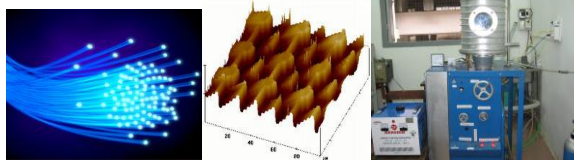


Faculty of Physics & Engineering  
Physics  
Applied Physics Department

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: *QUANG PHỔ HỌC*
  - o Tên tiếng Anh: SPECTROSCOPY
- 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
  - TS. Lâm Quang Vinh – Khoa Vật Lý
  - PGS.TS Huỳnh Thành Đạt – ĐHQG Tp.HCM
- Số tín chỉ: 3 tín chỉ
  - o Số tiết lý thuyết: 30 tiết
  - 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: 15 tiết
  - 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:

- 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 Quang phổ học: quang phổ nguyên tử và quang phổ phân tử. Sinh viên có khả năng ứng dụng các phương pháp phân tích quang phổ phát xạ nguyên tử, phương pháp hấp thụ nguyên tử, phương pháp hấp thụ hồng ngoại... để phân tích vật chất và cấu trúc của chúng. Đồng thời sinh viên cũng được cải thiện khả năng nghiên cứu và thực nghiệm.*

## 3. Tóm tắt nội dung học phần

*Nội dung gồm 2 phần chính: Quang phổ nguyên tử và quang phổ phân tử*

- *Quang phổ nguyên tử: Lý thuyết quang phổ nguyên tử, sự hấp thụ và bức xạ ánh sáng. Tìm hiểu về cường độ vạch quang phổ và các nguyên nhân dẫn đến độ mở rộng của các vạch quang phổ. Ứng dụng của quang phổ nguyên tử bao gồm hai phương pháp phân tích của quang phổ phát xạ nguyên tử và quang phổ hấp thụ nguyên tử.*
- *Quang phổ phân tử: Nghiên cứu sự tương tác ánh sáng với phân tử. Thiết lập mối quan hệ giữa cấu trúc phân tử với các đặc trưng phổ xuất hiện các dạng chuyển động của phân tử: sự quay, sự dao động, và dịch chuyển điện tử. Những ứng dụng phổ phân tử trong việc phân tích cấu trúc vật liệu.*

## 4. Nội dung chi tiết học phần

### **PHẦN 1: QUANG PHỔ NGUYÊN TỬ**

#### **Chương 1: LÝ THUYẾT QUANG PHỔ NGUYÊN TỬ (4 tiết)**

- 1.1. Lý thuyết về cấu tạo nguyên tử
- 1.2. Sự bức xạ và hấp thụ năng lượng theo cổ điển .
- 1.3. Sự bức xạ và hấp thụ năng lượng theo quan điểm lượng tử
  - 1.3.1. Quá trình dịch chuyển trạng thái, các hệ số Einstein.
  - 1.3.2. Liên hệ giữa các đại lượng cổ điển và lượng tử.
- 1.4. Cường độ vạch quang phổ
  - 1.4.1. Định nghĩa cường độ, tỉ số cường độ các vạch quang phổ: các vạch kép có cùng mức trên, các vạch kép có cùng mức dưới, các vạch kép với mức trên và mức dưới đều là mức bội.
  - 1.4.2. Ảnh hưởng của sự hấp thụ lên cường độ vạch quang phổ: hiện tượng tự hấp thụ và các thí dụ cụ thể.

#### **Chương 2: SỰ KÍCH THÍCH CÁC VẠCH QUANG PHỔ (3 tiết)**

- 2.1. Sự kích thích nhiệt
- 2.2. Sự kích thích do va chạm: quá trình dừng của hệ nguyên tử va chạm, sự kích thích do va chạm của nguyên tử đối với điện tử, sự kích thích do va chạm của nguyên tử với nguyên tử hoặc ion, lý thuyết lượng tử của va chạm không đàn hồi.

### **Chương 3: SỰ MỞ RỘNG CÁC VẠCH QUANG PHỔ (3 tiết)**

- 3.1. Sự mở rộng tự nhiên: Theo quan điểm cổ điển và lượng tử.
- 3.2. Sự mở rộng Doppler, Sự tác dụng đồng thời của hai hiệu ứng mở rộng tự nhiên và mở rộng Doppler.
- 3.3. Sự mở rộng do va chạm, mở rộng Lorentz.
- 3.4. Sự mở rộng do hiệu ứng Stark.

### **Chương 4: ẢNH HƯỞNG CỦA TƯƠNG TÁC ĐIỆN TỬ LÊN PHỔ NGUYÊN TỬ (6 tiết)**

- 4.1. Các đặc trưng của liên kết (L,S): Sự phân bố các số hạng, các số hạng quang phổ trong sơ đồ cấu tạo có hơn hai điện tử, nguyên lý chọn lọc....
- 4.2. Các đặc trưng của liên kết (J,J).

### **Chương 5: ỨNG DỤNG CỦA QUANG PHỔ NGUYÊN TỬ (6 tiết)**

- 5.1. Phương pháp phân tích quang phổ phát xạ nguyên tử: Giới thiệu máy quang phổ, các phương pháp phân tích quang phổ: phân tích định tính, bán định lượng và định lượng.
- 5.2. Phân tích quang phổ hấp thụ nguyên tử: Giới thiệu máy quang phổ hấp thụ nguyên tử, phương pháp phân tích: đặc tính của phương pháp, phương pháp xử lý mẫu, phương pháp vẽ đường cong lấy mẫu.

## **PHẦN 2: QUANG PHỔ PHÂN TỬ**

### **Chương 6: TƯƠNG TÁC GIỮA ÁNH SÁNG VÀ MÔI TRƯỜNG VẬT CHẤT (3 tiết)**

- 6.1. Tương tác bên trong và tương tác bên ngoài: sự tương tác, dịch chuyển giữa các mức năng lượng
- 6.2. Các dạng chuyển động và trạng thái năng lượng tương ứng của phân tử: chuyển động điện tử, dao động của phân tử, sự quay của phân tử, phương trình Schrodinger.
- 6.3. Sự phân chia vùng phổ và đơn vị, đ đơn vị đo, cường độ hấp thụ.
- 6.4. Sự phân bố các trạng thái năng lượng.
- 6.5. Bức xạ lượng cực điện, xác suất chuyển dời, quy tắc lựa chọn

### **Chương 7: PHỔ QUAY CỦA PHÂN TỬ (3 tiết)**

- 7.1. Bậc tự do quay.
- 7.2. Sự quay của phổ quay của phân tử 2 nguyên tử: mẫu quay tử rắn, mẫu quay tử không rắn, sự đối xứng của các hàm sóng quay.
- 7.3. Phổ quay thuần túy: Nguyên tắc lựa chọn, sự xuất hiện phổ quay.
- 7.4. Ứng dụng của phổ quay: Ứng dụng trong phân tích, tính khoảng cách giữa các nguyên tử.

### **Chương 8: PHỔ DAO ĐỘNG CỦA PHÂN TỬ 2 NGUYÊN TỬ (6 tiết)**

- 8.1. phân loại dao động: Dao động điều hòa, phổ hồng ngoại của dao động điều hòa, dao động không điều hòa, phổ hồng ngoại của dao động không điều hòa.
- 8.2. Dao động quay của phân tử: Trạng thái năng lượng, phổ dao động quay kết hợp.
- 8.3. Cường độ hấp thụ trong phổ hồng ngoại: Cường độ phổ dao động của phân tử, cường độ phổ quay của phân tử.

#### **Phổ Raman**

- 8.4. Hiện tượng tán xạ tổ hợp, mô tả các loại tán xạ tổ hợp
- 8.5. Lý thuyết tán xạ tổ hợp: Theo quan điểm lượng tử, theo điện động lực học.

8.6. Phổ tán xạ tổ hợp: Phổ tán xạ dao động, phổ tán xạ quay, phổ tán xạ dao động quay.

8.7. Ứng dụng của phổ tán xạ tổ hợp.

### **PHỔ DAO ĐỘNG CỦA PHÂN TỬ NHIỀU NGUYÊN TỬ**

8.8. Sự dao động của phân tử: Bậc tự do dao động, dao động trong phân tử, phân loại dao động thường, dao động suy biến.

8.9. Năng lượng của dao động: Sự đối xứng của các mức năng lượng cơ bản và các mức năng lượng kích thích.

8.10. Phổ dao động: Quy tắc lựa chọn và sự xuất hiện phổ, phổ dao động của một số phân tử, các đặc trưng của phổ dao động.

8.11. Cường độ phổ dao động, sự phân cực của phổ dao động.

8.12. Phổ dao động của phân tử ở nhiệt độ thấp

### **Chương 9: LÝ THUYẾT NHÓM VÀ SỰ ĐỐI XỨNG CỦA PHÂN TỬ (5 tiết)**

9.1. Các phân tử đối xứng: Trục đối xứng, mặt phẳng đối xứng, kết hợp trục và mặt phẳng đối xứng, tâm đối xứng

9.2. Lớp đối xứng, các loại nhóm điểm đối xứng, tính chất đối xứng của các loại nhóm điểm.

### **Chương 10. PHỔ ĐIỆN TỬ CỦA PHÂN TỬ. (3 tiết)**

10.1. Trạng thái điện tử của phân tử 2 nguyên tử: Năng lượng, các trạng thái, lớp vỏ điện tử của phân tử, xác định trạng thái điện tử theo cấu hình điện tử.

10.2. Phổ điện tử của phân tử 2 nguyên tử: Năng lượng toàn phần của phân tử, quy tắc lựa chọn và các loại chuyển dời điện tử, cường độ phổ đám điện tử, phổ liên tục, chuyển dời không bức xạ.

10.3. Trạng thái điện tử của phân tử nhiều nguyên tử: Phân loại trạng thái điện tử, cấu hình điện tử, trạng thái điện tử dao động.

10.4. Phổ điện tử của nguyên tử nhiều nguyên tử: Đặc điểm, các loại chuyển dời, cường độ trong phổ điện tử dao động, phổ hấp thụ và phổ phát quang.

### **Chương 11. Giới thiệu quang phổ Laser (3 tiết)**

**5. Phương pháp dạy và học :** Dạy tập trung trên giảng đường

**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**

1. Nguyễn Văn Đến, Quang phổ nguyên tử và ứng dụng, NXB Trường ĐH Quốc Gia Tp.HCM.
2. Đinh Văn Hoàng (1974), Cấu trúc phổ nguyên tử, NXB Hà Nội.
3. E.U. Condon & G.H. Shortley, The theory of atomic spectra, Cambridge University.
4. Offenhartz, Atomic and molecular orbital theory, Mc. Graw Hill.
5. Lý Hòa, Cấu trúc phổ phân tử, NXB Tp.HCM.
6. Ứng dụng một số phương pháp phổ nghiên cứu cấu trúc phân tử, Nguyễn Hữu Đình-Trần Thị Đà, NXB Giáo Dục.

7. Nguyễn Văn Đến, Các phương pháp nghiên cứu bằng quang phổ hồng ngoại, NXB ĐHQG.
8. Dương Ái Phương, Quang phổ phân tử và ứng dụng, NXB ĐHQG.

**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*  
(*TS. Lâm Quang Vinh*)

Vietnam National University – Ho Chi Minh City  
University of Science

## SYLLABUS

### 1. General information

- Name: SPECTROSCOPY
- Code:
- Level (*General education, specialization*): *specialization*
- Department: Physics Faculty
- Instructor in charge:
  - Le Vu Tuan Hung, PhD. Physics Faculty, University of Science, HCMC.*
  - Lâm Quang Vinh, PhD. Physics Faculty, University of Science, HCMC.*
  - Huynh Thanh Dat, Ass.Prof. , National University of HCMC.*
- Number of hours: 45h
  - Theory: 30h
  - Experiments-Practice:
  - Problems sessions:
  - Discussions:
  - Group works: 15h
  - 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

Students who have successfully completed this module/subject will be able to increase their fundamental knowledge of atomic and molecular spectroscopy. Use these spectroscopies to analyse materials and their structures. Furthermore, they can improve their experimental skill.

## 3. Brief contents

The course has two main parts: atomic spectroscopy and molecular spectroscopy.

Atomic spectroscopy, this part focuses on the emission and absorption of light; the intensities of spectral lines; the excitation of spectral lines; spectral line widths; influence of electronic interaction on atomic spectrum; influence of external magnetic field on the atomic emission spectroscopy.

Molecular spectroscopy, this course is to provide an advanced level undergraduate student in Chemistry or Physics with a general overview of molecular spectroscopy. Specifically, the underlying principles of spectroscopy are examined using quantum mechanics, the interaction of light and matter, and group theory as starting points. The main focus of this course is the various forms of optical spectroscopy, including rotational, vibrational and electronic spectroscopy, as well as a brief look at photoelectron spectroscopy and lasers. The course finishes with an introduction to its application.

## 4. Detail contents

### **PART 1: ATOMIC SPECTROSCOPY**

#### **Chapter 1 : Theory of the atomic spectroscopy (4h)**

- 1.1. Theory of atomic composition.
- 1.2. Emission and absorption in classical theory
- 1.3. Emission and absorption in quantum theory
  - 1.3.1. Transition probabilities, coefficients of Einstein.
  - 1.3.2. The relationship between classical theory and quantum theory.
- 1.4. The intensity of spectral lines
  - 1.4.1. Definition, ratio of intensity of spectral lines.
  - 1.4.2. The effect of self-absorption on intensity of spectral line.

#### **Chapter 2: Exciting of spectral lines (3h)**

- 2.1. Exciting by heat.
- 2.2. Exciting by collision.

#### **Chapter 3: spectral lines widths (3h)**

- 3.1. The factors influencing of widths.
- 3.2. The natural line widths – Doppler broadening –
- 3.3. Pressure broadening – The line widths in electric field and magnetic field.
- 3.4. Stark effect.

## **Chapter 4: Influence of electronic interaction on atomic spectrum (6h)**

- 4.1. Systematics of atomic states – Russell-Saunders coupling – Pauli principle .
- 4.2. (j,j) coupling.

## **Chapter 5: The application of atomic spectroscopy (6h)**

- 5.1. Atomic emission spectroscopy ( AES ).  
Revision of the principles of atomic emission spectroscopy – Flame emission spectroscopy – Analysis methods - Applications.
- 5.2. Atomic absorption spectroscopy ( AAS )  
The relationship between light absorption and concentration – Spectrometer: the light source, the atom cell, the light detection system – Applications.

## **Chapter 6: Interaction of Electromagnetic Radiation with Matter (3h)**

- 6.1. Electromagnetic Radiation
- 6.2. Electromagnetic Spectrum
  
- 6.3. Absorption and Emission of Radiation
- 6.4. Line Intensity, Line Width, Broadening & the Doppler Effect
- 6.5. Absorption experiments
- 6.6. Dispersing elements: Prisms and Gratings
- 6.7. Fourier transform spectroscopy (lower frequencies)
- 6.8. Interferometers (higher frequencies)
- 6.9. Summary of Absorption Experiments over the EM Spectrum
- 6.10. Scattering (Raman techniques)
- 6.11. Other experimental techniques (ATR, AAS, ICP-AES, photolysis)
- 6.12. Magnetic resonance techniques

## **Chapter 7: Rotational Spectroscopy (3h)**

- 7.1. Moments of Inertia for differently shaped molecules
- 7.2. Rotational IR, Millimetre Wave and Microwave Spectra
  - 7.2.1. Diatomic & Linear Polyatomic Molecules
  - 7.2.2. Symmetric Rotors
  - 7.2.3. Stark Effect
  - 7.2.4. Asymmetric Rotors and Spherical Molecules
  - 7.2.5. Applications in Astronomy
- 7.3. Rotational Raman Spectroscopy
- 7.4. Structure Determination from Rotational Spectroscopy

## **Chapter 8: Vibrational Spectroscopy (6h)**

- 8.1. Molecular Vibrations
- 8.2. Diatomic molecules
  - 8.2.1. IR Spectra
  - 8.2.2. Raman Spectra
  - 8.2.3. Anharmonicity
  - 8.2.4. Vibration-Rotation (Rovibrational) Spectroscopy
- 8.3. Polyatomic molecules
  - 8.3.1. Vibrational Selection Rules

- 8.3.2. Vibration-Rotation (Rovibrational) Spectroscopy
- 8.3.3. Raman Spectra
- 8.3.4. Anharmonicity
- 8.4. Applications

### **Chapter 9 :Molecular Symmetry (5h)**

- 9.1. Symmetry elements
- 9.2. Point Groups
- 9.3. Character Tables
- 9.4. Consequences of Symmetry: Dipole Moments and Chirality
- 9.5. Molecular orbitals and symmetry
- 9.6. Selection rules and symmetry

### **Chapter 10: Electronic Spectroscopy (3h)**

- 10.1. Diatomic Molecules
  - 10.1.1. Molecular Orbital Theory
  - 10.1.2. Classification of Electronic States
  - 10.1.3. Vibrational Course Structure
  - 10.1.4. Franck-Condon Principle
  - 10.1.5. Transitions, Fluorescence and Phosphorescence
  - 10.1.6. Rotational Fine Structure
- 10.2. Polyatomic Molecules
  - 10.2.1. Some examples
  - 10.2.2. Crystal field and ligand field Molecular Orbital Theory
  - 10.2.3. Selection Rules

### **Chapter 11: Photoelectron Spectroscopy, Related Techniques and Lasers**

- 11.1. Photoelectron Spectroscopy
- 11.2. Introduction to Lasers

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

### **6. References**

9. Nguyễn Văn Đến, Quang phổ nguyên tử và ứng dụng, NXB Trường ĐH Quốc Gia Tp.HCM.
10. Đinh Văn Hoàng (1974), Cấu trúc phổ nguyên tử, NXB Hà Nội.
11. E.U. Condon & G.H. Shortley, The theory of atomic spectra, Cambridge University.
12. Offenhartz, Atomic and molecular orbital theory, Mc. Graw Hill.
13. Lý Hòa, Cấu trúc phổ phân tử, NXB Tp.HCM.
14. Ứng dụng một số phương pháp phổ nghiên cứu cấu trúc phân tử, Nguyễn Hữu Đình-Trần Thị Đà, NXB Giáo Dục.
15. Nguyễn Văn Đến, Các phương pháp nghiên cứu bằng quang phổ hồng ngoại, NXB ĐHQG.
16. Dương Ái Phương, Quang phổ phân tử và ứng dụng, NXB ĐHQG.



*Approval by*  
*University President*

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

*Prof. Chau Van Tao   Le Vu Tuan Hung, PhD*