

MAQNİT SAHƏSİNDƏ KVANT ÇUXURUN ENERJİ SPEKTRİ

L.A.Eyvazova¹, H.B.İbrahimov

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi

Bu işdə bərk cisim fizikasının müasir inkişafı ilə əlaqədar olaraq tədqiqat obyektləri kimi qəbul olunan həcmi yarımkeçiricilər əvəzinə nazik təbəqələr, çoxsaylı nazik təbəqəli quruluşlar, məfəllər və kristallitlərdən istifadə olunur.

Kvant çuxurlarda maqnit sahəsinin energetik spektrə və dalğa funksiyasına təsiri Şrödinger tənliyi ilə ifadə olunur. Bunun üçün impuls operatorunu maqnit sahəsinin ümumiləşmiş impuls operatoru ilə əvəz etmək tələb olunur:

$$\left\{ \frac{1}{2m^*} (-i\hbar\nabla - eA)^2 + V(z) \right\} \psi(r) = E\psi(r) \quad (1)$$

Burada A -maqnit sahəsinin induksiya vektorunun potensialıdır [$B = \text{rot}(A)$]. Bu ifadənin həlli ikiölçülü lay müstəvisinə nisbətən əsasən B vektorunun istiqamətindən asılıdır. İki hala baxaq: Birinci olaraq bu vektor ikiölçülü layın müstəvisi x oxu istiqamətində yönəlib. İkinci halda isə bu laya perpendikulyar yönəlib.

Birinci hal üçün vektor potensialı bircins maqnit sahəsində $A = (0, -Bz, 0)$ bu halda götürmək olar. Bu baxımdan (1) ifadəsi sonsuz dərin düzbucaqlı kvant çuxuru üçün onu funksiyaların dəyişənlərin bölünməsi metodu ilə həll etmək olar:

$$\psi_{k_{\perp m}}(r) = \frac{1}{\sqrt{S}} \exp(ik_{\perp} r_{\perp}) \varphi_m(z - z_0) \quad (2)$$

Bu funksiya elektronların x oxu istiqamətində sərbəst hərəkəti ilə bağlı olub və yz müstəvisində hərəkətin lokallaşması kimi qeyd olunur. Hərəkətin lokallaşması $\varphi_m(z - z_0)$ funksiyasına müvafiq olaraq aşağıdakı ifadə ilə sıfır sərhəd şərtləri ilə $\varphi(-\infty) = \varphi(+\infty) = 0$ verilib:

$$\left\{ -\frac{\hbar^2}{2m^*} \frac{d^2}{dz^2} + V(z) + \frac{1}{2} m^* \omega_c^2 (z - z_0)^2 \right\} \varphi_m(z - z_0) = E_m \varphi_m(z - z_0)$$

Burada $z_0 = -\frac{\hbar k_y}{eB}$, $\omega_c = \frac{eB}{m^*}$ siklatron tezliyidir. Bu ifadə kvant harmonik ossilyatorun tənliyinin analoqudur. z_0 tarazlıq nöqtəsi ətrafında rəqs edir. Onun da hərəkəti kvant çuxurda əlavə olaraq məhdudlaşır. Bu ifadəyə uyğun E_m enerjisinin məxsusi qiyməti özündə diskret səviyyələri göstərir. Göründüyü kimi əgər kvant çuxurun eni artarsa, maqnit sahəsinin enerji spektri də artmağa başlayacaq.

¹ leyvazova65@gmail.com