi cộng hưởng dựa trên phản xạ Bragg; bao gồm laser kép và laser phát xạ bề mặt.
- Tính toán giải thích lý thuyết cơ bản và những đặc tính cơ bản của tinh thể quang tử và việc sử dụng sai hỏng trong chế tạo dẫn sóng quang.

- Mô tả những tính chất cơ bản của hộp vi cộng hưởng và dẫn sóng plasma.
- Tiếp cận các phương pháp chế tạo thiết bị nano quang tử.

7. Nội dung tóm tắt:

Môn học này được xây dựng để cung cấp các kiến thức cơ bản về nguyên lý hoạt động và nền tảng vật lý của các linh kiện quang tử tiên tiến. Người học sẽ được nhắc lại về vật lý của bán dẫn quang, tương tác ánh sáng-vật liệu, sóng trong cấu trúc tuần hoàn, cách tử và cộng hưởng, cấu trúc 2 chiều và 3 chiều của vùng cấm quang tử. Những kiến thức về khuyếch đại quang trong vật liệu khối và vật liệu thấp chiều (giếng lượng tử và chấm lượng tử), tính chất động lực học của laser bán dẫn và phổ nhiễu, nhiễu lượng tử phát xạ tức thời, phương trình ma trận mật độ của tương tác ánh sáng-vật liệu sẽ được giảng dạy. Động lực học của hạt tải siêu nhanh trong vật liệu bán dẫn, kiến thức về hộp vi cộng hưởng cũng sẽ được giảng dạy. Ngoài ra, môn học này còn cung cấp cho người học kiến thức về các công nghệ chế tạo linh kiện quang tử.

8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp: đầy đủ
- Bài tập:
- Thí nghiệm:

9. Đánh giá kết quả:

- Mức độ dự giờ giảng: đầy đủ
- Kiểm tra định kỳ: 0.3
- Thi kết thúc học phần: 0.7

10. Nội dung chi tiết học phần:

PHẦN MỞ ĐẦU

Mục đích môn học

Nội dung môn học

Sách giáo khoa và tài liệu tham khảo

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU VỀ NANO QUANG TỬ HỌC

- 1.1. Khoa học và Công nghệ quang học hiện đại và giới hạn nhiễu xạ
- 1.2. Đột phá giới hạn nhiễu xạ
- 1.3. Quang tử học và bản chất của quang tử học

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ CỦA NANO QUANG TỬ HỌC

2.1. Trường quang học gần và tương tác hiệu dụng

- Hệ thống con kích thước vĩ mô và hệ thống con kích thước nano
- Không gian P và không gian Q
- Tương tác hiệu dụng trong hệ thống con kích thước nano

2.2. Nguyên lý hoạt động của các linh kiện quang tử học sử dụng trường quang học gần

- Các trạng thái năng lượng của một chấm lượng tử bán dẫn
- Dịch chuyển cảm lưỡng cực

- Những trạng thái ghép cặp khởi nguồn từ 2 mức năng lượng
- Ý tưởng cơ bản của linh kiện quang tử học
- Công cụ cơ bản để miêu tả chế độ tạm thời
- Động lực học của tập hợp exciton và phép toán logic nano quang tử học

2.3. Nguyên lý chế tạo nano sử dụng trường gần quang học

- Gradient trường và lực
- Chế tạo nano trường gần và vai trò của quang tử
- Dao động mạng trong một hệ giả 1 chiều
- Hệ dò kích thích quang học và quang tử
- Cơ chế định xứ của quang tử

CHƯƠNG 3: LINH KIỆN NANO QUANG TỬ (LT 12)

3.1. Plasmon

3.2. Hộp vi cộng hưởng

3.3. Tinh thể quang tử

3.4. Linh kiện sử dụng bán dẫn hợp chất A₃B₅

3.5. Linh kiện sử dụng dây nano ZnO và giếng lượng tử

CHƯƠNG 4: CHẾ TẠO LINH KIỆN NANO QUANG TỬ (LT 14)

4.1. Chế tạo nano đoạn nhiệt

4.2. Chế tạo nano không đoạn nhiệt

- CVD quang học trường gần
- Quang khắc trường gần không đoạn nhiệt

4.3. Phương pháp tự hình thành thông qua tương tác trường gần quang học

- CVD quang học trường gần
- Điều chỉnh kích thước và vị trí của hạt nano dùng cộng hưởng phụ thuộc kích thước
- Định tuyến theo kích thước, vị trí của hạt nano

NST 7061

Tính chất quang của các cấu trúc thấp chiều

Optical properties of low-dimensional systems

1. **Tên môn học:** Tính chất quang của các cấu trúc thấp chiều

2. Mã học phần: NST7061

3. **Tên tiếng anh:** Optical properties of low-dimensional systems

4. Khối lượng: 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết: 45 tiết

- Bài tập:

- Thí nghiệm:

5. **Đối tượng:** NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu Quang học, Quang điện tử và Quang tử

6. Mục tiêu học phần

7. Nội dung tóm tắt

Môn học được thiết kế nhằm cung cấp cho người học không những các kiến thức cơ bản mà còn cập nhật những vấn đề mới nhất liên quan đến các tính chất quang của các cấu trúc vật liệu nano. Các vấn đề của môn học được trình bày theo cấu trúc đi từ kiến thức cơ bản tới việc ứng dụng chúng vào các bài toán cụ thể. Người học do đó sẽ có nhiều cơ hội trong việc củng cố kiến thức cũng như hình thành và phát triển năng lực tư duy phân tích các kết quả/hiện tượng quan sát được. Quan trọng hơn, mục đích của môn học là kích thích tính tự chủ của người học trên cơ sở có thể phát triển được những hướng nghiên cứu mang tính độc lập.

8. Nhiệm vụ NCS

- Dự lớp: đầy đủ

- Bài tập:

- Thí nghiệm:

9. Đánh giá kết quả

- Mức độ dự giờ giảng: đầy đủ

- Kiểm tra định kỳ: 0.3

- Thi kết thúc học phần: 0.7

10. Nội dung chi học phần

Chương I. Hệ hai chiều

1. Khí điện tử tự do hai chiều

2. Hiệu ứng giam cầm lượng tử

3. Các hệ điện tử - lỗ trống hai chiều trong từ trường

4. Sự hấp thụ ánh sáng và truyền qua của điện tử trong các cấu trúc lớp tiếp xúc dị thể

Chương II. Excitons và Polaritons

1. Hiệu ứng hệ nhiều hạt

2. Excitons

2.1. Khái niệm

2.2. Sự ngưng tụ excitons

3. Polaritons

4. Phản ứng kết hợp pha đối với các xung quang học trong các giếng lượng tử

1. Sự trộn lẫn các mức Landau trong các giếng lượng tử bất đối xứng.

Chương III. Chấm lượng tử

1. Hiệu ứng giam cầm lượng tử trong các chấm lượng tử

1.1. Phương trình sóng

1.2. Mật độ trạng thái

2. Các tính chất quang của các chấm lượng tử

3. Hiệu ứng Stark trong các chấm lượng tử

4. Excitons trong chấm lượng tử

5. Các hiệu ứng quang học của các chấm lượng tử tích điện

1. Sự phát huỳnh quang của các chấm lượng tử bán dẫn trong điện trường cao.

11. Tài liệu tham khảo

- [1] U. Woggon, Optical properties of semiconductor quantum dots (Springer, Berlin, 1997).
- [2] L. Jacak, P. Hawrylak, and A. Wojs, *Quantum dots* (Springer, Berlin, 1998)
- [3] D. Bimberg, M. Grundmann, and N. Ledentsov, *Quantum dot heterostructures* (John Wiley, New York, 1998)
- [4] H. Haug and S. W. Koch, Quantum theory of the optical and electronic properties of semiconductors (World Scientific, Singapore, 1993)
- [5] P. Y. Yu and M Cardona, *Fundamentals of Semiconductors* (Springer, Berlin, 1996)
- [6] U. Hohenester, Optical properties of Semiconductor Nanostructures: Decoherence versus Quantum Control, arXiv: cond-mat/0406346v1
- [7] Y. Imry, *Introduction to solid state physics*, Oxford University Press, New York (1997)
- [8] P. A. M. Dirac, *The principles of quantum mechanics*, Oxford University Press, Oxford (1989).

NST 7031

Nano quang học và nano điện tử

Nano-optics and nanoelectronics

1. Tên học phần: Nano quang học và nano điện tử

2. Mã học phần: NST7031

3. Tên tiếng Anh: Nano-optics and nanoelectronics

4. Khối lượng: 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết: 45 tiết

- Bài tập:

- Thí nghiệm:

5. Đối tượng tham dự: NCS thuộc chuyên ngành Công nghệ vật liệu Quang học, Quang điện tử và Quang tử

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

- Kiến thức nâng cao của chuyên ngành về quang học và quang điện tử
- Tiếp cận được các phương pháp chế tạo thiết bị nano
- Các thiết bị nano quang học và nano điện tử tiên tiến hiện nay

7. Nội dung tóm tắt:

Học phần này được thiết kế để cung cấp các kiến thức cơ bản về nano quang học và nano điện tử cho các NCS chuyên ngành công nghệ vật liệu quang học, quang điện tử và quang tử. Các phương pháp và kỹ thuật sử dụng chủ yếu hiện nay để chế tạo các cấu trúc/thiết bị nano quang học và nano điện tử sẽ được giới thiệu. Học phần này cũng trình bày chi tiết về nguyên lý hoạt động, công nghệ chế tạo và phạm vi ứng dụng của một số các thiết bị nano quang học và nano điện tử tiên tiến.

8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp: đầy đủ
- Bài tập:
- Thí nghiệm:

9. Đánh giá kết quả: (cách cho điểm giống như quy định đối với Cao học)

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

10. Nội dung chi tiết học phần:

MỞ ĐẦU

1. Mục đích môn học
2. Nội dung môn học
3. Sách giáo khoa và tài liệu tham khảo

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU VỀ NANO QUANG HỌC VÀ NANO ĐIỆN TỬ (LT4)

- 1.1 Mở đầu
- 1.2. Quá trình phát triển của nano quang học
- 1.3. Quá trình phát triển của nano điện tử
- 1.4. Triển vọng ứng dụng của nano quang học và nano điện tử

CHƯƠNG 2: QUANG HỌC TRONG CÁC CẤU TRÚC NANO (LT 11)

- 2.1 Khái niệm về nano quang học
- 2.2 Tương tác của ánh sáng với cấu trúc nano
 - 2.2.1 Hấp thụ và phát xạ ánh sáng
 - 2.2.2 Cấu trúc lượng tử nhân tạo
 - 2.2.3
- 2.3 Tương tác quang học với cấu trúc nano
 - 2.3.1 Dịch chuyển năng lượng
 - 2.3.2 Kích thích cặp excitons
 - 2.3.3
- 2.4 Cộng hưởng quang học
 - 2.4.1 Cộng hưởng plasmon bề mặt
 - 2.4.2 Cộng hưởng polariton-phonon bề mặt
 - 2.4.3 Vi cộng hưởng

CHƯƠNG 3: PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO THIẾT BỊ NANO QUANG HỌC VÀ NANO ĐIỆN TỬ (LT 15)

- 3.1 Phương pháp ăn mòn-etching
 - 3.1.1 Giới thiệu chung
 - 3.1.2 Các dạng kỹ thuật etching
 - 3.1.3 Thiết bị công nghệ
 - 3.1.4 Đánh giá kỹ thuật và phạm vi sử dụng
- 3.2 Phương pháp quang khắc-lithography
 - 3.2.1 Giới thiệu chung
 - 3.2.2 Các dạng kỹ thuật lithography
 - 3.2.3 Thiết bị công nghệ
 - 3.2.4 Đánh giá kỹ thuật và phạm vi sử dụng
- 3.3 Phương pháp chùm ion tập trung-focused ion beams

- 3.3.1 Nguyên lý của phương pháp chùm ion tập trung
- 3.3.2 Đánh giá kỹ thuật và phạm vi sử dụng
- 3.4 Phương pháp đóng dấu nano -nanoimprinting
 - 3.4.1 Nguyên lý của nanoimprinting
 - 3.4.2 Đánh giá kỹ thuật và phạm vi sử dụng

CHƯƠNG 4: CÁC THIẾT BỊ NANO QUANG HỌC VÀ NANO ĐIỆN TỬ TIÊN TIẾN (LT 15)

- 4.1 Diốt xuyên hầm cộng hưởng
 - 4.1.1 Nguyên lý hoạt động
 - 4.1.2 Công nghệ chế tạo
 - 4.1.3 Phạm vi ứng dụng
- 4.2 Transistor đơn điện tử
 - 4.2.1 Nguyên lý hoạt động
 - 4.2.2 Công nghệ chế tạo
 - 4.2.3 Phạm vi ứng dụng
- 4.3 Thiết bị sử dụng vật liệu ống nano cacbon
 - 4.3.1 Cấu trúc và công nghệ chế tạo
 - 4.3.2 Transistor ống nano cacbon
 - 4.3.3 Cảm biến khí ống nano cacbon
 - 4.3.4 Phạm vi ứng dụng
- 4.4 Thiết bị cảm biến nano sinh học
 - 4.4.1 Cấu trúc và nguyên lý hoạt động
 - 4.4.2 Công nghệ chế tạo
 - 4.4.3 Phạm vi ứng dụng
- 4.5 Bộ cộng hưởng quang học
 - 4.5.1 Cấu trúc và nguyên lý hoạt động
 - 4.5.2 Công nghệ chế tạo
 - 4.5.3 Phạm vi ứng dụng

11. Tài liệu tham khảo:

- L. Novotny and B. Hecht, *Principles of Nano-optics*, Cambridge University Press 2006.
- G.P. Wiederrecht, *Handbook of Nanoscale Optics and Electronics*, Elsevier 2010.
- W.R. Fahrner, *Nanotechnology and Nanoelectronics: Materials, Devices and Measurement techniques*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005.
- Michael Wilson, Kamali Kannangara, Geoff Smith, Michelle Simmons, and Burkhard Raguse, *Nanotechnology: Basic Science and Emerging Technologies*, Chapman and Hall/CRC 2002.
- Edward L.Wolf, *Nanophysics and Nanotechnology: An introduction to modern concepts in nanoscience*, Wiley-VCH 2006.