

I. Hiện tượng tán sắc ánh sáng

1. Định nghĩa

Tán sắc ánh sáng là hiện tượng một chùm ánh sáng phức tạp (như ánh sáng trắng) bị phân tách thành các chùm sáng đơn sắc khác nhau khi đi qua lăng kính. Dải màu thu được có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

2. Thí nghiệm của Newton

Năm 1672, Isaac Newton đã thực hiện thí nghiệm kinh điển: chiếu một chùm ánh sáng mặt trời hẹp qua một lăng kính. Kết quả là chùm ánh sáng bị phân tách thành một dải màu cầu vồng trên màn hứng, chứng tỏ ánh sáng mặt trời không phải là ánh sáng đơn sắc.

3. Giải thích hiện tượng

Nguyên nhân của hiện tượng tán sắc là do chiết suất của môi trường trong suốt (ví dụ: thủy tinh làm lăng kính) phụ thuộc vào màu sắc (hay bước sóng) của ánh sáng.

- **Đối với ánh sáng đơn sắc:** Mỗi ánh sáng đơn sắc khác nhau có một tần số (f) và bước sóng (λ) xác định. Khi truyền qua các môi trường trong suốt khác nhau, tần số không đổi nhưng bước sóng và vận tốc thay đổi.
- **Sự phụ thuộc của chiết suất:** Chiết suất của một môi trường đối với ánh sáng đơn sắc được xác định bởi công thức $n = c/v$, trong đó c là tốc độ ánh sáng trong chân không, v là tốc độ ánh sáng trong môi trường đó. Chiết suất

của môi trường phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng: $n = f(\lambda)$.

- **Quy luật:** Đối với hầu hết các môi trường trong suốt, chiết suất tăng khi bước sóng giảm. Do đó, với dải ánh sáng nhìn thấy:
 - Ánh sáng đỏ có bước sóng dài nhất ($\lambda_{\text{đỏ}}$ lớn nhất) → chiết suất nhỏ nhất ($n_{\text{đỏ}}$ nhỏ nhất).
 - Ánh sáng tím có bước sóng ngắn nhất ($\lambda_{\text{tím}}$ nhỏ nhất) → chiết suất lớn nhất ($n_{\text{tím}}$ lớn nhất).
 - Thứ tự chiết suất: $n_{\text{đỏ}} < n_{\text{cam}} < n_{\text{vàng}} < n_{\text{lục}} < n_{\text{lam}} < n_{\text{chàm}} < n_{\text{tím}}$.

Khi chiếu chùm sáng trắng qua lăng kính, các thành phần đơn sắc bị lệch về phía đáy lăng kính. Góc lệch D được tính gần đúng bởi công thức $D \approx (n - 1)A$ (với góc chiết quang A và góc tới i nhỏ).

- Do $n_{\text{tím}} > n_{\text{đỏ}}$ nên $D_{\text{tím}} > D_{\text{đỏ}}$.
- **Kết quả:** Tia tím bị lệch nhiều nhất, tia đỏ bị lệch ít nhất. Các tia khác bị lệch ở giữa, tạo thành một dải màu liên tục.

Ví dụ 1: Hiện tượng cầu vồng sau mưa là do ánh sáng mặt trời bị tán sắc qua các giọt nước mưa nhỏ li ti trong không khí.

Ví dụ 2: Khi nhìn vào một đĩa CD/DVD dưới ánh sáng, ta thấy các dải màu sắc sỡ. Đây là kết quả của sự nhiễu xạ và giao thoa, nhưng cũng thể hiện sự phân tách màu sắc của ánh sáng trắng.

4. Ánh sáng đơn sắc và ánh sáng trắng

- **Ánh sáng đơn sắc:** là ánh sáng có một màu duy nhất và không bị tán sắc khi đi qua lăng kính. Mỗi ánh sáng đơn sắc có một tần số và bước sóng xác định trong chân không. Ví dụ: Ánh sáng phát ra từ đèn laser He-Ne có màu đỏ, ánh sáng của đèn hơi natri có màu vàng đặc trưng.
- **Ánh sáng trắng:** là hỗn hợp của vô số ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím. Ví dụ: Ánh sáng mặt trời, ánh sáng từ đèn dây tóc nóng sáng.

II. Máy quang phổ lăng kính

1. Công dụng

Máy quang phổ lăng kính là dụng cụ dùng để phân tích một chùm sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc. Nói cách khác, nó dùng để thu và quan sát quang phổ của một nguồn sáng.

2. Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động

Máy quang phổ hoạt động dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng. Cấu tạo gồm 3 bộ phận chính:

1. **Ống chuẩn trực:** Gồm một khe hẹp F và một thấu kính hội tụ L_1 . Chùm sáng từ nguồn cần phân tích đi qua khe F . Thấu kính L_1 có tác dụng biến chùm sáng phân kỳ từ F thành một chùm sáng song song.
2. **Hệ tán sắc:** Gồm một hoặc nhiều lăng kính P . Chùm sáng song song sau khi qua hệ tán sắc sẽ bị phân tách thành nhiều chùm sáng đơn sắc song song,

mỗi chùm có một phương truyền riêng.

3. **Buồng tối (Buồng ảnh):** Gồm một thấu kính hội tụ L2 và một tấm phim ảnh (hoặc kính ảnh) K đặt tại tiêu diện của L2. L2 sẽ hội tụ các chùm tia đơn sắc song song từ lăng kính thành các vạch màu riêng rẽ trên K. Tập hợp các vạch màu này chính là quang phổ của nguồn sáng.

III. Các loại quang phổ

Có ba loại quang phổ chính: quang phổ liên tục, quang phổ vạch phát xạ và quang phổ hấp thụ.

Tiêu chí	Quang phổ liên tục	Quang phổ vạch phát xạ	Quang phổ hấp thụ
Định nghĩa	Là một dải màu biến đổi liên tục từ đỏ đến tím.	Là một hệ thống các vạch màu riêng rẽ, sáng, nằm trên một nền tối.	Là các vạch hay đám vạch tối trên nền một quang phổ liên tục.
Đặc điểm	Chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn phát, không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo. Nhiệt độ càng cao, quang phổ càng mở rộng về phía ánh sáng có bước sóng ngắn (phía màu tím).	Mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi có một quang phổ vạch đặc trưng riêng về số lượng, vị trí, độ sáng tỉ đối của các vạch.	Vị trí các vạch tối trong quang phổ hấp thụ của một nguyên tố trùng với vị trí các vạch sáng trong quang phổ vạch phát xạ của chính nguyên tố đó.
Nguồn phát	Do các chất rắn, lỏng hoặc khí có áp suất lớn phát ra khi bị nung nóng.	Do các chất khí hay hơi ở áp suất thấp phát ra khi bị kích thích (bằng nhiệt hoặc điện).	Chiếu ánh sáng trắng qua một khối khí hay hơi được nung nóng ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của nguồn sáng trắng.

Tiêu chí	Quang phổ liên tục	Quang phổ vạch phát xạ	Quang phổ hấp thụ
Ứng dụng	Xác định nhiệt độ của các vật nóng sáng ở xa như Mặt Trời, các ngôi sao.	Xác định thành phần hóa học của một mẫu vật, một hợp chất hoặc các thiên thể ở xa.	Xác định thành phần hóa học của một khối khí hay hơi, ví dụ như khí quyển của Mặt Trời, các hành tinh.

1. Quang phổ phát xạ

a. Quang phổ liên tục

Như đã mô tả, quang phổ liên tục là một dải sáng có đủ các màu từ đỏ đến tím, nối liền nhau một cách liên tục.

Ví dụ 1: Dây tóc bóng đèn nóng sáng ở khoảng 2000°C phát ra quang phổ liên tục.

Ví dụ 2: Lõi của Mặt Trời có nhiệt độ rất cao, phát ra quang phổ liên tục. Quang phổ này khi đi qua lớp khí quyển bên ngoài của Mặt Trời sẽ trở thành quang phổ hấp thụ.

b. Quang phổ vạch phát xạ

Mỗi nguyên tố hóa học khi bị kích thích sẽ phát ra những bức xạ có bước sóng xác định, tạo nên quang phổ vạch đặc trưng cho nguyên tố đó.

Ví dụ 1: Quang phổ của nguyên tử Hydro (H) trong vùng nhìn thấy có 4 vạch đặc trưng: vạch đỏ (H α), vạch lam (H β), vạch chàm (H γ), và vạch tím (H δ).

Ví dụ 2: Đèn hơi Natri (Na) khi được kích thích sẽ phát ra hai vạch màu vàng rất gần nhau (gọi là vạch kép Natri), đây là dấu hiệu nhận biết đặc trưng của Natri.

2. Quang phổ hấp thụ

Quang phổ hấp thụ được hình thành khi một chất có khả năng hấp thụ các bức xạ có bước sóng nhất định từ một chùm sáng trắng đi qua nó.

Điều kiện thu được quang phổ hấp thụ: Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải thấp hơn nhiệt độ của nguồn phát ra quang phổ liên tục.

Ví dụ 1: Quang phổ của Mặt Trời thu được trên Trái Đất là quang phổ hấp thụ. Các vạch tối (gọi là vạch Fraunhofer) xuất hiện do lớp khí quyển nguội hơn của Mặt Trời đã hấp thụ một số bức xạ từ lõi nóng sáng của nó.

Ví dụ 2: Nếu cho ánh sáng trắng từ bóng đèn dây tóc đi qua một bình chứa hơi Natri (được nung nóng nhưng nhiệt độ thấp hơn dây tóc), ta sẽ thu được quang phổ liên tục có hai vạch tối ở đúng vị trí của hai vạch vàng trong quang phổ phát xạ của Natri.

IV. Tia hồng ngoại và Tia tử ngoại

Ngoài vùng ánh sáng nhìn thấy (từ đỏ đến tím), quang phổ của ánh sáng còn có những vùng không nhìn thấy được, đó là vùng hồng ngoại và vùng tử ngoại.

1. Tia hồng ngoại (Infrared - IR)

- **Bản chất:** Là bức xạ điện từ không nhìn thấy được, có bước sóng dài hơn bước sóng của ánh sáng đỏ ($\lambda > 760 \text{ nm}$).

- **Nguồn phát:** Mọi vật có nhiệt độ cao hơn 0 K đều phát ra tia hồng ngoại. Nguồn phát thông thường là mặt trời, bếp ga, lò sưởi, cơ thể người.
- **Tính chất nổi bật:** Tác dụng nhiệt rất mạnh. Ngoài ra còn có thể gây ra một số phản ứng hóa học, tác dụng lên phim ảnh chuyên dụng.
- **Ứng dụng:** Sấy khô, sưởi ấm; điều khiển từ xa (remote TV); camera hồng ngoại quay ban đêm; thiết bị ảnh nhiệt trong quân sự và y tế.

2. Tia tử ngoại (Ultraviolet - UV)

- **Bản chất:** Là bức xạ điện từ không nhìn thấy được, có bước sóng ngắn hơn bước sóng của ánh sáng tím (λ 380 nm).
- **Nguồn phát:** Những vật được nung nóng đến nhiệt độ rất cao (trên 2000°C) như Mặt Trời, hồ quang điện.
- **Tính chất nổi bật:**
 - Tác dụng sinh học mạnh: hủy diệt tế bào, diệt khuẩn, nấm mốc.
 - Gây ra hiện tượng quang điện.
 - Kích thích sự phát quang của nhiều chất.
 - Ion hóa không khí và nhiều chất khí khác.
- **Ứng dụng:** Tiệt trùng dụng cụ y tế, thực phẩm; chữa bệnh còi xương; tìm vết nứt trên bề mặt sản phẩm kim loại; kiểm tra tiền giả.

V. Tia X (Tia Rơn-ghen)

1. Bản chất và nguồn phát

- **Bản chất:** Là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn, từ 10^{-11} m đến 10^{-8} m.
- **Nguồn phát:** Tia X được tạo ra trong ống Cu-lít-giơ (Coolidge). Trong ống này, một chùm electron có năng lượng lớn đập vào một đối catot (anode) bằng kim loại có nguyên tử lượng lớn và khó nóng chảy.

2. Tính chất và ứng dụng

- **Tính chất nổi bật:**
 - Khả năng đâm xuyên mạnh. Tia X có bước sóng càng ngắn thì khả năng đâm xuyên càng mạnh (tia X cứng).
 - Tác dụng mạnh lên phim ảnh.
 - Làm phát quang một số chất.
 - Gây ra hiện tượng quang điện ở hầu hết các kim loại.
 - Tác dụng sinh lí mạnh: hủy diệt tế bào.
- **Ứng dụng:**
 - **Y học:** Chẩn, chụp điện để chẩn đoán bệnh, điều trị ung thư nông.
 - **Công nghiệp:** Dò tìm khuyết tật bên trong các sản phẩm đúc.
 - **Giao thông:** Kiểm tra hành lí của hành khách đi máy bay.
 - **Nghiên cứu khoa học:** Nghiên cứu cấu trúc vật rắn, tinh thể.

VI. Thang sóng điện từ

Sóng vô tuyến, tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia X và tia gamma đều có cùng bản chất là sóng điện từ, chỉ khác nhau về tần số (hay bước sóng).

Chúng hợp thành một phổ liên tục gọi là thang sóng điện từ, được sắp xếp theo thứ tự bước sóng giảm dần (và tần số tăng dần):

- **Sóng vô tuyến:** $\lambda > 1 \text{ mm}$
- **Tia hồng ngoại:** $760 \text{ nm} \lambda 1 \text{ mm}$
- **Ánh sáng nhìn thấy:** $380 \text{ nm} \lambda 760 \text{ nm}$
- **Tia tử ngoại:** $1 \text{ nm} \lambda 380 \text{ nm}$
- **Tia X (Rơn-ghen):** $10^{-11} \text{ m} \lambda 1 \text{ nm}$
- **Tia gamma (γ):** $\lambda 10^{-11} \text{ m}$

Đặc điểm chung: Tất cả các sóng điện từ đều lan truyền trong chân không với cùng tốc độ $c \approx 3.10^8 \text{ m/s}$, là sóng ngang, mang năng lượng, tuân theo các định luật truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ, giao thoa, nhiễu xạ.