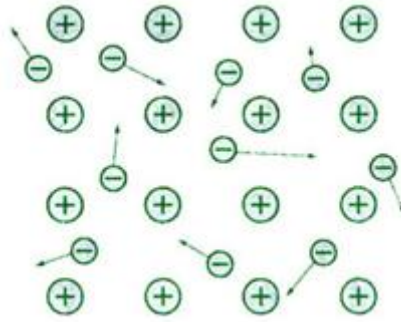


Bài 13. Dòng điện trong kim loại

I. Bản chất của dòng điện trong kim loại

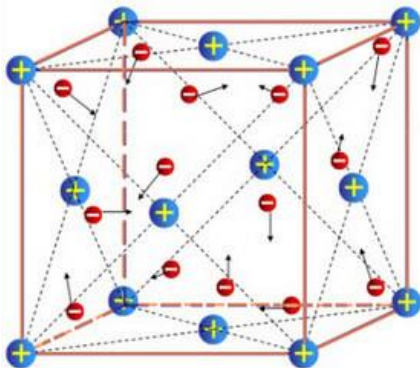
1. Trong kim loại, các nguyên tử bị mất electron hóa trị trở thành các ion dương.



- Các ion dương liên kết với nhau một cách *trật tự* tạo thành mạng tinh thể kim loại.

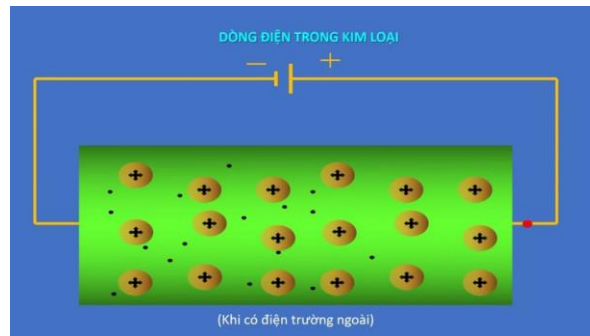
- Chuyển động nhiệt của các ion có thể phá hủy trật tự liên kết này. Khi nhiệt độ càng cao thì chuyển động nhiệt càng nhanh, *mạng tinh thể càng trở nên mất trật tự*.

2. Các electron hóa trị tách khỏi nguyên tử thành các electron tự do với mật độ n không đổi ($n = \text{hằng số}$). Chúng chuyển động hỗn loạn tạo thành *khí electron tự do* choán toàn bộ thể tích của khối kim loại và không sinh ra dòng điện nào.



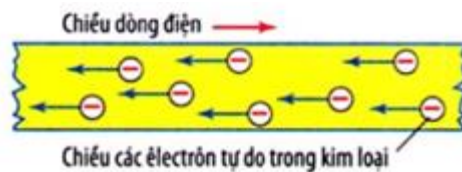
Các electron chuyển động trong mạng tinh thể

3. Điện trường \vec{E} do nguồn điện ngoài sinh ra đẩy khí electron trôi ngược chiều điện trường, tạo ra dòng điện.



4. Sự mất trật tự của mạng tinh thể *cản trở* chuyển động của electron tự do, là nguyên nhân gây ra *điện trở* của kim loại.

Dòng điện trong kim loại là dòng chuyển dời có hướng của các electron tự do dưới tác dụng của điện trường.



II. Sự phụ thuộc của điện trở suất của kim loại theo nhiệt độ

- Điện trở suất ρ của kim loại tăng theo nhiệt độ gần đúng theo hàm bậc nhất:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(t - t_0)]$$

Trong đó:

+ ρ_0 là điện trở suất ở nhiệt độ $t_0^\circ\text{C}$ (thường ở 20°C)

+ ρ là điện trở suất ở nhiệt độ $t^\circ\text{C}$

+ α là hệ số nhiệt điện trở (K^{-1})

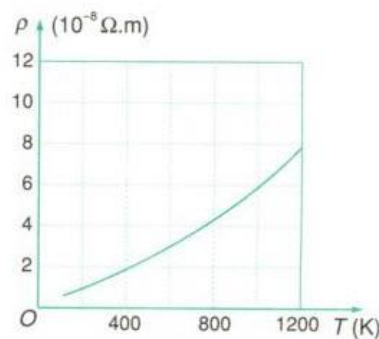
- Hệ số nhiệt điện trở không những phụ thuộc vào nhiệt độ mà vào cả độ sạch và chế độ gia công của vật liệu đó.

Chất	$\rho_0 (\Omega.m)$	$\alpha (K^{-1})$
Bạc	$1,62.10^{-8}$	$4,1.10^{-3}$
Platin	$10,6.10^{-8}$	$3,9.10^{-3}$
Đồng	$1,69.10^{-8}$	$4,3.10^{-3}$
Nhôm	$2,75.10^{-8}$	$4,4.10^{-3}$
Sắt	$9,68.10^{-8}$	$6,5.10^{-3}$
Silic	$0,25.10^4$	-70.10^{-3}
Vonfam	$5,25.10^{-8}$	$4,5.10^{-3}$

Bảng điện trở suất của một số chất (silic không phải kim loại)

III. Điện trở của kim loại ở nhiệt độ thấp và hiện tượng siêu dẫn

- Khi nhiệt độ giảm, mạng tinh thể càng bớt sự mất trật tự, chuyển động của electron càng ít dẫn đến điện trở suất của kim loại *giảm liên tục*. Đến gần 0 K điện trở của kim loại sạch đều rất bé.



Hình 13.2

Sự biến thiên điện trở suất của đồng theo nhiệt độ

- Một số kim loại và hợp kim, gồm oxit kim loại khi nhiệt độ thấp hơn một nhiệt độ tới hạn T_c thì điện trở suất *đột ngột giảm xuống bằng 0*. Ta nói rằng các vật liệu ấy đã *chuyển sang trạng thái siêu dẫn*.

Nhiệt độ tới hạn của một số chất siêu dẫn

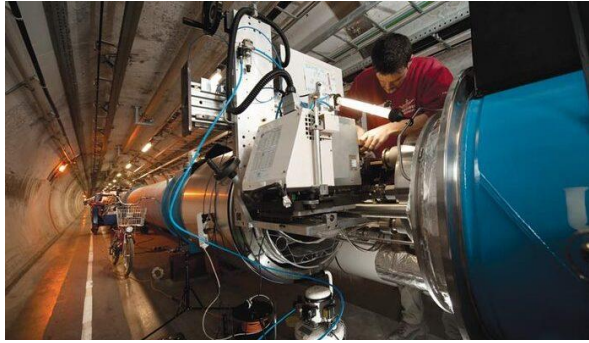
Tên vật liệu	T_c (K)
Nhôm	1,19
Thủy ngân	4,15
Chì	7,19
Thiếc	3,72
Kẽm	0,85
Nb_3Sn	18
Nb_3Al	18,7
Nb_3Ge	23
$DyBa_2Cu_3O_7$	92,5
$HgBa_2Ca_2Cu_3O_8$	134

Bảng nhiệt độ tới hạn của một số chất

- Ứng dụng của hiện tượng siêu dẫn:

+ Các cuộn dây siêu dẫn được dùng để tạo ra các từ trường rất mạnh mà các nam châm điện thường không thể tạo ra được.

+ Dự kiến dùng dây siêu dẫn để tải điện và tổn hao năng lượng trên đường dây không còn nữa.



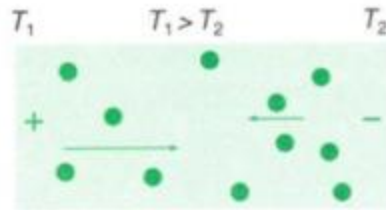
Chế tạo các cuộn dây siêu dẫn trong máy gia tốc



Máy quét MRI trong y học

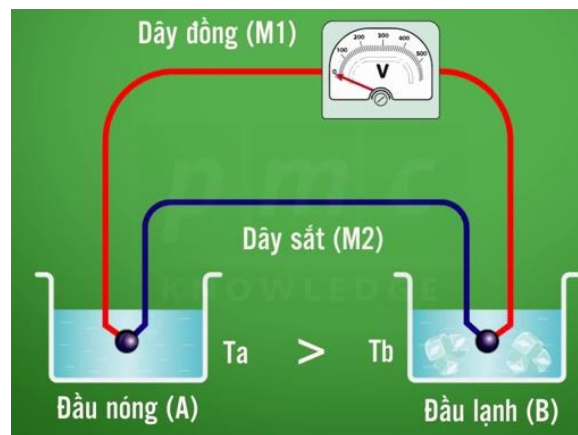
IV. Hiện tượng nhiệt điện

- Nếu lấy hai dây kim loại khác nhau và hàn hai đầu với nhau, một mối hàn giữ ở nhiệt độ cao, một mối hàn giữ ở nhiệt độ thấp thì hiệu điện thế giữa đầu nóng và đầu lạnh của từng dây không giống nhau, khiến trong mạch có một suất điện động E . E gọi là suất điện động nhiệt điện và bộ hai dây dẫn hàn hai đầu vào nhau gọi là cặp nhiệt điện.



Hình 13.3

Electron khuếch tán từ đầu nóng qua đầu lạnh làm đầu nóng tích điện dương.



Suất điện động nhiệt điện: $E = \alpha_T (T_a - T_b)$

Trong đó:

+ T_a là nhiệt độ ở đầu có nhiệt độ cao hơn (K)

+ T_b là nhiệt độ ở đầu có nhiệt độ thấp hơn (K)

+ α_T là hệ số nhiệt điện động ($V.K^{-1}$) phụ thuộc vào bản chất của hai vật liệu dùng làm cặp nhiệt điện.

- Cặp nhiệt điện được dùng phổ biến để đo nhiệt độ.



Can nhiệt đo nhiệt độ lò hơi