



BÀI BÁO CÁO MÔN HỌC

MÔN: QUANG HỌC ỨNG DỤNG

GV: PGS.TS. HUỖNH THÀNH ĐẠT

HV: TRỊNH THỊ QUỖNH NHƯ

QUANG HỌC K18

1a. Tán sắc mode là gì ? Tác hại của tán sắc đối với sự truyền sóng trong sợi quang.

Tán sắc mode là hiệu ứng các xung ánh sáng bị mở rộng khi chúng truyền qua sợi quang đa mode, do sự khác nhau về vận tốc nhóm của các mode, dẫn đến sự khác nhau về thời gian truyền.

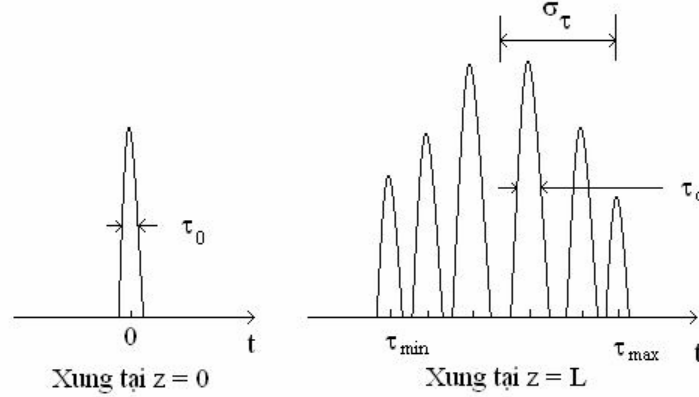
Hiệu ứng tán sắc mode giới hạn tốc độ mà các xung lân cận có thể được truyền mà không chồng phủ lên nhau.

1b. Hãy chứng minh sự tán sắc mode ảnh hưởng đến sợi quang có chiết suất thay đổi liên tục (GRIN) ít hơn so với sợi quang có chiết suất nhả bước (SI).

Tán sắc mode chỉ xảy ra trong sợi quang đa mode do sự khác nhau về vận tốc nhóm của các mode. Một xung đơn của ánh sáng đi vào một sợi quang M mode tại điểm $z = 0$ sẽ lan ra thành M xung với thời gian trì hoãn (delay) khác nhau mà nó tăng như một hàm của z . Đối với sợi quang có chiều dài L , thì thời gian trì hoãn cho các mode khác nhau là: $\tau_q = L/v_q$ với $q = 1, 2, 3, \dots, M$. Trong đó v_q là vận tốc nhóm của mode thứ q . Nếu gọi $v_{\max}$ và $v_{\min}$ là vận tốc nhóm lớn nhất và nhỏ nhất thì xung nhận được sẽ lan ra trong một khoảng theo thời gian là $(L/v_{\min} - L/v_{\max})$. Độ rộng xung trong

Liên hệ: thanhnam1910_2006@yahoo.com

trường hợp này là $\sigma_\tau = \frac{1}{2} \left(\frac{L}{v_{\min}} - \frac{L}{v_{\max}} \right)$ (hình 1). Độ rộng xung σ_τ cũng được gọi là *thời gian đáp ứng* của sợi quang.



Hình 1: Sự tán sắc mode

Trong sợi quang SI, với số mode lớn, ta có $v_{\min} \approx c_1(1-\Delta)$ và $v_{\max} \approx c_1$. Vì $(1-\Delta)^{-1} \approx 1+\Delta$ nên thời gian đáp ứng là:

$$\sigma_\tau = \frac{L}{c_1} \frac{\Delta}{2} \quad (1a)$$

Sự tán sắc mode trong sợi quang GRIN là nhỏ hơn trong sợi quang SI do vận tốc nhóm của các mode được làm xấp xỉ bằng nhau (do sợi quang GRIN có chiết suất giảm từ trong ra ngoài) và sự sai biệt giữa các khoảng thời gian trì hoãn của các mode $\tau = L/v_q$ giảm đi. Người ta chứng minh được rằng vận tốc lớn nhất và nhỏ nhất cho sợi quang GRIN là $v_{\max} = c_1$ và $v_{\min} \approx c_1(1-\Delta^2/2)$. Do đó, thời gian đáp ứng cho trường hợp sợi quang GRIN là:

$$\sigma_\tau = \frac{L}{c_1} \frac{\Delta^2}{2} \quad (1b)$$

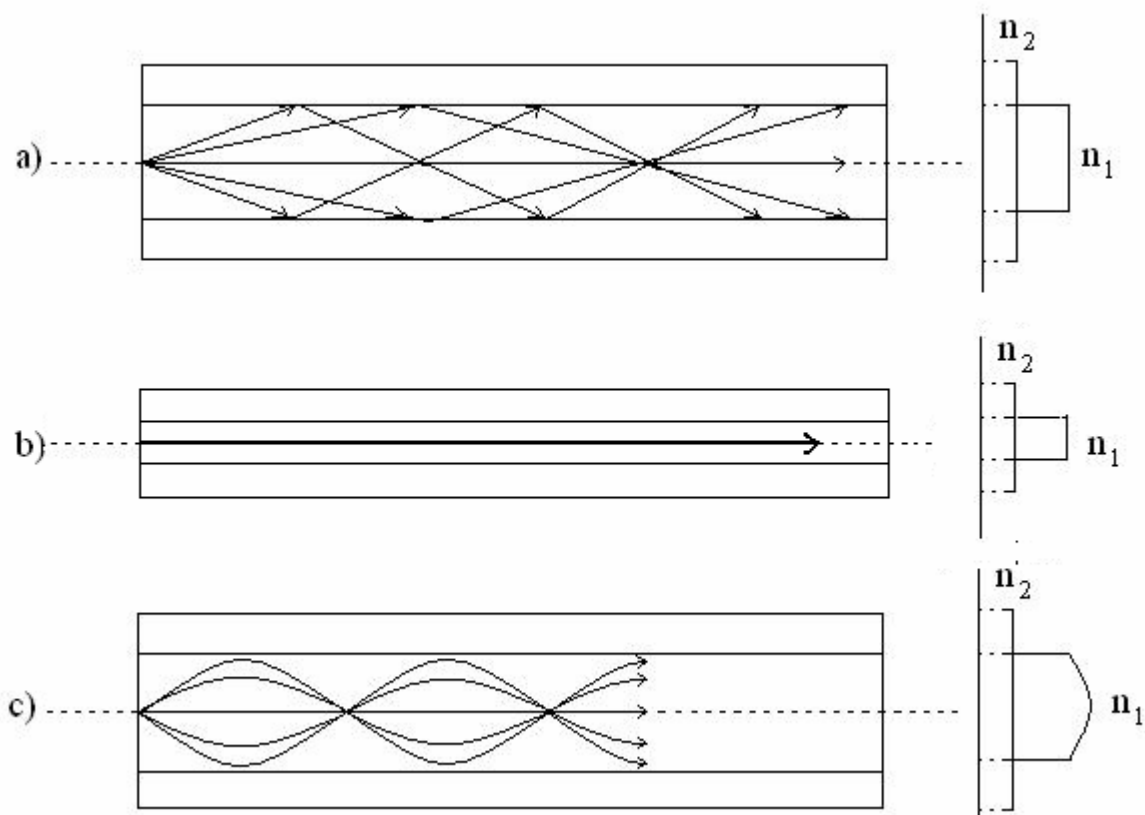
Vì $\Delta \ll 1$ nên so sánh (1a) và (1b) ta nhận thấy rằng sự tán sắc mode ảnh hưởng đến sợi quang GRIN ít hơn $2/\Delta$ lần so với sợi quang SI.

Dãy tần hoạt động σ_f của sợi quang tỷ lệ nghịch với thời gian đáp ứng theo công thức:

$$\sigma_f = \frac{1}{2\pi\sigma_\tau} \quad (2)$$

Từ (1a) và (1b) và (2), có thể rút ra kết luận:

- Sợi quang GRIN có độ suy giảm rất thấp.
- Sợi quang GRIN có dãy tần hoạt động lớn hơn sợi quang SI.
- Sợi quang GRIN có lõi lớn dễ sử dụng.



Hình 2: Phân loại sợi quang

a) Sợi quang SI đơn mode

b) Sợi quang SI đa mode

c) Sợi quang GRIN

2. Định nghĩa ngắn gọn về mode LP.

Mode LP là mode phân cực tuyến tính – linealy polarized mode.

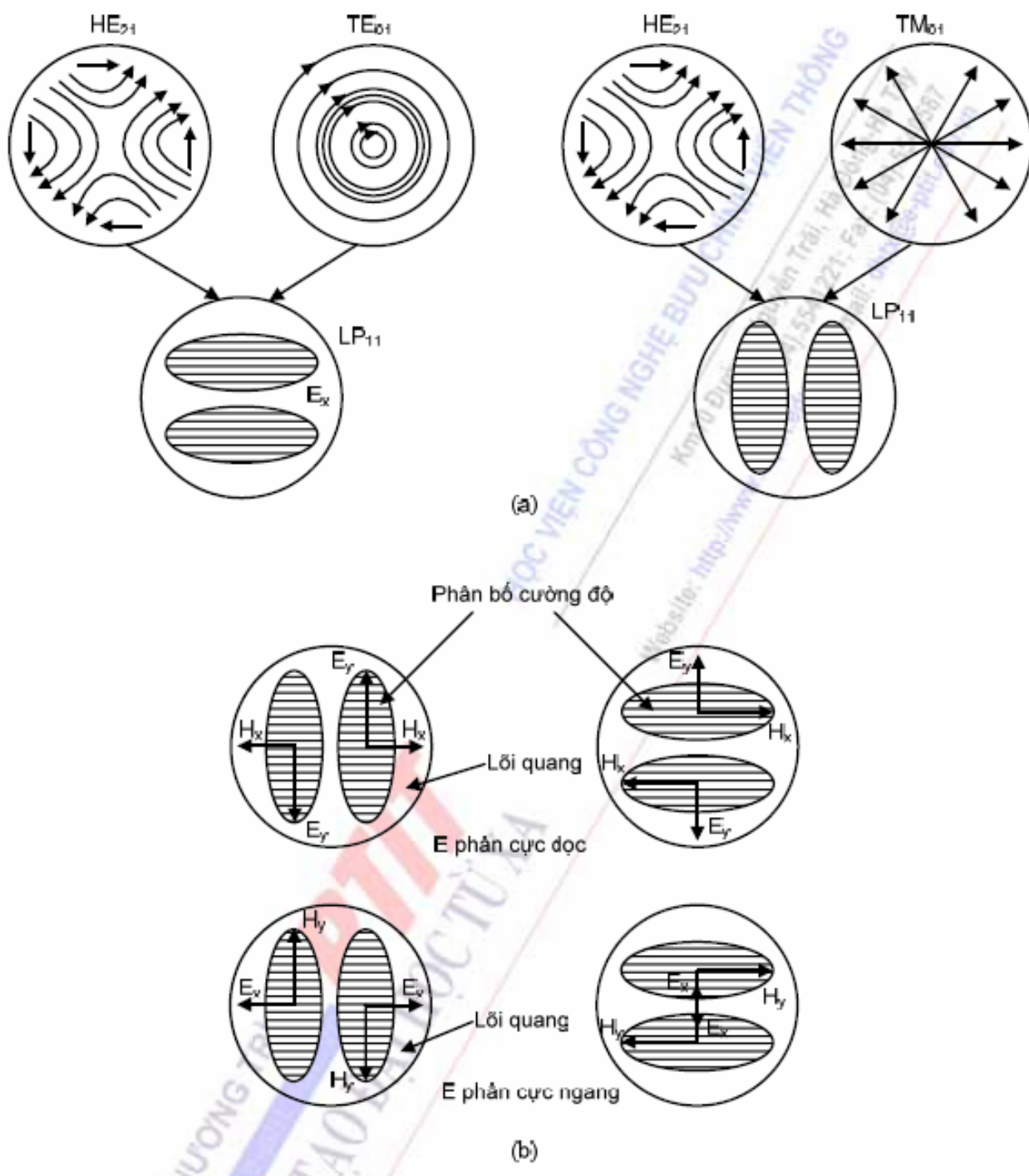
Liên hệ: thanh1910_2006@yahoo.com

Sợi quang trên thực tế có độ dẫn kém, do đó, các mode tự nhiên trong sợi quang sẽ kết hợp (suy thoái) thành các mode phân cực tuyến tính (LP).

Hình 3 và 4 mô tả mode LP.

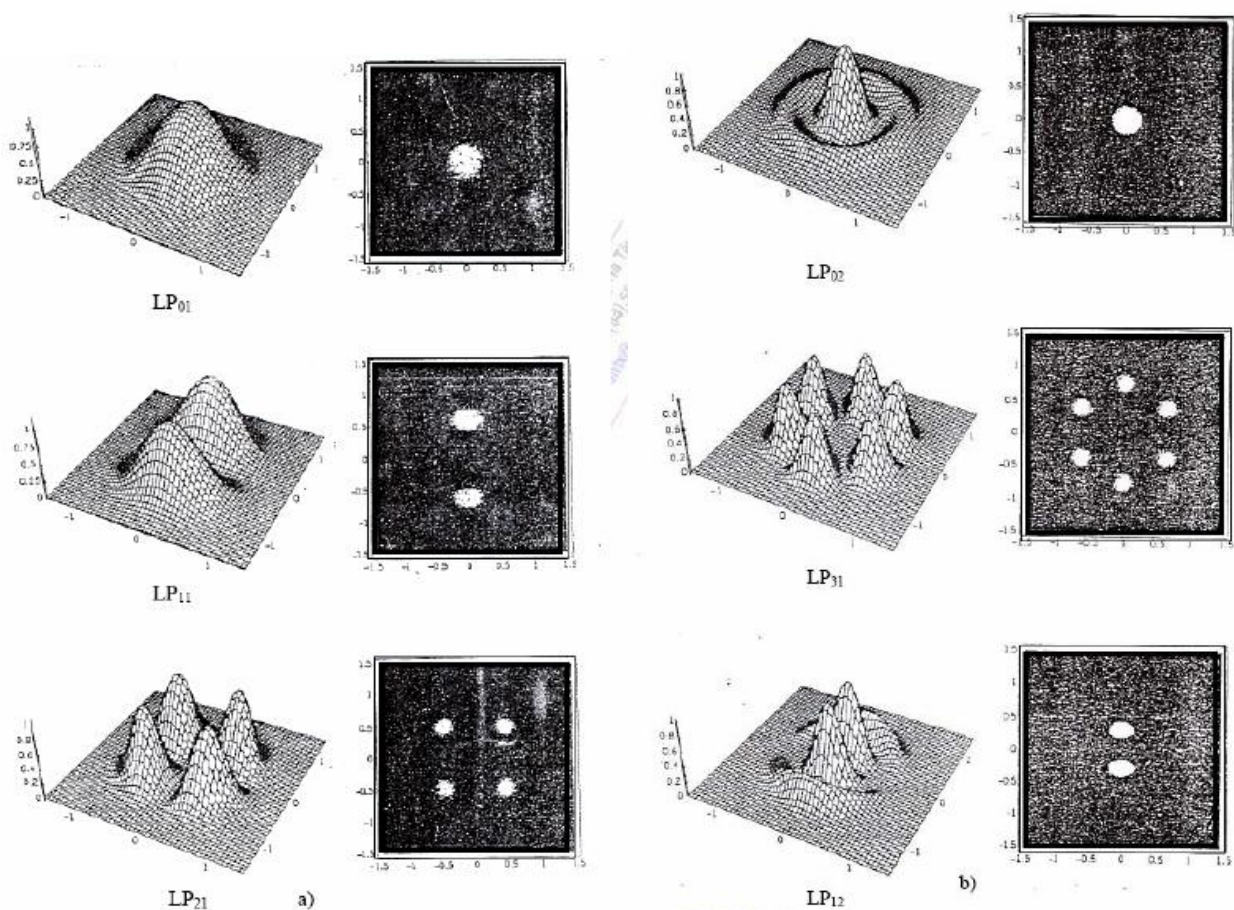
- Hình 3 là một ví dụ về cách kết hợp các mode tự nhiên thành các mode tuyến tính.
- Hình 4 là các đồ thị cường độ các hình mẫu sáu mode LP.

Khảo sát kỹ các hình này chúng ta sẽ hiểu rõ ý nghĩa của thuật ngữ mode. Các chỉ số mode có nghĩa như sau: 1 là một nửa số điểm cường độ cực đại (hay cực tiểu) xảy ra khi tọa độ góc thay đổi từ 0 đến 2π radian; m là số điểm cường độ cực đại xảy ra khi tọa độ bán kính thay đổi từ 0 đến vô cùng. Lưu ý rằng đối với trường hợp một điểm cực đại thì $l = 0$ bởi vì l phải là một số nguyên và do đó không thể là 2.



Hình 3: ví dụ việc kết hợp các mode $HE_{21} + TE_{01}$ và $HE_{21} + TM_{01}$ thành các mode LP_{11}

- a) Cấu tạo của hai mode LP_{11} từ hai mode tự nhiên và phân bố trường TE và cường độ của chúng.
- b) Bốn hướng trường TE và TM và các phân bố cường độ tương ứng của LP_{11}



Hình 4: Đồ thị cường độ và hình mẫu 6 mode

Vì các thành phần dọc của các mode LP là rất nhỏ, do đó trong hầu hết các trường hợp các mode LP có thể xem như là mode ngang.

Tại sao sợi quang chỉ hỗ trợ các kiểu trường rời rạc mà chúng ta gọi là các mode phân cực tuyến tính (LP)? Nguyên nhân vật lý là sự lan của sóng trong sợi quang phải thỏa mãn các điều kiện biên. Giả sử sóng thỏa mãn các yêu cầu này khi lần đầu tiên đụng giao tiếp lõi – lớp bọc. Để thỏa mãn các yêu cầu ở các lần sau, sóng phải lặp lại chính nó khi một lần nữa đụng biên lõi – lớp bọc. Nói cách khác, pha của sóng $(\omega t - \beta z)$, với z là hướng lan truyền, phải bằng $2\pi k$, với k là một số nguyên, tại cùng một khoảng cách trên hai đường zigzag. Các sóng EM thỏa mãn điều kiện này sẽ có một kiểu ổn định hay mode. Các sóng EM không thỏa mãn điều kiện này sẽ không thể xuất hiện. Đó là lý do tại sao sợi quang các sóng EM – các mode – có các kiểu ổn định và không hỗ trợ các mode khác.

Hết