

NGUYỄN HỮU TÂM

*(Biên soạn)*

# **NHỮNG ỨNG DỤNG MỚI NHẤT CỦA LASER**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

**HÀ NỘI - 2003**

**Chịu trách nhiệm xuất bản** : PGS. TS. TÔ ĐĂNG HẢI  
**Biên tập** : KIM ANH - PHẠM VĂN  
**Sửa bản in** : PHẠM VĂN  
**Vẽ bìa** : HƯƠNG LAN

Mã số  $\frac{53}{383 - 9 - 03}$   
KHKT - 2003

---

In 500 cuốn, khổ 14,5 x 20,5 cm, tại Nhà in Khoa học và công nghệ

Giấy phép xuất bản số 383 - 9 - ngày 9/4/2003

In xong và nộp lưu chiểu tháng 7/2003

## LỜI NÓI ĐẦU

*Trong cuốn sách nhỏ này, chúng tôi tập hợp và tóm gọn một số bài báo đã đăng thời gian gần đây trên **Scientific American**, một tờ tạp chí phổ biến khoa học nổi tiếng của Mỹ. Để mở đầu, chúng tôi đề cập tới những hiểu biết cơ bản về vật lý laser, có nhấn mạnh các thuật ngữ, khái niệm, hiệu ứng... để bạn đọc tiện theo dõi các phần sau. Sau đó chúng tôi đưa ra các ứng dụng của laser, có nhấn mạnh tới những ứng dụng quan trọng nhất. Mặc dù ở phần đầu đã giới thiệu khá kỹ nguyên tắc vật lý của chúng, nhưng ở mỗi chương chúng tôi vẫn không quên nhắc lại các khái niệm cơ bản để bạn đọc dù chưa quen với vật lý cũng khỏi ngỡ ngàng. Bởi các chương đều mang tính độc lập với nhau, bạn đọc hoàn toàn có thể đọc "nhảy cóc", nghĩa là mở bất kỳ chương nào mà bạn quan tâm. Hy vọng cuốn sách này sẽ bổ ích cho các nhà kỹ thuật, các kỹ sư, bác sỹ, giáo viên... đã hoặc sẽ làm quen với các ứng dụng kỹ thuật laser vào công việc của mình, nhưng trước hết là các em sinh viên các trường đại học và cao đẳng có mong muốn tìm hiểu một ngành hết sức hiện đại và đang càng ngày càng phổ biến ở nước ta, bước đầu đã có những ứng dụng trong tin học, truyền thông, y tế, nghiên cứu khoa học..., nhằm giúp các em khi ra trường vững tin hơn trong công việc.*

Nhân đây, trước hết xin cảm ơn em trai tôi là Kỹ sư Nguyễn Hữu Chí ở Munich đã cung cấp cho tôi những tài liệu gốc vô giá, mà chỉ nhờ có vậy, tôi mới có thể khơi mào được cuốn sách mà tôi hy vọng là chỉ ít, cũng lý thú đôi với bạn đọc, vì nó cho phép cập nhật được một trong những ngành trọng điểm, có ứng dụng hết sức rộng lớn của vật lý.

Xin cảm ơn GS. VS. Đặng Vũ Minh, Giám đốc TTKHTN&CNQG, người đã quan tâm và đặt nhiều hy vọng ở cuốn sách. Xin cảm ơn Nhà Xuất bản Khoa học Kỹ thuật đã giúp đỡ cho cuốn sách ra đời.

Cũng xin cảm ơn GS. Chu Đình Thuý và các đồng nghiệp ở Trung tâm Điện tử học Lượng tử, TTKHTN&CNQG vì sự hỗ trợ tinh thần rất đáng trân trọng. Xin cảm ơn các Anh Nguyễn Hữu Khôi, Nguyễn Ngọc Dũng, TTKHTN&CNQG, Anh Phan Bá, ĐHKQTQS và Chị Trần Thu Hà, Bệnh viện Hữu nghị Việt - Đức Hà Nội, những đồng nghiệp thân thiết đã nhiệt tình hợp tác trong những phần ứng dụng chuyên ngành tương ứng.

Cuối cùng, xin cảm ơn vợ con tôi đã thông cảm và tạo nhiều điều kiện vật chất cũng như tinh thần hàng ngày để tôi có thể hoàn thành được cuốn sách này.

Tác giả

TS. NGUYỄN HỮU TÂM

## MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
LỜI NÓI ĐẦU .....	3
1. Laser: Các cơ sở vật lý hay là nguyên tắc hoạt động, các tính chất và phân loại chúng .....	7
2. Lịch sử phát triển, tiềm năng, triển vọng .....	61
3. Xung laser siêu ngắn.....	87
4. Làm lạnh khí bằng tia laser .....	97
5. Ứng dụng kỹ thuật laser trong y học .....	109
6. Vi kỹ thuật laser trong công nghệ sinh học.....	141
7. Gia công vật liệu.....	157
8. Điều khiển các phản ứng hoá học bằng tia laser.....	211
9. Ứng dụng kỹ thuật laser vào quân sự.....	233
10. Laser điểm lượng tử.....	247
11. Xử lý thông tin.....	261
12. Đo lường bằng laser .....	321
13. Những phát kiến mới .....	367
14. Laser điện tử tự do.....	393
15. Kỹ thuật hiển thị bằng laser để phục vụ phép chiếu ảnh lớn .....	415



# 1.

## *Laser: Các cơ sở vật lý hay là nguyên tắc hoạt động, các tính chất và phân loại chúng*

### 1.1. NHẬP MÔN

Cách đây hơn 40 năm, lần đầu tiên laser ra đời với tư cách là một nguồn sáng có nhiều tính chất kỳ diệu đến mức ngay cả những nhà kỹ thuật giàu trí tưởng tượng nhất cũng

chưa có thể lường tượng được có bao nhiêu ứng dụng để có thể tận dụng hết những đặc tính ưu việt của ánh sáng mà laser phát ra. Thậm chí khi đó còn có người dăm mĩa mai: "Laser là lời giải cho sự tìm kiếm một vấn đề". Ngày nay nói đến laser thì chắc chắn rằng bất cứ ai cũng phải mỉm cười trước một câu ngớ ngẩn như vậy, bởi vì laser đã đi vào đời sống thường nhật tới mức mà trước đây chẳng có ai có thể tưởng tượng nổi.

Rất nhiều gia đình ở nước ta đã có máy vi tính và kèm theo nó tất nhiên là có một máy in laser. Số các gia đình có máy phát CD thậm chí còn đông hơn, và ở các máy đó thì ít nhất cũng phải dùng một laser bán dẫn để đọc những thông tin âm nhạc hoặc hình ảnh VCD (*Video Compact Disk*) đã được ghi bằng kỹ thuật số (*digital*) và chuyển chúng vào máy khuếch đại âm thanh hay lên máy truyền hình (trường hợp VCD). Các pin cho máy ghi âm cũng được hàn bằng laser rắn Neodym để không bị chảy.

Các bác sỹ chuyên khoa mắt dùng laser ion argon để hàn võng mạc, còn các bác sỹ ngoại khoa lại dùng *dao mổ* bằng đầu laser khí cacbonic, với ưu việt của phương pháp là nhờ nó có thể tiết kiệm rất nhiều cho bệnh nhân lượng máu mất đi trong một lần giải phẫu.

Với một trong những căn bệnh thế kỷ là ung thư, nhờ ánh sáng của laser màu đã được điều chỉnh chính xác về vạch cần dùng, truyền qua sợi thuỷ tinh quang học để chiếu lên các khối u của bệnh nhân. Như có phép màu, các khối u sẽ tự huỷ nếu là ác tính và được giữ nguyên nếu là lành tính. Một thủ thuật



dáng lưu ý là các u này trước đó phải được quét chất màu hấp thụ chính bước sóng này, và các nhà khoa học đã phát hiện là chỉ có các u ác mới hấp thụ ánh sáng này, trong khi u lành lại không hấp thụ bước sóng đó. Phương pháp siêu việt này có tên gọi là quang động học.

Trong xây dựng, laser khí heli-neon được sử dụng làm tia định hướng chuẩn (dây dọi) là không thể thiếu được. Trên đây chỉ liệt kê những ứng dụng dễ thấy nhất, còn trong thực tế nếu muốn liệt kê đầy đủ thì bảng liệt kê này có thể kéo dài tùy ý, bởi lẽ mỗi ngày lại có thêm những ứng dụng mới cũng như các loại laser mới.

Ngày nay ngay cả với các chuyên gia laser cũng khó có thể có một cái nhìn khái quát về tất cả những thành tựu mới trong lĩnh vực này. Bởi vì mỗi năm có không biết bao hội nghị với hàng ngàn nhà khoa học tham gia báo cáo và thảo luận về đề tài này, số bài báo đăng trên các tạp chí chuyên ngành nhiều vô kể. Bởi vậy, ngoài những cuốn sách tổng kết các ứng dụng mới nhất của laser, thì điều quan trọng hơn là bất cứ ai quan tâm tới khoa học và công nghệ laser cũng phải trang bị cho mình những hiểu biết cơ bản về các cơ sở vật lý của laser trước khi tìm hiểu thông tin về những thành tựu quan trọng nhất trong lĩnh vực này, bởi vì công nghệ laser ngày nay đã trở thành một công nghệ vừa mang tính mở đường, lại vừa là nền tảng cho các thành tựu khoa học khác trong thế kỷ mới, thế kỷ của khoa học và công nghệ.

Bởi vậy tác giả mong bạn đọc, trước khi tìm hiểu các chương sau là các ứng dụng cụ thể, hết sức kỳ thú của laser,

hãy dành chút ít thời gian đọc kỹ chương này, nếu bạn đọc đã lỡ quên những kiến thức cơ bản của môn vật lý ở cuối bậc phổ thông hay những năm đầu đại học.

## 1.2. CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA LASER

So với những tiến bộ đặc biệt của vật lý hạt nhân, vật lý vô tuyến và vật lý bán dẫn thì cho đến những năm 50 thế kỷ 20, quang học vẫn là một ngành được coi là cổ điển nhất của vật lý học. Nhưng với phát minh ra laser làm nguồn sáng và khuếch đại ánh sáng vào những năm 60 của thế kỷ 20 thì ngành quang học đã thực sự trải qua một cuộc cách mạng. Cùng với laser, đã hình thành trong vật lý một ngành mới là "*Điện tử học lượng tử - Quantum electronics*", nó phát triển như vũ bão làm cho chúng ta đều cảm thấy rất khó nắm bắt. Cũng từ ngành điện tử học lượng tử này, với tốc độ phát triển chóng mặt vì những ứng dụng vô biên của nó mà gần đây lại hình thành thêm một ngành mới là "*Quang tử - Photonics*". Ở các chương sau sẽ đề cập tới ảnh hưởng của laser đến các lĩnh vực quan trọng nhất của khoa học và công nghệ.

Cơ sở lý thuyết của laser chính là tiên đề của Einstein, phát biểu vào năm 1917 để dẫn ra công thức bức xạ Planck. Einstein giả thiết rằng, khi có tương tác giữa ánh sáng với các nguyên tử thì cùng với sự hấp thụ một lượng tử ánh sáng, còn xảy ra hai loại bức xạ khác nhau: đó là *bức xạ tự phát* và *bức xạ cưỡng bức* một lượng tử ánh sáng được gây ra bởi một lượng tử ánh sáng khác trong nguyên tử đã được kích thích.