

# SỰ PHẢN XẠ VÀ CHỐNG PHẢN XẠ SÓNG ĐIỆN TỪ

Nguyễn Văn Dán và Hoàng Đình Chiến\*

Khoa Công nghệ Vật liệu – ĐHBK TP HCM.

\* Khoa Điện – Điện tử – ĐHBK TP HCM

---

## TÓM TẮT

Lý thuyết sóng điện từ (SĐT) đã chỉ ra rằng sự phản xạ, hấp thụ và truyền qua của SĐT có liên quan đến các hành vi của điện tử trong vật liệu khi tương tác với SĐT[1,2]. Nghiên cứu của chúng tôi bao gồm các vấn đề sau:

- Bản chất của sự hấp thụ, phản xạ và truyền qua SĐT.
- Công thức cường độ phản xạ và sử dụng nó trong nghiên cứu vật liệu phản xạ và chống phản xạ.

## ABSTRACT

Electromagnetic wave theory described that electromagnetic reflection, absorption and transmission connect to behaviour of electrons when they interacted with electromagnetic wave. Some of the fields have been researched :

- Reasons of electromagnetic wave reflection, absorption and transmission.
- Formula of electromagnetic reflective intensity and its role in researching reflective and antireflective materials.

## 1. MỞ ĐẦU

Nghiên cứu sự phản xạ và chống phản xạ có ý nghĩa thực tế to lớn. Các hệ thống thiết bị quang học, các tế bào thu năng lượng mặt trời và các vật liệu hấp thụ SĐT như laser, hồng ngoại, viba, tia X và tia gama đều cần thiết phải chống phản xạ. Ngược lại đôi khi trong các hệ quang học vật liệu lại cần phản xạ như các gương, các vật liệu nghi trang trong quân sự. Bài báo này nhằm mục đích làm rõ bản chất của hiện tượng phản xạ, hấp thụ và truyền qua SĐT từ đó tìm ra các giải pháp sử dụng và chế tạo các vật liệu phản xạ và chống phản xạ một cách hữu hiệu.

## 2. TƯƠNG TÁC CỦA SÓNG ĐIỆN TỪ VỚI VẬT RẮN

Khi sóng điện từ truyền từ môi trường này sang môi trường khác (chẳng hạn từ không khí vào vật rắn) thì một số bức xạ điện từ có thể được truyền qua môi trường, một phần bị hấp thụ và một phần bị phản xạ trên bề mặt phân cách giữa hai môi trường. Cường độ  $I_0$  của chùm bức xạ tới bề mặt môi trường rắn phải bằng tổng cường độ của các chùm bức xạ truyền qua, hấp thụ và phản xạ tương ứng là  $I_T$ ,  $I_A$ , và  $I_R$  :

$$I_0 = I_A + I_T + I_R \quad (1)$$

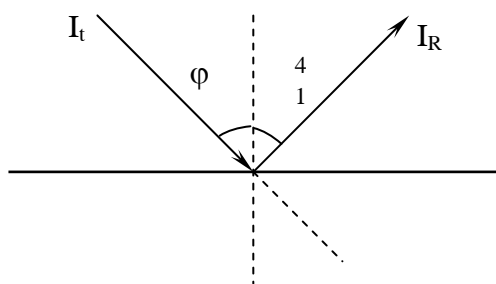
$$\frac{I_A}{I_0} + \frac{I_T}{I_0} + \frac{I_R}{I_0} = 1$$

$$A + T + R = 1 \quad (2)$$

Trong đó, T, A, R tương ứng biểu diễn độ truyền qua ( $I_T/I_0$ ), độ hấp thụ ( $I_A/I_0$ ) và độ phản xạ ( $I_R/I_0$ ), đó là những tỷ phần của bức xạ tới được truyền qua, phản xạ và hấp thụ bởi vật liệu.

## 2.1- Bản chất của sự hấp thụ, phản xạ và truyền qua

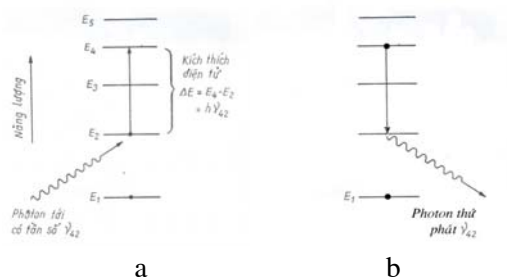
Một chùm sóng điện từ đập vào bề mặt vật rắn bao giờ cũng phản xạ lại với quy luật hình học : góc tới bằng góc phản xạ. Đó chính là phản xạ hình học mà thành phần này luôn luôn có miễn là tồn tại bề mặt phân chia giữa hai môi trường.



Hình 1 : Sự phản xạ hình học sóng điện từ

Ngoài phần năng lượng SĐT bị phản xạ hình học, phần năng lượng còn lại của SĐT tương tác với vật rắn , một phần bị hấp thụ, một phần bị phản xạ do thứ phát và một phần năng lượng được truyền qua.

Ta hãy xét riêng một nguyên tử , đồ thị năng lượng nguyên tử của nó được biểu diễn như sau :



Hình 2: Sơ đồ sự hấp thụ photon

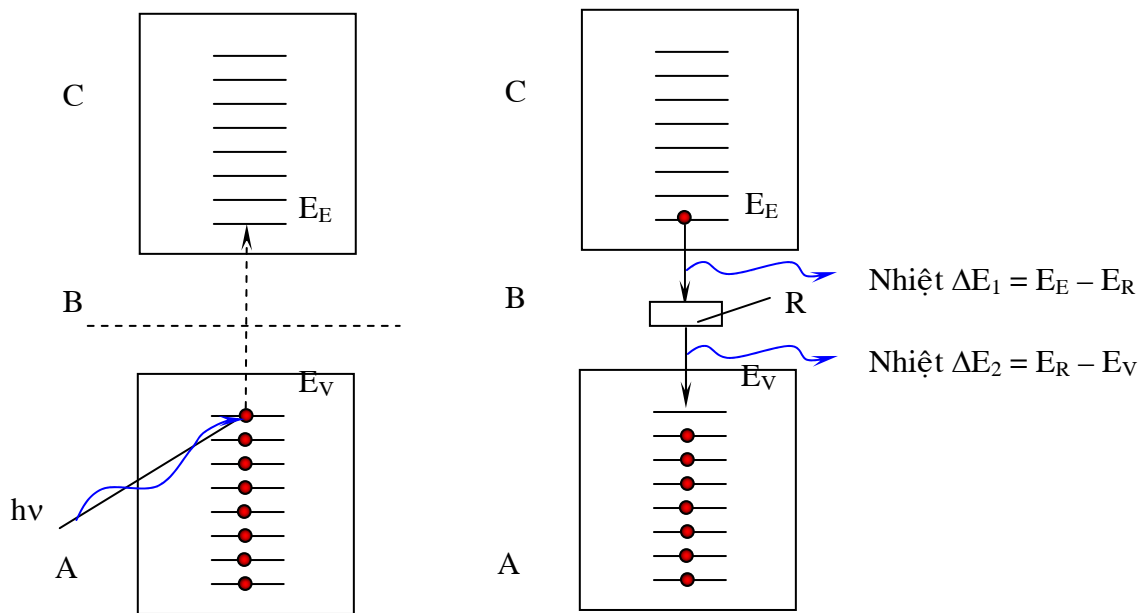
Giả sử có một photon ứng với năng lượng  $h\nu > E_{i+1} - E_i$ , kích thích một điện tử tại mức  $E_i$  nhảy lên mức  $E_{i+1}$  hoặc mức cao hơn, trên hình 2a là từ  $E_2$  lên  $E_4$ . Ta nói rằng điện tử đã hấp thụ một năng lượng  $\Delta E_{42} = h\nu_{42} = E_4 - E_2$

Tại  $E_4$  điện tử tồn tại không lâu, gần như ngay lập tức nó nhảy về mức  $E_2$  và phát ra (phát trở lại) một sóng điện từ có cùng năng lượng  $h\nu$  nhưng ngược chiều với chùm tới – bức xạ thứ phát mà trong thành phần của nó có tia phản xạ gọi là phản xạ do thứ phát (hình 2b).

Như vậy **bản chất của phản xạ** là sự phản xạ hình học và phản xạ thứ phát do tái hợp điện tử – lỗ trống sau khi điện tử nhận năng lượng của SĐT, bị kích thích nhảy lên mức năng lượng cao hơn. Cường độ tia phản xạ là tổng của cường độ phản xạ hình học và phản xạ do thứ phát [2,3]

Đối với các vật liệu dẫn điện, sau khi điện tử nhận năng lượng của SĐT, bị kích thích nhảy lên mức năng lượng cao hơn, ngoài sự giáng điện tử còn xảy ra hiệu ứng cảm ứng điện từ. Ta nói rằng một phần năng lượng SĐT đã bị vật liệu hấp thụ và chuyển thành điện năng.

Trong một số trường hợp của chất bán dẫn, điện tử ở mức năng lượng tại đỉnh miền hoá trị  $E_v$  hấp thụ năng lượng SĐT nhảy lên mức kích thích  $E_c$  sau đó là sự giáng điện tử theo nhiều cấp như cho ở hình 3 [4]



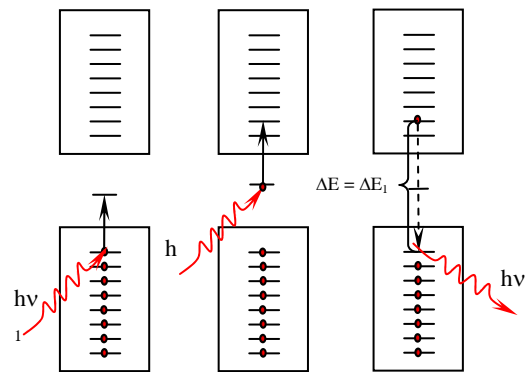
Hình 3: Tái hợp qua tâm trung gian

Trên hình 3 ta thấy điện tử đã giáng làm 2 cấp qua tâm trung gian R. Hai SĐT tương ứng được phát ra dưới dạng bức xạ nhiệt là  $h\nu_1 = \Delta E_1 = E_E - E_R$  và  $h\nu_2 = \Delta E_2 = E_R - E_V$ . Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$h\nu = h\nu_1 + h\nu_2 = \Delta E_1 + \Delta E_2 = (E_E - E_R) + (E_R - E_V) \quad (3).$$

Như vậy trong trường hợp này năng lượng SĐT đã bị điện tử hấp thụ và thủ phát chuyển thành năng lượng nhiệt.

Sự hấp thụ SĐT còn xảy ra bằng cách điện tử tại mức  $E_V$  nhận năng lượng SĐT nhảy vào các mức trống trong dải cấm. Tại đây điện tử như bị nhốt lại và dải cấm trở thành như một cái bẫy gọi là bẫy lượng tử. Muốn giải phóng năng lượng SĐT mà điện tử đã nhận, ta cần cung cấp một năng lượng lớn hơn để điện tử trong dải cấm nhảy lên mức kích thích  $E_E$  sau đó là sự giáng điện tử với năng lượng được giải phóng  $\Delta E = (E_E - E_V)$  như thể hiện ở hình 4 [5]



Hình 4 :Thủ phát do nhiễu kích thích

Đối với các SĐT năng lượng cao như tia X và tia gamma ngoài sự thứ phát còn có các quá trình hấp thụ khác như hiệu ứng quang điện, hiệu ứng Compton và hiệu ứng tạo cặp electron - positron.

*Nếu năng lượng SĐT không đủ lớn để kích thích điện tử ở mức  $E_i$  nhảy lên mức kế tiếp  $E_{i+1}$  ( có nghĩa  $h\nu < E_{i+1} - E_i$  ) thì năng lượng SĐT không bị điện tử hấp thụ và nó sẽ truyền qua vật liệu – đó chính là bản chất của sự truyền qua vật liệu của SĐT [2,3]. Khi SĐT truyền qua cũng bị vật liệu hấp thụ dẫn tới sự lệch phương truyền và năng lượng SĐT bị giảm dần. Các hiệu ứng hấp thụ trong trường hợp*

này là sự phân cực điện và từ với việc chuyển năng lượng SĐT thành nhiệt năng.

*Qua các khảo sát trên ta thấy bản chất của sự hấp thụ SĐT bao gồm [2,3]:*

- Hấp thụ do các điện tử nhận năng lượng SĐT chuyển dời lên mức cao hơn và sau đó thứ phát chuyển năng lượng SĐT thành dạng năng lượng khác.
- Hấp thụ do các điện tử cùng với năng lượng đã nhận bị nhốt vào trong bẫy.
- Hấp thụ do phân cực điện và từ.
- Hấp thụ do các hiệu ứng khác

*Trong các hiệu ứng trên hiệu ứng nào sẽ là chủ yếu tùy thuộc vào tần số của SĐT.*

## 2.2 – Công thức cường độ phản xạ và ý nghĩa thực tế của nó [ 2,3 ] .

Như kết luận của chúng tôi đã trình bày ở trên, cường độ tia phản xạ là tổng của cường độ phản xạ hình học và phản xạ do thứ phát. Viết dưới dạng công thức toán học ta có:

$$I_R = I_{Rhh} + I_{Rtp} \quad (4)$$

Trong đó :

$I_R$  : Tổng cường độ phản xạ

$I_{Rhh}$  : Cường độ phản xạ hình học

$I_{Rtp}$  : Cường độ phản xạ do thứ phát

Dựa vào công thức (4) có thể đề xuất các phương hướng chế tạo vật liệu phản xạ và chống phản xạ như sau:

- Lớp vật liệu phản xạ cần được chế tạo bằng loại vật liệu có cường độ phản xạ thứ phát và phản xạ hình học cao .

- Để có phản xạ thứ phát lớn vật liệu phải là kim loại. Kim loại gồm nhiều mức năng lượng trống tồn tại ngay trong dải hoá trị, nó nhận sự kích thích và chuyển dời electron bởi tất cả các sóng điện từ từ radio cho đến tia  $\gamma$ . Với các sóng điện từ tần số trong khoảng radio đến vùng giữa tử ngoại, kim loại hầu như là phản xạ với hiệu suất cao từ  $0.9 \div 0.95$ .

- Để có phản xạ hình học cao, bề mặt vật liệu cần phải nhẵn bóng.

- Lớp vật liệu chống phản xạ cần phải được chế tạo bằng loại vật liệu có cường độ phản xạ thứ phát và phản xạ hình học thấp .

- Để có phản xạ thứ phát nhỏ vật liệu phải là loại vật liệu hấp thụ SĐT với các hiệu ứng hấp thụ nêu trên.

- Để có phản xạ hình học thấp, bề mặt vật liệu cần phải nhấp nhô, không bóng và sử dụng các hiệu ứng tán xạ SĐT khác nhau.

Những đề xuất trên đã được áp dụng thành công trong nghiên cứu chế tạo vật liệu hấp thụ SĐT của đề tài cấp thành phố ]“ *Nghiên cứu và triển khai ứng dụng một số hệ vật liệu hấp thụ sóng điện từ trên một số dải tần radar, tia X và tia  $\gamma$* “ và đề tài đã được nghiệm thu đạt loại xuất sắc ngày 15/6/2005 [3]

## 3. KẾT LUẬN

Bản chất của phản xạ là sự phản xạ hình học và phản xạ thứ phát. Cường độ tia phản xạ là tổng của cường độ phản xạ hình học và phản xạ do thứ phát theo công thức (4)

Bản chất của sự hấp thụ SĐT là sự chuyển năng lượng SĐT thành các dạng năng lượng khác .

Bản chất sự truyền qua vật liệu của SĐT là do năng lượng SĐT không bị điện tử hấp thụ.

Vật liệu phản xạ cần được chế tạo bằng loại vật liệu có cường độ phản xạ thứ phát và phản xạ hình học cao .

Vật liệu chống phản xạ cần phải được chế tạo bằng loại vật liệu có cường độ phản xạ thứ phát và phản xạ hình học thấp .

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Công Dương (Chủ biên) – Vật liệu học – NXB KH và KT. Hà Nội 1997.
2. Nguyễn Văn Dán . Cơ sở khoa học và công nghệ vật liệu tiên tiến . Tài liệu lưu hành nội bộ ĐHBK TPHCM
3. Nguyễn Văn Dán – Báo cáo đề tài cấp thành phố “ *Nghiên cứu và triển khai ứng dụng một số hệ vật liệu hấp thụ sóng điện*

*từ trên một số dải tần radar, tia X và tia  $\gamma$*   
“TP HCM 6/2005.

4. Dương Minh Trí. Linh kiện Quang Điện Tử- Vật lý- Linh kiện- Mạch điện ứng dụng. NXB khoa học và kỹ thuật . Hà Nội 2004

5. Hoàng Ngọc Liên, Nguyễn Đức Thuận, Nguyễn Thái Hà – An toàn bức xạ và an toàn điện trong y tế – Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật – Hà Nội 2002