



BÀI GIẢNG MÔN CƠ SỞ TRUYỀN THÔNG SỢI QUANG

Bộ môn:

Thông tin quang - Khoa VT1

Năm biên soạn:

2010

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

- ❖ Thời lượng môn học:
 - 4ĐVHT (37LT + 3KT + 10TH)
- ❖ Mã học phần: 311TTQ361
- ❖ Mục tiêu:
 - Nắm được kiến thức cơ bản về kỹ thuật thông tin quang: quá trình phát tín hiệu quang, cách thức xử lý tín hiệu quang và việc truyền tín hiệu đi trên sợi quang
 - Hiểu được hoạt động truyền tin của một hệ thống thông tin sợi quang
 - Nắm được những kiến thức cơ sở làm tiền đề để sinh viên tự nghiên cứu, tìm hiểu được những vấn đề mới về kỹ thuật thông tin quang

NỘI DUNG

Chương

- 1 Tổng quan về kỹ thuật thông tin quang
- 2 Sợi quang
- 3 Bộ phát quang
- 4 Bộ thu quang
- 5 Một số vấn đề trong thiết kế truyền TTQ đơn kênh điểm – điểm

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

❖ Tài liệu tham khảo

- Cở sở truyền thông sợi quang, Bài giảng HVCNBCVT, 2010
- G. Keiser, Optical Fiber Communications, 3rd edition, 2001.
- G. P. Agrawal, Fiber Optic Communication System, 3rd edition, John Wiley & Sons, 2002.
- M. Ming & K. Liu, Principles and Applications of Optical Communications, 2nd edition, 2001.
- D. K. Mynbaev & L. L. Scheiner, Fiber-Optic Communications Technology, Prentice Hall, 2001.
- Vũ Văn San, Hệ thống thông tin quang, NXB Bưu điện, 2008.
- Hoàng Ứng Huyền, Kỹ thuật thông tin quang, NXB Bưu điện.
- Trần Hồng Quân, Hệ thống thông tin sợi quang, NXB KHKT, 1993.

GIỚI THIỆU MÔN HỌC

❖ Yêu cầu và đánh giá

- Chuyên cần (10%): đi học đầy đủ và có thái độ tích cực trong các buổi học trên lớp
- Kiểm tra (15%): tham gia ít nhất 1 bài kiểm tra và điểm kiểm tra khác 0
- Thực hành (15%): đi thực hành đầy đủ, đúng nhóm và nắm được yêu cầu tối thiểu của các bài thực hành
- Thi kết thúc (60%)

[cuu duong than cong. com](http://cuuduongthancong.com)

NỘI DUNG

Chương

1 Tổng quan về kỹ thuật thông tin quang

2 Sợi quang

3 Bộ phát quang

4 Bộ thu quang

5 Khuếch đại quang và kỹ thuật WDM

TỔNG QUAN VỀ KỸ THUẬT TTQ

- ❖ Lịch sử phát triển hệ thống thông tin quang
- ❖ Mô hình chung của hệ thống thông tin quang
 - Sơ đồ khối cơ bản của hệ thống thông tin quang
 - Các thành phần cơ bản của hệ thống thông tin quang
 - Ưu nhược điểm của hệ thống thông tin quang
- ❖ Một số vấn đề quang vật lý cơ bản trong kỹ thuật thông tin quang
 - Một số vấn đề cơ bản về ánh sáng
 - Một số vấn đề cơ bản trong vật lý bán dẫn
 - Các hiệu ứng cơ bản của vật liệu quang

LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN (1)

Từ xa xưa con người đã biết sử dụng các phương pháp như: lửa, khói hoặc còi hiệu để truyền tin.



Dùng tiếng nói



Dùng đuốc

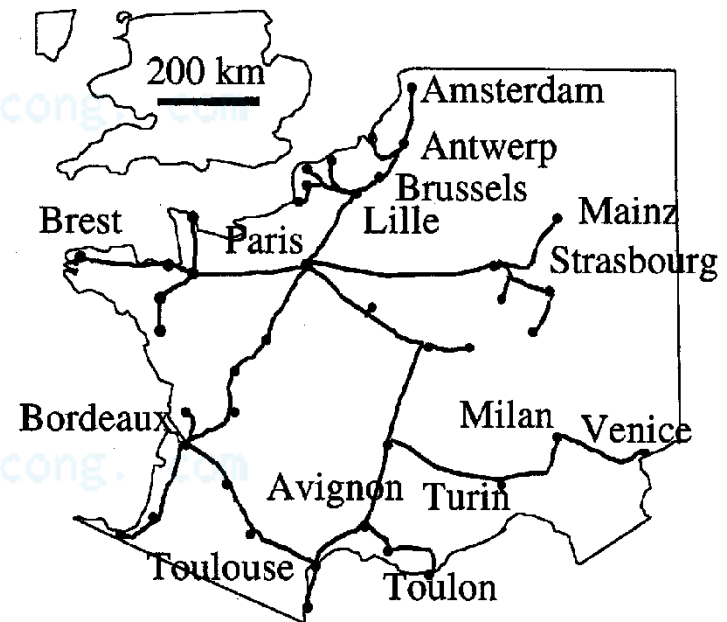
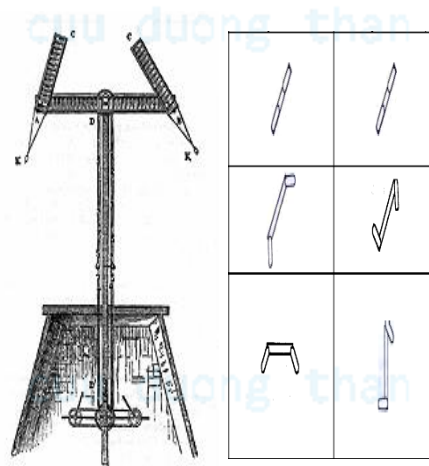


Dùng khói

LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN (2)

ĐIỆN BÁO QUANG Ở THẾ KỶ 18:

- **Claude Chappe** (1763-1805): phát minh ra điện báo nhìn bằng mắt (seemapho).



LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN (3)

- ✦ 1870: Thí nghiệm John Tyndall
- ✦ 1954: Sợi quang 2 lớp (nội soi): A.C.S. Van Heel, H.H. Hopkins và N.S. Kanapy
- ✦ 1960: LD bán dẫn đầu tiên (IBM, Lincoln Lab)
- ✦ 1966: Sợi quang đầu tiên, suy hao: 1000dB/km (Corning Glass)
- ✦ 1970: Sợi quang, suy hao: 20dB/km (Corning Glass): Kao và Hockham
- ✦ 1970: LD hoạt động nhiệt độ phòng
- ✦ 1975: Sợi quang, suy hao: 2dB/km (Corning Glass)
- ✦ 1976: LD bán dẫn ở $\lambda=1,3\mu\text{m}$ và $1,55\mu\text{m}$
- ✦ 1976: Sợi quang, suy hao: 0,5dB/km ở $\lambda=1,3\mu\text{m}$ (Nhật Bản)
- ✦ 1979: Sợi quang, suy hao: 0,2dB/km ở $\lambda=1,55\mu\text{m}$ (Nhật Bản)
- ✦ 1982: Sợi SM, suy hao 0,16 dB/km ($\approx$ giới hạn lý thuyết) (Corning Glass)
- ✦ 1986: EDFA đầu tiên
- ✦ 1988: Hệ thống cáp biển đầu tiên vượt Đại Tây Dương và Thái Bình Dương (565Mb/s)
- ✦ 1989: LD bán dẫn phổ cực hẹp

LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN (4)

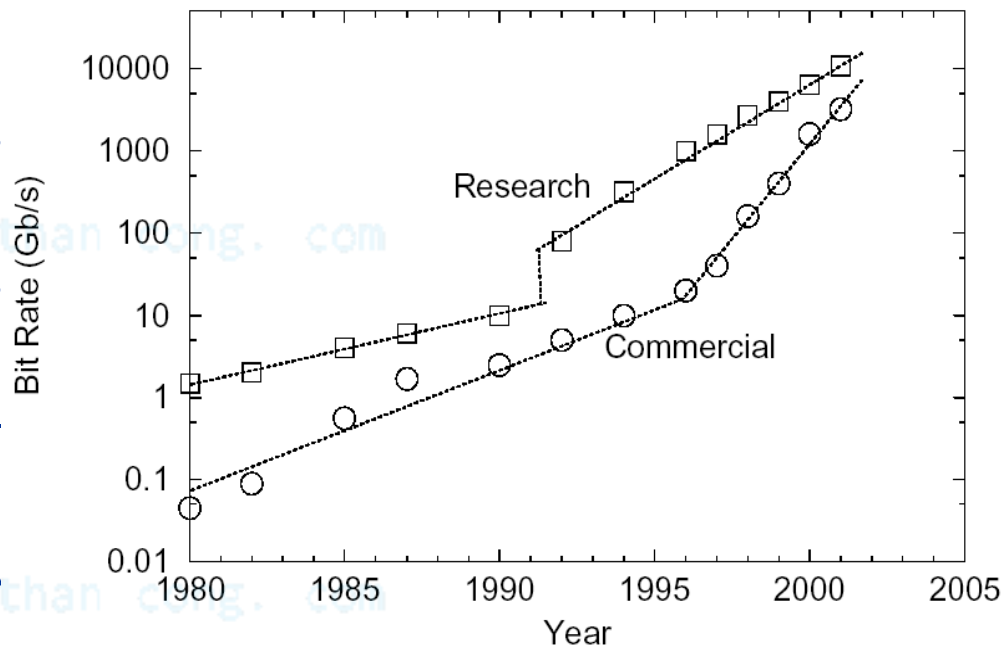
⊕ 1977: sợi đa mode (850nm, IM/DD) 45-90 Mb/s.

⊕ 1980: sợi đơn mode (1300nm, IM/DD) 140-280 Mb/s.

⊕ 1984: sợi đơn mode (1550nm, coherent) 2,5 Gb/s.

⊕ 1992: sợi đơn mode/DWDM (C-band, IM/DD) 400 Gb/s.

⊕ 2001: sợi đơn mode/DWDM+RA (C&L band, IM/DD) 2400 Gb/s



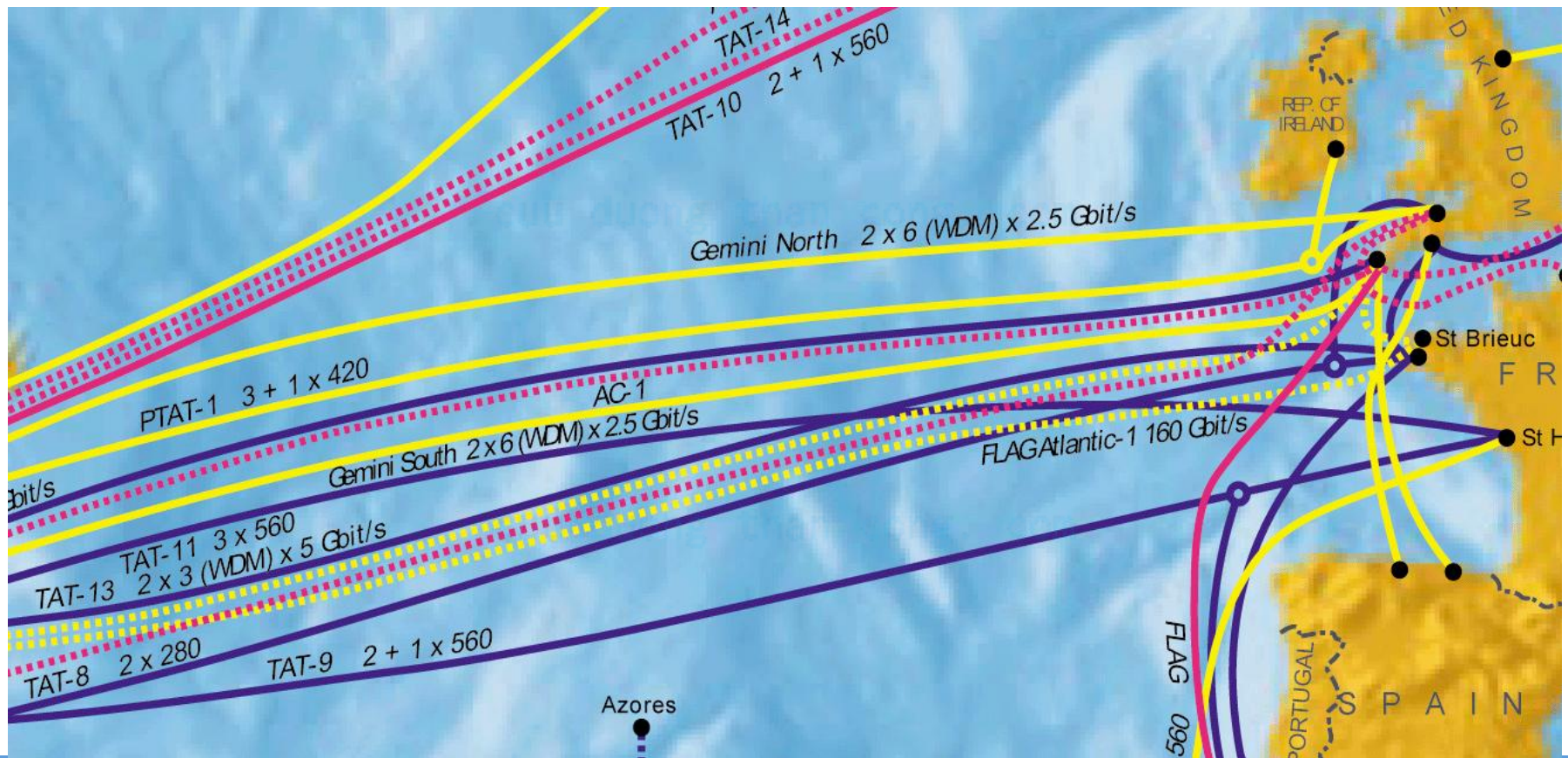
Nhu cầu về truyền dẫn quang tăng lên nhanh chóng, dung lượng hệ thống phát triển mạnh khoảng sau 1992.

❖ Một số hệ thống quang biến quốc tế:



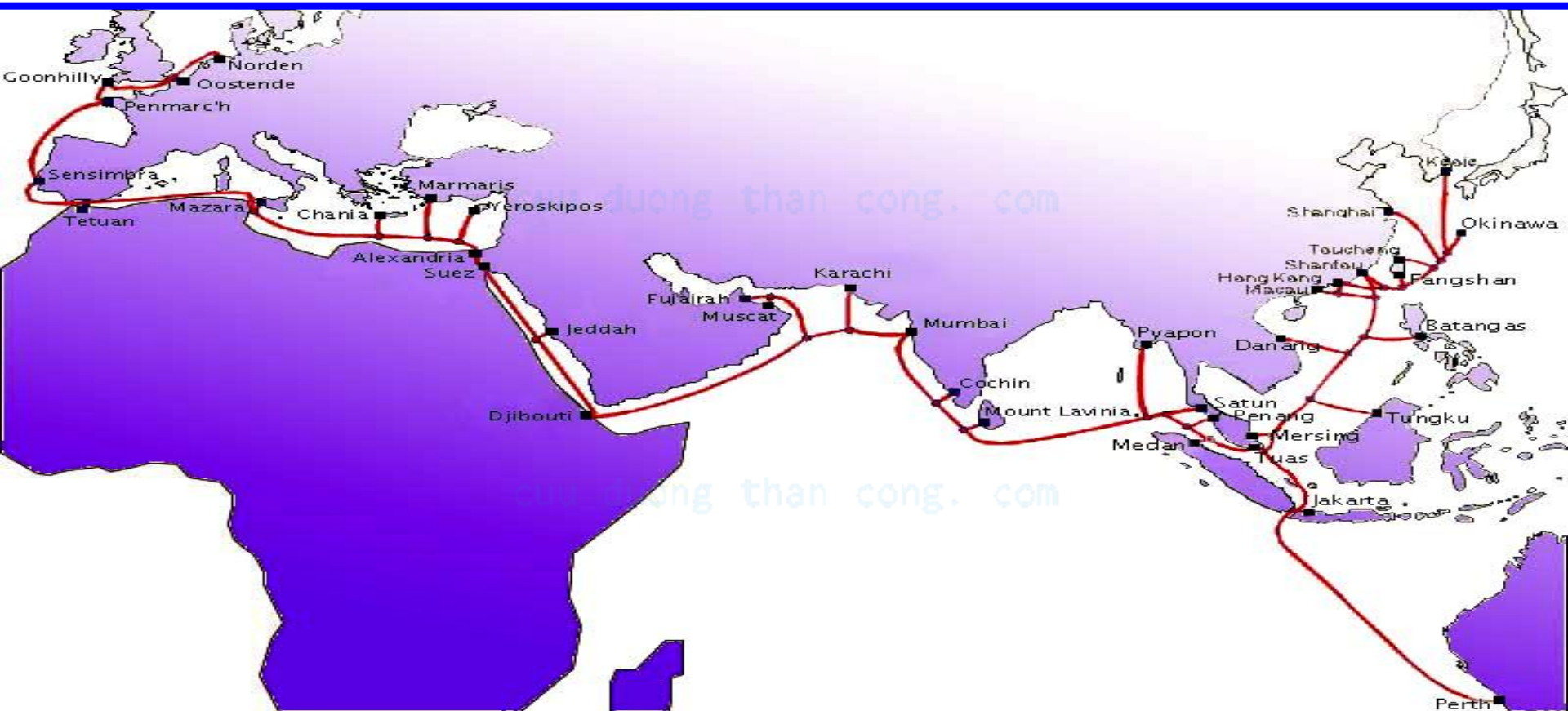
LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN (6)

❖ Một số hệ thống quang biển quốc tế:



LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN (7)

❖ Hệ thống quang biển quốc tế SE-WE-ME:



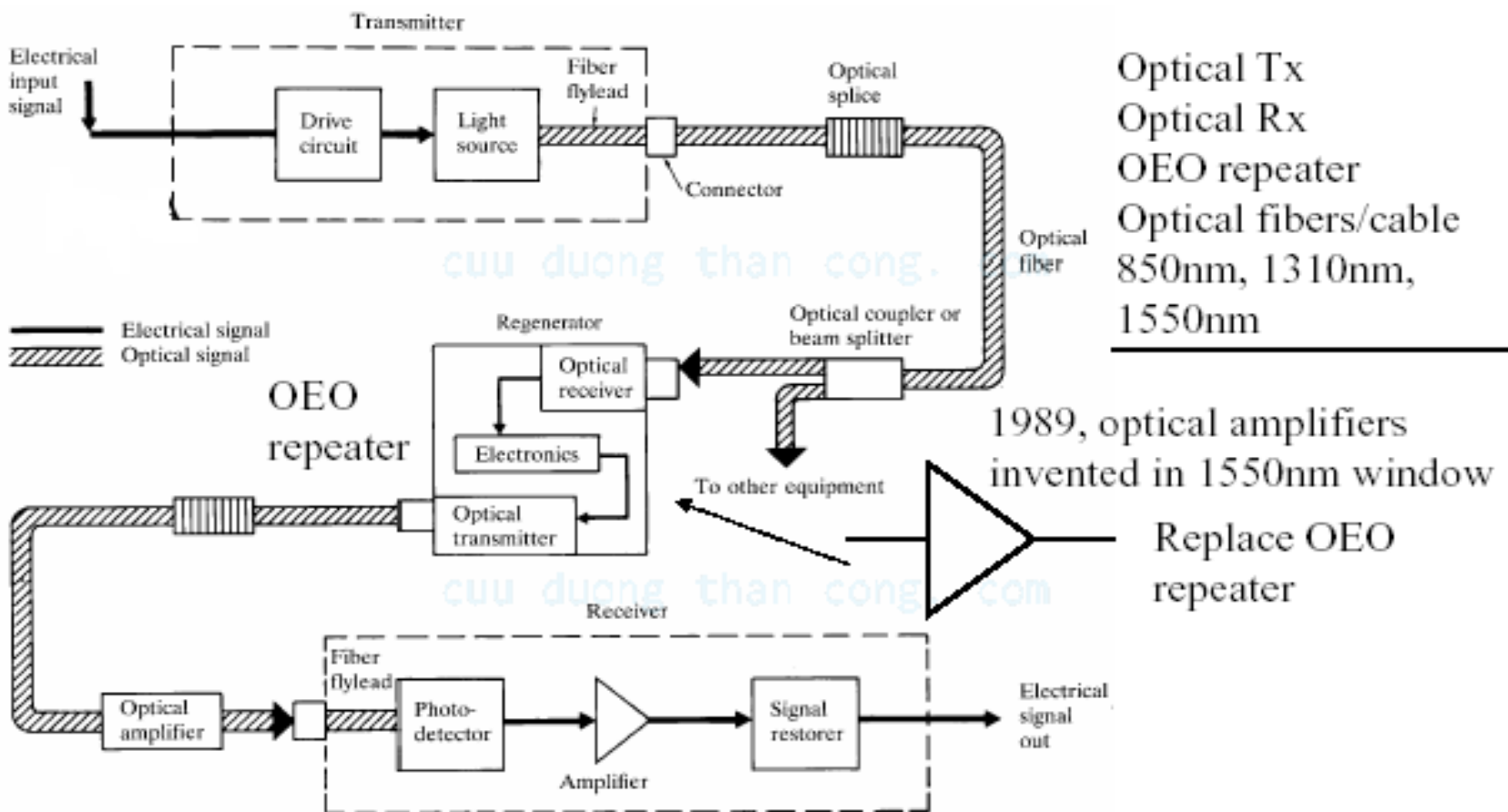
MÔ HÌNH CHUNG CỦA HT TTQ (1)



❖. Gồm 2 loại hệ thống:

- Hữu tuyến (Guided)
- Vô tuyến (Unguided)

MÔ HÌNH CHUNG CỦA HT TTQ (2)



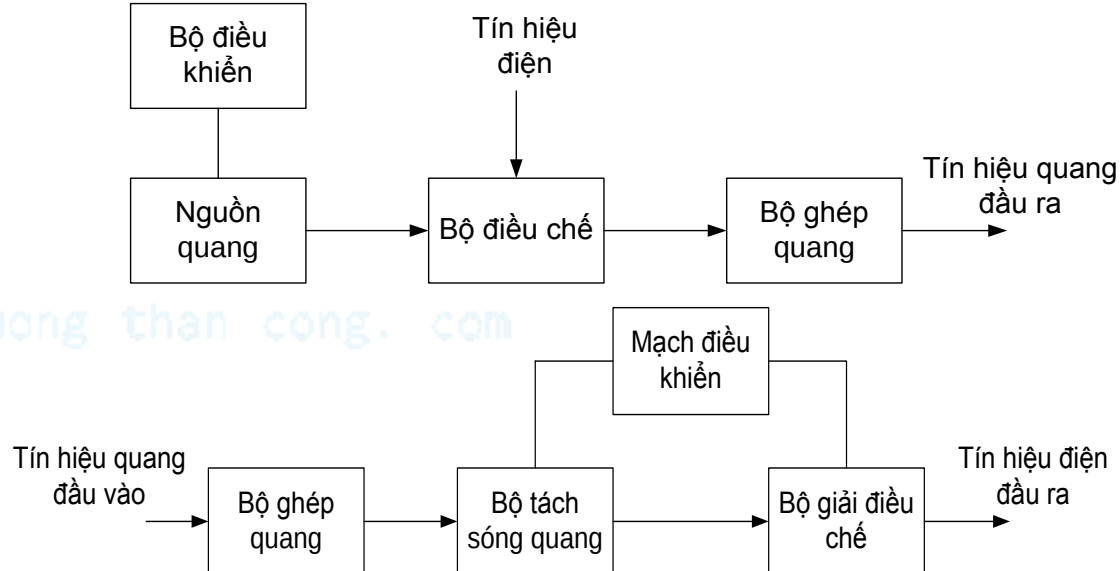
MÔ HÌNH CHUNG CỦA HT TTQ (3)

❖ Các thành phần cơ bản:

⊕ Sợi quang: Kênh truyền dẫn

- Suy hao ~ 0.2 dB/km
- Tán sắc gây dẫn xung quang khi lan truyền

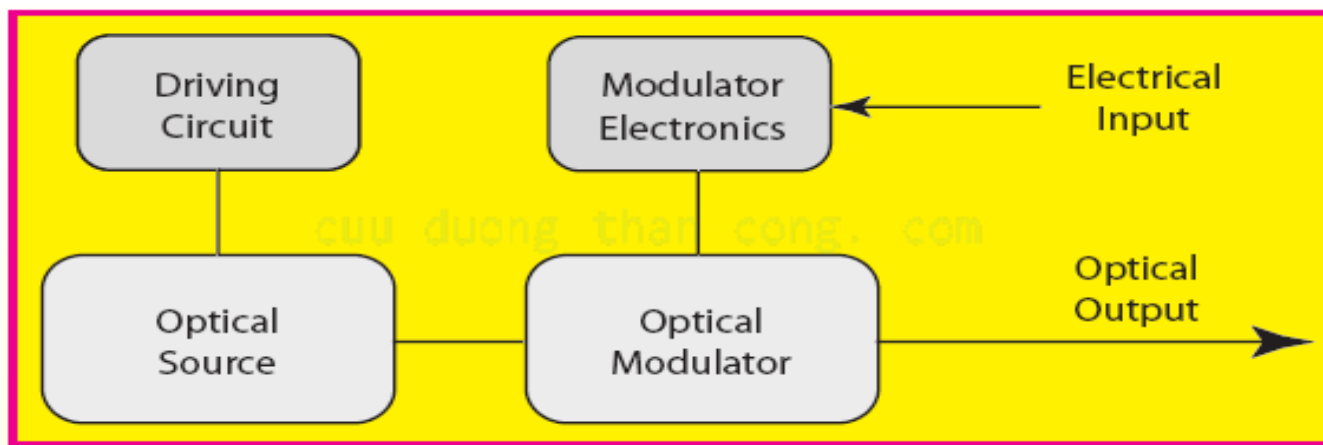
⊕ Bộ phát quang: E/O



⊕ Bộ thu quang: O/E

MÔ HÌNH CHUNG CỦA HT TTQ (4)

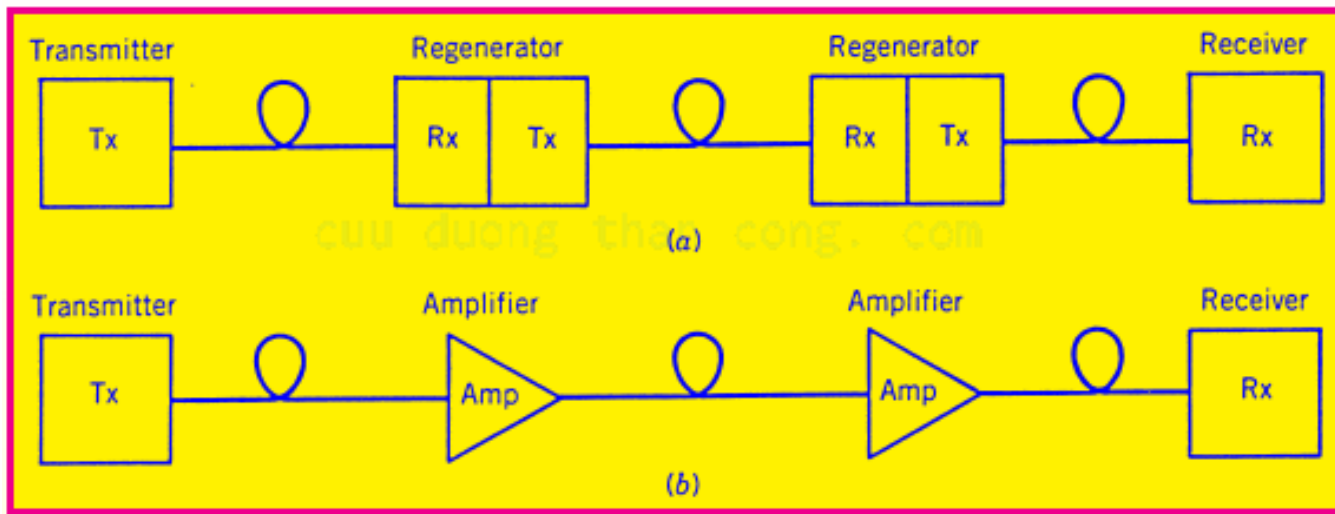
❖ Máy phát quang:



- **Nguồn quang (LASER/ LED):** Tạo ra sóng mang quang.
- Tần số sóng mang $185 \div 200 \text{ THz}$ ($1520 \div 1620 \text{ nm} = \text{Băng C \& Băng L}$)
- Bộ điều chế tạo luồng bit quang
- Kỹ thuật điều chế trực tiếp (IM): dòng LD được điều chế để tạo dòng bit (không cần bộ điều chế ngoài)

MÔ HÌNH CHUNG CỦA HT TTQ (5)

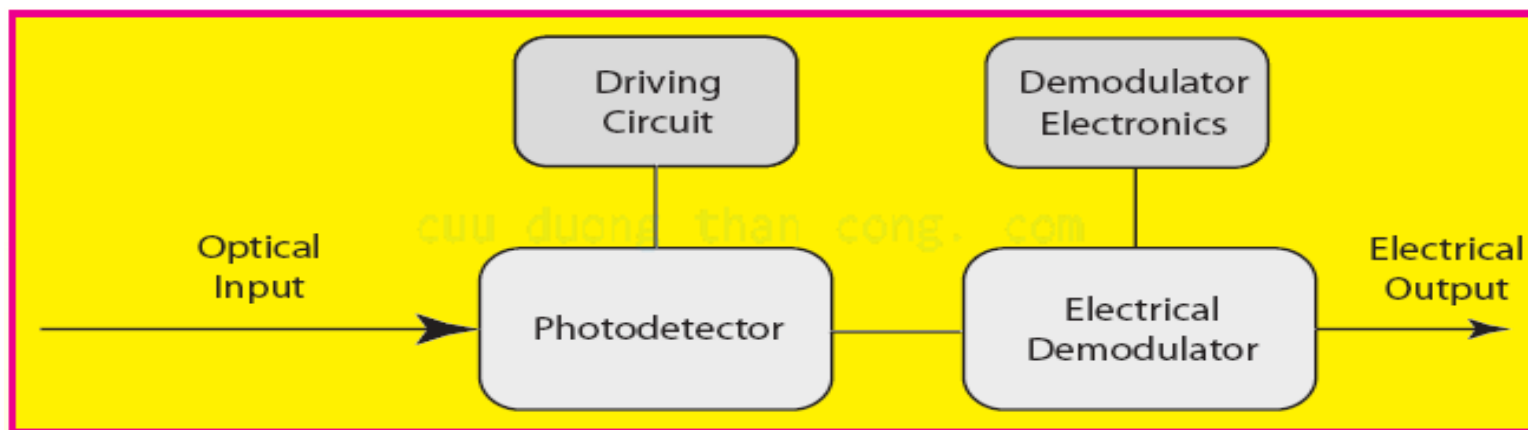
❖ Kênh thông tin:



- Các sợi quang SM có suy hao thấp (0,2 dB ở vùng 1550nm) hoạt động như kênh thông tin.
- Cụ li truyền dẫn vẫn bị giới hạn bởi suy hao của sợi: Suy hao được bù theo chu kỳ bằng trạm lặp hoặc bộ OA.
- Tán sắc và các hiệu ứng phi tuyến cũng làm hạn chế tổng chiều dài.

MÔ HÌNH CHUNG CỦA HT TTQ (6)

❖ Máy thu quang:



- Bộ tách quang (PIN/ APD): Biến đổi quang thành điện.
- Bộ giải điều chế tạo lại luồng bit điện
- Trong quá trình truyền có nhiễu và dẫn đến máy thu có lỗi: BER yêu cầu $<10^{-9}$
- Để hoạt động được: tất cả các máy thu cần tối thiểu một mức công suất nào đó (Độ nhạy thu).

MÔ HÌNH CHUNG CỦA HT TTQ (7)

❖ Ưu điểm của HT TTQ:

- . Suy hao thấp
- . Độ rộng băng tần lớn
- . Trọng lượng nhẹ
- . Không bị ảnh hưởng bởi điện từ trường ngoài
- . Không gây xuyên âm
- . Tính bảo mật cao
- . Chi phí tiết kiệm

❖ Nhược điểm của HT TTQ:

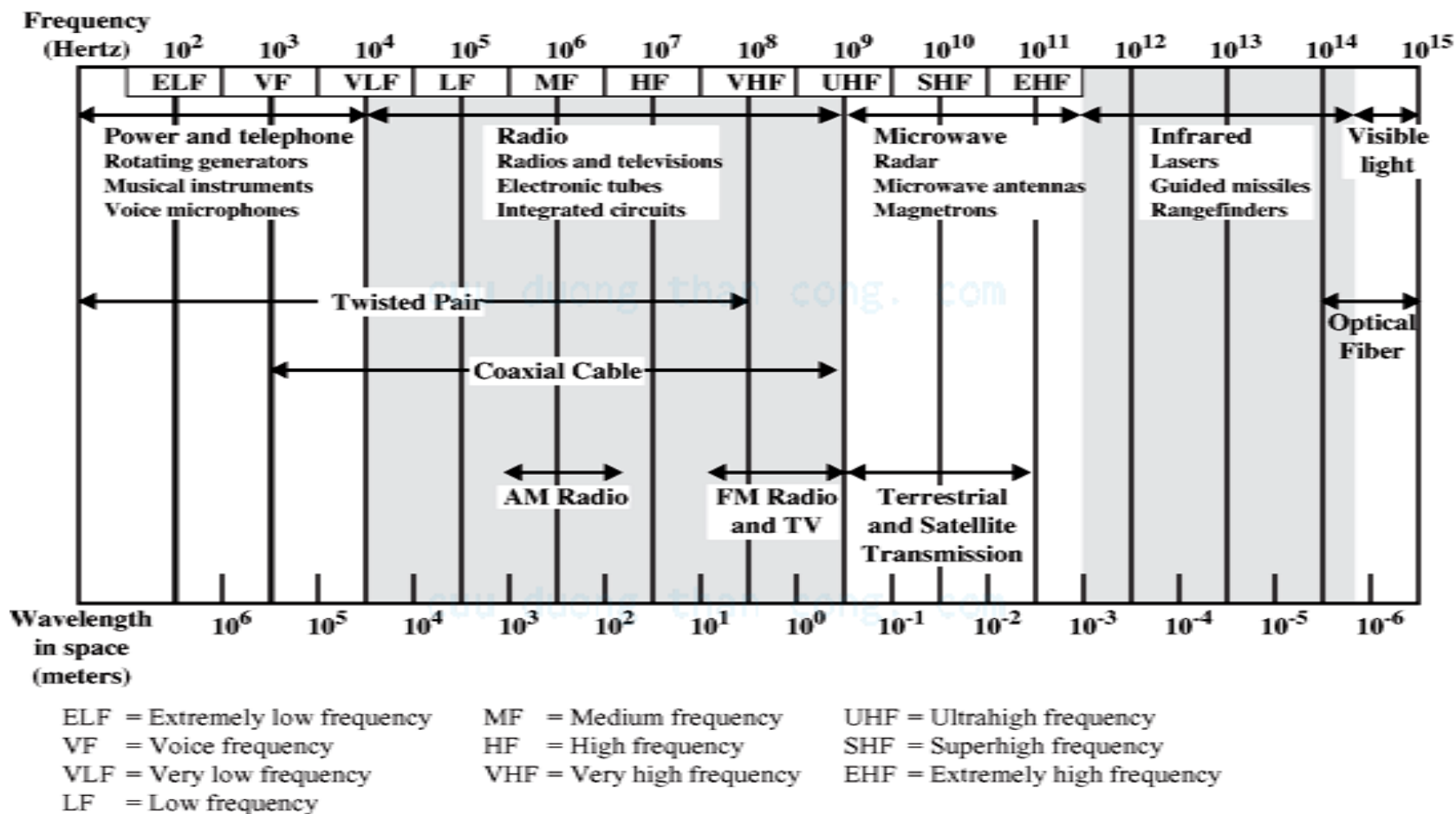
- . Khó khăn trong ghép nối
- . Không sử dụng tại vùng bị chiếu xạ

MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ BẢN (1)

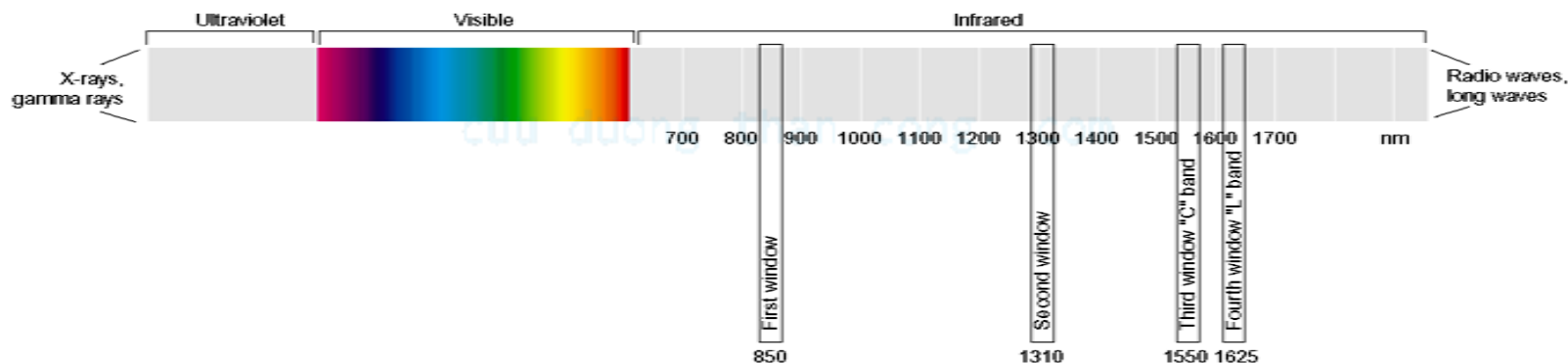
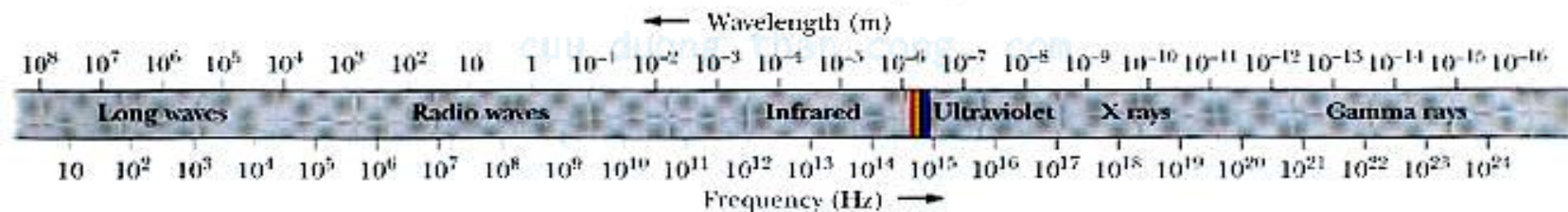
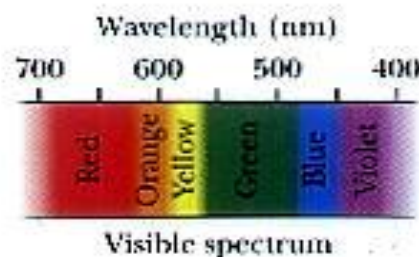
❖ Cơ sở quang vật lý:

- ⊕ ánh sáng vừa có bản chất hạt vừa có bản chất sóng.
- ⊕ Năng lượng của 1 photon: $E=hf$
trong đó: h - hằng số Plank, f - tần số ánh sáng $f = c/\lambda_o$
 λ_o - bước sóng ánh sáng trong chân không
- ⊕ ánh sáng truyền trong môi trường có chiết suất n với vận tốc $v = c/n$.
- ⊕ Trong môi trường đồng nhất, ánh sáng truyền thẳng
- ⊕ Khi gặp bề mặt phân cách giữa hai môi trường: một phần phản xạ còn một phần khúc xạ

MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ BẢN (2)



MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ BẢN (3)



MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ BẢN (4)

❖ Cơ sở quang vật lý:

⊕ Hiện tượng khúc xạ tuân theo định luật Snell:

Refractive index $n(\lambda) = \frac{c}{v}$

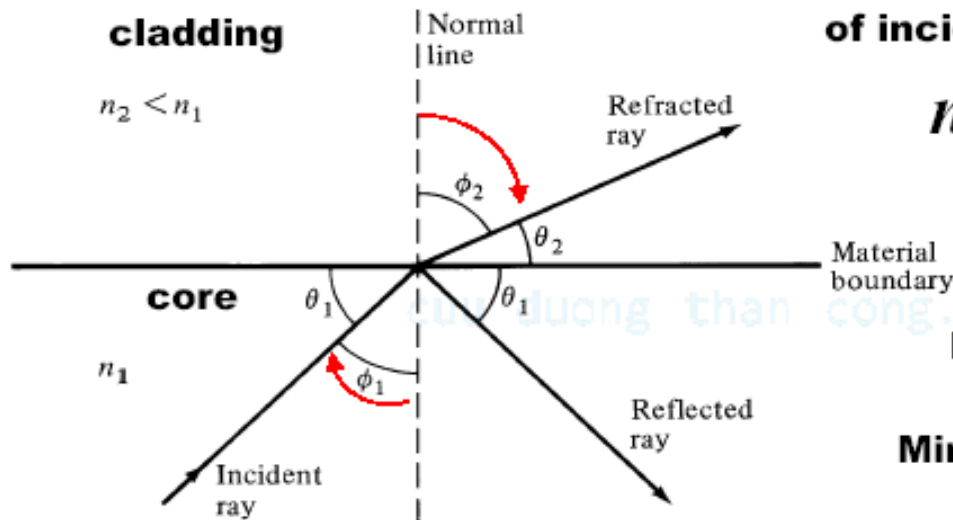
Relationship between angles of incidence and transmission:

$$n_1 \sin \phi_1 = n_2 \sin \phi_2$$

Snell law

let $\phi_2 = \pi/2$ $\sin \phi_c = \frac{n_2}{n_1}$

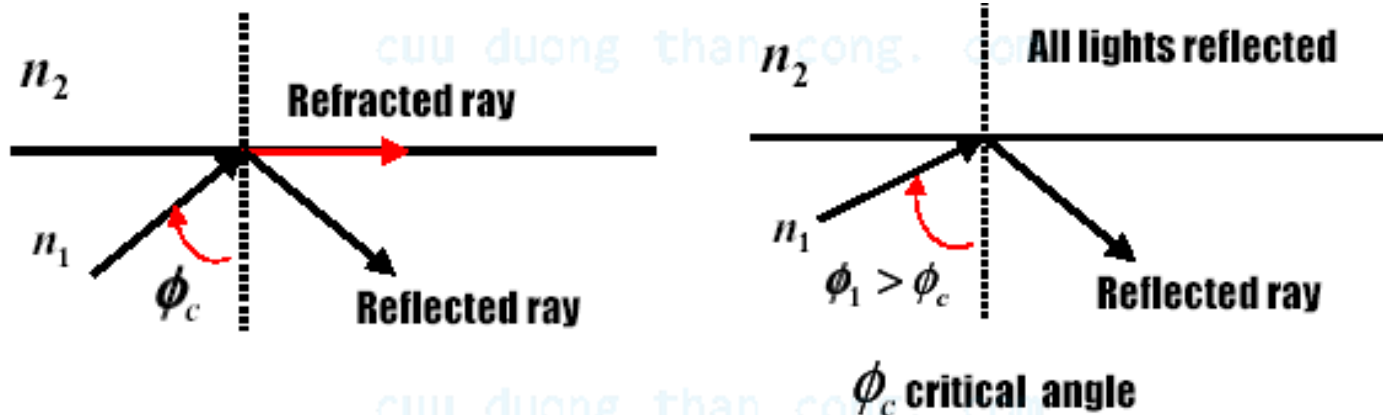
Min. angle for total reflection



MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ BẢN (5)

❖ Cơ sở quang vật lý:

⊕ Hiện tượng phản xạ toàn phần :



⇒ Cơ sở truyền ánh sáng trong sợi quang