

48 HẤP THỤ VÀ PHẢN XẠ LỰA ÁNH SÁNG MÀU SẮC CÁC VẬT

I - MỤC TIÊU

- Hiểu được hiện tượng hấp thụ ánh sáng là gì và phát biểu được định luật hấp thụ ánh sáng.
- Hiểu được sự phản xạ lọc lựa là gì ?
- Giải thích được tại sao các vật có màu sắc khác nhau.

II - CHUẨN BỊ

Giáo viên

Các tấm kính màu (hoặc miếng mica màu).

Học sinh

Ôn lại kiến thức về quang phổ hấp thụ (Bài 39).

III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LUU Ý

1. Định luật Bu-ghe – Lam-be (Bouguer – Lambert)

Khi nghiên cứu sự hấp thụ ánh sáng bởi dung dịch, người ta nhận thấy rằng, khi hòa tan chất hấp thụ trong dung môi trong suốt không hấp thụ ánh sáng, thì hệ số hấp thụ bởi dung dịch tỉ lệ với nồng độ C của chất hòa tan, nghĩa là :

$$\alpha = kC \quad (48.1)$$

trong đó k là hệ số hấp thụ ánh sáng đối với một đơn vị nồng độ của chất hấp thụ, nó đặc trưng cho phân tử chất hấp thụ và không phụ thuộc vào nồng độ của dung dịch khi dung dịch khá loãng.

Thay (48.1) vào biểu thức (48.1 SGK) ta được :

$$I = I_0 e^{-kCd} \quad (48.2)$$

Hệ thức (48.2) được gọi là *định luật Bu-ghe – Lam-be*, nó chỉ đúng đối với ánh sáng đơn sắc. Định luật Bu-ghe – Lam-be dùng được cho mọi vùng sóng điện từ khác nhau : sóng vô tuyến, ánh sáng tử ngoại, tia X, ánh sáng hồng ngoại, ánh sáng thấy được và bức xạ gamma. Sự phụ thuộc này sẽ trở thành nhân tố quyết định, khi tần số sóng điện từ gần bằng hay bằng tần số dao động riêng của electron trong nguyên tử cấu tạo nên chất. Do sự cộng hưởng mà bức xạ điện từ sẽ bị hấp thụ hoàn toàn bởi một lớp chất đó ngay cả khi lớp này rất mỏng.

Phổ hấp thụ của vật ở trạng thái khí cũng rất giống với phổ hấp thụ của nó ở trạng thái lỏng. Sự dãn rộng vạch quang phổ là một dấu hiệu về sự tương tác giữa các phân tử (Hình 48.1).

Dựa vào hệ số hấp thụ có thể giải thích được màu sắc của các vật.

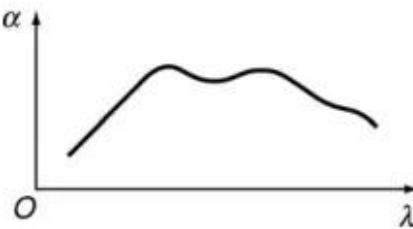
Màu sắc của các vật phản xạ ánh sáng được giải thích bằng sự phản xạ lọc lựa ánh sáng trên bề mặt của chúng. Màu sắc của các vật không chỉ phụ thuộc vào tính chất quang học của bề mặt, mà còn vào thành phần quang phổ của ánh sáng tới.

Hệ số hấp thụ của một chất có thể xác định bằng quang kế. Người ta đo cường độ tương đối $\frac{I}{I_0}$ của chùm sáng đi qua mẫu nghiên cứu :

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\alpha d} \quad (48.3)$$

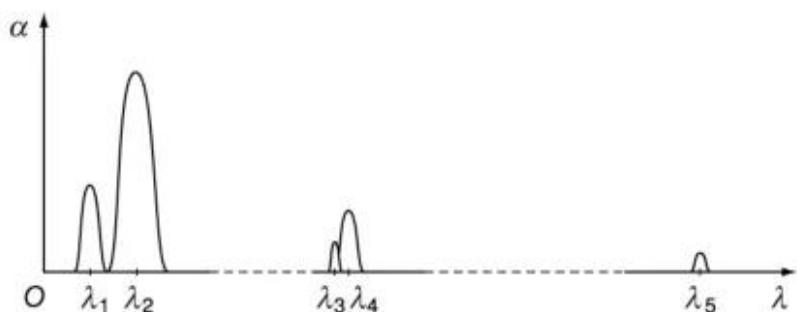
2. Hệ số hấp thụ α

Khi hệ số hấp thụ α phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng, ta nói *sự hấp thụ có tính lọc lựa*. Nếu đối với một chất mà α ít thay đổi theo λ , ta nói chất đó hấp thụ không lọc lựa. Hầu hết các chất hấp thụ lọc lựa.



Hình 48.1. Quang phổ đám.

Đối với các khí loãng hệ số hấp thụ đối với hầu hết các bước sóng gần bằng không, chỉ trừ ở một vài miền quang phổ rất hẹp (rộng chừng vài trăm Å) ta nhận thấy có các vạch hấp thụ rất mảnh, hẹp (Hình 48.2). Các cực đại hấp thụ này ứng với các *tần số cộng hưởng* của electron trong nguyên tử. Đối với các khí đa nguyên tử, ta quan sát được các dải hấp thụ gồm những vạch hấp thụ nằm sát nhau. Cấu trúc của dải hấp thụ phụ thuộc vào thành phần và cấu tạo của các phân tử. Vì vậy, nghiên cứu quang phổ hấp thụ là một phương pháp thực nghiệm cơ bản để nghiên cứu cấu tạo phân tử. Phương pháp phân tích quang phổ hấp thụ được dùng để xác định các khí có mặt trong hỗn hợp bằng cách xác định tần số và cường độ tương đối của các vạch hấp thụ hay đám hấp thụ. Đối với các phân tử hữu cơ phức tạp, dải hấp thụ đặc trưng của chúng nằm ở vùng hồng ngoại.



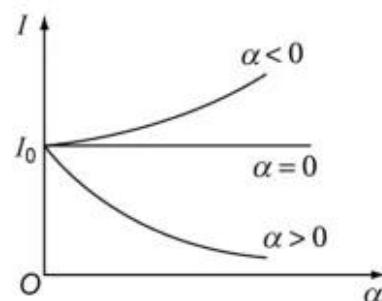
Hình 48.2. Quang phổ vạch hấp thụ.

Các chất rắn, lỏng và khí ở áp suất cao cho ta các đám hấp thụ rất rộng (Hình 48.1).

Đối với môi trường hấp thụ ánh sáng, hệ số hấp thụ α trong biểu thức (48.1) SGK luôn luôn dương, do đó $I < I_0$. Nếu môi trường không hấp thụ ánh sáng thì $\alpha = 0$, nghĩa là $I = I_0$ (Hình 48.3).

Trong các laze, hệ số hấp thụ α âm, nên $I > I_0$, nghĩa là ánh sáng đi qua môi trường như vậy, chẳng những không bị giảm đi mà còn được khuếch đại lên. Hiện tượng đó được gọi là sự "hấp thụ âm".

Nhiều TN chứng tỏ rằng, với trường sáng có cường độ yếu thì hệ số hấp thụ α không phụ thuộc vào cường độ sáng, nhưng với trường sáng có cường độ lớn, người ta quan sát được sự phụ thuộc của hệ số này vào cường độ sáng. Một số môi trường không trong suốt quang học đối với chùm sáng yếu lại trở nên trong suốt đối với chùm sáng mạnh khi truyền qua chúng. Sở dĩ như vậy là vì dưới tác dụng của bức xạ có cường độ lớn, một số nguyên tử (hay phân tử) của môi trường chuyển lên trạng thái kích thích, do đó số nguyên tử không bị kích thích có khả



Hình 48.3. Biểu diễn sự phụ thuộc của I vào α .

năng hấp thụ ánh sáng giảm đi. Vì vậy, hệ số hấp thụ của môi trường giảm đi. Nếu số nguyên tử chuyển lên trạng thái kích thích lớn hơn số nguyên tử không bị kích thích thì khi đó hệ số hấp thụ trở nên âm, ta nói có *hiện tượng "hấp thụ âm"*.

3. Sự tán xạ ánh sáng trong môi trường

a) Trong nhiều trường hợp, khi một chùm sáng truyền qua một môi trường trong suốt, ngoài hiện tượng hấp thụ ánh sáng, ta còn quan sát thấy hiện tượng là : không những ta nhìn thấy ánh sáng theo phương truyền của chùm sáng đó, mà còn nhìn thấy ánh sáng theo các phương khác nữa. Người ta gọi đó là *hiện tượng tán xạ ánh sáng*.

b) TN chứng tỏ, môi trường trong suốt, hoàn toàn đồng tính (chiết suất tại mọi điểm có cùng một trị số), không tán xạ ánh sáng. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với định luật về sự truyền thẳng của ánh sáng. Nhưng, nếu môi trường là không đồng tính (chiết suất có trị số thay đổi từ điểm này tới điểm khác), thì có thể xảy ra sự tán xạ ánh sáng.

c) Để làm ví dụ ta xét *môi trường vẫn đục* là môi trường trong suốt có chứa các hạt nhỏ lơ lửng, chẳng hạn như khói (là luồng không khí có mang hạt rắn nhỏ), hay sương mù (là không khí có những hạt nước nhỏ). Khi đó có xảy ra sự tán xạ ánh sáng, được gọi là *tán xạ Tin-dan*, tuân theo *định luật tán xạ Tin-dan* sau đây :

+ Cường độ ánh sáng tán xạ tỉ lệ nghịch với luỹ thừa bậc bốn của bước sóng :

$$I = b \frac{I_0}{\lambda^4} \quad (48.4)$$

với I_0 là cường độ ánh sáng tới ; b là một hệ số tỉ lệ phụ thuộc vào nồng độ và, đặc biệt là kích thước của các hạt nhỏ lơ lửng trong môi trường. Nếu ánh sáng tới là ánh sáng trắng thì ánh sáng có bước sóng càng ngắn càng bị tán xạ mạnh ; do đó ánh sáng tán xạ có màu lam nhạt.

+ Nếu ánh sáng tới là ánh sáng tự nhiên thì ánh sáng tán xạ theo phương θ (so với phương ánh sáng tới) là ánh sáng phân cực có cường độ :

$$I_0 = I_{\pi/2} (1 + \cos^2 \theta)$$

với $I_{\pi/2}$ là cường độ ánh sáng tán xạ theo phương $\theta = \frac{\pi}{2}$. Ngoài ra, với $\theta < \frac{\pi}{2}$ ánh sáng tán xạ là ánh sáng phân cực một phần ; còn với $\theta > \frac{\pi}{2}$ ánh sáng tán xạ là phân cực hoàn toàn.

Hiện tượng tán xạ Tin-dan cho phép giải thích màu xanh của bầu trời, ráng đỏ của Mặt Trời mới mọc hoặc sắp lặn.

d) *Chú ý* : Các quan sát cẩn thận và chính xác còn cho thấy những môi trường trước đây vẫn được coi là hoàn toàn đồng tính, như nước nguyên chất hoặc không khí đã khử hết bụi bẩn, vẫn tán xạ ánh sáng ở một mức độ nào đó. Đó là hiện tượng *tán xạ phân tử*. Lí thuyết định lượng về hiện tượng tán xạ phân tử đã được Anh-xtanh xây dựng. Khác với tán xạ Tin-đan, cường độ của ánh sáng tán xạ phân tử tăng theo nhiệt độ.

4. Các vật khác nhau có phô hấp thụ khác nhau, do đó có màu sắc khác nhau. Chẳng hạn, phô hấp thụ của một tấm kính màu đỏ trải suốt từ màu vàng đến màu tím. Vì vậy, khi cho một chùm ánh sáng trắng qua một tấm kính đỏ thì các bức xạ màu vàng, lục, lam, tím bị kính hấp thụ hết, chỉ còn lại các bức xạ đỏ và da cam truyền qua được, do đó ta thấy kính có màu đỏ. Tấm kính màu vàng có hai đám hấp thụ ; một đám ở màu da cam và màu đỏ, còn đám kia trải từ màu lục đến màu tím.

Vật trong suốt không màu như nước, không khí, thuỷ tinh không có đám hấp thụ trong miền ánh sáng trông thấy. Vật màu xám, ví dụ, nước tro, mực đen pha loãng hấp thụ đều các bức xạ trong miền ánh sáng trông thấy ; nếu vật hấp thụ mạnh thì nó có màu đen, ví dụ tấm kính, hoặc phim ảnh bị lộ sáng.

Vật không trong suốt cũng có thể hấp thụ ánh sáng. Nếu vật hấp thụ đều và mạnh mọi bức xạ rơi vào nó, thì vật có màu đen. Nếu vật chỉ hấp thụ một số bức xạ, thì vật có màu của bức xạ còn lại, bị vật tán xạ. Ví dụ, thuốc vẽ màu đỏ hấp thụ mạnh các bức xạ màu vàng, lục, lam, tím ; do đó, trong ánh sáng do vật tán xạ, chỉ còn các bức xạ màu đỏ và màu da cam... Thuốc vẽ màu lục phản xạ mạnh ánh sáng màu lục và hấp thụ ánh sáng các màu khác. Do đó khi pha thuốc vẽ màu đỏ với thuốc vẽ màu lục, thì hỗn hợp sẽ hấp thụ cả màu lục lẫn màu đỏ, và các màu xám.

IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. *Hấp thụ ánh sáng*

GV đặt vấn đề vào bài : Tại sao khi nhìn ánh sáng Mặt Trời qua tấm kính đỏ, bạn nhìn thấy tấm kính có màu đỏ ?

2. GV trình bày sự hấp thụ ánh sáng và gợi ý HS trả lời câu hỏi trên (HS đã có khái niệm này khi học môn Vật lí ở lớp 9). GV gợi ý HS nêu hiện tượng hấp thụ ánh sáng là gì ? GV gợi ý HS phát biểu định luật hấp thụ ánh sáng. GV yêu cầu HS trả lời **C1**.

C1 Ta quan sát được bốn vạch quang phô hấp thụ H_α , H_β , H_γ , H_δ .

Tiếp theo, GV trình bày sự giải thích về sự hấp thụ ánh sáng, có kết hợp nêu lên các câu hỏi yêu cầu HS nhắc lại kiến thức đã học về sự chuyển mức năng lượng.

GV yêu cầu HS trả lời **C2**.

C2 Nhìn Mặt Trời qua tấm kính đỏ (kính lọc sắc đỏ) ta thấy tấm kính có màu đỏ. Giải thích : Tấm kính đỏ ít hấp thụ ánh sáng đỏ, nhưng hấp thụ rất mạnh ánh sáng xanh, tím và hầu hết các bức xạ còn lại đi qua nó. Nếu chiếu vào tấm kính đỏ một chùm ánh sáng màu tím thì chùm ánh sáng này bị hấp thụ hoàn toàn khi truyền qua tấm kính đỏ, ta thấy tấm kính có màu đen.

Tiếp theo, GV yêu cầu HS dự đoán xem nếu tấm kính (hoặc lớp môi trường) càng dày thì cường độ ánh sáng truyền qua (mà mắt ta nhận thấy được) sẽ thay đổi thế nào ?

GV có thể yêu cầu HS giải thích tiếp : Tại sao tấm kính xanh có màu xanh. Từ đó GV gợi ý HS kết luận về sự hấp thụ lọc lựa của các chất.

2. *Phản xạ (hoặc tán xạ) lọc lựa. Màu sắc các vật*

GV đặt các câu hỏi : Khi nhìn thấy áo của bạn này có màu đỏ, áo của bạn kia màu xanh thì có nghĩa là đã có ánh sáng màu nào đi vào mắt ta, và : Tại sao có khi ta nhìn thấy cùng một bộ quần áo của ca sĩ trên sân khấu lúc thì có màu này, lúc thì có màu khác ? GV trình bày sự phản xạ lọc lựa và giới thiệu sự tán xạ lọc lựa. GV yêu cầu HS dựa vào *Bảng tỉ lệ phản trasm cường độ ánh sáng tối bị phản xạ từ mặt đánh bóng của tấm đồng* để nêu nhận xét về sự hấp thụ ánh sáng và sự phản xạ ánh sáng của tấm đồng đối với các ánh sáng đơn sắc khác nhau. GV có thể trình bày cho HS rõ về tán xạ ánh sáng.

GV hướng dẫn HS giải thích về màu sắc các vật khi có ánh sáng truyền qua, phản xạ hoặc tán xạ.

GV gợi ý HS về nhà đọc thêm đoạn "*Sự nhìn thấy màu sắc*" ở mục "*Em có biết*" ở cuối bài học để ôn lại và củng cố thêm các kiến thức đã học ở lớp 9.

V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

Câu hỏi

1. Xem mục 1a SGK.
2. Xem mục 1 SGK. Ví dụ, tấm kính có màu vàng là vì nó hấp thụ ít ánh sáng đơn sắc vàng và hấp thụ rất mạnh các bức xạ còn lại đi qua nó.
3. Xem mục 2b SGK. Ví dụ, vật quét sơn xanh ít hấp thụ ánh sáng xanh, nhưng hấp thụ rất mạnh các bức xạ còn lại.

Do đó ánh sáng phản xạ (tán xạ) có màu xanh.

Bài tập

1. C. 2. D.