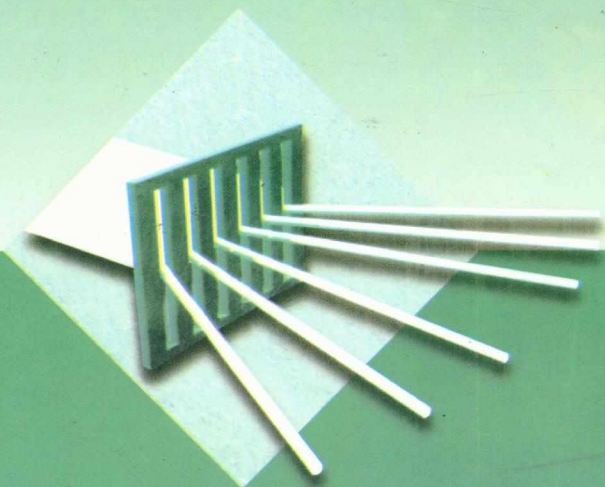




GT.0000027357

# Quang học sóng



NGUYỄN  
OC LIÊU



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM



HACHETTE  
*Supérieur*



"Cuốn sách này được xuất bản trong khuôn khổ Chương trình Đào tạo Kỹ sư Chất lượng cao tại Việt Nam, với sự trợ giúp của Bộ phận Văn hóa và Hợp tác của Đại Sứ quán Pháp tại nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam".

*"Cet ouvrage, publié dans le cadre du Programme de Formation d'Ingénieurs d'Excellence au Vietnam bénéficie du soutien du Service Culturel et de Coopération de l'Ambassade de France en République socialiste du Vietnam".*

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

Chủ tịch Hội đồng Thành viên kiêm Tổng Giám đốc NGUYỄN NGÔ TRẦN ÁI  
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập GS.TS VŨ VĂN HÙNG

*Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung:*

Phó Tổng biên tập NGÔ ÁNH TUYẾT  
Giám đốc Công ty CP Sách ĐH-ĐN NGÔ THỊ THANH BÌNH

*Biên tập nội dung:*

LÊ HÙNG

*Trình bày bìa:*

LÊ HOÀNG HẢI

*Sửa bản in:*

PHẠM THỊ NGỌC THẮNG

*Chế bản:*

ĐOÀN VIỆT QUÂN

# Quang học sóng

(Tái bản lần thứ ba)

Chủ biên :

JEAN - MARIE BRÉBEC

Giáo sư giảng dạy các lớp dự bị đại học  
trường Lixé Saint - Louis ở Paris

JEAN - NOËL BRIFFAUT

Giáo sư giảng dạy các lớp dự bị đại học  
trường Lixé Descartes ở Tours

PHILIPPE DENÈVE

Giáo sư giảng dạy các lớp dự bị đại học  
trường Lixé Henri - Wallon ở Valenciennes

THIERRY DESMARAIS

Giáo sư giảng dạy các lớp dự bị đại học  
trường Lixé Vaugelas ở Chambéry

ALAIN FAVIER

Giáo sư giảng dạy các lớp dự bị đại học  
trường Lixé Champollion ở Grenoble

MARC MÉNÉTRIER

Giáo sư giảng dạy các lớp dự bị đại học  
trường Lixé Thiers ở Marseilles

BRUNO NOËL

Giáo sư giảng dạy các lớp dự bị đại học  
trường Lixé Champollion ở Grenoble

CLAUDE ORSINI

Giáo sư giảng dạy các lớp dự bị đại học  
trường Lixé Dumont - d'Urville ở Toulon

Người dịch : PHÙNG QUỐC BẢO

**NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM**

**Năm thứ hai**

**PC - PC\***

**PSI-PSI\***

# Optique ondulatoire

sous la direction de

JEAN - MARIE BRÉBEC  
Professeur en Classes Préparatoires  
au Lycée Saint - Louis à Paris

PHILIPPE DENÈVE  
Professeur en Classes Préparatoires  
au Lycée Henri - Wallon à Valenciennes

THIERRY DESMARAIS  
Professeur en Classes Préparatoires  
au Lycée Vaugelas à Chambéry

ALAIN FAVIER  
Professeur en Classes Préparatoires  
au Lycée Champollion à Grenoble

MARC MÉNÉTRIER  
Professeur en Classes Préparatoires  
au Lycée Thiers à Marseille

BRUNO NOËL  
Professeur en Classes Préparatoires  
au Lycée Champollion à Grenoble

CLAUDE ORSINI  
Professeur en Classes Préparatoires  
au Lycée Dumont - d'Urville à Toulon

2<sup>de</sup> année

PC - PC\*  
PSI-PSI\*



HACHETTE  
*Supérieur*

# Lời nói đầu

Bộ sách này viết theo chương trình mới của các lớp dự bị đại học, bắt đầu áp dụng vào dịp khai trường tháng 9/1995 đối với các lớp năm thứ nhất MPSI, PCSI và PTSI, và khai trường tháng 9/1996 đối với các lớp năm thứ hai MP, PC, PSI.

Phù hợp với tinh thần của chương trình mới, bộ sách này đề xuất một sự đổi mới trong việc giảng dạy các môn vật lý và hóa học ở các lớp dự bị.

- Trái với truyền thống đã ăn sâu bén rễ, theo đó vật lý học bị hạ xuống hàng một sản phẩm phụ của toán học, các hiện tượng chỉ được khảo sát ở khía cạnh tính toán, các tác giả đã tìm cách đặt toán học vào vị trí đúng của nó, dành ưu tiên cho sự suy nghĩ và biện luận vật lý, và nhấn mạnh các tham số có ý nghĩa và các quan hệ gắn bó chúng với nhau.

- Vật lý học là một khoa học thực nghiệm và phải được giảng dạy với tư cách là như vậy. Các tác giả đã đặc biệt chăm lo việc mô tả các thiết bị thí nghiệm, mà không coi nhẹ khía cạnh thực hành. Mong rằng sự cố gắng của họ sẽ thúc đẩy các giáo sư và các học sinh nâng cao các hoạt động thực nghiệm, hoặc thúc đẩy họ thực hiện các hoạt động đó, chúng bao giờ cũng có tác dụng đào tạo rất lớn.

- Vật lý học không phải là một môn khoa học tách rời thực tế, chỉ chăm lo những tư liệu không liên quan đến thực tế công nghệ. Mỗi khi đề tài cho phép, các tác giả đã dành một vị trí rộng rãi cho các ứng dụng khoa học hoặc công nghiệp, nhằm gây hứng thú cho các nhà nghiên cứu và các kỹ sư tương lai.

- Vật lý học không phải là một môn khoa học cách li và bất biến, nó là sản phẩm của một thời đại và không tự tách khỏi phạm vi hoạt động của con người. Các tác giả đã không coi nhẹ sự viện dẫn về lịch sử các khoa học để mô tả sự tiến triển của các mô hình lý thuyết, cũng như để đặt lại các thí nghiệm vào đúng ngữ cảnh của chúng.

Nhóm tác giả do Jean-Marie BRÉBEC điều phối, bao gồm những giáo sư các lớp dự bị rất có kinh nghiệm, nắm được một thực tiễn lâu dài về các kì thi tuyển sinh vào các trường đại học, và có uy tín khoa học được mọi người công nhận. Nhóm tác giả này đã giữ quan hệ chặt chẽ với các tác giả của bộ sách của DURANDEAU và DURUPHY viết cho các lớp cấp hai các trường trung học. Như vậy các sách cho các lớp dự bị tiếp nối một cách hoàn hảo các sách cho các lớp trung học, về hình thức cũng như về tinh thần.

Chắc chắn rằng các sách này là những công cụ hữu ích đối với sinh viên để luyện thi có hiệu quả, cũng như để thu nhận được một trình độ khoa học vững chắc.

J.P. DURANDEAU

Nhiều ảnh chụp, hình mô phỏng và sơ đồ minh họa là ưu thế của cuốn sách giáo khoa này. Nhờ đó mà các khái niệm quan trọng được trình bày một cách giản dị. Các đặc trưng của nguồn sáng và đầu thu (xem chương 1) cho phép đề cập đến những hiện tượng giao thoa nằm trong hai nhóm: giao thoa do chia mặt sóng (diễn hình là hai khe YOUNG) và giao thoa do chia biên độ (diễn hình là giao thoa kế MICHELSON). Sau khi được nghiên cứu trong ánh sáng đơn sắc, các hiện tượng giao thoa hai sóng này được khảo sát trong ánh sáng không đơn sắc. Tiếp theo, cuốn sách này trình bày hiện tượng nhiễu xạ cùng với tất cả các hệ quả của nó. Ba chương cuối cùng là các bài thực tập về:

- Giao thoa kế MICHELSON: Các quy trình điều chỉnh và thao tác được nói đến trong bài cho phép làm chủ được thiết bị này.

- Máy quang phổ cách tử: các đặc trưng và tính chất cơ bản của cách tử được khảo sát và đo đạc.

- Nghiên cứu sự phân cực của ánh sáng: việc sử dụng các kính phân cực và bản làm chậm pha ( $\frac{\lambda}{2}$  và  $\frac{\lambda}{4}$ ) cho phép tạo ra và phân tích ánh sáng phân cực.

# Mục lục

Lời nói đầu .....	5
Mục lục .....	6
<b>1</b> Sóng ánh sáng .....	7
<b>2</b> Đại cương về giao thoa trong quang học .....	37
<b>3</b> Giao thoa do chia mặt sóng .....	53
<b>4</b> Giao thoa do chia biên độ .....	85
<b>5</b> Giao thoa hai sóng trong ánh sáng không đơn sắc .....	125
<b>6</b> Nhiễu xạ của sóng ánh sáng .....	151
<b>7</b> Giáo trình thực tập: Giao thoa kế MICHELSON.....	197
<b>8</b> Giáo trình thực tập: Máy quang phổ cách tử .....	225
<b>9</b> Giáo trình thực tập: Nghiên cứu sự phân cực của sóng ánh sáng .....	245
<i>Phụ lục 1</i> : Phép biến đổi FOURIER .....	283
<i>Phụ lục 2</i> : Giao thoa kế MICHELSON, kiểu Mich-2 (SOPRA) .....	286



# SÓNG ÁNH SÁNG



## Mở đầu

*Mặc dù ánh sáng được cấu tạo từ những sóng điện từ nhưng quang học không đơn giản là một ngành của điện từ học.*

*Tần số sóng ánh sáng, bản chất của nguồn sáng cũng như của các đầu thu ánh sáng là đối tượng của một môn học hoàn toàn độc lập với những phương pháp riêng của mình.*

*Chương này trình bày về sóng ánh sáng và những công cụ cần thiết để nghiên cứu chúng dựa trên những vấn đề thực nghiệm. Những vật nào phát xạ ánh sáng và hơn thế nữa là làm thế nào mà chúng ta cảm nhận được ánh sáng?*

## M U C T I Ê U

- Những khái niệm cơ bản về các đặc trưng của nguồn sáng và đầu thu ánh sáng.
- Cấu trúc của sóng ánh sáng.
- Những khái niệm biên độ và cường độ.
- Xác định pha của sóng đơn sắc.
- Quang lộ.

---

## ĐIỀU CẦN BIẾT TRƯỚC

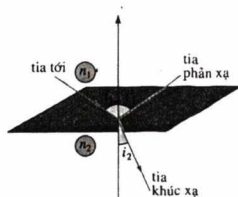
- Biểu diễn phức của hàm sin động
- Các định luật SNELL-DESCARTES và khái niệm tương điểm.

# 1 Một vài thí nghiệm

## 1.1. Mô hình quang hình học

Sự phản xạ của gương, sự chiếu phim đèn chiếu, sự nhìn của mắt là những hiện tượng quang học quen thuộc. Để mô tả những hiện tượng này, chúng ta chỉ cần biểu diễn ánh sáng bằng những tia sáng tuân theo các định luật SNELL-DESCARTES. Đó là mô hình quang hình học (xem H-prépa, Quang học năm thứ nhất) mà dưới đây chúng ta sẽ nhắc lại những điểm chủ yếu.

- Ánh sáng truyền theo những quỹ đạo được gọi là những tia sáng.
  - Những môi trường trong suốt được đặc trưng bằng chiết suất  $n$  của nó. Chiết suất này có thể phụ thuộc vào màu sắc của ánh sáng.
  - Trong môi trường đồng chất, các tia sáng là những đường thẳng. Tại mặt phân cách giữa hai môi trường, một tia sáng tới có thể cho một tia truyền qua (tia khúc xạ) và một tia phản xạ. Phương truyền của những tia này liên hệ với nhau theo các định luật SNELL-DESCARTES (h.1a).
  - Khi hai chùm sáng cùng chiếu vào một vật, công suất ánh sáng mà vật nhận được sẽ bằng tổng các công suất của từng chùm sáng riêng biệt.
- Tuy nhiên, trong một số trường hợp, mô hình quang hình học tỏ ra kém khuyết.



Hình 1a. Các định luật SNELL-DESCARTES:

- Mặt phẳng tới được xác định bởi tia tới và pháp tuyến của một lưỡng chất.
- Tia phản xạ và tia khúc xạ đều nằm trong mặt phẳng tới.
- Định luật phản xạ:  $i_1 = r_1$ .
- Định luật khúc xạ:  $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ .

## 1.2. Màu sắc của các bản mỏng

Đôi khi chúng ta gặp những bản trong suốt có độ dày nhỏ hơn  $1\mu\text{m}$ : bột xà phòng (h.1b), váng dầu trên mặt nước, vệt chất tẩy rửa trên mặt kính v.v... Khi được chiếu bằng ánh sáng tự nhiên (ánh sáng trắng), những bản mỏng này phản xạ ánh sáng có màu sắc tùy thuộc vào độ dày của bản. Hiệu ứng này không thể được giải thích theo mô hình quang hình học: chẳng phải do sự biến thiên của chiết suất theo màu sắc mà cũng chẳng phải do sự hấp thụ một số màu sắc của các phân tử trong bản. Để giải thích đúng đắn những quan sát thực nghiệm này, chúng ta cần phải coi ánh sáng như một sóng, nghĩa là như một đại lượng dao động theo thời gian và theo vị trí trong không gian.



Hình 1b. Màng bong bóng xà phòng.

## 1.3. Nhiễu xạ ánh sáng

Ban đêm khi nhìn một vật sáng qua một tấm lưới có mắt lưới dạng chữ nhật, chúng ta sẽ thấy ảnh của vật sáng có thêm những vệt sáng theo phương vuông góc với các sợi của tấm lưới (h.2).

Không thể có một sự giải thích quang hình học thoả đáng; nguyên lí về sự truyền thẳng của ánh sáng trong môi trường đồng chất không còn đúng nữa ở những kích thước nhỏ của mắt lưới và chúng ta chỉ có thể giải thích hiện tượng nhiễu xạ này bằng cách xem ánh sáng là một sóng.

## 1.4. Phản xạ trên mặt đĩa CD

Ánh sáng phản xạ trên mặt đĩa CD có màu sắc cầu vồng: ánh sáng trắng tới mặt đĩa bị phân tích giống như khi nó đi qua lăng kính nhưng sự tán sắc ở đây mạnh hơn và nguyên nhân tán sắc cũng khác.

Ánh sáng phản xạ trên bề mặt của đĩa CD trên đó những thông tin được mã hóa dưới dạng thành những khắc dọc theo những đường song song với nhau. Các định luật quang hình học về phản xạ ánh sáng không đề cập đến sự làm lệch chùm sáng do phản xạ phụ thuộc màu sắc của ánh sáng tới. Một lần nữa, chỉ có mô hình sóng của ánh sáng mới giúp chúng ta hiểu được hiện tượng này.



Hình 2. Ngọn đèn khi nhìn qua tấm lưới: ánh sáng đen bị nhiễu xạ bởi tấm lưới.