

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

**CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO
TIẾN SĨ**

**CHUYÊN NGÀNH
KIM LOẠI HỌC
MÃ SỐ: 62440129**

**Đã được Hội đồng Xây dựng Chương trình đào tạo bậc Tiến sĩ thông qua
ngày 13 tháng 11 năm 2015**

HÀ NỘI

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

**CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO
TIẾN SĨ**

**CHUYÊN NGÀNH
KIM LOẠI HỌC
MÃ SỐ: 62440129**

**Đã được Hội đồng Xây dựng Chương trình đào tạo bậc Tiến sĩ thông qua
ngày 13 tháng 11 năm 2015
Chủ tịch hội đồng**

PGS. Đào Hồng Bách

HÀ NỘI

MỤC LỤC

		Trang
PHẦN I	TỔNG QUAN VỀ CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO	3
1	Mục tiêu đào tạo	4
1.1	Mục tiêu chung	4
1.2	Mục tiêu cụ thể	4
2	Thời gian đào tạo	5
3	Khối lượng kiến thức	5
4	Đối tượng tuyển sinh	5
4.1	Định nghĩa	5
4.2	Phân loại đối tượng	5
5	Quy trình đào tạo, điều kiện công nhận đạt	5
6	Thang điểm	6
7	Nội dung chương trình	6
7.1	Cấu trúc	6
7.2	Học phần bổ sung	7
7.3	Học phần Tiến sĩ	7
7.3.1	Danh mục học phần Tiến sĩ	7
7.3.2	Mô tả tóm tắt học phần Tiến sĩ	7
7.3.3	Kế hoạch học tập các học phần Tiến sĩ	9
7.4	Chuyên đề Tiến sĩ	9
8	Danh sách Tạp chí / Hội nghị Khoa học	9
PHẦN II	ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT CÁC HỌC PHẦN	11
9	Danh mục học phần chi tiết của chương trình đào tạo	12
9.1	Danh mục học phần bổ sung	12
9.2	Danh mục học phần Tiến sĩ	12
10	Đề cương chi tiết các học phần Tiến sĩ	12

PHẦN I

TỔNG QUAN VỀ CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO

CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO TIẾN SĨ
CHUYÊN NGÀNH “KIM LOẠI HỌC”

Tên chương trình:	Chương trình đào tạo chuyên ngành “Kim loại học”
Trình độ đào tạo:	Tiến sĩ
Chuyên ngành đào tạo:	Kim loại học – Materials Science
Mã chuyên ngành:	62440129

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

1 Mục tiêu đào tạo

1.1 Mục tiêu chung

Đào tạo Tiến sĩ chuyên ngành “*Kim loại học*” có trình độ chuyên môn sâu về khoa học vật liệu, có khả năng nghiên cứu và lãnh đạo nhóm nghiên cứu các lĩnh vực của chuyên môn sâu nêu trên, có tư duy khoa học, có khả năng tiếp cận và giải quyết các vấn đề khoa học, có khả năng trình bày - giới thiệu các nội dung khoa học, đồng thời có khả năng đào tạo các bậc Đại học và Cao học.

1.2 Mục tiêu cụ thể

Sau khi đã kết thúc thành công chương trình đào tạo, Tiến sĩ chuyên ngành Kim loại học:

- Có năng lực phát hiện và trực tiếp giải quyết các vấn đề khoa học thuộc các lĩnh vực liên quan đến vật liệu như *cấu trúc, tính chất và công nghệ chế tạo*.
- Có khả năng dẫn dắt, lãnh đạo nhóm nghiên cứu thuộc các lĩnh vực đã nêu ở 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 kỹ năng trình bày, giới thiệu thông qua các bài viết, báo cáo hội nghị, giảng dạy đại học và sau đại học về 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 và nghiên cứu tại Trường là 3 năm, trong đó 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 + 28 tín chỉ (không kể luận văn) của Chương trình Thạc sĩ Khoa học chuyên ngành “Khoa học và Kỹ thuật vật liệu (kim loại)”. 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 (kim loại)”.

4 Đối tượng tuyển sinh

Đối tượng tuyển sinh là các thí sinh đã có bằng Thạc sĩ với chuyên ngành tốt nghiệp phù hợp (đúng ngành) hoặc gần phù hợp với chuyên ngành Kim loại học. Chỉ tuyển sinh mới có bằng ĐH với chuyên ngành tốt nghiệp phù hợp (Kỹ thuật luyện kim, kỹ thuật vật liệu, luyện kim và công nghệ vật liệu, khoa học và công nghệ vật liệu, khoa học và công nghệ nano). Mức độ “*phù hợp hoặc gần phù hợp*” với chuyên ngành Kim loại học, được định nghĩa cụ thể ở mục 4.1 sau đây.

4.1 Định nghĩa

- Ngành phù hợp: Là những hướng đào tạo chuyên sâu thuộc ngành “Kỹ thuật luyện kim, kỹ thuật vật liệu, luyện kim và công nghệ vật liệu, khoa học và công nghệ vật liệu, khoa học và công nghệ nano, vật liệu điện tử, vật liệu điện”.
- Ngành gần phù hợp: Là những hướng đào tạo chuyên sâu thuộc các ngành sau:
 - + Ngành “Hóa học”: Hướng chuyên sâu “Kỹ thuật hóa học”.
 - + Ngành “Cơ khí”: Hướng chuyên sâu “Chế tạo máy, Công nghệ hàn”.
 - + Ngành “Vật lý”: Hướng chuyên sâu “Vật lý kỹ thuật”.

4.2 Phân loại đối tượng ngành phù hợp

- Có bằng ThS Khoa học của ĐH Bách Khoa Hà Nội với ngành tốt nghiệp cao học đúng với chuyên ngành Tiến sĩ. *Đây là đối tượng không phải tham gia học bổ sung*, gọi tắt là đối tượng **A1**.
- Có bằng tốt nghiệp Đại học loại xuất sắc với ngành tốt nghiệp đúng với chuyên ngành Tiến sĩ. *Đây là đối tượng phải tham gia học bổ sung*, gọi tắt là đối tượng **A2**.
- Có bằng ThS đúng ngành, nhưng không phải là ThS Khoa học của ĐH Bách Khoa Hà Nội hoặc có bằng ThS tốt nghiệp ngành gần phù hợp. *Đây là đối tượng phải tham gia học bổ sung*, gọi tắt là đối tượng **A3**.

5 Quy trình đào tạo, điều kiện công nhận đạt

- Quy trình đào tạo được thực hiện theo học chế tín chỉ, tuân thủ Quy định 1035/2011 về tổ chức và quản lý đào tạo sau đại học của Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

- Các học phần bổ sung phải đạt mức điểm C trở lên (xem mục 6).
- Các học phần Tiến sĩ phải đạt mức điểm B trở lên (xem mục 6).

6 Thang điểm

Khoản 6a Điều 62 của Quy định 1035/2011 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 (28TC)	$\geq 4TC$
	HP TS	8TC		
2	TLTQ	Thực hiện và báo cáo trong năm học đầu tiên		
	CĐTS	Tổng cộng 3 CĐTS, mỗi CĐTS 2TC		
3	NC khoa học			
	Luận án TS			

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 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 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

Các học phần bổ sung được mô tả trong quyền “Chương trình đào tạo Thạc sĩ” chuyên ngành “Khoa học và Kỹ thuật vật liệu (kim loại)” hiện hành của Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

NCS phải hoàn thành các học phần bổ sung trong thời hạn 2 năm kể từ ngày có quyết định công nhận là NCS.

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	MSE7210	Vật liệu học nâng cao: Tính chất và cấu trúc	1. PGS TS Nguyễn Văn Chi 2. GS TS Nguyễn Khắc Xương 3. PGS TS Phùng Thị Tố Hằng	3	3(3-0-0-6)
2	MSE7011	Kỹ thuật đặc trưng vật liệu nâng cao	1. GS TS Đỗ Minh Nghiệp 2. PGS TS Trần Quốc Thắng	3	3(3-0-0-6)
3	MSE7012	Mô hình hóa và mô phỏng các quá trình vật liệu	1. GS TS Nguyễn Trọng Giảng 2. PGS TS Đào Minh Ngừng 3. PGS TS Đào Hồng Bách 4. PGS.TS Đinh Văn Hải	3	3(3-0-0-6)
4	MSE7211	Khoa học và công nghệ bề mặt.	1. PGS TS Nguyễn Văn Tư 2. TS Nguyễn Văn Hiến	3	3(3-0-0-6)
5	MSE7212	Tiến bộ mới trong khoa học và công nghệ vật liệu.	1. PGS.TS Phùng Thị Tố Hằng 2. TS Nguyễn Văn Hiến	3	3(2-2-0-6)

7.3.2 Mô tả tóm tắt học phần Tiến sĩ

MSE7210 Vật liệu học nâng cao: Tính chất và cấu trúc (3-0-0-6)

Giới thiệu về vật liệu học cơ sở (gồm có cấu trúc, phân mặt, khuếch tán, tạo mầm), trạng thái giả ổn định (gồm khái niệm và tổng quan, thủy tinh kim loại, các phương pháp tạo giả ổn định), cấu trúc và tính chất vật liệu kỹ thuật (gồm tính chất hợp kim hai pha khi kéo, biến dạng dẻo bị kích hoạt nhiệt, đối tinh biến dạng và chuyển biến máctanxit, một số hợp kim đa pha và ứng dụng).

MSE7210 Advanced Materials Science: Properties and Structure (3-0-0-6)

Presents the fundamentals of materials science (including the structure, interface and diffusion), metastable structures (including the general features and practical methods of creating metastable phases and structures), microstructure and properties of some engineering materials (including high-temperatures creep of multiphase alloys and shape-memoire alloys).

MSE7011 Kỹ thuật đặc trưng vật liệu nâng cao 3(3-0-0-6)

Giới thiệu các kỹ thuật quan sát, phân tích và đánh giá tổ chức tế vi, cấu trúc tinh thể, thành phần của kim loại, bán dẫn, phi kim loại trên hiển vi điện tử xuyên/quét bằng các phương pháp tạo ảnh phân giải cao; phổ điện tử tổn hao năng lượng; nhiễu xạ điện tử chọn lọc, nhiễu xạ chùm điện tử hội tụ và nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược. Phần thực hành bảo đảm để NCS biết cách xử lý các kết quả thực nghiệm.

MSE7011 Advanced Characterization for Materials 3(3-0-0-6)

Advanced techniques for microstructure observation, structural and elemental analysis of metals, semiconductors and non-metals as High Resolution Transmission Electron Microscopy (HRTEM), Electron Energy Loss Spectroscopy (EELS), Selected Area Electron Diffraction (SAED), Convergent Beam Electron Diffraction (CBED) and Electron Backscatter Diffraction (EBSD) are described in details. Lab. works must be carried out so that PhD students are able to treat the data obtained by applied method for a given material.

MSE7012 Mô hình hóa và mô phỏng các quá trình trong vật liệu 3(3-0-0-6)

Bổ sung và trang bị các kiến thức về toán, khoa học và kỹ thuật để giải quyết các bài toán về mô hình hóa và mô phỏng các quá trình vật liệu như: lựa chọn và thiết kế vật liệu, công nghệ chế tạo các loại vật liệu,... Các kỹ năng về mô phỏng cũng sẽ được trang bị cho sinh viên để có thể giải quyết các vấn đề trong thực tế.

MSE7012 Modeling and Simulation for Materials Processes 3(3-0-0-6)

Provides the knowledge of mathematics, science and engineering to solve the problems related to simulation and modelling of materials processing, namely materials selection and design, materials processing,... Skills of simulation are touch so that students can apply successfully in the practical.

MSE7211 Khoa học và công nghệ bề mặt 3(3-0-0-6)

Năng lượng, cấu trúc và đặc tính bề mặt, cấu trúc và đặc tính của lớp phủ, sự hình thành các lớp bề mặt, các hiện tượng bề mặt, các phương pháp phân tích đánh giá các lớp bề mặt, các công nghệ bề mặt điển hình (hoá nhiệt luyện, CVD, PVD, phun phủ, xử lý bằng chùm tia năng lượng cao).

MSE7211 Surface Science and Technology 3(3-0-0-6)

Surface energy, structure and characteristic of the superficial layer, structure and characteristic of the coating, fundamentals of interaction and formation of surface layer (Mechanical techniques, Thermo-mechanical techniques, Thermo-chemical techniques, Electrochemical, physical and chemical techniques), typical surface technologies (Thermo-chemical treatments, CVD, PVD, coating technologies, high energy beam).

MSE7212 Tiến bộ mới trong khoa học và công nghệ vật liệu 3 (2-2-0-6)

Môn học cung cấp cho nghiên cứu sinh những hướng phát triển mới của vật liệu và công nghệ vật liệu trên thế giới trong thời gian gần đây. Kết thúc môn học, người học có được các kiến thức nâng cao về vật liệu và công nghệ mới, đồng thời rèn luyện cho mình khả năng tư duy, phân tích và tổng hợp tài liệu để phát triển nghiên cứu vật liệu kim loại

MSE7212 Recent Progress in Materials Science and Technology 3 3-0-0-6)

This course is aimed to provide students with understandings of some developing tendencies of materials and material technologies in the world recently. At the end of the module, student are expected to gain knowledge of new materials and material technologies, simultaneously to build up his thinking skill, as well as analytical and documentation skills in metallic research.

7.3.3 Kế hoạch học tập các học phần Tiến sĩ

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 Chuyên đề Tiến sĩ

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 KH và KT vật liệu 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	MSE7250	Khoa học vật liệu (Materials Science)	1. PGS TS Nguyễn Văn Chi 2. PGS TS Phùng Thị Tố Hằng	2
2	MSE7251	Công nghệ vật liệu (Materials Technology)	1. GS TS Nguyễn Khắc Xương 2. PGS TS Nguyễn Văn Tư	2
3	MSE7252	Khoa học và công nghệ vật liệu tiên tiến (Advanced Materials Science and Technology)	1. GS TS Đỗ Minh Nghiệp 2. TS Nguyễn Văn Hiến	2

8 Danh sách Tạp chí / Hội nghị khoa học

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

Số TT	Tên diễn đàn	Địa chỉ liên hệ	Định kỳ xuất bản / họp
1	Tạp chí Khoa học và Công nghệ các trường đại học kỹ thuật	Trường ĐH BK Hà Nội; Số 1, phố Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội	Hàng tháng

2	Tạp chí Khoa học và Công nghệ Kim loại	Hội Khoa học kỹ thuật Đúc - Luyện kim Việt Nam; Số 91, Láng Hạ, Hà Nội	2 tháng/số
3	Tạp chí Hóa học	Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam; Đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội	Hàng tháng
4	Tạp chí Nghiên cứu khoa học và kỹ thuật quân sự	Học viện Kỹ thuật quân sự	Hàng tháng
5	Tạp chí Công nghiệp Mỏ	Hội Khoa học Công nghệ Mỏ	Hàng tháng
6	Tạp chí Cơ học	Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam; Đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội	Hàng tháng
7	Tạp chí Hóa học và Ứng dụng	Hội Hóa học	Hàng tháng
8	Tạp chí Công nghiệp quốc phòng và kinh tế	Tổng cục Công nghệ quốc phòng	Hàng tháng
9	Tạp chí Khoa học	Bộ Giáo dục và Đào tạo	Hàng tháng
10	Tạp chí Phát triển Khoa học công nghệ	Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh	Hàng tháng
11	Tạp chí Khoa học giao thông vận tải	Đại học giao thông vận tải	Hàng tháng
12	Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng	Viện Khoa học công nghệ xây dựng	Hàng tháng
13	Tạp chí Khoa học	Đại học Quốc gia Hà Nội	Hàng tháng
14	Tạp chí Khoa học công nghệ	Đại học Thái Nguyên	Hàng tháng
15	Tạp chí Khoa học	Đại học Huế	Hàng tháng
16	Tạp chí Khoa học công nghệ	Đại học Đà Nẵng	Hàng tháng
17	Tạp chí Khoa học và Công nghệ nhiệt	Hội Khoa học Kỹ thuật Nhiệt	Hàng tháng
18	Tạp chí Cơ khí	Tổng hội cơ khí Việt Nam	Hàng tháng
19	Tạp chí khoa học và công nghệ	Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam	Hàng tháng
20	Các tạp chí công bố kết quả nghiên cứu của các nước (có chỉ số IF do ISI xếp hạng)		
21	Các hội nghị khoa học quốc tế (có ký yếu và số xuất bản ISBN)		
22	Các hội nghị khoa học do Trường ĐHBK Hà Nội hoặc các đơn vị tương đương cấp trường trở nên tổ chức (có ký yếu và số xuất bản)		

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

Danh mục học phần bổ sung có thể xem chi tiết trong quyển “Chương trình đào tạo Thạc sĩ Khoa học và Công nghệ vật liệu (Kim loại)”.

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	MSE7210	Vật liệu học nâng cao: Cấu trúc và tính chất	Advanced materials science: Properties and structure	3(3-0-0-6)	Viện KH&KT Vật liệu	
2	MSE7011	Kỹ thuật đặc trưng vật liệu nâng cao	Advanced Materials Characterization Techniques	3(3-0-0-6)	Viện KH&KT Vật liệu	
3	MSE7012	Mô hình hóa và mô phỏng các quá trình vật liệu	Modeling and Simulation for Materials Processes	3(3-0-0-6)	Viện KH&KT Vật liệu	
4	MSE7211	Khoa học và công nghệ bề mặt	Surface Science and Technology	3(3-0-0-6)	Viện KH&KT Vật liệu	
5	MSE7212	Tiến bộ mới trong khoa học và công nghệ vật liệu	Recent Progress in Materials Science and Technology	3(2-2-0-6)	Viện KH&KT Vật liệu	

10 Đề cương chi tiết các học phần Tiến sĩ

MSE7210 Vật liệu học nâng cao: Tính chất và cấu trúc

Advanced materials science: Properties and structure

Nhóm biên soạn: PGS TS Nguyễn Văn Chi

GS TS Nguyễn Khắc Xương

PGS TS Phùng Thị Tố Hằng

1. Tên học phần: Vật liệu học nâng cao: Tính chất và cấu trúc

2. Mã học phần: MSE7210

3. Tên tiếng Anh: Advanced materials science: Properties and structure

4. Khối lượng: 3(2-2-0-6)

- Lý thuyết : 30 tiết

- Bài tập : 30 tiết
- Thí nghiệm: 0

5. Đối tượng tham dự: NCS các chuyên ngành Khoa Khoa học và Công nghệ vật liệu

6. Mục tiêu của học phần:

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Những kiến thức nâng cao hơn và chọn lọc về một số nội dung vật liệu học thường gặp trong nghiên cứu, giảng dạy và công nghệ.
- Những kiến thức bản chất và cập nhật về các quá trình trong vật liệu để có thể lý giải các hiện tượng xảy ra trong quá trình nghiên cứu xử lý nhiệt vật liệu, chế tạo vật liệu mới.
- Phát triển tư duy tạo ra những vật liệu mới, công nghệ xử lý nhiệt mới.

7. Nội dung tóm tắt:

Giới thiệu về vật liệu học cơ sở (gồm có cấu trúc, phân mặt, khuếch tán, tạo mầm), trạng thái giả ổn định (gồm khái niệm và tổng quan, thủy tinh kim loại, các phương pháp tạo giả ổn định), cấu trúc và tính chất vật liệu kỹ thuật (gồm tính chất hợp kim hai pha khi kéo, biến dạng dẻo bị kích hoạt nhiệt, đối tinh biến dạng và chuyển biến máctanxit, một số hợp kim đa pha và ứng dụng).

8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp : 80%
- Bài tập : hoàn thành theo yêu cầu

9. Đánh giá kết quả:

- Mức độ dự giờ giảng : 0,1
- Kiểm tra định kỳ : 0,3
- Thi kết thúc học phần: 0,6

10. Nội dung chi tiết học phần:

PHẦN MỞ ĐẦU:

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

CHƯƠNG 1: VẬT LIỆU HỌC CƠ SỞ (15 tiết)

(MATERIALS SCIENCE)

1.1. Cấu trúc vật liệu

1.1.1. Cấu trúc trật tự

1.1.2. Cấu trúc không trật tự

1.2. Phân mặt

1.2.1. Phân mặt đồng pha

1.2.2. Phân mặt dị pha, thấm ướt

1.2.3. Mô hình mạng trùng chỗ (CSL)

1.2.4. Cấu trúc Wulf và Biến báo Lee

1.3. Khuếch tán

1.3.1. Phân biệt khuếch tán và truyền

1.3.2. Các phương pháp tìm nghiệm Fick II, tính chất tổng nghiệm

1.3.3. Khuếch tán trong dung dịch rắn đậm đặc

1.3.4. Khuếch tán trong pha trung gian

1.3.5. Nhiệt động học không thuận nghịch trong khuếch tán, khuếch tán trong hệ 3 nguyên, khuếch tán ngược

CHƯƠNG 2: CÁC TRẠNG THÁI GIẢ ỔN CỦA HỢP KIM (15 tiết) **(METASTABLE STATES OF ALLOYS)**

2.1. Khái niệm và tổng quan

2.2. Điều kiện tạo thủy tinh kim loại và các trạng thái giả ổn khác

2.2.1. Nhiệt động học

2.2.2. Thành phần

2.2.3. Các yếu tố khác

2.3. Một số phương pháp tạo trạng thái giả ổn

2.3.1. Ngủi nhanh

2.3.2. Công nghệ CVD và PVD

2.3.4. Các phương pháp phủ điện hoá và không điện hoá

2.3.5. Phương pháp nghiền cơ học

CHƯƠNG 3: CẤU TRÚC VÀ TÍNH CHẤT VẬT LIỆU KỸ THUẬT (15 tiết) **(MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF ENGINEERING MATERIALS)**

3.1. Tính chất hợp kim hai pha khi kéo

3.1.1. Tổ chức và cơ tính hợp kim đa pha, đường cong ứng suất – biến dạng

3.1.2. Mô hình biến dạng ứng với kích thước pha thứ hai nhỏ

3.1.3. Biến dạng không đồng nhất ứng với kích thước pha thứ hai lớn

3.1.4. Khái niệm về nội ứng suất

3.2. Biến dạng dẻo bị kích hoạt nhiệt

3.2.1. Khái niệm

3.2.2. Cơ chế đảo, phá hủy đảo

3.2.3. Ứng xử ở nhiệt độ cao của hợp kim có pha phân tán, đảo hợp kim pha tiết

3.3. Đối tinh biến dạng và chuyển biến mactenxit

3.3.1. Biến dạng trượt và đối tinh biến dạng, đặc điểm của đối tinh biến

3.3.2. Chuyển biến mactenxit thuận nghịch, hiệu ứng nhớ hình

3.3.3. Chuyển biến mactenxit trong thép C

3.4. Một số hợp kim đa pha ứng dụng

3.4.1. Hợp kim chống dãn

3.4.2. Hợp kim nhớ hình

11. Tài liệu học tập:

[1] R.W. Cahn (1996) *Physical Metallurgy (in 3 vol.)*, Cambridge Press.

12. Tài liệu tham khảo:

[1] M.A. Samuel (1999) *The Structure of Materials*. CRC Press.

[2] M. F. Ashby and D. H. Jones (2002) *Engineering Materials 1- An introduction to their Properties & Applications*, CRC Press.

[3] Robert E. Reed-Hill and Reza Abbaschian (1994); *Physical metallurgy principles*, CRC Press.

MSE7011 Kỹ thuật đặc trưng vật liệu nâng cao

Advanced materials characterization techniques

Nhóm biên soạn: GS TS Đỗ Minh Nghiệp

GS TS Trần Quốc Thắng

1. Tên học phần: Kỹ thuật đặc trưng vật liệu nâng cao

2. Mã học phần: MSE7011

3. Tên tiếng Anh: Advanced materials characterization techniques

4. Khối lượng: 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết : 45 tiết

- Bài tập : 0

5. Đối tượng tham dự: NCS các chuyên ngành Khoa Khoa học và Công nghệ vật liệu

6. Mục tiêu của học phần:

Học phần này nhằm:

- Cung cấp các kiến thức nâng cao về hiển vi điện tử như kỹ thuật tạo ảnh phân giải cao (HRTEM); các kỹ thuật tạo ảnh nhiễu xạ điện tử chọn lọc (SAED), nhiễu xạ điện tử chùm hội tụ (CBED), nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược (EBSD) và phổ điện tử tổn hao năng lượng (EELS).

- Rèn luyện khả năng phân tích và lựa chọn giải pháp chế tạo và đặc trưng mẫu

- Hoàn thiện các kỹ năng phân tích và đánh giá ảnh hiển vi điện tử xuyên, ảnh nhiễu xạ điện tử và phổ vi phân tích

7. Nội dung tóm tắt:

Giới thiệu các kỹ thuật quan sát, phân tích và đánh giá tổ chức tế vi, cấu trúc tinh thể, thành phần của kim loại, bán dẫn, phi kim loại trên hiển vi điện tử xuyên/quét bằng các phương pháp tạo ảnh phân giải cao; phổ điện tử tổn hao năng lượng; nhiễu xạ điện tử chọn lọc, nhiễu xạ chùm điện tử hội tụ và nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược. Phần thực hành bảo đảm để NCS biết cách xử lý các kết quả thực nghiệm.

8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp : theo qui định của Trường ĐHBK Hà Nội
- Bài tập : không

9. Đánh giá kết quả:

- Điểm quá trình (dự lớp, kiểm tra giữa kỳ, hoàn thành thí nghiệm): 0,4
- Thi kết thúc học phần/tiểu luận: 0,6

10. Nội dung chi tiết học phần:

PHẦN MỞ ĐẦU

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

CHƯƠNG 1: HIỂN VI ĐIỆN TỬ XUYÊN PHÂN GIẢI CAO (HRTEM)

- 1.1. Nguyên tắc tạo ảnh trong HVĐTX
- 1.2. Các loại tương phản (nhiễu xạ, pha/ảnh Moire)
- 1.3. Điều kiện tạo ảnh phân giải cao
- 1.4. Hiệu chỉnh các bộ phận cơ bản của HRTEM
- 1.5. Ứng dụng

CHƯƠNG 2: PHỔ ĐIỆN TỬ TỔN HAO NĂNG LƯỢNG (EELS)

- 2.1. Tương tác điện tử-mẫu và sự tổn hao năng lượng
- 2.2. Kỹ thuật lọc năng lượng (hai bộ lọc Ômega và GIF) và phổ kế
- 2.3. Ứng dụng: ảnh tương phản và ảnh phân tích nguyên tố

CHƯƠNG 3: NHIỄU XẠ ĐIỆN TỬ CHỌN LỌC (SAED)

- 3.1. Nhiễu xạ điện tử trong HVĐTX
- 3.2. Sơ đồ nguyên lý và hình học nhiễu xạ
- 3.3. Phân tích ảnh nhiễu xạ và ứng dụng

CHƯƠNG 4: NHIỄU XẠ ĐIỆN TỬ CHỤM HỘI TỤ (CBED)

- 4.1. Hình học nhiễu xạ và sự hình thành ảnh nhiễu xạ
- 4.2. Đặc điểm ảnh nhiễu xạ chùm hội tụ
- 4.3. Một số ứng dụng quan trọng

CHƯƠNG 5: NHIỄU XẠ ĐIỆN TỬ TÁN XẠ NGƯỢC (EBSD)

- 5.1. Điện tử tán xạ ngược và tán xạ không đàn hồi
- 5.2. Sự hình thành vết nhiễu xạ - đường Kikuchi
- 5.3. Xác định chỉ số nhiễu xạ đường Kikuchi

5.4. Kỹ thuật ảnh nhiễu xạ trong SEM và TEM

5.5. Ứng dụng xem ảnh định hướng tinh thể

1. Tài liệu học tập:

- Bài giảng của giáo viên (dạng ebook/handouts)

12. Tài liệu tham khảo:

- [1] David B. Williams and C. Barry Carter (1996), *Transmission Electron Microscopy*, I-IV, Plenum Press, New York.
- [2] David B. Williams (1987) *Practical Analytical Electron Microscopy in Materials Science*, Philips Electron Optics Publishing Group, Mahwah, New Jersey.
- [3] M. De Crescenzi and M. N. Piancastelli (1996) *Electron Scattering and Related Spectroscopies*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- [4] Eberhart J.P. (1989), *Analyse structurale et chimique des materiaux*, Dunod, Paris.

MSE7012 Mô hình hóa và mô phỏng các quá trình vật liệu

Modeling and Simulation for Materials Processes

Nhóm biên soạn: PGS TS Đào Hồng Bách

PGS TS Đinh Văn Hải

PGS TS Đào Minh Mừng

1. Tên học phần: Mô hình hóa và mô phỏng các quá trình vật liệu

2. Mã học phần: MSE7012

3. Tên tiếng Anh: Modeling and Simulation for Materials Processes

4. Khối lượng: 3(2-2-0-6)

- Lý thuyết : 30 tiết

- Bài tập : 30 tiết

- Thí nghiệm: 0

5. Đối tượng tham dự: NCS các chuyên ngành Khoa Khoa học và Công nghệ vật liệu

6. Mục tiêu của học phần:

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Hệ thống lại các kiến thức nền và trang bị một số kiến thức chuyên sâu cho các học viên, các nhà khoa học về lĩnh vực mô hình hoá và mô phỏng

- Giúp họ có những hiểu biết sâu sắc về chuyên môn để vận dụng vào việc phân tích, dự đoán các tích chất của vật liệu từ đó có thể thiết kế được vật liệu có các tích chất đặc trưng với sự trợ giúp của máy tính.

7. Nội dung tóm tắt:

Bổ sung và trang bị các kiến thức về toán, khoa học và kỹ thuật để giải quyết các bài toán về mô hình hóa và mô phỏng các quá trình vật liệu như: lựa chọn và thiết kế vật liệu, công nghệ chế tạo các loại vật liệu,... Các kỹ năng về mô phỏng cũng sẽ được trang bị cho sinh viên để có thể giải quyết các vấn đề trong thực tế.

8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp : > 80%
- Bài tập : theo hướng nghiên cứu của NCS
- Thí nghiệm: không

9. Đánh giá kết quả:

- Mức độ dự giờ giảng : 0,1
- Mức độ hoàn thành bài tập : 0,3
- Thi cuối kỳ (tự luận) : 0,6

10. Nội dung chi tiết học phần:

PHẦN MỞ ĐẦU

Giới thiệu mục đích môn học, nội dung môn học, sách giáo khoa và tài liệu tham khảo

PHẦN 1: XU THẾ PHÁT TRIỂN VÀ ỨNG DỤNG CỦA PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH HÓA VÀ MÔ PHỎNG TRONG QUÁ TRÌNH VẬT LIỆU (30 tiết)

(nội dung bắt buộc)

- 1.1. Một số thuật ngữ có liên quan đến mô hình hóa và mô phỏng (mô hình, mô hình vật lý, mô hình toán học, mô hình đồng dạng, mô phỏng số,...)
- 1.2. Phân loại và cơ sở của các phương pháp trong quá trình vật liệu
- 1.3. Phân loại theo mức kích thước cấu trúc cần khảo sát của vật liệu (mô hình điện tử, phân tử, đơn tinh thể, đa tinh thể, vi mô, mesoscale, vĩ mô,...)
- 1.4. Phân loại theo cơ sở lý thuyết tương ứng với cấu trúc cần khảo sát của vật liệu (cơ học lượng tử, phân tử, xác suất, môi trường liên tục, hệ rời rạc, hệ xốp, hệ hạt,...)
- 1.5. Phân loại theo phương pháp toán học để giải (phương pháp sai phân, phần tử hữu hạn, Monte Carlo,...)
- 1.6. Cách tiếp cận tổng hợp theo đa mức (Multiscale)
- 1.7. Ứng dụng trong quá trình vật liệu (phân loại theo ứng dụng chuyên ngành)
- 1.8. Nguyên lý chung để thiết lập mô hình và phương pháp giải
- 1.9. Bổ sung một số kiến thức cơ sở (bài toán xuôi, bài toán ngược,...)

PHẦN 2: CÁC MÔ HÌNH ỨNG DỤNG TRONG QUÁ TRÌNH VẬT LIỆU (30 tiết)

(chọn một trong 6 vấn đề dạng bài tập dưới đây)

- 2.1. Mô hình và mô phỏng trong quá trình tạo hình biến dạng

- 2.2. Mô hình và phương pháp trong quá trình tinh luyện và nấu luyện (luyện kim)
 - 2.2.1. Mô hình thủy luyện, hóa luyện
 - 2.2.2. Mô hình xỉ
 - 2.2.3. Mô hình khuấy trộn trong kim loại lỏng
- 2.3. Mô hình và phương pháp trong quá trình tạo hình đông đặc và khuôn
 - 2.3.1. Mô hình đông đặc của các hợp kim, bài toán biên di động
 - 2.3.2. Bài toán xác định các thông số nhiệt lý của khuôn và vật đúc
 - 2.3.3. Bài toán ngược xác định thông số truyền nhiệt giữa vật đúc/khuôn
 - 2.3.4. Mô hình ẩm trong khuôn đúc
 - 2.3.5. Các mô hình tạo hình đông đặc trong mỗi công nghệ đúc đặc thù (mẫu cháy, mẫu chảy, đúc áp lực, hút chân không,...)
 - 2.3.6. Các mô hình khuôn cát
- 2. 4. Mô hình và phương pháp trong quá trình nhiệt luyện và xử lý bề mặt
 - 2.4.1. Mô hình và mô phỏng trong bài toán lựa chọn và thiết kế vật liệu
 - 2.4.2. Mô hình tổ chức tế vi
 - 2.4.3. Mô hình quá trình thấm
 - 2.4.4. Mô hình tôi và ram
- 2.5. Mô hình và phương pháp trong vật liệu bột
- 2.6. Mô hình và phương pháp trong vật liệu cấu trúc nanô

11. Tài liệu học tập:

Bài giảng và theo yêu cầu của giảng viên

12. Tài liệu tham khảo:

- [1] M.P. Allen and D.J. Tildesley (1989), *Computer Simulation of Liquids*. New York, NY: Oxford University Press
- [2] D.C. Rapaport (2004), *The Art of Molecular Dynamics Simulation*. 2nd ed. Cambridge University Press
- [3] D. Frenkel and B. Smit (2001), *Understanding Molecular Simulation*. 2nd ed. Academic Press
- [4] Martin O. Steinhauser (2008); *Computational Multiscale Modeling of Fluids and Solids, Theory and Application*, Springer
- [5] Zoe Barber (2000), *Introduction to Materials Modelling*, Department of Materials Science and Metallurgy, Cambridge University
- [6] Alan Hinchliffe (2008), *Molecular Modelling for Beginners*, Wiley
- [7] D. Kolymbas (2000), *Constitutive Modeling of Granular Materials*, Springer
- [8] Eugenio Onate and Roger Owen (2011), *Particle-Based Methods, Fundamentals and*

Applications, Springer

[9] Jonathan A. Dantzig and Charles L. Tucker, *Modeling in Materials Processing*, Cambridge University

[10] Gregory C. Stangle (2001), *Modelling of Materials Processing (An Approachable and Practical Guide)*, Kluwer Academic

MSE7211 Khoa học và công nghệ bề mặt

Surface Science and Technology

Nhóm biên soạn: PGS TS Nguyễn Văn Tu

TS Nguyễn Văn Hiến

1. Tên học phần: Khoa học và công nghệ bề mặt

2. Mã học phần: MSE7211

3. Tên tiếng Anh: Surface Science and Technology

4. Khối lượng: 3(3-0-0-6)

- Lý thuyết : 45 tiết

- Bài tập : 0

- Thí nghiệm: 0

5. Đối tượng tham dự: NCS các chuyên ngành Khoa 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 lý luận chuyên sâu về khoa học và công nghệ vật liệu;
- Rèn luyện khả năng tư duy sáng tạo trong việc triển khai các dự án áp dụng công nghệ bề mặt tiên tiến, tổ chức và điều hành đội ngũ cán bộ kỹ thuật;
- Củng cố kỹ năng nghiên cứu và trình bày chuyên đề khoa học;
- Khả năng tư vấn nhằm ổn định và nâng cao chất lượng công nghệ bề mặt;
- Khả năng đánh giá, thẩm định chất lượng bề mặt.

7. Nội dung tóm tắt:

Năng lượng, cấu trúc và đặc tính bề mặt, cấu trúc và đặc tính của lớp phủ, sự hình thành các lớp bề mặt, các hiện tượng bề mặt, các phương pháp phân tích đánh giá các lớp bề mặt, các công nghệ bề mặt điển hình (hoá nhiệt luyện, CVD, PVD, phun phủ, xử lý bằng chùm tia năng lượng cao)

8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp : 80%

- Thực hiện các chuyên đề theo yêu cầu giảng viên

9. Đánh giá kết quả:

- Mức độ dự giờ giảng : 0,1
- Điểm quá trình : 0,2
- Thi kết thúc học phần: 0,7

10. Nội dung chi tiết học phần:

PHẦN MỞ ĐẦU:

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

PHẦN 1: KHOA HỌC BỀ MẶT

Chương 1: Cấu trúc và đặc tính bề mặt

- 1.1. Các mô hình cấu trúc lớp bề mặt
- 1.2. Nhiệt động học bề mặt
- 1.3. Đặc tính của các lớp dưới bề mặt
- 1.4. Đặc tính của các lớp phủ
- 1.5. Sự hình thành cấu trúc lớp bề mặt

Chương 2: Các hiện tượng bề mặt

- 2.1. Sự hấp phụ
- 2.2. Thẩm ướt và bám dính của các lớp bề mặt
- 2.3. Đặc tính xúc tác của các lớp bề mặt
- 2.4. Ma sát và lưu biến
- 2.5. Màu sắc và tâm lý thẩm mỹ của con người

Chương 3: Các phương pháp phân tích và đánh giá lớp bề mặt

- 3.1. Chiều dày các lớp bề mặt
- 3.2. Bám dính giữa các lớp bề mặt
- 3.3. Cấu trúc các lớp bề mặt
- 3.4. Sự phân bố các nguyên tố
- 3.5. Sự phân bố độ cứng liên quan với thành phần và cấu trúc các lớp bề mặt

PHẦN 2: CÁC CÔNG NGHỆ BỀ MẶT

Chương 4: Các công nghệ hoá nhiệt luyện

- 4.1. Môi trường thấm
- 4.2. Hoạt độ chất thấm và các yếu tố ảnh hưởng
- 4.3. Hệ số truyền chất thấm
- 4.4. Điều khiển quá trình thấm

Chương 5: Các công nghệ CVD

- 5.1. Cơ sở các công nghệ CVD

5.2. Sự hình thành lớp phủ bằng CVD

5.3. Các công nghệ CVD tiên tiến (LPCVD, LACVD, PACVD, MOCVD)

Chương 6: Các công nghệ PVD

6.1. Lịch sử phát triển của các công nghệ PVD

6.2. Sự hình thành plasma và ứng dụng trong công nghệ bề mặt

6.3. Các công nghệ PVD và lĩnh vực áp dụng

Chương 7: Các công nghệ sử dụng dòng năng lượng cao

7.1. Công nghệ laser

7.2. Công nghệ phun plasma

7.3. Cây ion và chùm tia năng lượng cao

11. Tài liệu học tập:

[1] Nguyễn Văn Tư (1999) *Xử lý bề mặt*, Trường ĐHBK Hà Nội

12. Tài liệu tham khảo:

[1] Burakowski, Tadeusz (1999) *Surface Engineering of Metals: Principles, Equipment, Technologies*. CRC Press.

MSE7212 Tiến bộ mới trong khoa học và công nghệ vật liệu Recent Progress in Materials Science and Technology

Nhóm biên soạn: PGS TS Phùng Thị Tố Hằng

TS Nguyễn Văn Hiến

1. Tên học phần: Tiến bộ mới trong khoa học và công nghệ vật liệu

2. Mã học phần: MSE7213

3. Tên tiếng Anh: Recent Progress in Materials Science and Technology

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 Kim loại học

6. Mục tiêu của học phần:

Học phần này nhằm mang lại cho NCS:

- Các kiến thức nâng cao về vật liệu và công nghệ mới

- Rèn luyện khả năng tư duy phát triển hướng nghiên cứu chuyên ngành kim loại
- Rèn luyện kỹ năng tìm kiếm, tổng hợp và phân tích tài liệu

7. Nội dung tóm tắt:

Môn học cung cấp cho nghiên cứu sinh một số hướng phát triển của vật liệu và công nghệ vật liệu trên thế giới trong thời gian gần đây.

8. Nhiệm vụ của NCS:

- Dự lớp: đầy đủ
- Bài tập: tìm một số bài báo về vật liệu hay công nghệ mới, đọc, tóm tắt và nhận xét

9. Đánh giá kết quả:

- Mức độ dự giờ giảng : 0,1
- Kiểm tra định kỳ : 0,2
- Thi kết thúc học phần: 0,7

10. Nội dung chi tiết học phần:

PHẦN MỞ ĐẦU:

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

CHƯƠNG 1: MỘT SỐ CÔNG NGHỆ MỚI ÁP DỤNG CHO VL TRUYỀN THỐNG

- 1.1. Nhiệt luyện phân đoạn áp dụng cho thép kết cấu, gang
- 1.2. Nhiệt luyện chu kỳ áp dụng cho các loại thép và gang
- 1.3. Hợp kim hóa bằng phương pháp nghiền cơ học
- 1.4. Biến dạng dẻo mảnh liệt tạo vật liệu kim loại cấu trúc nano
- 1.5. Thẩm nitơ bằng plasma

CHƯƠNG 2: MỘT SỐ VẬT LIỆU MỚI ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TRUYỀN THỐNG

- 2.1 Vật liệu kết cấu
 - 2.1.1 Thép song pha và TRIP
 - 2.1.2 Polyme sợi thủy tinh (GFRP) và polyme sợi cacbon (CFRP)
 - 2.1.3 Hợp kim nhớ hình
- 2.2 Vật liệu chức năng
 - 2.2.1 Vật liệu xốp
 - 2.2.2 Vật liệu y sinh

CHƯƠNG 3: CÁC VẬT LIỆU TIÊN TIẾN KHÁC

- 3.1. Vật liệu và Công nghệ nano
- 3.2. Vật liệu có tính chất siêu việt
 - 3.2.1. Vật liệu siêu dẫn
 - 3.2.2. Vật liệu siêu dẻo
 - 3.2.3. Siêu hợp kim

3.3. Vật liệu composit tiên tiến

11. Tài liệu học tập:

12. Tài liệu tham khảo:

- Giáo viên cung cấp
- Hướng dẫn NCS tìm kiếm qua mạng