

Tổng hợp kiến thức về Tính chất vật lý của Sắt (Fe)

Sắt là một trong những kim loại quan trọng và phổ biến nhất trong đời sống và công nghiệp. Việc nắm vững các tính chất vật lý của sắt là nền tảng cơ bản để hiểu rõ các ứng dụng cũng như tính chất hóa học của nó. Bài viết này sẽ tổng hợp một cách chi tiết và đầy đủ các kiến thức về tính chất vật lý của Sắt.

1. Vị trí trong bảng tuần hoàn và cấu hình electron nguyên tử

Để hiểu được các tính chất của một nguyên tố, trước hết cần xác định vị trí của nó trong bảng tuần hoàn và cấu hình electron.

- **Vị trí:** Sắt (Fe) nằm ở ô số 26, chu kì 4, nhóm VIIIB của bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học.
- **Cấu hình electron nguyên tử:** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ hoặc viết gọn là $[Ar] 3d^6 4s^2$.

Giải thích:

- Lớp electron ngoài cùng (lớp 4) có 2 electron ($4s^2$).
- Phân lớp 3d chưa bão hòa (có 6 electron trong khi tối đa là 10).
- Khi tham gia phản ứng hóa học, nguyên tử Sắt có xu hướng nhường electron để tạo thành ion. Do năng lượng của electron ở phân lớp 4s và 3d không

chênh lệch nhiều, Sắt có thể nhường 2 electron ở lớp 4s để tạo ion Fe^{2+} hoặc nhường thêm 1 electron ở phân lớp 3d để tạo ion Fe^{3+} bền vững hơn (cấu hình bán bão hòa 3d⁵).

Ví dụ:

- 1. **Tạo ion Fe^{2+} :** $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}$. Cấu hình của Fe^{2+} là $[\text{Ar}] 3\text{d}^6$.
- 2. **Tạo ion Fe^{3+} :** $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{e}$. Cấu hình của Fe^{3+} là $[\text{Ar}] 3\text{d}^5$. Cấu hình này bền vì phân lớp 3d đạt trạng thái bán bão hòa.

2. Các tính chất vật lý cơ bản

Sắt là một kim loại điển hình với các tính chất vật lý đặc trưng. Các thông số cơ bản của sắt được tổng hợp trong bảng dưới đây:

Tính chất	Giá trị / Mô tả
Màu sắc	Kim loại màu trắng hơi xám, có ánh kim.
Trạng thái (ở điều kiện thường)	Rắn.
Khối lượng riêng	D = 7,87 g/cm³ (là kim loại nặng).
Nhiệt độ nóng chảy	1538 °C (tương đối cao).
Nhiệt độ sôi	2862 °C (rất cao).

Giải thích:

- Sắt có nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi cao do liên kết kim loại trong mạng tinh thể sắt rất bền vững. Cần một năng lượng lớn để phá vỡ các liên kết này

và chuyển sắt từ trạng thái rắn sang lỏng và từ lỏng sang khí.

- Khối lượng riêng lớn cho thấy các nguyên tử sắt được sắp xếp khít nhau trong mạng tinh thể và khối lượng nguyên tử của sắt (≈ 56) cũng tương đối lớn.

3. Các tính chất vật lý đặc trưng của Sắt

Bên cạnh các tính chất cơ bản, Sắt còn có những tính chất vật lý đặc trưng, quyết định đến các ứng dụng rộng rãi của nó.

a. Tính dẻo

Khái niệm: Sắt là kim loại có tính dẻo, dễ rèn, dễ dát mỏng và kéo sợi. Tuy nhiên, độ dẻo của sắt không bằng vàng (Au), bạc (Ag) hay nhôm (Al).

Giải thích: Tính dẻo của kim loại được quyết định bởi cấu trúc mạng tinh thể kim loại. Trong mạng tinh thể, các ion dương kim loại có thể trượt lên nhau mà không phá vỡ liên kết kim loại (do các electron tự do di chuyển linh động, liên kết các ion dương lại với nhau). Vì vậy, kim loại có thể bị biến dạng mà không bị phá hủy.

Ví dụ minh họa:

1. **Rèn:** Người thợ rèn có thể nung nóng sắt rồi dùng búa đập để tạo hình thành các dụng cụ như dao, cuốc, xẻng.
2. **Cán mỏng:** Sắt được cán thành các tấm mỏng để làm tôn lợp nhà, vỏ ô tô, thân tàu thủy.
3. **Kéo sợi:** Sắt được kéo thành các sợi nhỏ để làm dây thép, lưới B40, cốt thép trong xây dựng.

b. Tính dẫn điện và dẫn nhiệt

Khái niệm: Sắt có khả năng dẫn điện và dẫn nhiệt tốt. Tuy nhiên, khả năng này kém hơn so với bạc, đồng và nhôm. Độ dẫn điện của sắt giảm dần khi nhiệt độ tăng.

Giải thích: Tính dẫn điện và dẫn nhiệt của kim loại là do sự có mặt của các electron tự do trong mạng tinh thể. Khi có một hiệu điện thế hoặc sự chênh lệch nhiệt độ, các electron tự do này sẽ di chuyển thành dòng có hướng, tạo ra dòng điện hoặc truyền nhiệt năng.

Ví dụ minh họa:

1. **Dẫn nhiệt:** Các dụng cụ nấu ăn như nồi, chảo thường được làm bằng gang (hợp kim của sắt) vì chúng truyền nhiệt tốt, giúp thức ăn chín đều.
2. **Dẫn điện:** Mặc dù không phải là chất dẫn điện tốt nhất, sắt vẫn được sử dụng trong một số ứng dụng điện, chẳng hạn như làm lõi cho các nam châm điện, máy biến thế.

c. Tính nhiễm từ

Khái niệm: Đây là tính chất vật lý đặc trưng và quan trọng nhất của sắt. Sắt là kim loại có **tính nhiễm từ**, tức là nó bị nam châm hút mạnh và có thể bị nhiễm từ để trở thành một nam châm.

Giải thích: Tính nhiễm từ của sắt xuất phát từ cấu trúc electron và sự sắp xếp các domain từ (vùng từ hóa) bên trong vật liệu. Khi đặt trong từ trường ngoài, các domain từ này sẽ định hướng theo từ trường, làm cho miếng sắt bị từ hóa và bị hút bởi nam châm. Sắt là một trong ba nguyên tố có tính sắt từ ở nhiệt độ

phòng, cùng với Niken (Ni) và Coban (Co).

- **Sắt non (sắt nguyên chất):** Dễ bị nhiễm từ nhưng cũng dễ mất từ tính khi không còn từ trường ngoài. Đặc tính này được ứng dụng để chế tạo nam châm điện.
- **Thép (hợp kim của sắt):** Khó bị nhiễm từ hơn nhưng lại giữ được từ tính rất lâu sau khi đã được từ hóa. Đặc tính này được ứng dụng để chế tạo nam châm vĩnh cửu.

Ví dụ minh họa:

1. **Nam châm điện:** Một cuộn dây dẫn quấn quanh lõi sắt non. Khi cho dòng điện chạy qua, lõi sắt bị nhiễm từ và trở thành một nam châm mạnh. Khi ngắt dòng điện, nó mất từ tính. Ứng dụng trong các cần cầu điện ở bãi phế liệu để nâng hạ sắt thép.
2. **Nam châm vĩnh cửu:** La bàn sử dụng một kim nam châm làm bằng thép để luôn chỉ về hướng Bắc-Nam của Trái Đất. Các nam châm gắn trên cửa tủ lạnh cũng là nam châm vĩnh cửu.

4. Các dạng thù hình của Sắt

Sắt tồn tại ở các dạng cấu trúc tinh thể khác nhau tùy thuộc vào nhiệt độ. Sự thay đổi cấu trúc này được gọi là sự chuyển biến thù hình, đóng vai trò quan trọng trong ngành luyện kim, đặc biệt là trong quá trình nhiệt luyện thép.

- **Sắt alpha (α -Fe hay ferit):** Tồn tại ở nhiệt độ dưới 912°C . Có cấu trúc mạng tinh thể lập phương tâm khối (BCC). Sắt alpha có tính nhiễm từ.

- **Sắt gamma (γ -Fe hay austenit):** Tồn tại trong khoảng nhiệt độ từ 912°C đến 1394°C. Có cấu trúc mạng tinh thể lập phương tâm diện (FCC). Sắt gamma không có tính nhiễm từ và có khả năng hòa tan cacbon tốt hơn sắt alpha, đây là yếu tố quan trọng trong sản xuất thép.
- **Sắt delta (δ -Fe):** Tồn tại ở nhiệt độ từ 1394°C đến nhiệt độ nóng chảy (1538°C). Có cấu trúc mạng tinh thể lập phương tâm khối (BCC) giống sắt alpha.

Ví dụ về ứng dụng: Quá trình "tôi" thép chính là việc nung nóng thép đến trạng thái Austenit (sắt gamma) rồi làm nguội nhanh. Sự chuyển biến đột ngột này không cho phép sắt quay trở lại cấu trúc Ferit thông thường, mà tạo ra một cấu trúc mới gọi là Martensit, làm cho thép trở nên rất cứng.