

SPIN AND ORBITAL STRUCTURE OF $f\bar{f}$ IN SCALAR AND PSEUDOSCALAR DECAYS

N. S. Borodin^{a,b,1}, D. V. Naumov^{a,b,2}

^a Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, 141980, Russia

^b Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991, Russia

We construct the coordinate-space wave function of a fermion–antifermion pair produced in two-body decays of a spin-zero parent. Starting from the S -matrix amplitude, we derive a momentum-space wave function and its Fourier transform. For a scalar (0^+) coupling, we obtain a pure $L = 1$ partial wave whose spin factors select definite orbital projections m for specific spin orientations of f and $\bar{f}$. For a pseudoscalar (0^-) coupling, the result is a pure $L = 0$ wave with the usual singlet spin structure. We show explicitly why the back-to-back momenta of the final particles do not contradict nonzero orbital angular momentum (OAM): L is a property of the relative coordinate. We also discuss why OAM phases are generally invisible in standard high energy physics measurements that project onto momentum eigenstates, and point to spin-resolved angular correlations as the observable remnants.

Мы вычисляем волновую функцию в координатном представлении для пары фермион–антифермион, рождающейся в двухчастичных распадах спин-нулевой частицы. Исходя из амплитуды S -матрицы, мы получаем волновую функцию в импульсном представлении и ее преобразование Фурье. Для скалярной (0^+) связи получается чистая парциальная волна с $L = 1$, при этом спиновые множители фиксируют определенные проекции орбитального момента m для конкретных ориентаций спинов f и $\bar{f}$. Для псевдоскалярной (0^-) связи результатом является чистая $L = 0$ волна с обычной синглетной спиновой структурой. Мы обсуждаем, почему противоположно направленные импульсы конечных частиц не противоречат ненулевому орбитальному моменту: L является свойством относительной координаты. Также отмечено, почему фазы орбитального момента, как правило, невидимы в стандартных измерениях физики высоких энергий, основанных на проекции на собственные состояния импульса, и указаны спин-разрешенные угловые корреляции как наблюдаемые проявления этих фаз.

PACS: 12.39.–x; 13.88.+e; 14.80.Bn

Received on December 5, 2025.

¹E-mail: nsborodin@jinr.ru

²E-mail: dmitryvnaumov@gmail.com