

Проверка цитирование [1], [2], [3], [4].

Рассмотрим основное состояние «спаренных» электронов в терминах вторичного квантования:

$$|\psi_G\rangle = \prod_{\mathbf{k}} \left( u_{\mathbf{k}} + v_{\mathbf{k}} \hat{c}_{\mathbf{k}\uparrow}^\dagger \hat{c}_{-\mathbf{k}\downarrow}^\dagger \right) |\psi_0\rangle,$$

где  $\psi_0$  – вакуумное состояние.

Количество спаренных частиц может быть найдено через оператор полного числа частиц

$$\hat{N} = \sum_{\mathbf{k}} \hat{c}_{\mathbf{k}\uparrow}^\dagger \hat{c}_{\mathbf{k}\uparrow} + \hat{c}_{\mathbf{k}\downarrow}^\dagger \hat{c}_{\mathbf{k}\downarrow}.$$

Прямым вычислением, находим

$$\langle N \rangle = \langle \psi_G | \hat{N} | \psi_G \rangle = 2 \langle \sum_{\mathbf{k}} \hat{N}_{\mathbf{k}\uparrow} \rangle = 2 \sum_{\mathbf{k}} \langle \psi_0 | (u_{\mathbf{k}} + v_{\mathbf{k}}^* \hat{c}_{-\mathbf{k}\downarrow} \hat{c}_{\mathbf{k}\uparrow}) \hat{c}_{\mathbf{k}\uparrow}^\dagger \hat{c}_{\mathbf{k}\uparrow} (u_{\mathbf{k}} + v_{\mathbf{k}} \hat{c}_{\mathbf{k}\uparrow}^\dagger \hat{c}_{-\mathbf{k}\downarrow}^\dagger) | \psi_0 \rangle = 2 \sum_{\mathbf{k}} |v_{\mathbf{k}}|^2,$$

как и ожидалось.

## Список литературы

- [1] L. D. Landau and E. M. Lifshitz. *Statistical Physics: Volume 5*. Elsevier, 2013.
- [2] E. M. Lifshitz and L. P. Pitaevskii. *Statistical physics: Volume 9*. Elsevier, 2013.
- [3] M. Tinkham. *Introduction to superconductivity*. Courier Corporation, 2004.
- [4] L. N. Cooper. Bound electron pairs in a degenerate fermi gas. *Physical Review*, 104(4):1189, 1956.