

BÀI GIẢNG GIÁO KHOA

Thầy giáo : Nguyễn Quốc Tùng

KHOA HỌC TỰ NHIÊN

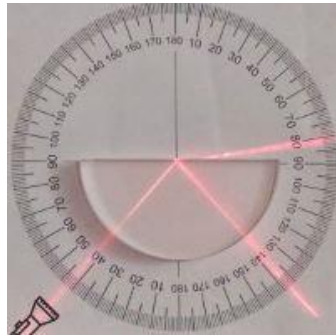


Bài 6

PHẢN XẠ TOÀN PHẦN

I. SỰ TRUYỀN ÁNH SÁNG TỪ MÔI TRƯỜNG CHIẾT SUẤT LỚN VÀO MÔI TRƯỜNG CHIẾT SUẤT NHỎ HƠN

Đường truyền ánh sáng đi từ bản bán trụ thủy tinh ra không khí được mô tả ở hình dưới đây:



Từ hình vẽ, ta nhận thấy:

- **Hiện tượng khúc xạ:** *Tia sáng truyền qua mặt phân cách bị lệch ra xa pháp tuyến vì đi từ môi trường chiết suất lớn sang nhỏ.*
- **Hiện tượng phản xạ:** *Một phần ánh sáng bị hắt lại vào thủy tinh, tạo thành tia phản xạ có góc phản xạ bằng góc tới.*

II. HIỆN TƯỢNG PHẢN XẠ TOÀN PHẦN

1. Định nghĩa

Phản xạ toàn phần là hiện tượng xảy ra khi toàn bộ tia sáng tới bị phản xạ trở lại tại mặt phân cách giữa hai môi trường mà không có tia khúc xạ truyền sang môi trường bên kia.

2. Góc tới hạn phản xạ toàn phần

Áp dụng định luật khúc xạ ánh sáng, ta có:

$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r.$$

$$\text{Suy ra: } \sin r = \frac{n_1}{n_2} \sin i.$$

- Khi $n_1 > n_2$ tức là ánh sáng đi từ môi trường chiết quang cao sang chiết quang thấp, ta luôn có $r > i$: Tia khúc xạ lệch xa pháp tuyến hơn so với tia tới.
- Nếu tiếp tục tăng góc tới i thì góc khúc xạ r cũng tăng theo ($r > i$). Khi r bằng 90° , tia khúc xạ đi sát mặt phân cách và góc tới tương ứng được gọi là góc tới hạn phản xạ toàn phần, kí hiệu là i_{th} .

Khi đó ta có công thức xác định góc tới hạn:

$$n_1 \cdot \sin(i_{th}) = n_2 \cdot \sin(90^\circ)$$

$$\sin(i_{th}) = \frac{n_2}{n_1}$$

Nếu góc tới lớn hơn hoặc bằng góc giới hạn: $i \geq i_{th} \rightarrow$ Không còn tia khúc xạ, toàn bộ tia sáng bị phản xạ lại $\rightarrow$ phản xạ toàn phần xảy ra.

3. Điều kiện để có phản xạ toàn phần

Phản xạ toàn phần chỉ xảy ra khi đồng thời thỏa mãn hai điều kiện sau:

- Ánh sáng truyền từ môi trường có chiết suất lớn hơn (n_1) sang môi trường có chiết suất nhỏ hơn (n_2), tức là: $n_1 > n_2$.
- Góc tới lớn hơn hoặc bằng góc tới hạn: $i \geq i_{th}$.

III. MỘT SỐ ỨNG DỤNG CỦA HIỆN TƯỢNG PHẢN XẠ TOÀN PHẦN

Phản xạ toàn phần được ứng dụng trong hiện tượng ảo ảnh và truyền ánh sáng trong sợi quang để phục vụ liên lạc và truyền dữ liệu.

1. Giải thích hiện tượng ảo ảnh

Hiện tượng ảo ảnh: Vào những ngày nắng nóng, khi đi trên đường nhựa, ta thường thấy hình ảnh giống như có một lớp nước mỏng phản chiếu ánh sáng ở phía xa trên mặt đường. Tuy nhiên, khi đến gần, không còn thấy lớp nước ấy nữa mà chỉ thấy mặt đường khô.



Nguyên nhân: Gần mặt đường nhựa vào ngày nóng, không khí bị đốt nóng và có nhiệt độ rất cao. Khi đó:

- Không khí gần mặt đường có nhiệt độ cao $\rightarrow$ chiết suất thấp.
- Không khí phía trên mát hơn $\rightarrow$ chiết suất cao hơn.

Vì vậy, không khí trên mặt đường có cấu trúc nhiều lớp, với chiết suất tăng dần theo độ cao.

Giải thích: Giả sử có một tia sáng truyền xiên từ một điểm A, đi qua các lớp không khí có chiết suất tăng dần từ thấp đến cao:

- Ban đầu, tia sáng bị khúc xạ liên tiếp, do chênh lệch chiết suất giữa các lớp không khí.
- Khi đi đến lớp không khí rất gần mặt đường (chiết suất thấp hơn nhiều), góc tới vượt quá góc giới hạn, khiến tia sáng bị phản xạ toàn phần ngược trở lại.

Tia sáng sau đó tiếp tục bị khúc xạ khi đi ngược lên, và đi vào mắt người quan sát. Mắt ta nhận được tia sáng này như thể nó đi theo đường thẳng, từ hình ảnh của vật phản chiếu dưới mặt đường. Vì vậy, ta tưởng như có một lớp nước hoặc vùng sáng phản chiếu ở xa, dù thực tế không có. Đó chính là hiện tượng ảo ảnh.

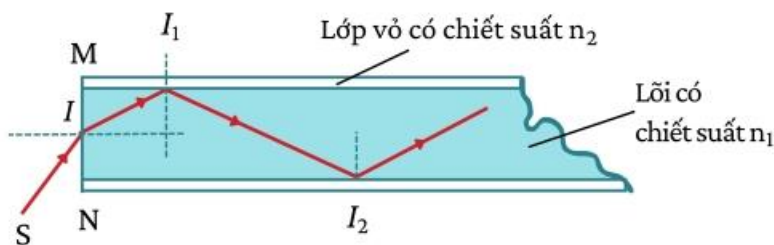
2. Tìm hiểu hoạt động của cáp quang

Cáp quang gồm nhiều sợi quang – là những sợi cực nhỏ trong suốt có khả năng dẫn truyền ánh sáng bằng hiện tượng phản xạ toàn phần.

Cấu tạo: Mỗi sợi quang gồm 2 phần:

- **Lõi:** làm bằng thủy tinh hoặc nhựa trong suốt, có chiết suất n_2 .
- **Vỏ bọc:** bao quanh lõi, cũng là chất trong suốt nhưng có chiết suất n_1 nhỏ hơn n_2 .

Hoạt động:



Xét một tia sáng đi từ điểm S đến điểm I và chiếu vào sợi quang tại mặt cắt MN:

- Tia sáng **bị khúc xạ** khi đi vào lõi sợi quang.
- Khi gặp mặt phân cách giữa lõi và lớp vỏ tại điểm I_1 , góc tới lớn hơn góc tới hạn $\rightarrow$ tia sáng bị phản xạ toàn phần.

- Tia sáng tiếp tục phản xạ liên tiếp nhiều lần trong lõi tại các điểm như $I_2, I_3, \dots$ và bị giữ lại bên trong lõi.

Ứng dụng: Nhờ vào hiện tượng này, ánh sáng được dẫn truyền đi xa trong lõi sợi quang mà không thoát ra ngoài, giúp sợi quang trở thành công cụ quan trọng trong việc truyền dữ liệu trong viễn thông và mạng internet.

