

METALLİK BƏRK CİSİMLƏRDƏ TAM CİRLƏŞMİŞ ELEKTRON QAZININ TERMODİNAMİK XASSƏLƏRİ

Cabbarova L.Ş., Mahmudov M.M.

Bakı Dövlət Universiteti

lala.cabbarova99@gmail.com

Tədqiqat işində metallarda tam cırlaşmış elektron qazının termodinamik xassələri nəzəri öyrənilmişdir. Bu məqsədlə açıq sistemlər üçün Gibbsin kanonik paylanması və oradan alınan böyük termodinamik potensial meto-
dundan istifadə olunaraq metallarda elektron qazının termodinamik xassə-
lərinin kvant nəzəriyyəsi qurulmuşdur.

Məlum olduğu kimi metallik bərk cisimlərdəki sərbəst elektron qazı adi qaz olmayıb, kvant qazıdır. Yəni, elektronun metallarda sərbəst hala keçməsi temperaturla əlaqədar deyil, metalları təşkil edən atomların kənar valent elektronlarının dalğa funksiyalarının bir-birini örtməsinin nəticəsidir. Ona görə də sərbəst elektron sistemi metallarda mütləq sıfır temperaturunda məhz belə qaz şəklində olur. Mütləq sıfır temperaturu halında, yəni tam cırlaşmış elektron qazının termodinamik xarakteristikalarını öyrənmək üçün sərbəst elektronların yerləşdiyi keçirici zonanın quruluşu üçün parabolik modeldən istifadə edək. Bu halda təzyiqi, enerjini və zərrəciklərin sayını təyin edən tənlikləri aşağıdakı kimi yazı bilərik [1]:

$$P = \frac{2}{15} \frac{(2m)^{3/2}}{\pi^2 \hbar^3} \int_0^\infty \left(-\frac{\partial f}{\partial \varepsilon} \right) \varepsilon^{5/2} d\varepsilon, \quad (1)$$

$$E = \frac{1}{5} \frac{V(2m)^{3/2}}{\pi^2 \hbar^3} \int_0^\infty \left(-\frac{\partial f}{\partial \varepsilon} \right) \varepsilon^{5/2} d\varepsilon, \quad (2)$$

$$N = \frac{V(2m)^{3/2}}{3\pi^2 \hbar^3} \int_0^\infty \left(-\frac{\partial f}{\partial \varepsilon} \right) \varepsilon^{3/2} d\varepsilon, \quad (3)$$

burada $f(\varepsilon)$ - Fermi paylanma funksiyası, m - elektronun effektiv kütləsi, V - qazın həcmidir. Qeyd etmək lazımdır ki, mütləq sıfır temperaturunda (tam cırlaşmış hal) paylanma funksiyasının ε -na görə törəməsi özünü δ - funksiya kimi aparır [1]:

$$\lim_{T \rightarrow 0} (-\partial f / \partial \varepsilon) = \delta(\varepsilon - \zeta_0). \quad (4)$$

Mütləq sıfır temperaturunda paylanma funksiyasının (4) xassəsini nəzərə alsaq, (1)-(3) ifadələrindəki integralları asanca hesablaya və tam cırılmış elektron qazının termik və kslorik hal tənliliklərini tapa bilərik:

$$P_0 = \frac{2}{15} \frac{(2m)^{3/2}}{\pi^2 \hbar^3} \zeta_0^{5/2}, \quad (5)$$

$$E_0 = \frac{2}{15} \frac{(2m)^{3/2}}{\pi^2 \hbar^3} \zeta_0^{5/2}, \quad (6)$$

$$N = \frac{2}{3} \frac{V(2m)^{3/2}}{\pi^2 \hbar^3} \zeta_0^{3/2}, \quad (7)$$

burada

$$\zeta_0 = \frac{\hbar}{2m} \left(\frac{3\pi^2 N}{V} \right)^{2/3}. \quad (8)$$

- elektron qazının $T=0K$ halında Fermi sərhəd enerjisidir. Tapılmış nəticələrdən istifadə edərək tam cırılmış elektron qazının bəzi xüsusiyyətlərini qeyd etmək olar:

- adi qazlardan fərqli olaraq metallardakı elektron qazı mütləq temperaturda sonlu E_0 enerjisinə, P_0 təzyiqinə və hər bir elektron sonlu p_0 impulsuna malik olur ki, bu da sırf kvant effektidir. Bu effekt mübadilə qarşılıqlı təsirin olması ilə əlaqədardır;

- kvant effektinin nəticəsində $T=0K$ halında elektron qazının təzyiqi konsentrasiyadan xətti deyil, daha güclü asılıdır: $P_0 \sim (N/V)^{5/3}$;

- klassik nəzəriyyəyə görə qazın ideal qaz olması üçün onun konsentrasiyası az, yəni, qaz kifayət qədər seyrək olmalıdır. Metallik bərk cisimlərdəki elektron qazında isə, əksinə, konsentrasiya artdıqca qaz ideal qaza daha da yaxınlaşır.

Ədəbiyyat:

1. Askarov B.M., Figarova S.R. Thermodynamics, Gibbs Method and Statistical Physics of Electron Gases. Springer-Verlag, Berlin, 2010. 374 p.