

1. THÔNG TIN VỀ HỌC PHẦN VÀ GIẢNG VIÊN

- 1.1. Tên học phần: Quang học lượng tử - Mã số: TN677
- 1.2. Trình độ: Thạc sỹ
- 1.3. Cấu trúc học phần: Số TC: 3 (LT:2; BT:1)
- 1.4. Học phần tiên quyết: Cơ học lượng tử - Mã số: TN668
- 1.5. Bộ môn phụ trách giảng dạy: Vật lý; Khoa/Viện: Khoa học tự nhiên.
- 1.6. Thông tin giảng viên:
 - 1) Họ và tên Giảng viên: PGS.TS. NGUYỄN THÀNH TIÊN, Trường Đại Học Cần Thơ - Địa chỉ liên hệ: ĐT: 0907 851285 Email: nttien@ctu.edu.vn
 - 2) TS. NGUYỄN TRÍ TUẤN, Trường Đại Học Cần Thơ.

2. MÔ TẢ HỌC PHẦN

Quang học lượng tử là chủ đề nghiên cứu các hiện tượng quang trên cơ sở lượng tử hóa ánh sáng như chùm hạt photon nhiều hơn dựa trên cơ sở ánh sáng là sóng điện từ. Về cơ bản nó dựa trên lý thuyết lượng tử nhưng quan trọng là ứng dụng cơ học lượng tử vào các hiện tượng quang. Đây là lĩnh vực rất phát triển của khoa học vật lý trong khoảng ¼ thế kỷ qua. Nó đang tiếp tục phát triển, nên học viên cần nắm bắt nền tảng cơ bản và tiếp cận các kết quả nghiên cứu mới liên quan.

- Người học sẽ hiểu các phương pháp lượng tử hóa trường điện từ.
- Người học sẽ hiểu và vận dụng các phương pháp vật lý lượng tử khi khảo sát sự tương tác của bức xạ điện từ, đặc biệt là laser với vật chất
- Biết vận dụng các quy luật lượng tử để phân tích một tín hiệu quang cơ bản và hiểu quy luật hoạt động của một số thiết bị quang thế hệ mới

3. MỤC TIÊU HỌC PHẦN

3.1. Giới thiệu tổng quát về học phần

Học phần này thuộc khối kiến thức bổ sung, sẽ giảng dạy cho học viên các nội dung về

- Trường điện từ cổ điển và phương pháp lượng tử hóa trường điện từ.
- Các khái niệm vật lý lượng tử liên quan đến các đại lượng quang như toán tử mật độ, các toán tử trộn...
- Các hiện tượng tương tác trường điện từ đặc biệt là tương tác laser với vật chất
- Khảo sát các hệ hai mức và các hóc quang
- Tìm hiểu các phương pháp đo lường, phân tích dữ liệu quang và tính toán lượng tử
- Giới thiệu một số linh kiện quang cơ bản
- Làm bài tập của mỗi chương

3.2. Nội dung chi tiết học phần

NỘI DUNG HỌC PHẦN

Chương	Tiết (LT/BT/TH)
<p>Chương 1. Trường điện từ cổ điển</p> <p>1.1. Phương trình Maxwell trong chân không</p> <p>1.2. Phương trình Maxwell trong chân không</p> <p>1.3. Dao động tử Dipole tuyến tính</p> <p>1.4. Hiện tượng kết hợp</p> <p>1.5. Laser điện tử tự do</p> <p>1.6. Bài tập</p> <p><i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu: [1][2]</i></p>	2/1
<p>Chương 2. Quang phi tuyến cổ điển</p> <p>2.1. Dao động tử Dipole tuyến tính</p> <p>2.2. Phương trình liên kết các mode</p> <p>2.3. Hiện tượng phi tuyến lập phương</p> <p>2.4. Trộn sóng với các tần số bơm suy biến khác nhau</p> <p>2.5. Độ điện cảm phi tuyến</p> <p>2.6. Bài tập</p> <p><i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu [1][2]</i></p>	3/1
<p>Chương 3. Cơ sở lượng tử</p> <p>3.1. Lý thuyết nhiễu loạn phụ thuộc thời gian</p> <p>3.2. Tương tác trường với nguyên tử - hệ hai mức</p> <p>3.3. Chân không và hàm sóng nhiều hạt</p> <p>3.4. Dao động tử điều hòa đơn giản</p> <p>3.5. Bài tập</p> <p><i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu [1][2][3]</i></p>	2/1
<p>Chương 4. Hiện tượng trộn và toán tử mật độ</p> <p>4.1. Sự tắt dần hai mức</p> <p>4.2. Ma trận mật độ</p> <p>4.3. Mô hình vector của ma trận mật độ</p> <p>4.4. Bài tập</p> <p><i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu [1] [2][3]</i></p>	3/1
<p>Chương 5. Tương tác trường trong môi trường liên tục</p> <p>5.1. Sự phân cực của môi trường hai mức</p> <p>5.2. Môi trường mở rộng không đồng nhất</p>	3/1

Chương	Tiết (LT/BT/TH)
5.3. Tương tác sóng với môi trường liên tục 5.4. Mô hình hai mức hai photon 5.5. Sự phân cực trong môi trường bán dẫn 5.6. Bài tập <i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu [1] [2][3]</i>	
Chương 6. Các hiệu ứng cơ của ánh sáng 6.1. Tương tác trường nguyên tử 6.2. Hiện tượng lạnh Doppler 6.3. Hiệu ứng Kapitza-Dirac gần cộng hưởng 6.4. Giao thoa nguyên tử 6.5. Bài tập <i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu [1] [2][3]</i>	3/1
Chương 7. Giới thiệu lý thuyết laser 7.1. Phương trình laser tự hợp 7.2. Biên độ và tần số trạng thái ổn định 7.3. Sóng đứng, sự mở rộng doppler 7.4. Sự hoạt động hai mode và laser vòng 7.5. Sự khóa mode 7.6. Laser bán dẫn đơn mode 7.7. Bài tập <i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu [1][4]</i>	3/1
Chương 8. Phổ bão hòa 8.1. Khảo sát hệ số hấp thụ 8.2. Hiệu ứng Stack động lực 8.3. Môi trường mở rộng không đồng nhất 8.4. Phổ bão hòa ba mức 8.5. Các trạng thái tối và các trạng thái trong suốt 8.6. Ứng dụng khảo sát tương tác electron-phonon <i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu [1][4]</i>	3/1
Chương 9. Trộn ba bốn sóng 9.1. Sự liên hợp pha trong môi trường hai mức 9.2. Hệ số mode liên kết hai mức	3/1

Chương	Tiết (LT/BT/TH)
9.3. Phổ điều biến 9.4. Liên hợp pha không suy biến bởi trộn bốn mức 9.5. Bài tập <i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu [1][4]</i>	
Chương 10. Hiện tượng thay đổi thời gian trong hốc 10.1. Sự giải tỏa dao động trong laser 10.2. Ổ định hoạt động của laser đơn mode 10.3. Hiện tượng khóa đa mode 10.4. Laser mode đơn và mô hình Lorenz 10.5. Bài tập <i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu [1][3]</i>	3/1
Chương 11. Lượng tử trường 11.1. Lượng tử trường đơn mode 11.2. Lượng tử trường đơn mode 11.3. Trường đơn mode trong môi trường cân bằng nhiệt 11.4. Các trạng thái kết hợp 11.5. Lượng tử hóa trường Schrodinger 11.6. Phương trình Gross-Pitaevskii 11.7. Bài tập <i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu [1][2][3]</i>	3/1
Chương 12. Tương tác giữa nguyên tử và trường lượng tử 12.1. Các trạng thái mặc áo 12.2. Mô hình Jaynes-Cummings 12.3. Phát xạ tự phát trong không gian tự do 12.4. Phách lượng tử 12.5. Bài tập <i>Để học tốt chương này học viên tham khảo các tài liệu [1][4]</i>	2/1

4. PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY VÀ ĐÁNH GIÁ

- 4.1. **Phương pháp giảng dạy:** học phần được giảng dạy kết hợp gồm lý thuyết (30 tiết), bài tập (15 tiết), trong quá trình học học viên sẽ thảo luận tại lớp kết hợp với hoạt động học thuật (báo cáo chuyên đề tự chọn liên quan môn học).
- 4.2. **Phương pháp đánh giá:**

- **Thảo luận nhóm và trình bày trên lớp: 30%**
- **Kiểm tra kết thúc học phần: 70%**

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO CỦA HỌC PHẦN

- [1] Mark Fox, Quantum Optics - An Introduction, Oxford University Press (2006).
- [2] Vlatko Vedral, Quantum Optics, Imperial College Press (2005).
- [3] Pierre Meystre and Murray Sargent III, Elements of Quantum Optics, Springer Berlin Heidelberg New York (2007).
- [4] F.J. Duarte, Quantum Optics for Engineer, CRC Press Taylor & Francis Group (2014).

Duyệt của đơn vị
TL. HIỆU TRƯỞNG
TRƯỞNG KHOA/VIỆN

Ngày 09 tháng 10 năm 2017
Người biên soạn

PGS.TS. NGUYỄN THÀNH TIÊN