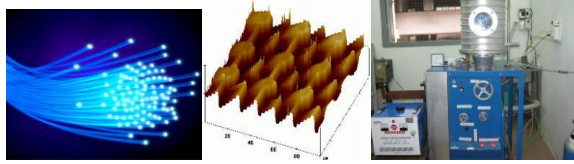


Faculty of Physics & Engineering  
Physics  
Applied Physics Department

Phone: (84.8) 38324461  
Fax: (84.8) 8350096  
<http://www.phys.hcmuns.edu.vn>



**Head**

Dr. Le Vu Tuan Hung

Email: [ltHung@phys.hcmuns.edu.vn](mailto:ltHung@phys.hcmuns.edu.vn)

**Vive Head**

Dr. Lam Quang Vinh

Email: [lqvinh@hcmuns.edu.vn](mailto:lqvinh@hcmuns.edu.vn)

## ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT HỌC PHẦN

### 1. Thông tin chung

- Tên học phần: KỸ THUẬT PHÂN TÍCH VẬT LIỆU
  - o Tên tiếng Anh: MATERIAL ANALYSIS TECHNIQUES
- Mã học phần:
- Thuộc khối kiến thức: Chuyên ngành
- Bộ môn – Khoa phụ trách: Khoa Vật Lý
- Giảng viên phụ trách:  
TS. Lê Trần – Khoa Vật Lý
- Số tín chỉ: 2 tín chỉ
  - o Số tiết lý thuyết: 18 tiết
  - o Số tiết thực hành, thực tập: 12 tiết
  - o Số tiết bài tập trên lớp:
  - o Số tiết thảo luận:
  - o Số tiết làm việc nhóm:
  - o Số tiết tự học:
- Học phần:
  - o Bắt buộc:  cho ngành: Bộ môn Vật Lý Ứng Dụng – Khoa Vật Lý
  - o Tự chọn:
- Điều kiện đăng ký học phần:
  - o Học phần tiên quyết (các học phần SV phải đăng ký học trước và thi đạt):  
Vật Lý Nguyên Tử, Vật Lý Thống kê.

- Học phần học trước (các học phần SV phải đăng ký học trước):
- Học phần song hành (SV phải đăng ký học trong cùng học kỳ):
- Các yêu cầu về kiến thức, kỹ năng của SV (nếu có):

## 2. Mục tiêu của học phần

*Sinh viên sẽ được trang bị mảng kiến thức về các phương pháp đo thông số màng mỏng.*

## 3. Tóm tắt nội dung học phần

*Nội dung gồm:*

*Nghiên cứu cấu trúc vật liệu thông qua các thông số màng như kích thước hạt, độ gồ ghề bề mặt, bề dày, cấu trúc tinh thể của màng... thông qua các phép đo nhiễu xạ tia X, SEM, AFM, SPM...*

## 4. Nội dung chi tiết học phần

### **PHẦN 1: QUANG PHỔ NGUYÊN TỬ**

#### **Chương 1 Kính hiển vi ánh sáng và điện tử (2 tiết lý thuyết)**

##### 1.1 Giới thiệu

###### 1.1.1 Nền tảng

###### 1.1.2 Lịch sử của kính hiển vi

###### 1.1.3 Kính hiển vi quang học

###### 1.1.4 Kính hiển vi điện tử

##### 1.2 Phương pháp thông tin hình ảnh

##### 1.3 Pixel

##### 1.4 Kính hiển vi quang học ánh sáng

##### 1.5 Độ xuyên sâu của trường và độ xuyên sâu của điểm hội tụ

##### 1.6 Sắc sai trong hệ thống quang học

##### 1.7 Điện tử so với ánh sáng

#### **Chương 2 Điện tử và sự tương tác của nó với mẫu vật (2 tiết lý thuyết)**

##### 2.1 Giới thiệu

##### 2.2 Điện tử

##### 2.3 Sự sản sinh chùm điện tử

##### 2.4 Độ lệch của điện tử - thấu kính từ

##### 2.5 Tán xạ của điện tử bởi nguyên tử

##### 2.6 Tán xạ đàn hồi

##### 2.7 Tán xạ không đàn hồi

##### 2.8 Hiệu ứng thứ cấp

## 2.9 Hộ kính hiển vi điện tử

### **Chương 3 Nhiễu xạ điện tử (2 Tiết lý thuyết)**

#### 3.1 Cấu hình của nhiễu xạ điện tử

#### 3.2 Nhiễu xạ dạng điểm

#### 3.3 Sử dụng mạng đảo trong phân tích nhiễu xạ

#### 3.4 Những loại nhiễu xạ khác

### **Chương 4 Kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) (2 tiết lý thuyết)**

#### 4.1 Dụng cụ

#### 4.2 Kính hiển vi điện tử thế cao (HVEM)

#### 4.3 Kính hiển vi điện tử truyền qua quét (STEM)

#### 4.4 Chuẩn bị mẫu cho TEM

### **Chương 5 Kính hiển vi điện tử quét (SEM) (1 tiết lý thuyết + 2 tiết thực hành)**

#### 5.1 Nhận tín hiệu trong SEM

#### 5.2 Hệ quang học của SEM

#### 5.3 Thực hiện của SEM

#### 5.4 Độ phân giải giới hạn của SEM

#### 5.5 Hình ảnh địa hình

#### 5.6 Những hình ảnh thành phần

#### 5.7 Sự hình thành tinh thể từ SEM

#### 5.8 Dò hình ảnh, xử lý và lưu

#### 5.9 Chuẩn bị mẫu cho kiểm tra trong SEM

#### 5.10 Hoạt động của SEM

#### 5.11 Kính hiển vi thế thấp

#### 5.12 Kính hiển vi điện tử quét môi trường

### **Chương 6 Phân tích hóa học trong kính hiển vi điện tử (1 tiết Lt + 2 Tiết thực hành)**

#### 6.1 Quá trình sản sinh của tia X trong một mẫu

#### 6.2 Nhận tín hiệu và đếm tia X

#### 6.3 Phân tích tia X của mẫu khối

#### 6.4 Phân tích tia X của mẫu màng trong TEM

#### 6.5 Phân tích định lượng trong kính hiển vi điện tử

#### 6.6 Phổ mất mát năng lượng điện tử (EELS)

#### 6.7 So sánh chính giữa những kỹ thuật

### **Chương 7 Kính hiển vi dò quét (SPM) (1 tiết lý thuyết + 2 tiết thực hành)**

#### 7.1 Kính hiển vi đường ngầm quét (STM)

- 7.1.1 Dụng cụ kính hiển vi đường ngầm quét
- 7.1.2 Mô tả kính hiển vi đường ngầm quét
- 7.2 Đường ngầm điện tử
- 7.3 Kính hiển vi lực nguyên tử (AFM)
  - 7.3.1 Những nguyên lý cơ bản của kính hiển vi lực nguyên tử
  - 7.3.2 Ghi ảnh AFM và hiệu ứng đầu dò
  - 7.3.3 Phân tích hiệu ứng đầu dò
  - 7.3.4 Những hiệu ứng liên quan đến thăng giáng nhiệt
  - 7.3.5 Hiệu ứng về dao động cơ học
- 7.4 Các dạng hoạt động của AFM
- 7.5 Kính hiển vi lực ma sát (FFM)
  - 7.61 Các lực trong AFM
    - 7.6.1.1 Lực Van der Waals
    - 7.6.1.2 Lực tĩnh điện
    - 7.6.1.3 Lực kỵ ướt
    - 7.6.1.4 Lực lớp đôi
- 7.7 nghiên cứu STM và AFM dưới chất lưu
- 7.8 Những quá trình chuẩn bị mẫu đối với STM và AFM
  - 7.8.1 Đế
  - 7.8.2 Đế khác nhau
  - 7.8.3 Màng Langmuir – Blodgett
  - 7.8.4 Những mẫu polimer sinh học
  - 7.8.5 Phân tích STM và AFM của lưới kính hiển vi điện tử
- 7.9 Hiệu chỉnh và phân tích hình ảnh của STM và AFM
- 7.10 Nghiên cứu so sánh với những phân tử đa dạng bằng STM và AFM
- Chương 8 Nghiên cứu bề mặt rắn bằng SPM (1 tiết lý thuyết)**
  - 8.1 Tính ướt của bề mặt rắn
  - 8.2 Phân tích AFM dựa trên nền acid của bề mặt
  - 8.3 Đo lực hút và lực đẩy bởi kính hiển vi lực nguyên tử
- Chương 9 Phổ điện tử (3 tiết lý thuyết)**
  - 9.1 Một số nguyên lý
    - 9.1.1 Phân tích bề mặt
    - 9.1.2 Ký hiệu
  - 9.2 Ký hiệu phổ và ký hiệu tia X

- 9.3 Phổ điện tử tia X (XPS)
- 9.4 Phổ điện tử Auger (AES)
- 9.5 Kính hiển vi quét Auger (SAM)
- 9.6 Độ sâu của phân tích trong phổ điện tử
- 9.7 So sánh XPS và AES/SAM
- 9.8 Giá trị của thiết bị phân tích bề mặt

## **Chương 10 Thiết kế máy đo phổ điện tử (3 tiết lý thuyết)**

- 10.1 Hệ chân không
- 10.2 Mẫu
- 10.3 Nguồn tia X đối với XPS
  - 10.3.1 nguồn tia X anốt đôi
  - 10.3.2 Máy đơn sắc tia X
  - 10.3.3 Bộ bù điện tích
- 10.4 Súng điện tử đối với AES
  - 10.4.1 Nguồn điện tử
- 10.5 Máy phân tích phổ điện tử
  - 10.5.1 Bộ phân tích gương trụ
  - 10.5.2 Bộ phân tích thanh trượt bán cầu
- 10.6 Đầu dò
  - 10.6.1 Bộ nhân điện tử kênh
  - 10.6.2 Đầu kênh
- 10.7 XPS diện tích nhỏ
  - 10.7.1 Thấu kính- XPS diện tích nhỏ xác định
  - 10.7.2 Nguồn-Phân tích diện tích nhỏ xác định
- 10.8 Hình ảnh và ánh xạ XPS
  - 10.8.1 Dò sóng nối tiếp
  - 10.8.2 Dò sóng song song
- 10.9 Độ phân giải trong XPS diện tích nhỏ
- 10.10 XPS phân giải theo góc

## **Chương 11 Phổ điện tử: Định tính và định lượng (3 tiết thực hành)**

- 11.1 Phân tích định tính
  - 11.1.1 Đặc trưng không mong muốn trong phổ điện tử
  - 11.1.2 Dò sóng dữ liệu
- 11.2 Sự hình thành trạng thái hóa học

- 11.2.1 Phổ quang điện tử tia X
- 11.2.2 Phổ điện tử Auger cảm ứng điện tử
- 11.2.3 thông số Auger
- 11.2.4 Đồ thị trạng thái hóa học

### 11.3 Lượng tử hóa trong XPS

## **Chương 12 Ứng dụng phổ điện tử trong khoa học vật liệu (3 tiết thực hành)**

### 12.1 Giới thiệu

### 12.2 Ngành luyện kim

- 12.2.1 Sự tách biên hạt
- 12.2.2 Cấu trúc điện tử của hợp kim
- 12.2.3 Kỹ thuật bề mặt

### 12.3 Khoa học xói mòn

### 12.4 Gốm và chất xúc tác

### 12.5 Vật liệu vi điện tử và bán dẫn

- 12.5.2 Tạo độ sâu trong vật liệu bán dẫn
- 12.5.3 Những lớp siêu mỏng được nghiên cứu bởi ARXPS

### 12.6 Vật liệu Polimer

### 12.7 Khoa học bám dính

## **5. Phương pháp dạy và học : Dạy và Seminar**

## **6. Phương pháp, hình thức kiểm tra, đánh giá kết quả học tập: Kiểm tra tự luận hoặc trắc nghiệm vào giữa và cuối học kỳ.**

## **7. Tài liệu học tập, tham khảo**

*Duyệt*  
*Hiệu trưởng*

*Trưởng Khoa/Bộ môn*  
*(Ký, ghi rõ họ và tên)*

*Giảng viên*  
*(Ký, ghi rõ họ và tên)*

*PGS.TS. Châu Văn Tạo*

*TS. Lê Trần*

Vietnam National University – Ho Chi Minh City  
University of Science

## SYLLABUS

### 1. General information

- Name: Material analysis techniques
- Code:
- Level (*General education, specialization*): *specialization*
- Department: Physics Faculty
- Instructor in charge:

*Le Tran, PhD. Physics Faculty, University of Science, HCMC.*

Number of hours: 30h

- Theory: 18h
- Experiments-Practice: 12h
- Problems sessions:
- Discussions:
- Group works:
- Self-study:
- This course is for:
  - Mandatory:  for specialization: Students in Applied Physics Department
  - Optional: for specialization: . . .
- Requirements:
  - Courses which students must have passed: Atomic Physics, Statistical Physics
  - Courses which students must have registered:
  - Courses which students must register simultaneously:
  - Other requirements:

## 2. Objects of the course

Student who have successfully completed this module/subject will be able to increasing their fundamental knowledge of analysing materials and their structures.

*Brief contents:*

*Syudying material structure through film parameters such as grain sizes, surface roughness, crystal structure...basing on mesuring methods such as X – rays diffraction, AFM, SEM and SPM...*

## 3. Detail contents

### **Chapter 1 Microscopy with light and electron**

#### 1.1 Introduction

##### 1.1.1 Background

##### 1.1.2 History of microscopy

##### 1.1.3 Optical microscopy

##### 1.1.4 Electron microscopy

#### 1.2 Methods of image formation

#### 1.3 Pixels

#### 1.4 The light - optical microscopy

#### 1.5 Depth of field anf depth of focus

#### 1.6 Aberrations in optical systems

#### 1.7 Electron versus light

### **Chapter 2 Electrons and their interaction with the specimen**

#### 2.10 Introduction

#### 2.11 Electrons

#### 2.12 Generating a beam of electrons

#### 2.13 Deflection of electrons – magnetic lenses

#### 2.14 Scattering of electrons by atoms

#### 2.15 Elastic Scattering

#### 2.16 inelastic Scattering

#### 2.17 Secondary effects

#### 2.18 The family of electron microscopes

### **Chapter 3 Electron diffraction**

#### 3.5 The geometry of electron diffraction

#### 3.6 Diffraction spot patterns

#### 3.7 Use of the reciprocal lattice in diffraction analysis

#### 3.8 Other types of diffraction pattern



## **Chapter 4 Transmission electron microscope(TEM)**

4.5 The instrument

4.6 High voltage electron microscopy (HVEM)

4.7 Scanning transmission electron microscopy (STEM)

4.8 Preparation of specimens for TEM

## **Chapter 5 Scanning electron microscope (SEM)**

5.1 Obtaining a signal in the SEM

5.2 The optics of the SEM

5.3 The performance of the SEM

5.4 The ultimate resolution of the SEM

5.5 Topographic images

5.6 Compositional images

5.7 Crystallographic information from the SEM

5.8 The use of other signals in the SEM

5.9 Image acquisition processing and storage

5.10 Preparation of specimens for examination in the SEM

5.11 Low voltage microscopy

5.12 Environmental scanning electron microscopy (ESEM)

## **Chapter 6 Chemical analysis in the electron microscope**

6.1 The generation of X – rays within a specimen

6.2 Detection and counting of X – rays

6.3 X ray analysis of bulk specimens

6.4 X ray analysis of thin specimens in the TEM

6.5 Quantitative analysis in an electron microscope

6.6 Electron energy loss spectroscopy (EELS)

6.7 A brief comparison of techniques

## **Chapter 7 Scanning probe microscopes (SPM)**

7.1 Scanning tunneling microscope (STM)

7.1.1 STM apparatus

7.1.2 Description of STM

7.2 Electron tunneling

7.3 Atomic force microscope (AFM)

7.3.1 Basic principle of AFM

7.3.2 Imaging AFM and tip effects

- 7.3.3 Analyses tip effect
- 7.3.4 Effects related thermal drift
- 7.3.5 Effect of mechanical vibrations
- 7.4 Modes of operation of AFM
- 7.5 Friction force microscopy (FFM)
  - 7.61 Forces in AFM
    - 7.6.1.1 Van der Waals forces
    - 7.6.1.2 Electrostatic force
    - 7.6.1.3 Hydrophobic force
    - 7.6.1.4 Double layer force
- 7.7 STM and AFM studies in fluids
- 7.8 Sample preparation procedures for STM and AFM
  - 7.8.1 Substrates
  - 7.8.2 Diverse substrates
  - 7.8.3 Langmuir – Blodgett films
  - 7.8.4 Biopolymer samples
  - 7.8.5 Phân tích STM và AFM của lưới kính hiển vi điện tử
- 7.9 Calibration and image analysis of STM and AFM
- 7.10 Comparative studies of diverse molecules by STM và AFM

## **Chapter 8 Studies of solid surface by SPMs**

- 8.1 wetting properties and solid surfaces
- 8.2 AFM analyses of surface acid - base properties
- 8.3 Measurement of attractive and repulsive force by atomic force microscope

## **Chương 9 Electron Spectroscopy**

- 9.1 Some Basic Concepts
  - 9.1.1 Analysis of Surfaces
  - 9.1.2 Notation
- 9.2 X-ray notation
- 9.3 X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS)
- 9.4 Auger Electron Spectroscopy (AES)
- 9.5 Scanning Auger Microscopy (SAM)
- 9.6 The Depth of Analysis in Electron Spectroscopy
- 9.7 Comparison of XPS and AES/SAM
- 9.8 The Availability of Surface Analytical Equipment

## **Chapter 10 Electron Spectrometer Design**

### 10.1 The Vacuum System

### 10.2 The Sample

### 10.3 X-ray Sources for XPS

#### 10.3.1 The twin anode X-ray source

#### 10.3.2 X-ray monochromators

#### 10.3.3 Charge compensation

### 10.4 The Electron Gun for AES

#### 10.4.1 Electron sources

### 10.5 Analysers for Electron Spectroscopy

#### 10.5.1 The cylindrical mirror analyser

#### 10.5.2 The hemispherical sector analyser

### 10.6 Detectors

#### 10.6.1 Channel electron multipliers

#### 10.6.2 Channel plates

### 10.7 Small Area XPS

#### 10.7.1 Lens-defined small area XPS

#### 10.7.2 Source-defined small area analysis

### 10.8 XPS Imaging and Mapping

#### 10.8.1 Serial acquisition

#### 10.8.2 Parallel acquisition

### 10.9 Lateral Resolution in Small Area XPS

### 10.10 Angle Resolved XPS

## **Chapter 11 The Electron Spectrum: Qualitative and Quantitative Interpretation**

### 11.1 Qualitative Analysis

#### 11.1.1 Unwanted features in electron spectra

#### 11.1.2 Data acquisition

### 11.2 Chemical State Information

#### 11.2.1 X-ray photoelectron spectroscopy

#### 11.2.2 Electron induced Auger electron spectroscopy

#### 11.2.3 The Auger parameter

#### 11.2.4 Chemical state plots

### 11.3 Quantification in XPS

## **Chapter 12 Applications of Electron Spectroscopy in Materials Science**

12.1 Introduction

12.2 Metallurgy

12.2.1 Grain-boundary segregation

12.2.2 Electronic structure of metallic alloys

12.2.3 Surface engineering

12.3 Corrosion Science

12.4 Ceramics and Catalysis

12.5 Microelectronics and Semiconductor Materials

12.5.2 Depth profiling of semiconductor materials

12.5.3 Ultra-thin layers studied by ARXPS

12.6 Polymeric Materials

12.7 Adhesion Science

**4. Method of assessment:** Mid-term and final term exam.

**5. References**

*Approval by*  
*University President*

*Department Chair*  
*(Signature and Name)*    *Instructor*  
*(Signature and Name)*

*Prof. Chau Van Tao*

*Le Trân, PhD*