

KATIHAL FİZİĞİ 2-FİZ 410

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi
Fizik Bölümü

FERMİ YÜZEYLERİ

9. hafta

Fermi Yüzeyi

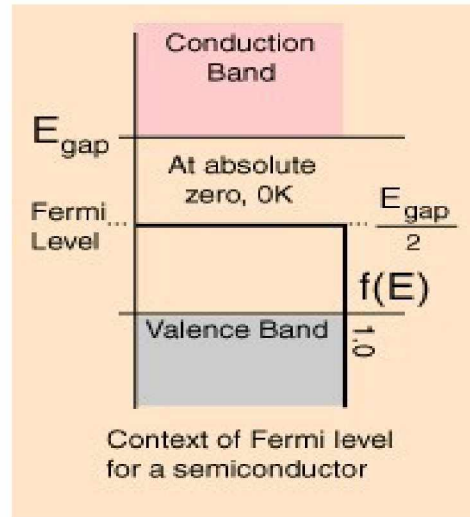
' Az sayıda insan bir metali 'Fermi yüzeyli bir katı' olarak tanımlar. Bununla birlikte bugün bir metal için verebileceğimiz en anlamlı tanım bu olabilir. Metallerin davranışlarının anlaşılmasında çok büyük bir gelişmeyi temsil eder. Kuantum fiziğince geliştirilen Fermi yüzeyi kavramı, metallerin ana fiziksel özelliklerinin tam bir açıklamasını sağlar.'

A.R. Mackintosh

- Mutlak sıfırda ($T=0$ K) fermi yüzeyi dolmamış orbitalleri dolulardan ayırır.
- Bu durum Fermi-Dirac istatistiğinden gelir.

Fermi Yüzeyi

- Elektronlar fermiyonlardır ve Pauli dışlama ilkesine göre aynı enerji durumlarında var olamazlar. Mutlak sıfırda ($T=0$ K), mevcut en düşük enerji seviyelerine toplanırlar. Fermi seviyesi bu denizin yüzeyidir.



(Şekil Kaynak [5]' den alınmıştır.)

Fermi Yüzeyi

Fermi yüzeylerini 3 şekilde ifade edebiliriz.

- 1) İndirgenmiş bölge düzeni
- 2) Periyodik bölge düzeni
- 3) Genişletilmiş bölge düzeni

İndirgenmiş bölge düzeni

Bloch fonksiyonunu

$$\Psi_{k^l}(\mathbf{r}) = \exp(i\mathbf{k}^l \cdot \mathbf{r}) u_{k^l}(\mathbf{r})$$

şeklinde ifade edelim. k^l 1. Brillouin zone dışında ise,

$$\mathbf{k} = \mathbf{k}^l + \mathbf{G}$$

şeklinde k^l 'nü 1. Brillouin zone içine alacak bir ters örgü vektörü tanımlayabiliriz. Bu durumda

$$\Psi_{k^l}(\mathbf{r}) = \Psi_{\mathbf{k}}(\mathbf{r})$$

Olur. Yani bütün bantları 1. Brillouin zonedaki göstermiş oluruz.

Periyodik bölge düzeni

- Verilen bir B.B.'sini ters örgü vektörü ile öteleyerek bütün dalga vektörü uzayında gösterilmesidir.
- Enerji $\epsilon_k = \epsilon_{k+G}$ şeklinde ifade edilebilir. Bu eşitlik bize ϵ_k ile ϵ_{k+G} 'nin aynı enerji bandını referans aldığı gösterir.

Genişletilmiş bölge düzeni

- Farklı bantların dalga uzayında farklı bölgelerde çizilmesi ile oluşur.

Yörüngelerin bir manyetik alandaki kuantumlanması

Bir manyetik alandaki parçacık için momentumu şu şekilde yazabiliriz;

$$p = p_{kin} + p_{alan} = \hbar k + q \frac{A}{c} \quad (CGS)$$

$$\oint p \cdot dr = (n + \gamma) 2\pi\hbar$$

n , tamsayı; γ serbest elektronlar için $\frac{1}{2}$ 'dir.

$$\oint p \cdot dr = \oint \hbar k \cdot dr + \frac{q}{c} \oint A \cdot dr$$

Yörüngelerin bir manyetik alandaki kuantumlanması

$$\oint \hbar k \cdot dr = \frac{q}{c} \oint r \times B \cdot dr = -\frac{q}{c} B \cdot \oint r \times dr = -\frac{2q}{c} \Phi$$

$$\frac{q}{c} \oint A \cdot dr = \frac{q}{c} \int \text{curl } A \cdot d\sigma = \frac{q}{c} \int B \cdot d\sigma = \frac{q}{c} \Phi$$

$$\oint p \cdot dr = -\frac{q}{c} \Phi = (n + \gamma) 2\pi\hbar$$

Bir elektronun yörüngesi, içinden geçen akı

$$\Phi_n = (n + \gamma) \left(\frac{2\pi\hbar c}{e} \right)$$

Kaynaklar

1. 'Katıhal Fiziğine Giriş', Charles Kittel, (Çeviri: Gülsen Önengüt, Demir Önengüt), 8. baskı, Palme 2014
2. 'Katıhal Fiziği', Doç. Dr. Şakir Aydoğan, 1. baskı, Nobel Yayın Dağıtım, 2011
3. 'Katıhal Fiziği', Prof. Dr. Mustafa Dikici, 3. baskı, Seçkin Yayıncılık, 1993
4. 'Katıhal Fiziğine Giriş', Prof. Dr. Tahsin Nuri Durlu, 2. baskı
5. <http://web.archive.org/web/20151205011655/http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/solids/fermi.html>