

KEYN MODELİ SİSTEMLƏRDƏ ELEKTRON QAZININ FERMİ SƏVİYYƏSİNƏ QEYRİ-PARABOLİKLİYİN TƏSİRİ

Zalova S.Ə., Mahmudov M.M.

Bakı Dövlət Universiteti

saida.zalova@bsu.edu.az

Təqdim olunmuş iş qeyri-standart zonalı nümunələrdə elektron qazının Fermi səviyyəsinin tədqiqinə həsr olunmuşdur. Bütün hesablamalar qeyri-standart zona üçün Keyn modeli əsasında aparılmış, cırılma kriteriyasının aşkar şəkli, yəni keçirici elektronların ζ - kimyəvi potensialı, n - konsentrasiyası, m_n - effektiv kütləsi və T - temperaturu arasında əlaqə tapılmışdır. Bu məqsədlə keçirici zonada elektronların taraz konsentrasiyası hesablanmışdır.

Məlum olduğu kimi ixtiyari $\vec{k}$ halında elektronların orta sayı $f_0(\vec{k})$ olarsa, onda keçirici zonada elektronların tam orta sayı

$$N = 2 \sum_{\vec{k}} f_0(\vec{k}) \quad (1)$$

kimi təyin olunur [1], burada $f_0(\vec{k})$ - $\vec{k}$ halını dolduran $\varepsilon(\vec{k})$ enerjili elektronların orta sayı, yəni Fermi-Dirak paylanma funksiyasıdır, düsturdakı 2 vuruğu isə onu göstərir ki, bir $\vec{k}$ halında spinləri əks yönəlmiş iki elektron yerləşə bilər. İzoenergetik səthi sfera olan, lakin elektronların enerjisi dalğa vektorunun ədədi qiymətinin ixtiyari funksiyası olan zonaya baxaq. Bu halda $f_0(\vec{k})$ - paylanma funksiyası $\vec{k}$ -nın yalnız modulundan asılı olduğundan elektronların konsentrasiyası üçün tapırıq [2]:

$$n = \frac{1}{3\pi^2} \int_0^\infty \left(-\frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon} \right) k^3(\varepsilon) d\varepsilon. \quad (2)$$

Göründüyü kimi (2) integralını hesablamaq üçün $\varepsilon = \varepsilon(\vec{k})$ dispersiya qanununu bilmək lazımdır. İkizonalı Keyn modeli yaxınlaşmasında da k ilə ε arasında aşağıdakı münasibət vardır [1]:

$$\varepsilon \left(1 + \frac{\varepsilon}{\varepsilon_g} \right) = \frac{\hbar^2 k^2}{2m_n} \quad (3)$$

burada ε_g - qadağan olunmuş zonanın enidir. (3) dispersiya qanununu (2)-də yerinə yazsaq, ixtiyari tərtibdən cırılma və zonanın qeyri-parabolikliyi üçün konsentrasiya və Fermi səviyyəsi arasında əlaqə yaradan ümumi ifadə alırıq:

$$n = \frac{(2m_n k_0 T)^{3/2}}{3\pi^2 \hbar^3} \int_0^\infty \left(-\frac{\partial f_0}{\partial x} \right) (x + \beta x^2)^{3/2} dx \quad (4)$$

burada $x = \varepsilon/k_0 T$ - işarə olunub və aşağıdakı parametrlər daxil edilib: $\beta = k_0 T/\varepsilon_g$ - zonanın qeyri-parabolikliyi xarakterizə edir.

Güclü cırılmış halda ($\zeta/k_0T \gg 1$) (4)-dən qeyri-parabolik zona üçün Fermi səviyyəsi keçirici elektronların konsentrasiyası və qadağan olunmuş zonanın enindən aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\zeta_F = \frac{\varepsilon_g}{2} \left[\left(1 + \frac{2\hbar^2}{m_n \varepsilon_g} (3\pi^2 n)^{2/3} \right)^{1/2} - 1 \right]. \quad (5)$$

Göründüyü kimi güclü cırılmış halda qeyri-parabolik zona üçün Fermi səviyyəsi keçirici elektronların konsentrasiyası və zonanın qeyri-standartlığı artdıqca monoton olaraq üstlü funksiya qanunu ilə artır. Başqa sözlə, baxılan halda Fermi sərhədi standart zonalı haldakından daha böyük olur.

Ədəbiyyat:

1. Askerov B.M. Electron Transport Phenomena in Semiconductors. Singapore: World Scientific, 1994. 394 p.
2. Askerov B.M., Figarova S.R. Thermodynamics, Gibbs Method and Statistical Physics of Electron Gases. Springer-Verlag, Berlin, 2010. 374 p.