

1. Hiện tượng phản xạ toàn phần

Xét tia sáng đi từ môi trường có chiết suất n_1 sang một môi trường có chiết suất n_2 nhỏ hơn.

Trong trường hợp này, ta có :

$r > i$ (góc khúc xạ lớn hơn góc tới).

Cho góc tới i tăng dần, thì góc khúc xạ r cũng tăng dần và luôn luôn lớn hơn i .

Khi r đạt giá trị lớn nhất là 90° , thì góc tới i cũng có giá trị lớn nhất là i_{gh} . Ta có :

$$n_1 \cdot \sin i_{gh} = n_2 \cdot \sin 90^\circ = n_2$$

suy ra : $\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1}$ (45.1)

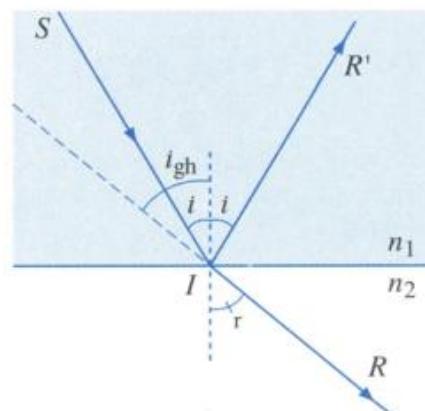
Thí nghiệm cho thấy, trong trường hợp này, nếu góc tới i nhỏ hơn i_{gh} , tia sáng tới mặt lưỡng chất có một phần bị phản xạ, phần kia bị khúc xạ đi vào môi trường thứ hai (Hình 45.1).

Nếu góc tới i lớn hơn i_{gh} , toàn bộ ánh sáng sẽ bị phản xạ, không có tia khúc xạ vào môi trường thứ hai (vì không thể xảy ra trường hợp $r > 90^\circ$) (Hình 45.2).

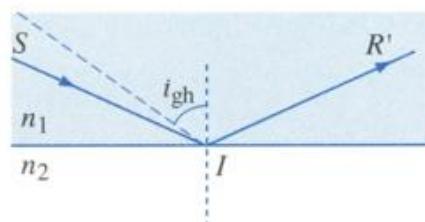
Hiện tượng này được gọi là *hiện tượng phản xạ toàn phần*.

Kết luận

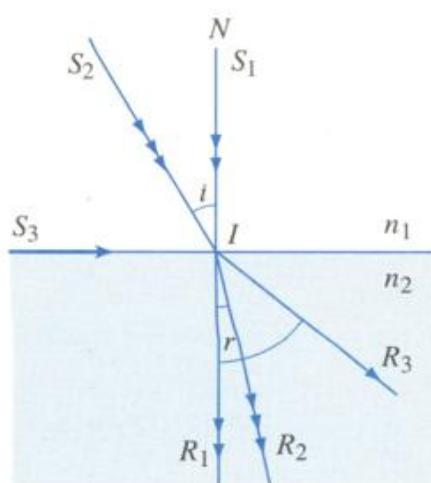
Khi ánh sáng đi từ môi trường có chiết suất lớn hơn sang môi trường có chiết suất nhỏ hơn và có góc tới i lớn hơn góc giới hạn i_{gh} , thì sẽ xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần, trong đó mọi tia sáng đều bị phản xạ, không có tia khúc xạ.



Hình 45.1 Sự khúc xạ và phản xạ của tia sáng khi tới mặt phân cách hai môi trường ($n_1 > n_2$).



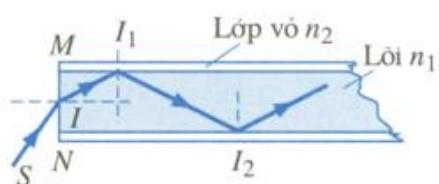
Hình 45.2 Sự phản xạ toàn phần. Góc tới i lớn hơn góc giới hạn, tia sáng bị phản xạ toàn phần.



Hình 45.3 Sự khúc xạ của ánh sáng khi tới mặt phân cách hai môi trường ($n_1 < n_2$).

C1 Trong trường hợp nào, ta không thể quan sát thấy hiện tượng khúc xạ của một tia sáng tại mặt phân cách hai môi trường trong suốt?

C2 Hãy cho biết các điều kiện để xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần.



Hình 45.4 Đường đi của tia sáng trong sợi quang.

Tuy nhiên, về điều kiện xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần, ta vẫn nói là $i \geq i_{gh}$, dấu "=" hiểu theo nghĩa là trường hợp giới hạn.

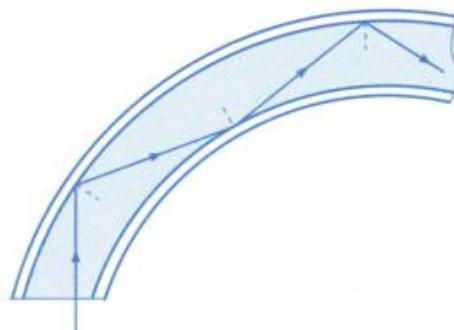
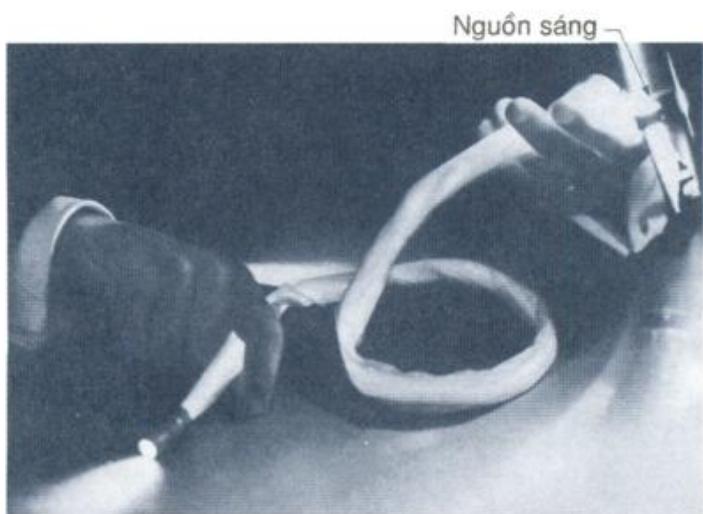
Xét một tia sáng đi từ môi trường có chiết suất n_1 sang môi trường khác có chiết suất n_2 lớn hơn n_1 thì khi cho góc i tăng dần, góc khúc xạ r cũng tăng dần nhưng luôn nhỏ hơn i . Khi i đạt giá trị lớn nhất là 90° thì r đạt giá trị lớn nhất và bằng i_{gh} nói ở trên (Hình 45.3).

Vậy trong trường hợp ánh sáng đi từ môi trường có chiết suất nhỏ hơn sang môi trường có chiết suất lớn hơn, ta luôn luôn có tia khúc xạ trong môi trường thứ hai.

2. Ứng dụng hiện tượng phản xạ toàn phần

- Sợi quang

Sợi quang có lõi làm bằng thuỷ tinh hoặc chất dẻo trong suốt có chiết suất n_1 , được bao quanh bằng một lớp vỏ có chiết suất n_2 nhỏ hơn n_1 . Xét tia tới SI đến điểm I trên tiết diện MN của sợi dây. Tia này bị khúc xạ khi đi vào sợi dây. Tia khúc xạ tới mặt tiếp xúc giữa lõi và lớp vỏ tại I_1 dưới góc tới i lớn hơn góc tới giới hạn và bị phản xạ toàn phần. Hiện tượng phản xạ như vậy được lặp lại nhiều lần liên tiếp tại các điểm I_2, I_3, \dots (Hình 45.4).



Hình 45.5 Ánh sáng được dẫn qua sợi quang do hiện tượng phản xạ toàn phần.

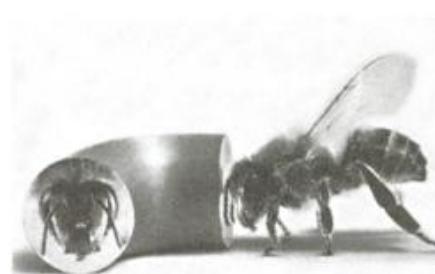
Sau một loạt phản xạ liên tiếp như trên, tia sáng được dẫn qua sợi quang mà cường độ ánh sáng bị giảm không đáng kể (Hình 45.5).

Nhiều sợi quang như vậy có thể được ghép với nhau tạo thành những bó. Những bó này lại được ghép và hàn nối với nhau, tạo thành những cáp quang, có thể có tới 3 000 sợi trong một tiết diện chỉ vào khoảng 1 cm^2 .

Trong y học, người ta dùng bó sợi quang để quan sát các bộ phận ở bên trong cơ thể. Đó là phương pháp nội soi.

Trong công nghệ thông tin, cáp quang được dùng để truyền các dữ liệu. Một hệ truyền thông dùng cáp quang gồm ba bộ phận chính : một máy phát biến đổi các tín hiệu điện thành tín hiệu quang, một cáp quang có nhiệm vụ truyền các tín hiệu này đi, và một máy thu nhận các tín hiệu ra ở đầu thứ hai của cáp quang và biến chúng trở lại các tín hiệu điện.

Cáp quang có nhiều ưu điểm hơn so với cáp kim loại. Trong đó, có hai ưu điểm rất đáng để ý. Cáp quang truyền được một số lượng dữ liệu lớn gấp nhiều lần (có thể hàng nghìn lần) so với cáp kim loại cùng đường kính. Ngoài ra, cáp quang rất ít bị nhiễu bởi trường điện từ ngoài, vì các sợi quang được làm bằng chất điện môi.



Hình 45.6 Ảnh của con ong truyền qua một bó sợi quang.

CÂU HỎI

- Một đèn chiếu ở trong nước rọi một chùm sáng song song lên mặt thoáng của nước. Phía trên mặt thoáng là một màn E nằm ngang. Ta sẽ nhận được một vệt sáng trên màn E . Điều khẳng định này đúng hay sai?
- Hãy kể một vài ứng dụng của hiện tượng phản xạ toàn phần.

BÀI TẬP

- Chọn câu trả lời đúng.

Cho một tia sáng đi từ nước ($n = \frac{4}{3}$) ra không khí. Sự phản xạ toàn phần xảy ra khi góc tới :

A. $i < 49^\circ$. B. $i > 42^\circ$. C. $i > 49^\circ$. D. $i > 43^\circ$.

- Câu nào dưới đây **không** đúng?

A. Ta luôn luôn có tia khúc xạ khi tia sáng đi từ môi trường có chiết suất nhỏ hơn sang môi trường có chiết suất lớn hơn.

B. Ta luôn luôn có tia khúc xạ khi tia sáng đi từ môi trường có chiết suất lớn hơn sang môi trường có chiết suất nhỏ hơn.

C. Khi chùm sáng phản xạ toàn phần thì không có chùm sáng khúc xạ.

D. Khi có sự phản xạ toàn phần, cường độ chùm sáng phản xạ gần như bằng cường độ chùm sáng tới.

- Một khối thuỷ tinh P có chiết suất $n = 1,5$, tiết diện thẳng là một tam giác cân ABC vuông góc tại B . Chiếu vuông góc tới mặt AB một chùm sáng song song SI .

a) Khối thuỷ tinh P ở trong không khí. Tính góc D làm bởi tia ló và tia tới.

b) Tính lại góc D nếu khối P ở trong nước có chiết suất $n' = 1,33$.

- Có một miếng gỗ mỏng hình tròn, bán kính 4 cm. Người ta cầm thẳng góc một chiếc đinh qua tâm O của miếng gỗ nổi trong chậu nước. Thành chậu thẳng đứng và rìa miếng gỗ cách thành chậu 10 cm. Nước có chiết suất $n = 1,33$.

a) Gọi chiều dài phần đinh nằm trong nước là OA . Tim chiều dài lớn nhất của OA sao cho dù để mắt ở đâu cũng không nhìn thấy đầu A của đinh ?

b) Điều chỉnh để chiều dài của phần đinh nằm trong nước bằng 4 cm và thay nước bằng một chất lỏng trong suốt có chiết suất $n' = 1,38$. Hỏi mắt đặt tại một điểm trên đường thẳng đứng sát thành chậu và cách mặt nước 4 cm thì có nhìn thấy đầu A của đinh không ?