

BỆNH VIỆN DA LIỄU TRUNG ƯƠNG - TRƯỜNG ĐẠI HỌC Y HÀ NỘI
CHỦ BIÊN: PGS.TS. NGUYỄN VĂN THƯỜNG

ỨNG DỤNG LASER TRONG CHUYÊN NGÀNH DA LIỄU

NHÀ XUẤT BẢN Y HỌC
HÀ NỘI - 2019

CHỦ BIÊN:

PGS.TS. Nguyễn Văn Thường

BAN BIÊN SOẠN:

PGS.TS. Nguyễn Văn Thường

PGS.TS. Nguyễn Hữu Sáu PGS.TS.

Lê Hữu Doanh TS.BS. Nguyễn

Trọng Hào TS.BS. Phạm Cao Kiêm

ThS.BS. Nguyễn Hồng Sơn

ThS.BS. Phương Quỳnh Hoa

ThS.BS. Trịnh Minh Trang ThS.BS.

Nguyễn Tiến Thành BS. Đinh Hữu

Nghị BS. Trần Thị Thanh Tâm BS.

Dương Thị Thúy Quỳnh BS.

Nguyễn Thị Tuyền BS. Đỗ Thiện

Trung

THƯ KÝ:

ThS.BS. Nguyễn Hồng Sơn

SỬA BẢN IN:

ThS.BS. Nguyễn Hồng Sơn

BS. Trịnh Thị Linh

BS. Nguyễn Duy Nhâm

BS. Phan Thị Bình Minh

BS. Hoàng Thị Hoài

LỜI GIỚI THIỆU

Là một trong hai trường đại học trọng điểm quốc gia trong lĩnh vực khoa học về sức khỏe, nâng cao chất lượng dạy và học là mục tiêu hàng đầu của trường Đại học Y Hà Nội, trong đó việc biên soạn giáo trình tài liệu giảng dạy, tham khảo được đặc biệt ưu tiên.

Sách “ứng dụng laser trong chuyên ngành da liễu” được biên soạn nhằm phục vụ chủ yếu cho nhu cầu nâng cao kiến thức chuyên môn cho các bác sĩ, các học viên sau đại học trong các bệnh viện, trường đại học y. Sách “ứng dụng laser trong chuyên ngành Da liễu” được biên soạn công phu, cung cấp những kiến thức chuyên sâu, cập nhật về công nghệ laser và những ứng dụng của laser trong chuyên ngành Da liễu. Cuốn sách là tài liệu tham khảo, tự học quý báu cho các bác sĩ da liễu nói chung cũng như các bác sĩ thực hành laser nói riêng.

Cuốn sách này được biên soạn bởi các bác sĩ, chuyên gia giàu kinh nghiệm trong điều trị bệnh da, thẩm mỹ da bằng công nghệ laser của Bệnh viện Da liễu Trung ương và Bộ môn Da liễu, trường Đại học Y Hà Nội. Chúng tôi xin được trân trọng giới thiệu cuốn sách “ứng dụng laser trong chuyên ngành Da liễu” tới các độc giả và hy vọng cuốn sách sẽ giúp ích nhiều trong công tác giảng dạy, đào tạo của chuyên ngành Da liễu.

GS.TS. Tạ Thành Văn



Hiệu trưởng Trường Đại học Y Hà Nội

LỜI NÓI ĐẦU

Chuyên ngành Da liễu là chuyên ngành có lịch sử lâu dài và đang phát triển mạnh mẽ. Trong xu hướng toàn cầu hóa về chăm sóc sức khỏe toàn diện, vấn đề chăm sóc và thẩm mỹ da đang được xã hội đặc biệt quan tâm. Tuy nhiên, để đáp ứng được nhu cầu ngày một cao của người bệnh cũng như khách hàng, các bác sĩ cần phải thường xuyên trau dồi kiến thức, cập nhật các kỹ thuật mới trong khu vực và trên thế giới. Đây là trách nhiệm và cũng là thách thức lớn đối với chuyên ngành Da liễu.

Công nghệ laser là một trong những công nghệ hiện đại có nhiều ứng dụng trong lĩnh vực thẩm mỹ cũng như bệnh lý da. Để đạt được hiệu quả điều trị cao và hạn chế tối đa tai biến, các bác sĩ cần có kiến thức chuyên sâu về lĩnh vực laser. Đó là lý do ra đời cuốn sách “**Ứng dụng laser trong chuyên ngành Da liễu**”. Đây là một cuốn sách hay với những kiến thức cập nhật nhất, được viết bởi các bác sĩ, chuyên gia đầu ngành có nhiều kinh nghiệm trong lĩnh vực này. Cuốn sách chắc chắn sẽ là một cẩm nang quý báu dành cho các bác sĩ Da liễu nói chung và các bác sĩ thực hành laser nói riêng. Trong khuôn khổ của cuốn sách này, chúng tôi có sử dụng những ảnh minh họa chọn lọc từ chính khoa Laser và sản sóc da của bệnh viện Da liễu Trung ương và những hình ảnh sưu tầm để độc giả dễ hình dung. Mặc dù đã rất cố gắng trong quá trình biên soạn và chỉnh sửa, song đây là lần biên soạn đầu tiên nên chắc chắn không thể tránh khỏi những sai sót, chúng tôi rất mong được sự góp ý của quý đồng nghiệp để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong những lần tái bản sau.

Hà Nội, ngày 10 tháng 01 năm 2019

Thay mặt ban biên soạn



Chủ biên: PGS.TS. Nguyễn Văn Thường Giám đốc Bệnh viện Da liễu Trung ương Trưởng Bộ môn Da liễu - Trường Đại học Y Hà Nội

MỤC LỤC

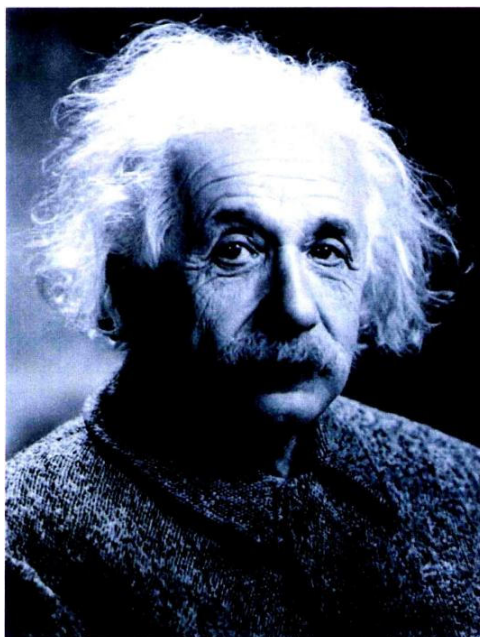
Bài 1: Các tính chất quang học cơ bản của laser	1
	ThS.BS. Nguyễn Hồng Sơn
Bài 2: Tương tác giữa bức xạ laser và mô sinh học	12
	ThS.BS. Nguyễn Hồng Sơn
Bài 3: An toàn trong laser	22
	ThS.BS. Nguyễn Hồng Sơn
Bài 4: Tổng quan về laser trị liệu trong chuyên ngành da liễu PGS.TS.	31
	Nguyễn Văn Thường
Bài 5: ứng dụng laser và các thiết bị phát năng lượng trong da liễu, thẩm mỹ	43
	TS.BS. Nguyễn Trọng Hào
Bài 6: ứng dụng laser công suất thấp trong chuyên ngành da liễu	56
	PGS.TS. Nguyễn Hữu Sáu 67
Bài 7: Lựa chọn và tư vấn người bệnh điều trị laser	ThS.BS. Phương Quỳnh Hoa
Bài 8: Thiết lập một phòng điều trị laser	78
	ThS.BS. Phương Quỳnh Hoa
Bài 9: Hệ thống laser CO ₂ và ứng dụng	87
	TS.BS. Phạm Cao Kiên
Bài 10: Chuẩn bị, chăm sóc người bệnh trong điều trị laser CO ₂	97
	BS. Dương Thị Thúy Quỳnh
Bài 11: Điều trị hạt cơm và sùi mào gà bằng laser CO ₂	108
	BS. Trần Thị Thanh Tâm
Bài 12: Điều trị các thương tổn da lành tính bằng laser CO ₂	118
	BS. Nguyễn Thị Tuyền
Bài 13: Chuẩn bị, chăm sóc người bệnh sau điều trị laser sắc tố và mạch máu.....	128
	ThS.BS. Nguyễn Tiến Thành

Bài 14: Điều trị các thương tổn sắc tố lành tính bằng laser	139
	BS. Đinh Hữu Nghị
Bài 15: Xoá xăm bằng laser.....	150
	BS. Đinh Hữu Nghị
Bài 16: Triệt lông bằng laser	161
	ThS.BS. Trịnh Minh Trang
Bài 17: Điều trị các thương tổn mạch máu bằng laser	172
	BS. Đỗ Thiện Trung
Bài 18: Điều trị bớt rượu vang bằng laser	182
	BS. Đỗ Thiện Trung
Bài 19: Tái tạo bề mặt da bằng laser Er:YAG	191
	PGS.TS. Lê Hữu Doanh
Bài 20: Tái tạo bề mặt da bằng laser CO2 vi điểm.	203
	PGS.TS. Lê Hữu Doanh

CÁC TÍNH CHẤT QUANG HỌC CƠ BẢN CỦA LASER

1. LỊCH SỬ VỀ LASER

Laser là chữ viết tắt của thuật ngữ tiếng Anh “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, có nghĩa là “khuếch đại ánh sáng bằng bức xạ cưỡng bức”. Khái niệm về bức xạ cưỡng bức được nhà vật lý học Albert Einstein đưa ra năm 1917. Trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết về bức xạ cưỡng bức, có thể tạo ra các thiết bị khuếch đại ánh sáng, nếu như quá trình bức xạ cưỡng bức mạnh hơn đáng kể so với quá trình hấp thụ.



Hình 1.1. Nhà bác học Albert Einstein

Tiền thân của các thiết bị laser là maser (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) tức là thiết bị khuếch đại vi sóng bằng bức xạ cưỡng bức. Công trình nghiên cứu về maser được công bố vào năm 1950 bởi Charles H. Townes (Mỹ), Nikolay G. Basov và Aleksandr M. Prokhorov (Xô Viết). Các thiết bị maser được ứng dụng rộng rãi trong thiên văn học, du hành vũ trụ để khuếch đại các tín hiệu radio yếu thu được từ vũ trụ và các vệ tinh nhân tạo.

Maser quang học, tức là laser được đề cập từ năm 1958, khi khả năng ứng dụng nguyên lý maser trong vùng quang học được Townes cùng cộng sự tại viện Lebedev phân tích. Gordon Gould là người đầu tiên dùng thuật ngữ “laser”. Ý tưởng về chế tạo laser của ông được phát sinh từ năm 1958. Tuy nhiên, ông không đăng ký bản quyền. Hai năm sau, năm 1960, thiết bị laser đầu tiên trên thế giới ra đời do công của Theodore Maiman ở Hughes Aircraft Company. Đó chính là laser ruby.

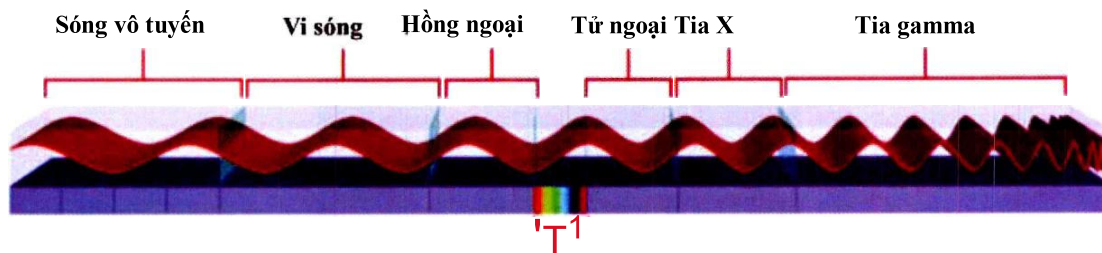
Cho đến nay, rất nhiều thiết bị laser đã được chế tạo. Năm 1961, laser khí đã được chế tạo thành công, đó là laser sử dụng hỗn hợp khí Heli và Neon (laser He-Ne). Năm 1964, tinh thể bán dẫn gallium arsenid, laser tinh thể ytrium aluminium garnet (laser YAG) được chế tạo thành công. Năm 1966, các chất màu pha lỏng khác nhau cũng được sử dụng để chế tạo laser, đó là lớp thiết bị laser màu mà hiện nay chúng ta thường gặp. Các loại laser nói trên đều được sử dụng trong y học.

2. ÁNH SÁNG

2.1. Bức xạ điện từ

Bức xạ điện trường, từ trường (gọi tắt là bức xạ điện từ) tạo thành một phổ liên tục từ năng lượng thấp đến năng lượng cao hay nói cách khác là từ bước sóng dài cho đến bước sóng ngắn. Trong phổ liên tục này, người ta chia nhỏ thành các dải sóng khác nhau. Các dải sóng này thường chồng lấn lẫn nhau và được đặt tên theo ứng dụng thông thường của nó với thứ tự năng lượng từ thấp đến cao. Ánh sáng là một phần của phổ bức xạ điện từ nói chung. Bức xạ điện từ bao gồm:

- Sóng radio (sóng vô tuyến).
- Vi sóng
- Hồng ngoại
- Ánh sáng nhìn thấy
- Tử ngoại
- Tia X
- Tia Gamma



Ánh sáng nhìn thấy
Hình 1.2. Phổ điện từ

2.2. Tính chất lưỡng tính sóng - hạt của bức xạ điện từ

Bức xạ điện từ có tính nhị nguyên, tức là vừa có tính chất sóng vừa có tính chất hạt. Trong một số trường hợp cụ thể nào đó, nó thể hiện tính chất sóng. Trong các trường hợp khác, nó lại thể hiện tính chất hạt. Tính chất sóng được thể hiện ở chỗ nó có vận tốc, tần số, bước sóng, phân cực và các hiện tượng như phản xạ, tán xạ, nhiễu xạ, giao thoa... Tính chất hạt được thể hiện ở chỗ nó có năng lượng, động lượng và có thể trao đổi năng lượng.

Khi nghiên cứu về bức xạ điện từ, các nhà vật lý nhận thấy năng lượng bức xạ điện từ không phải là một đại lượng liên tục, mà là tổng của các đơn vị cơ bản, không thể chia nhỏ hơn được nữa. Nói cách khác, năng lượng bức xạ điện từ tuân theo quy luật lượng tử. Đơn vị lượng tử của bức xạ điện từ là photon hay còn gọi là quang tử.

2.2.1. Tính chất sóng

Sóng điện từ lan truyền trong chân không với vận tốc hằng định 299.792.458m/s, ta thường quy tròn là 300.000.000m/s, ký hiệu là c (m/s).

Số chu kỳ dao động do sóng điện từ thực hiện trong thời gian 1 giây được gọi là tần số, ký hiệu là n (Hz).

Quãng đường sóng lan truyền trong một chu kỳ dao động được gọi là bước sóng, ký hiệu là λ (m).

Mối quan hệ giữa bước sóng và tần số như sau:

$$\lambda = c/n$$

Trong quá trình chuyển động, phương của điện trường cũng như từ trường của sóng điện từ có thể thay đổi theo một quy luật nhất định nào đó.

Điện trường có thể có phương không đổi (ta nói sóng điện từ ở đây phân cực phẳng theo phương thẳng đứng hay nằm ngang) hoặc thay đổi (phân cực tròn trái hay phải...).

Tính chất sóng của bức xạ điện từ còn thể hiện ở chỗ khi tương tác với vật chất, nó thể hiện các hiện tượng như: phản xạ, tán xạ, khúc xạ, nhiễu xạ, giao thoa...

2.2.2. Tính chất hạt

Photon là một hạt sơ cấp. Hạt sơ cấp có hai loại cơ bản là hạt chất và hạt trường.

Photon thuộc loại hạt trường, nó là hạt của trường điện từ. Mỗi hạt photon đều có năng lượng và động lượng.

Năng lượng (E) của photon được tính theo công thức:

$$E = hn. \text{ Trong đó } h \text{ là hằng số Planck, } h = 6,626069 \cdot 10^{-34} \text{ joule.sec, } n \text{ là tần số}$$

Động lượng (P) của photon được tính theo công thức:

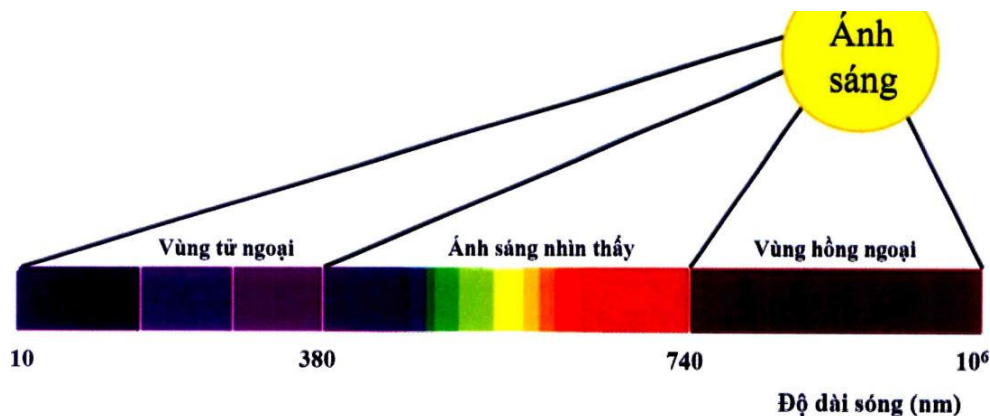
$$p = h/\lambda. \text{ Trong đó } h \text{ là hằng số Planck, } h = 6,626069 \cdot 10^{-34} \text{ joule.sec, } \lambda \text{ là bước sóng}$$

Một bức xạ điện từ mạnh thì phát ra nhiều photon trong một đơn vị thời gian và ngược lại, một bức xạ điện từ yếu chỉ phát ra từng photon riêng lẻ.

Tính chất hạt của photon còn thể hiện ở chỗ khi tương tác với một môi trường vật chất nó có thể trao đổi năng lượng và động lượng với môi trường đó.

2.3. Phổ ánh sáng







Khái niệm ánh sáng trong vật lý học được mở rộng hơn nhiều so với phần cảm nhận được từ mắt người. Ánh sáng bao gồm các sóng điện từ trong dải sóng từ 10nm đến 1mm. Trong đó, dải sóng từ 380nm đến 740nm được gọi là vùng bức xạ khả kiến (ánh sáng nhìn thấy). Vùng ánh sáng có bước sóng dài hơn bức xạ khả kiến, từ 740nm đến 1mm, được gọi là vùng hồng ngoại. Vùng ánh sáng có bước sóng ngắn hơn, từ 10nm đến 380nm, được gọi là vùng tử ngoại.



Hình 1.3. Phổ ánh sáng

Bức xạ khả kiến có bước sóng khác nhau tạo ra cảm nhận màu sắc khác nhau đối với mắt người. Các màu được phân bố theo thứ tự từ bước sóng dài đến bước sóng ngắn là đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím. Vùng tử ngoại (ultra violet: UV) được chia thành cực tử ngoại và tử ngoại gần. Tử ngoại gần được chia thành 3 vùng nhỏ là UVA, UVB, uvc. Vùng hồng ngoại (infrared: IR) được chia thành 3 vùng nhỏ là hồng ngoại xa, hồng ngoại trung và hồng ngoại gần.

Bảng phân loại các bước sóng ánh sáng

Vùng bức xạ		Bước sóng		
Vùng hồng ngoại	Hồng ngoại xa	1mm - 10 μ m		
	Hồng ngoại trung	10 μ m - 2,5 μ m		
	Hồng ngoại gần	2,5 μ m - 740nm		
Vùng ánh sáng nhìn thấy	Đỏ	740 - 625nm		
	Cam	625 - 590nm		
	Vàng	590 - 565nm		
	Lục	565 - 520nm		
	Lam	520 - 500nm		
	Chàm	500 - 430nm		
	Tím	430 - 380nm		
Vùng tử ngoại	Tử ngoại gần	UVA	380nm - 320nm	
		UVB	320nm - 290nm	
		UVC	290nm - 100nm	
	Cực tử ngoại	100nm - 10nm		

2.4. Trạng thái năng lượng của hệ vật chất

2.4.1. Trạng thái năng lượng của các nguyên tử

Vật chất được cấu tạo từ các nguyên tử. Nguyên tử gồm có hạt nhân và các điện tử quay xung quanh hạt nhân. Giữa hạt nhân và các điện tử có lực hút điện tử. Trong mỗi loại nguyên tử, các điện tử tồn tại ở các mức năng lượng nhất định. Các mức năng lượng được đánh số thứ tự. Số thứ tự của mức năng lượng được gọi là số lượng tử chính. Mức 1 tương ứng với các điện tử gần hạt nhân nhất và có mức năng lượng thấp nhất.

2.4.2. Trạng thái năng lượng của các phân tử

Một cách tổng quát thì trạng thái năng lượng của một phân tử bao gồm tổng các trạng thái năng lượng khác nhau của phân tử. Mỗi mức năng lượng của phân tử đều là năng lượng lượng tử hóa của trạng thái cơ học lượng tử liên kết.

$$E = E_{el} + E_{vib} + E_{rot} + E_{trans}$$

Trong đó:

E: tổng các trạng thái năng lượng.

E_{el}: năng lượng trạng thái điện tử của phân tử ở trạng thái cân bằng hình học.

E_{vib}: năng lượng dao động của các ion trong phân tử xung quanh vị trí cân bằng.

E_{rot}: năng lượng chuyển động quay tương đối của các ion so với vị trí cân bằng.

E_{trans}: năng lượng chuyển động tịnh tiến của phân tử.

Tương tự như trường hợp nguyên tử, trạng thái phân tử ứng với năng lượng cực tiểu được gọi là trạng thái cơ bản. Trạng thái có năng lượng cao hơn được gọi là trạng thái kích thích. Trạng thái cơ bản là trạng thái bền vững.

2.5. Động học trạng thái kích thích

2.5.1. Phân bố trạng thái năng lượng

Trong một môi trường có nhiều hạt thì các hạt có thể tồn tại ở trạng thái cơ bản và trạng thái kích thích khác nhau, số hạt tồn tại ở một trạng thái trong một đơn vị thể tích được gọi là nồng độ của trạng thái. Tập hợp tất cả các nồng độ trạng thái của môi trường được gọi là phân bố nồng độ theo trạng thái. Các môi trường ở trạng thái cân bằng nhiệt thường có phân bố trạng thái theo nồng độ tuân theo phân bố Boltzman, hay còn gọi là phân bố chuẩn.

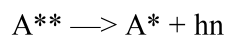
Môi trường chứa nhiều hạt ở trạng thái kích thích hơn so với phân bố chuẩn được gọi là môi trường kích thích. Muốn tăng nồng độ ở các trạng thái kích thích cần cung cấp năng lượng từ bên ngoài dưới dạng bức xạ điện từ, dòng điện, nhiệt lượng... Trạng thái kích thích là trạng thái không bền vững. Thời gian tồn tại trung bình của một hạt ở trạng thái đó được gọi là thời gian sống của trạng thái. Các hạt thường có thời gian sống từ 10^{10} s đến 10^{-6} s. Thời gian sống lớn hơn gọi là trạng thái siêu bền.

2.5.2. Dịch chuyển trạng thái

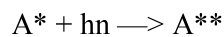
Các hạt có thể chuyển từ mức năng lượng này sang mức năng lượng khác. Theo định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng, khi dịch chuyển, hạt sẽ hấp thu hay bức xạ một lượng tử năng lượng bằng mức chênh lệch giữa năng lượng trạng thái cuối và năng lượng trạng thái đầu. Dịch chuyển trạng thái có thể xảy ra theo con đường không bức xạ hoặc bức xạ (dịch chuyển quang học). Dịch chuyển quang học là dịch chuyển lên hoặc xuống đi kèm theo sự hấp thu hay bức xạ một photon.

2.6. Dịch chuyển quang học

Ngay cả khi không có tác động, hạt ở trạng thái kích thích chỉ tồn tại trong thời gian sống của nó. Khi hạt trở về trạng thái có mức năng lượng thấp hơn, sẽ kèm theo bức xạ một lượng tử năng lượng điện từ (photon). Quá trình này gọi là bức xạ tự phát, có thể mô tả bằng mô hình:



Ngược lại, khi hạt tương tác với một photon nó có thể hấp thu photon và chuyển lên một trạng thái kích thích. Quá trình đó được gọi là hấp thu, có thể mô tả theo mô hình:



Bức xạ cưỡng bức là một hiệu ứng lượng tử do Albert Einstein tiên đoán bằng lý thuyết vào năm 1917 và đã được chứng minh bằng thực nghiệm. Một photon tương tác với hạt, ngoài hiện tượng hấp thu, photon có thể kích thích để hạt chuyển về trạng thái có năng lượng thấp hơn và bức xạ một photon mới (thứ cấp). Hai photon này giống hệt nhau. Trên phương diện năng lượng, photon đầu (sơ cấp) chỉ đóng vai trò kích thích dịch chuyển, giống như chất xúc tác trong phản ứng hóa học.

Hiện tượng này được gọi là bức xạ cưỡng bức, được mô tả bằng mô hình:



3. CÁC HIỆN TƯỢNG QUANG HỌC CƠ BẢN VỀ ÁNH SÁNG

3.1. Định lý truyền thẳng của ánh sáng

Trong môi trường trong suốt và đồng tính, ánh sáng truyền theo đường thẳng. Đường truyền của ánh sáng được biểu diễn bằng một đường thẳng có hướng gọi là tia sáng. Môi trường không khí được coi là môi trường trong suốt và đồng tính. Khi chiếu tia sáng lên tổ chức sinh học tới bề mặt da, mặt phẳng phân cách giữa không khí và tổ chức sinh học, lúc này môi trường trong tổ chức sinh học không còn trong suốt và đồng tính nữa, tia sáng sẽ không còn truyền thẳng và xảy ra các hiện tượng quang học khác nhau.

3.2. Hiện tượng phản xạ

Khi một chùm tia sáng chiếu vào mặt phẳng phân cách giữa hai môi trường có chiết suất khác nhau, một phần tia sáng tiếp tục đi vào môi trường thứ hai, một phần tia sáng bị bật ngược trở lại môi trường thứ nhất. Hiện tượng này được gọi là phản xạ. Trong hiện tượng này, góc tới và góc phản xạ luôn bằng nhau. Do bề mặt của da không bằng phẳng nên các tia phản xạ không song song với nhau mặc dù chùm tia tới là song song. Độ phản xạ phụ thuộc vào bước sóng của laser và đặc tính quang học của da.

3.3. Hiện tượng khúc xạ

Ánh sáng chuyển động với vận tốc khác nhau trong các môi trường khác nhau. Tỉ số giữa vận tốc của ánh sáng trong môi trường chân không và trong môi trường nào đó được gọi là chiết suất của môi trường đó. Do sự thay đổi vận tốc nên khi tia sáng đi từ môi trường này sang môi trường khác thì hướng của nó bị thay đổi. Hiện tượng này được gọi là khúc xạ. Độ lệch hướng của tia sáng phụ thuộc vào chiết suất của môi trường.

3.4. Hiện tượng tán xạ

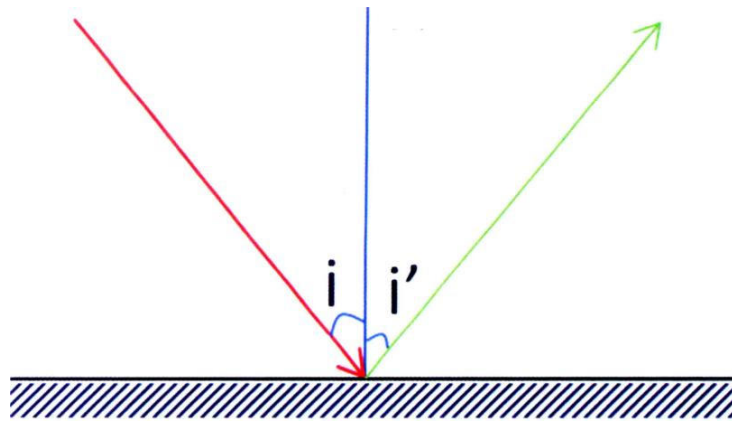
Tương tác giữa photon với hạt có kích thước tương đương với bước sóng của photon có thể làm thay đổi hướng chuyển động, thậm chí thay đổi cả bước sóng của photon. Hiện tượng này được gọi là tán xạ. Khi hạt có kích thước cỡ $1/10$ bước sóng sẽ xảy ra hiện tượng tán xạ Rayleigh và bước sóng càng ngắn thì cường độ tán xạ càng lớn. Khi kích thước hạt bằng hoặc lớn hơn bước sóng thì sự tán xạ không phụ thuộc vào bước sóng nữa. Hiện tượng này được gọi là tán xạ Mie.

3.5. Hiện tượng hấp thụ

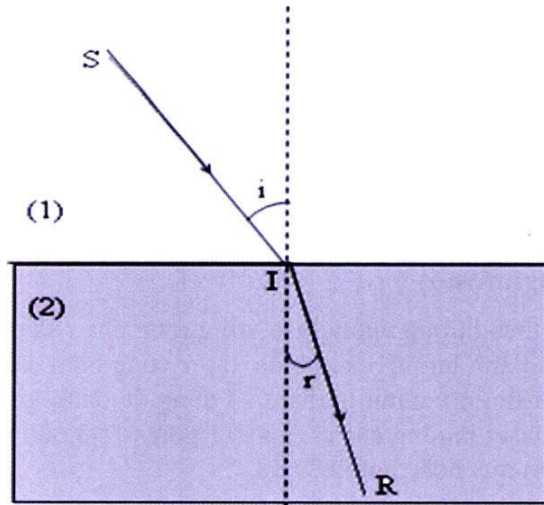
Ngoài các hiện tượng trên, một phần năng lượng laser bị tổ chức hấp thụ và chuyển sang dạng năng lượng khác. Sự chuyển đổi năng lượng này tạo thành các hiệu ứng sinh học. Hiện tượng hấp thụ làm nên tác dụng điều trị và do đó hiện tượng này là vấn đề được quan tâm nhiều nhất khi sử dụng bức xạ laser trong điều trị bệnh. Hiện tượng hấp thụ phụ thuộc vào bước sóng và nồng độ các chất hấp thụ tương ứng với mỗi bước sóng.

3.6. Độ xuyên sâu

Do các hiện tượng nói trên mà càng đi sâu vào mô, tia sáng càng bị phân tán rộng hơn và mật độ công suất giảm theo độ sâu. Mức độ giảm thay đổi theo bước sóng và tính chất từng mô cụ thể. Độ xuyên sâu được định nghĩa là độ sâu mà ở đó cường độ tia laser giảm xuống còn e^{-1} (37%) so với cường độ ban đầu. Ngoài ra, độ xuyên sâu còn phụ thuộc vào kích thước vết chạm. Do tán xạ, một số photon ở vùng biên đi vào trung tâm. Do đó, vết chạm càng lớn độ xuyên sâu cũng càng lớn.

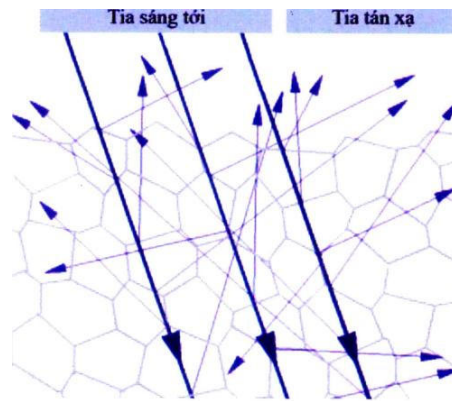


Hình 1.4. Hiện tượng phản xạ.



Hình 1.5. Hiện tượng khúc xạ (tia khúc xạ R).

//



Hình 1.6. Hiện tượng tán xạ.

4. CÁC ĐẶC ĐIỂM CỦA CHùm TIA LASER

4.1. Bản chất ánh sáng của laser

Tia laser có bản chất là ánh sáng. Như vậy, thuộc chất căn bản của laser có tính chất lưỡng nguyên: vừa là sóng, vừa là hạt. Trên phương diện sóng, tia laser là sóng điện từ trong khuôn khổ hẹp bao gồm vùng hồng ngoại, tử ngoại và ánh sáng nhìn thấy. Trên phương diện hạt, laser là chùm hạt photon. Nói laser là ánh sáng là chưa đầy đủ mà phải nói laser là một loại ánh sáng đặc biệt: hoàn toàn đơn sắc, độ chói phổ lớn, độ tập trung cao và độ định hướng cao.

4.2. Bước sóng

Khi nói tới laser là phải nói tới tần số hay bước sóng của chùm tia laser được sử dụng. Đây là đại lượng thể hiện tính chất sóng của ánh sáng. Đơn vị đo của bước sóng là đơn vị đo chiều dài, thường là nano mét (nm) hoặc micro mét (µm). Một laser y học trước hết được xác định bởi bước sóng. Bước sóng liên quan đến sự hấp thu, yếu tố làm nên các hiệu ứng sinh học của laser.

4.3. Tính đơn sắc

Màu sắc của ánh sáng là do bước sóng quy định. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng chỉ có một bước sóng. Tính đơn sắc là chùm sáng chỉ có một màu và tập trung năng lượng vào một màu ấy. Mặt trời cho năng lượng lớn nhưng rải trên nhiều màu. Máy quang phổ cho ánh sáng 1 màu nhưng không có độ tập trung năng lượng. Đại lượng đặc trưng cho tính đơn sắc là độ rộng phổ. Độ rộng phổ của chùm laser là rất nhỏ, chỉ khoảng 0,0 nm.

4.4. Tính chuẩn trực (định hướng)

Tia laser được phát ra theo hướng vuông góc với gương phản xạ của buồng cộng hưởng, dưới dạng chùm tia song song. Do ảnh hưởng của nhiễu xạ, ở vùng biên của chùm tia, tia laser phát ra với một góc mở nhất định. Góc mở chính là tham số dùng để đánh giá độ tập trung của chùm tia laser. Góc mở của chùm tia laser thường chỉ vài giây ($1 \text{ giây} = 1/3.600 \text{ độ}$). Nhờ đó, tia laser có thể đi được rất xa, hàng ngàn kilo mét hoặc hơn thế nữa.

4.5. Tính kết hợp

Tính kết hợp là sự hoạt động nhịp nhàng của các photon trong chùm tia laser đó. Trong các nguồn sáng thường gặp như mặt trời, đèn điện... các photon không giống nhau về tính chất, năng lượng... dẫn đến hoạt động hỗn loạn và kết quả cuối cùng là tính kết hợp bằng không. Trong chùm tia laser, các photon giống hệt nhau về tính chất, định hướng và năng lượng... Do đó, các photon trong chùm tia laser có tính chất hoạt động nhịp nhàng và kết hợp với nhau.

4.6. Độ chói phổ

Laser có độ chói phổ rất lớn, có thể gấp hàng chục nghìn lần nguồn sáng mặt trời. Độ chói phổ là tỉ số giữa công suất của chùm tia và độ rộng phổ. Với tia laser, độ rộng phổ là cực nhỏ nên mặc dù công suất laser thấp nhưng độ chói phổ vẫn rất lớn. Độ chói phổ phản ánh mức độ tiếp thu ánh sáng của cơ quan thị giác là mắt. Đặc tính này rất quan trọng đối với các tác động sinh lý của tia laser đối với cơ thể sống.

5. CÁC THÔNG SỐ VẬT LÝ CƠ BẢN CỦA LASER

Trong các chỉ dẫn điều trị bằng laser, bên cạnh bước sóng hay tần số liên quan mật thiết đến tên gọi của chính các thiết bị laser, các tham số vật lý khác của laser được nhắc đến nhiều nhất là

năng lượng (kí hiệu là E), phân bố năng lượng theo đơn vị thời gian (kí hiệu là T) hay đơn vị diện tích (kí hiệu là S). Tương ứng với nó là công suất (kí hiệu là P), mật độ năng lượng (kí hiệu là W) và mật độ công suất (kí hiệu là PD).

Công suất là năng lượng trong một đơn vị thời gian:

$$\text{Công suất (P)} = \text{Năng lượng (j)} / \text{Thời gian (s)}$$

Mật độ năng lượng là năng lượng trong một đơn vị diện tích:

$$\text{Mật độ năng lượng (W)} = \text{Năng lượng (j)} / \text{Diện tích (cm}^2\text{)}$$

Mật độ công suất là công suất trong một đơn vị diện tích:

$$\text{Mật độ công suất (PD)} = \text{Công suất (w)} / \text{Diện tích (cm}^2\text{)}$$

Thông thường trong một thiết bị laser y học chuẩn, bước sóng và công suất đã được xác định từ trước. Do vậy, trong ứng dụng lâm sàng, vấn đề còn lại chỉ là xác định mật độ công suất. Vì các thiết bị chùm tia laser có hình dạng nhất định và thường là hình tròn, do đó vấn đề lúc này chỉ còn lại là xác định bán kính (hoặc đường kính) thiết diện chùm tia đó. Qua đó, ta có thể tính toán thông số điều trị khác:

$$\text{Mật độ công suất (w/cm}^2\text{)} = \text{công suất (w)} / 3,14 \times (\text{bán kính})^2 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Mật độ năng lượng (j/cm}^2\text{)} = \text{mật độ công suất (w/cm}^2\text{)} \times \text{thời gian (s)}$$

Bảng các đại lượng trong laser

Tham số	Kí hiệu	Đơn vị đo	Kí hiệu
Năng lượng	E	joule	j
Thời gian	T	giây	s
Diện tích chùm tia	S	(centimeter) ²	cm ²
Công suất	p	watt	w
Mật độ năng lượng	W	joule/(centimeter) ²	j/cm ²
Mật độ công suất	PD	wath(centimeter) ²	w/cm ²

5.1. Năng lượng xung

Đối với các laser phát xung, năng lượng xung là năng lượng của mỗi xung laser, ký hiệu là Qx, đơn vị đo là joule (j). Đối với các loại laser phát tia theo chế độ giả liên tục, khái niệm năng lượng xung được hiểu là tổng năng lượng của tất cả các xung phát ra trong thời gian 1 giây. Năng lượng là nền tảng cơ sở để tạo nên các hiệu ứng trong mô. Tuy nhiên, trong ứng dụng lâm sàng, tổng năng lượng cung cấp không có ý nghĩa bằng cách phân bố năng lượng đó.

5.2. Độ rộng xung (thời gian)

Độ rộng xung là thời gian của một xung. Độ rộng xung của các thiết bị laser y học hiện tại trải rộng từ pico giây đến giây. Có thể chia các thiết bị laser thành 3 loại chính theo độ rộng xung:

Laser xung dài: độ rộng xung từ mill giây đến giây.

Laser xung ngắn: độ rộng xung từ micro giây đến mill giây.

Laser siêu xung: độ rộng xung từ pico giây đến micro giây.