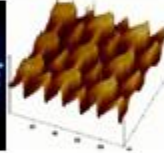


Vietnam National University – Ho Chi Minh City  
University of Science

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)

## SYLLABUS

### 1. General information

- Name: SIMULATION AND COMPUTATIONAL OPTICS AND PLASMA PHYSICS
- Code:
- Level (*General education, specialization*): *specialization*
- Department: Physics Faculty
- Instructor in charge:  
*Le Vu Tuan Hung, PhD. Physics Faculty, Natural Sciences University, HCMC.*

- Number of hours:

- Theory:
- Experiments-Practice:
- Problems sessions:
- Discussions:
- Group works:
- Self-study:

- This course is for:

- Mandatory:  for specialization: Applied Physics Department

- Optional: for specialization: . . .□
- Requirements:
  - Courses which students must have passed: Optics (Physics code: ) and Plasma Physics (Physics code: ), Computational optics Physics.
  - Courses which students must have registered:
  - Courses which students must register simultaneously:
  - Other requirements:

## 2. Objects of the course

On completion of this course, students should understand the importance and advantages of various numerical simulation methods such as Genetics algorithm, Monte Carlo, and models in simulation optics and plasma glow discharge. Furthermore, students have experience of designing a suitable model and writing programs by matlab language for solving practical problems.

## 3. Brief contents

- Revise the programming skill and matlab language.
- Apply Genetics algorithm to simulate optical multilayer thin film.
- Apply Monte Carlo method, various computational methods and models to simulate various motions and collisions of electron, ion and neutral particles in plasma glow discharge.

## 4. Detail contents

### Part 1: SIMULATION OPTICS

#### Chapter 1: Genetics Algorithm

##### 1.1. Introduction of Genetics Algorithm.

1.1.1. How nature does it: theories of evolution, how natural selection works, cell, DNA, reproduction, growth .

1.1.2. Evolutionary Computation: motivations for simulating the process of evolution, nature-to-computer mapping, generic evolutionary algorithm.

##### 1.2. Genetics Algorithm.

1.2.1. Solution encoding in GAs: Binary string code, decimal string code, character string code.

1.2.2. Selection in GAs: fitness proportionate selection, rank selection, tournament selection, elitist selection, Crossover in Gas, Mutation in Gas.

1.2.3. Optimisation with Genetic Algorithms.

Chapter 2: Simulation Optical Multilayer Thin film by Gas.

2.1. Introduction of optical multilayer thin film.

2.1.1. Calculation of reflection and transmittance of optical multilayer thin film by matrix method.

2.1.2. Anti-reflection thin film, high reflection thin film, hot mirror, cold mirror.

2.1.3. Calculation of refractive index vs wavelength.

2.2. Simulation

2.2.1. Encoding the thickness of layers thin film to binary matrix.

2.2.2. Selection in Gas: finding the best parents for evolution.

2.2.3. Crossover in Gas, Mutation in Gas,

2.2.4. Selection the best result through the least square function (target function).

2.2.5. Simulation optical multilayer thin film by N-Squared Scan method then comparing the results of N-squared Scan method with Gas.

Writing program by matlab language.

**PART 2: SIMULATION OF PLASMA GLOW DISCHARGE**

Chapter 3: Theory of simulation methods.

3.1. Introduction of collision in plasma glow discharge: Elastic collision, ionization collision, and excitation collision.

3.2. Simulation methods.

3.2.1. Step Jump method.

3.2.2. Particle In Cell method (PIC)

3.2.3. Monte Carlo collision method (MCC).

3.2.4. Dynamic Fluid method.

3.2.5. Molecular Dynamic method.

Chapter 4: Motion models of electron, neutral and ion atom.

4.1. Motion models of electron in DC magnetron sputtering system with Ar gas.

4.1.1. Motion models of electron in cathode region.

4.1.2. Motion models of electron in electric field.

4.1.3. Collision models of electron by Monte Carlo.

4.2. Motion models of ion and neutral particle in plasma glow discharge with Ar gas.

4.2.1. Langevin – Hassé model.

4.2.2. Collision ion-neutral particles model.

4.2.3. Solid core model.

4.2.4. Motion model of neutral particle from target to substrate in magnetron Sputtering DC by Monte Carlo method.

Students write program by matlab language.

**5. Methods of instruction and study: *performing weekly computer "labs"*.**

**6. Method of assessment:**

**7. References**

*Approval by*  
*University President*

*Department Chair*  
*(Signature and Name)*

*Instructor*  
*(Signature and Name)*

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc lập – Tự do – Hạnh Phúc

## ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT HỌC PHẦN

### 1. Thông tin chung

- Tên học phần:
  - o Tên tiếng Anh: KỸ THUẬT MÔ PHỎNG QUANG VÀ VẬT LÝ PLASMA
- Mã học phần:
- Thuộc khối kiến thức: *Chuyên ngành*
- Bộ môn – Khoa phụ trách: Khoa Vật Lý
- Giảng viên phụ trách:  
TS. Lê Vũ Tuấn Hùng – Khoa Vật Lý
- Số tín chỉ:
  - o Số tiết lý thuyết:
  - o Số tiết thực hành, thực tập:
  - 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: Vật Lý Ứng Dụng
  - 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):  
Quang (code:.), Kỹ Thuật Lập Trình trong Quang Học (code:.),
  - o Học phần học trước (các học phần SV phải đăng ký học trước):  
Vật Lý Plasma.
  - o Học phần song hành (SV phải đăng ký học trong cùng học kỳ):
  - o 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 toán học, sử dụng các thuật toán Genetics, Monte Carlo cùng với các mô hình, để mô phỏng các vấn đề về Quang học và Vật Lý Plasma phóng điện khí. Đồng thời sinh viên cũng được cải thiện khả năng lập trình bằng ngôn ngữ matlab và thực nghiệm.*

## 3. Tóm tắt nội dung học phần

- Ôn lại các kỹ năng lập trình Matlab.
- Sử dụng các thuật toán Genetics để mô phỏng màng mỏng quang đa lớp.
- Sử dụng thuật toán Monte Carlo, và các phương pháp tính toán, các mô hình, để mô phỏng các loại chuyển động và va chạm của các hạt electron, hạt trung hòa, hạt ion trong hệ plasma phóng điện khí.

## 4. Nội dung chi tiết học phần

### PHẦN 1: MÔ PHỎNG QUANG HỌC

#### Chương 1: Thuật toán Genetics

##### 1.1. Giới thiệu về thuật toán Genetics

- 1.1.1. Các khái niệm về sự tiến hóa trong tự nhiên: Các lý thuyết tiến hóa, sự chọn lọc tự nhiên, sự tạo sinh, tế bào. Chuỗi gen DNA, sự sinh sản.
- 1.1.2. Phương pháp tính toán sự tiến hóa: Nhu cầu xây dựng và tính toán quá trình tiến hóa trong toán học và vật lý, mối tương quan giữa sự tiến hóa của sinh vật và thuật toán Genetics.

##### 1.2. Thuật toán Genetics

- 1.2.1. Phương pháp mã hóa chuỗi gen thành chuỗi nhị phân, thập phân, chuỗi chữ...
- 1.2.2. Phương pháp lai tạo: crossover và đột biến, độ thích nghi, chọn lọc, hàm mục tiêu.
- 1.2.3. Tối ưu hóa kết quả bằng thuật toán Genetics.

#### Chương 2: Thiết kế màng đa lớp quang học bằng thuật toán Genetics

##### 2.1. Giới thiệu về màng đa lớp quang học

- 2.1.1. Lý thuyết tính toán độ phản xạ và truyền qua màng đa lớp bằng phương pháp ma trận.

2.1.2. Màng chống phản xạ AR, màng phản xạ cao, gương nóng, gương lạnh...

2.1.3. Các phương trình tính chiết suất màng theo bước sóng.

2.2. Mô phỏng màng quang học đa lớp

2.2.1. Phương pháp mã hóa độ dày các lớp màng qua ma trận nhị phân

2.2.2. Phương pháp chọn lọc cha mẹ có chuỗi gen tốt nhất.

Lập trình phương pháp chọn lọc các bố- mẹ có chuỗi gen tốt nhất bằng ngôn ngữ lập trình matlab.

2.2.3. Phương pháp tiến hóa lai tạo và đột biến.

2.2.4. Chọn lọc và tối ưu hóa kết quả bằng hàm mục tiêu tối thiểu bình phương.

Lập trình quá trình lai tạo, đột biến và đưa ra kết quả tối ưu bằng ngôn ngữ matlab.

2.2.5. Mô phỏng màng quang học đa lớp bằng thuật toán N-Squared Scan, kiểm tra kết quả với thuật toán Genetics.

## PHẦN 2: MÔ PHỎNG PLASMA PHÓNG ĐIỆN KHÍ

### Chương 3: Lý thuyết mô phỏng

3.1. Các loại va chạm trong plasma phóng điện khí Ar: Va chạm đàn hồi, va chạm kích thích và va chạm ion hóa giữa electron và nguyên tử Ar, va chạm chuyển điện tích giữa ion dương và nguyên tử Ar.

3.2. Các phương pháp mô phỏng:

3.2.1. Phương pháp bước nhảy.

3.2.2. Phương pháp mô phỏng Particle In Cell (PIC)

3.3.3. Phương pháp mô phỏng Monte Carlo Collisions (MCC), ([6], [16]): sơ lược về phương pháp, sự phát sinh các biến ngẫu nhiên với phân bố có sẵn, thuật toán...

3.3.4. Phương pháp thủy động lực.

3.3.5. Phương pháp động học phân tử.

3.4. Các mô hình chuyển động của hạt mang điện và hạt trung hòa trong hệ phún xạ magnetron DC.

Chương 4: Các mô hình chuyển động của electron, hạt trung hòa và ion.

4.1. Mô hình chuyển động của electron trong hệ phún xạ magnetron DC với argon.

4.1.1. Mô hình chuyển động của electron trong vùng sụt thế catốt, [8].

4.1.2. Mô hình chuyển động của electron trong điện trường đều.

4.1.3. Mô hình va chạm của electron bằng thuật toán Monte Carlo.

4.2. Mô hình chuyển động của ion trong plasma phóng điện khí Argon [9].

4.2.1. Mô hình Langevin – Hassé.

4.2.2. Mô hình va chạm ion – hạt trung hòa.

4.2.3. Mô hình lõi rắn rút gọn.

4.2.4. Vận tốc trôi  $v_d$  của ion  $Ar^+$ .

4.3. Mô hình mô phỏng chuyển động của các hạt trung hòa từ bia đến đế trong hệ magnetron DC bằng phương pháp Monte Carlo ([7], [11], [13]).

Sinh viên sẽ thực tập lập trình tất cả các mô hình trên bằng ngôn ngữ matlab.

**5. Phương pháp dạy và học :** Học và thực tập trên máy tính tại phòng máy.

**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**

8. [1] Nguyễn Hữu Chí (1992), “*Vật lý và kỹ thuật chân không*”, Đại học Tổng Hợp TP. Hồ Chí Minh.

9. [2] Nguyễn Hữu Chí (1998), “*Vật lý Plasma (Khí ion hóa)*”, Tủ sách Đại học Khoa Học Tự Nhiên TP. Hồ Chí Minh.

10. [3] Đặng Văn Liệt (2004), “*Giải tích số*”, Nxb Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh.



11. [4] Nguyễn Hoài Sơn, Đỗ Thanh Việt, Bùi Xuân Lân (2002), “*Ứng dụng Matlab trong tính toán kỹ thuật*”, tập I, Nxb Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh.

12. [5] Lê Trấn (1997), Luận văn thạc sĩ Khoa Học Tự Nhiên.

13.

#### 14. Tiếng Anh

15.

16. [6] C.K. Birdsall (1991), “Particle in Cell charged – particle simulations, plus Monte Carlo collisions with neutral atoms, PIC – MCC”, *IEEE Transactions on Plasma Science*, vol. 19, No. 2, pp. 65 – 85.

17. [7] E. Lugscheider, O. Knotek, F. Floffler, U. Schnaut, P. Eckert, “Monte Carlo Simulation of the deposition process in PVD technology”, Science Institute, Aachen University of Technology, Germany.

18. [8] Jun Li, Qing-Ming Chen, Zai-Guang Li (1995), “Monte Carlo simulation of electron motion in the cathode region of a magnetron glow discharge in argon”, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 28, pp. 681 – 688, printed in the UK.

19. [9] Kenichi Nanbu, Yoshinori Kitatani (1995), “An ion – neutral species collision model for particle simulation of glow discharge”, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 28, pp. 324 – 330, printed in the UK.

20. [10] Patrick Mwangi Karimi (2007), “*Atomic Mechanisms of Stress Formation of Group IVB-VIB Transition Metal Nitrides Deposited by DC Magnetron Sputtering*”, PhD thesis, I. Physikalisches Institut 1A der RWTH Aachen, Germany.

21. [11] R. Elsing (1991), “The practical use and application of Monte Carlo studies in physical vapour deposition technology”, *Surface and Coatings Technology*, 49, pp. 132 – 138.

22. [12] S. Mahieu, G. Buyle, D. Depla, S. Heirwegh, P. Ghekiere, R. De Gryse (2006), “Monte Carlo simulation of the transport of atoms in DC magnetron sputtering”, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 243, pp. 313 – 319.

23.[13] T. Motohiro, Y. Taga (1984), “Monte Carlo Simulation of the particle transport process in sputter deposition”, *Thin Solid Films*, 112, pp. 161 – 173.

***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 Vũ Tuấn Hùng*