

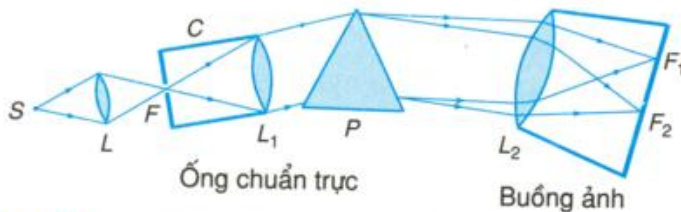
Tại sao người ta lại biết trên Mặt Trời có heli và các nguyên tố khác ?

1. Máy quang phổ lăng kính

Máy quang phổ là dụng cụ dùng để phân tích chùm sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc khác nhau. Nói khác đi, nó dùng để nhận biết các thành phần cấu tạo của một chùm sáng phức tạp do một nguồn sáng phát ra.

a) Cấu tạo

Máy quang phổ lăng kính có ba bộ phận chính :



Hình 39.1 Sơ đồ cấu tạo máy quang phổ lăng kính.

- **Ống chuẩn trực** là bộ phận có dạng một cái ống tạo ra chùm tia sáng song song. Nó có một khe hẹp F nằm ở tiêu diện của một thấu kính hội tụ L_1 (Hình 39.1). Chùm ánh sáng phát ra từ nguồn S mà ta cần nghiên cứu được rọi vào khe F . Chùm tia sáng ló ra khỏi thấu kính L_1 là một chùm song song.

- **Hệ tán sắc**, gồm một hoặc vài lăng kính P , có tác dụng phân tích chùm tia song song từ L_1 chiếu tới thành nhiều chùm tia đơn sắc song song.

- **Buồng tối** hay **buồng ảnh** là một hộp kín trong đó có một thấu kính hội tụ L_2 (đặt chắn chùm tia sáng đã bị tán sắc sau khi qua lăng kính P) và một tấm kính ảnh (để chụp ảnh quang phổ), hoặc một tấm kính mờ (để quan sát quang phổ), đặt tại tiêu diện của L_2 .

Các lăng kính thường đặt cùng chiều, ở độ lệch cực tiểu, nghĩa là sao cho góc lệch của các chùm sáng khúc xạ qua P có giá trị nhỏ nhất.

Trong nhiều máy quang phổ hiện đại, ở bộ phận tán sắc, người ta dùng cách tử nhiễu xạ thay cho lăng kính.

Cách tử nhiễu xạ là một hệ thống nhiều khe rất hẹp giống nhau, song song cách đều và nằm trong cùng một mặt phẳng. Khi chiếu một chùm tia sáng đơn sắc song song vào mặt phẳng cách tử thì trên màn quan sát, ta sẽ thấy một dãy vạch sáng song song (vạch quang phổ) cách nhau bằng những khoảng tối rộng. Một chùm ánh sáng đa sắc rọi vào cách tử sẽ cho ta các vạch quang phổ tương ứng với các thành phần của ánh sáng tới.

C1 Cơ thể ta có phát ra quang phổ liên tục không ?

Thí nghiệm cho thấy, một cục sắt bắt đầu phát bức xạ nhìn thấy khi ta nung nóng nó đến 500°C . Nhưng lúc đó quang phổ của nó chỉ có màu đỏ, tối. Tiếp tục đốt nóng tới 800°C , thì quang phổ của nó lan sang màu cam, còn màu đỏ được sáng thêm. Nung nóng đến $1\ 000^{\circ}\text{C}$, quang phổ của nó có thêm màu vàng. Nhiệt độ của vật phát sáng (cục sắt) càng cao, thì miền quang phổ càng lan rộng sang màu xanh (lục), lam, chàm... tức là sang miền bước sóng ngắn của quang phổ, và càng sáng thêm. Nung sắt nóng đến $1\ 200^{\circ}\text{C}$, quang phổ lan đến tận màu tím. Nhưng miền các vùng màu lam, chàm, tím còn rất tối, nên màu của cục sắt vẫn hơi đỏ. Phải nung nóng tới trên $1\ 500^{\circ}\text{C}$, cục sắt mới gần như sáng trắng. Trong bóng đèn điện, dây tóc có nhiệt độ trên $2\ 500\ \text{K}$, phát ánh sáng trắng và quang phổ của nó có chứa đủ các màu như ta đã biết.

b) Nguyên tắc hoạt động

Nguyên tắc hoạt động của máy quang phổ lăng kính dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng.

Sau khi ló ra khỏi ống chuẩn trực, chùm ánh sáng phát ra từ nguồn S mà ta cần nghiên cứu sẽ trở thành một chùm song song. Chùm này qua lăng kính sẽ bị phân tách thành nhiều chùm đơn sắc song song, lệch theo các phương khác nhau. Mỗi chùm sáng đơn sắc ấy được thấu kính L_2 của buồng ảnh làm hội tụ thành một vạch trên tiêu diện của L_2 và cho ta một ảnh thật của khe F , đó là một vạch màu. Các vạch màu này được chụp trên kính ảnh hoặc hiện lên tấm kính mờ. Mỗi vạch màu ứng với một bước sóng xác định, gọi là *vạch quang phổ*, là một thành phần ánh sáng đơn sắc do nguồn S phát ra.

Tập hợp các vạch màu (hoặc dải màu) đó tạo thành quang phổ của nguồn S .

2. Quang phổ liên tục

Quang phổ gồm nhiều dải màu từ đỏ đến tím, nối liền nhau một cách liên tục, được gọi là quang phổ liên tục.

Ví dụ, quang phổ của ánh sáng trắng do Mặt Trời phát ra và do bóng đèn có dây tóc nóng sáng phát ra... là quang phổ liên tục.

a) Nguồn phát

Thí nghiệm cho thấy : Các chất rắn, chất lỏng và những chất khí ở áp suất lớn khi bị nung nóng, phát ra quang phổ liên tục.

b) Tính chất

Một đặc điểm quan trọng của quang phổ liên tục là nó không phụ thuộc bản chất của vật phát sáng, mà chỉ phụ thuộc nhiệt độ của vật.

Ở mọi nhiệt độ, vật đều bức xạ. Khi nhiệt độ tăng dần thì cường độ bức xạ càng mạnh và miền

quang phổ lan dần từ bức xạ có bước sóng dài sang bức xạ có bước sóng ngắn.

Sự phân bố độ sáng của các vùng màu khác nhau trong quang phổ liên tục phụ thuộc vào nhiệt độ của vật. Nhiệt độ của vật phát sáng càng cao, thì vùng màu sáng nhất có bước sóng càng ngắn.

3. Quang phổ vạch phát xạ

Quang phổ gồm các vạch màu riêng lẻ, ngăn cách nhau bằng những khoảng tối, được gọi là quang phổ vạch phát xạ.

a) Nguồn phát

Quang phổ vạch phát xạ do các chất khí, hay hơi ở áp suất thấp phát ra khi bị kích thích (khi nóng sáng, hoặc khi có dòng điện phóng qua).

b) Tính chất

Thực nghiệm cho thấy, *mỗi nguyên tố hoá học khi bị kích thích, phát ra các bức xạ có bước sóng xác định và cho một quang phổ vạch phát xạ riêng, đặc trưng cho nguyên tố ấy* (xem Hình 39.2).

Các nguyên tố khác nhau, phát ra các quang phổ vạch khác hẳn nhau về số lượng vạch, về màu sắc, bước sóng (tức là về vị trí) của các vạch và về cường độ sáng của các vạch đó. Chẳng hạn, quang phổ của hơi natri có hai vạch vàng rất sáng nằm cạnh nhau (vạch kép) ứng với các bước sóng $0,5890 \mu\text{m}$ và $0,5896 \mu\text{m}$ (Hình 39.2c).

4. Quang phổ vạch hấp thụ

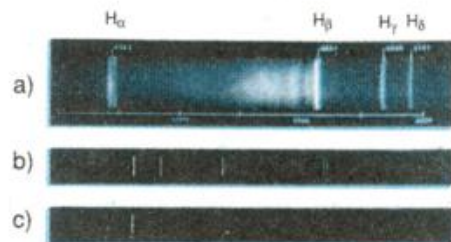
a) Quang phổ hấp thụ của chất khí hoặc hơi

Chiếu một chùm sáng trắng do một đèn điện có dây tóc nóng sáng phát ra vào khe của một máy quang phổ, ta thu được một quang phổ liên tục

☞ Điều chỉnh cho nhiệt độ ngọn lửa bếp ga tăng dần và nhìn vào ngọn lửa, em thấy màu của nó thay đổi thế nào ?

☞ Cho một hạt muối rơi vào ngọn lửa bếp ga, em sẽ thấy gì ?

Người ta ứng dụng sự phụ thuộc của quang phổ liên tục của vật phát sáng vào nhiệt độ để đo nhiệt độ của các vật nóng sáng ở nhiệt độ cao như dây tóc bóng đèn, lò cao,... và cả nhiệt độ các ngôi sao ở rất xa. Muốn đo nhiệt độ của một vật bị nung sáng, người ta so sánh độ sáng của vật đó với độ sáng của một dây tóc bóng đèn ở một vùng bước sóng nào đó. Nhiệt độ của dây tóc bóng đèn ứng với những độ sáng khác nhau đã hoàn toàn được biết trước.



Hình 39.2 Quang phổ vạch phát xạ của một số nguyên tố.

a) Hidrô ; b) Thủy ngân ; c) Natri.

Quang phổ của hiđrô có bốn vạch đặc trưng là : vạch đỏ H_α ($\lambda = 0,6563 \mu\text{m}$), vạch lam H_β ($\lambda = 0,4861 \mu\text{m}$), vạch chàm H_γ ($\lambda = 0,4340 \mu\text{m}$) và vạch tím H_δ ($\lambda = 0,4120 \mu\text{m}$).

Cần lưu ý rằng, chất khí ở áp suất thấp, khi được kích thích ở nhiệt độ thấp hơn so với khi phát quang phổ vạch, sẽ phát xạ *quang phổ đám*, gồm các dải màu ngắn, ngăn cách nhau bằng các khoảng tối. Các dải màu này gọi là đám, thực ra gồm nhiều vạch riêng lẻ rất sát nhau.



Hình 39.3 Ảnh chụp quang phổ hấp thụ của một số nguyên tố.

a) Heli ; b) Natri ; c) Chất diệp lục.

C4 Hãy so sánh quang phổ vạch phát xạ và quang phổ vạch hấp thụ của natri ở Hình 39.2 và 39.3.

Trong thí nghiệm về quang phổ hấp thụ của natri, nếu thay ống thủy tinh đựng hơi natri bằng cốc thủy tinh đựng dung dịch đồng sunfat loãng thì trên quang phổ liên tục ta thấy có hai *đám tối* ở vùng màu đỏ, cam và vùng chàm tím. Đó là *quang phổ đám hấp thụ* của dung dịch đồng sunfat. Các chất lỏng và chất rắn đều cho ta quang phổ đám hấp thụ. Trên Hình 39.3c có chụp quang phổ đám hấp thụ của chất diệp lục.

trên tấm kính của buồng ảnh. Nếu trên đường đi của chùm sáng đó ta đặt một ống thủy tinh đựng hơi natri thì thấy trong quang phổ liên tục nói trên xuất hiện một vạch tối (thực ra là hai vạch tối nằm sát cạnh nhau) ở đúng vị trí của vạch vàng trong quang phổ phát xạ của natri. Đó là *quang phổ vạch hấp thụ của natri* (Hình 39.3b).

Quang phổ liên tục thiếu một số vạch màu do bị chất khí (hay hơi kim loại) hấp thụ được gọi là quang phổ vạch hấp thụ của khí (hay hơi) đó.

Cần lưu ý rằng, *điều kiện để thu được quang phổ hấp thụ là nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải thấp hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.*

b) Sự đảo vạch quang phổ

Khảo sát quang phổ vạch hấp thụ của nhiều chất khác nhau, người ta đều thấy chúng cũng là quang phổ vạch, nhưng vạch phổ sáng khi phát xạ đã trở thành vạch tối trong quang phổ hấp thụ. Hiện tượng đó được gọi là *sự đảo vạch quang phổ*. Như vậy, *mỗi nguyên tố hoá học chỉ hấp thụ những bức xạ nào mà nó có khả năng phát xạ, và ngược lại, nó chỉ phát bức xạ nào mà nó có khả năng hấp thụ.*

Trong thí nghiệm trên, nếu tắt đèn điện dây tóc và nung nóng hơi natri trong ống hoặc phóng điện qua ống, thì ta lại quan sát thấy một vạch màu vàng tại đúng vị trí của vạch đen. Điều đó có nghĩa là : hơi kim loại natri phát được bức xạ màu vàng thì cũng hấp thụ được bức xạ ấy và chỉ hấp thụ được bức xạ ấy.

c) Như vậy *quang phổ vạch hấp thụ* của mỗi nguyên tố có tính chất đặc trưng cho nguyên tố đó. Vì vậy, cũng có thể căn cứ vào quang phổ vạch hấp thụ để nhận biết sự có mặt của nguyên tố đó trong các hỗn hợp hay hợp chất.

5. Phân tích quang phổ

Phân tích quang phổ là phương pháp vật lí dùng để xác định thành phần hoá học của một chất (hay hợp chất), dựa vào việc nghiên cứu

quang phổ của ánh sáng do chất ấy phát ra hoặc hấp thụ.

Nhờ phân tích quang phổ, người ta biết được sự có mặt của các nguyên tố khác nhau trong mẫu vật nghiên cứu. Phân tích quang phổ định tính có ưu điểm là : cho kết quả nhanh, và có thể cùng một lúc xác định được sự có mặt của nhiều nguyên tố. Ngoài ra, người ta còn phân tích định lượng để biết được cả hàm lượng của các thành phần (nguyên tố) có trong mẫu bằng cách đo cường độ các vạch quang phổ phát xạ, hoặc hấp thụ, của nguyên tố ấy. Phép phân tích quang phổ định lượng *rất nhạy*, cho phép ta phát hiện được một hàm lượng rất nhỏ của chất trong mẫu.

Một ưu điểm của phép phân tích quang phổ là nó có khả năng phân tích từ xa, cho ta biết được thành phần hoá học, nhiệt độ và cả tốc độ chuyển động... của Mặt Trời và các ngôi sao.

Nhờ việc phân tích quang phổ của ánh sáng Mặt Trời, mà người ta đã phát hiện ra heli ở khí quyển Mặt Trời, trước khi tìm thấy nó ở Trái Đất. Cũng bằng cách đó, người ta còn thấy sự có mặt của nhiều nguyên tố trong khí quyển Mặt Trời như hiđrô, natri, canxi, sắt,...

CÂU HỎI

1. Máy quang phổ là gì ? Trình bày các bộ phận cấu tạo chính của một máy quang phổ lăng kính.
2. Quang phổ liên tục là gì ? Nó do nguồn phát nào phát ra, trong điều kiện nào ? Quang phổ liên tục có tính chất quan trọng gì ? Tính chất đó có ứng dụng gì ?
3. Quang phổ vạch phát xạ do nguồn nào phát ra và phát ra trong điều kiện nào ? Nêu những đặc điểm của quang phổ vạch phát xạ.
4. Quang phổ vạch hấp thụ có thể thu được trong điều kiện nào ? Nêu đặc điểm của quang phổ vạch hấp thụ.
5. Nêu những tiện lợi của phép phân tích quang phổ.

BÀI TẬP

1. Khi tăng dần nhiệt độ của một dây tóc đèn điện, thì quang phổ của ánh sáng do nó phát ra thay đổi như thế nào sau đây ?
 - A. Sáng dần lên, nhưng vẫn có đủ bảy màu cầu vồng.
 - B. Ban đầu chỉ có màu đỏ, sau lần lượt có thêm màu cam, màu vàng, cuối cùng, khi nhiệt độ đủ cao, mới có đủ bảy màu, chứ không sáng thêm.

- C. Vừa sáng dần thêm, vừa trải rộng dần, từ màu đỏ, qua các màu cam, vàng... cuối cùng, khi nhiệt độ đủ cao, mới có đủ bảy màu.
- D. Hoàn toàn không thay đổi gì.
2. Quang phổ vạch được phát ra khi
- A. nung nóng một chất rắn, lỏng hoặc khí.
 - B. nung nóng một chất lỏng, hoặc chất khí.
 - C. nung nóng một chất khí, ở điều kiện tiêu chuẩn.
 - D. nung nóng một chất khí ở áp suất rất thấp.
3. Quang phổ vạch phát xạ của một chất thì đặc trưng cho
- A. chính chất ấy.
 - B. thành phần hoá học của chất ấy.
 - C. thành phần nguyên tố (tức là tỉ lệ phần trăm các nguyên tố hoá học) của chất ấy.
 - D. cấu tạo phân tử của chất ấy.
4. Sự đảo (hay đảo sắc) vạch quang phổ là
- A. sự đảo ngược, từ vị trí ngược chiều khe máy thành cùng chiều.
 - B. sự chuyển từ một vạch sáng trên nền tối thành vạch tối trên nền sáng, do bị hấp thụ.
 - C. sự đảo ngược trật tự các vạch trên quang phổ
 - D. sự thay đổi màu sắc các vạch quang phổ.