

А.М. ГРУДИНИНА, Н.С. ВОРОНОВА

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

К ВОПРОСУ О БОЛЬШИХ НЕЛИНЕЙНОСТЯХ В ЭКСИТОН-ПОЛЯРИТОННЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ДИХАЛЬКОГЕНИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Работа посвящена изучению бозонизации в бозон-фермионных смесях, а именно в электрон-дырочно-фотонных системах с сильной связью. Изучено влияние наличия фотонного поля и темных экситонных состояний на взаимодействие на примере экситонных поляритонов в дихалькогенидах переходных металлов.

A.M. GRUDININA, N.S. VORONOVA

National Research Nuclear University MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

ON GIANT NONLINEARITIES IN EXCITON-POLARITON SYSTEMS BASED ON TRANSITION-METAL DICHALCOGENIDES

This work addresses the bosonization in boson-fermion mixtures, in particular, in electron-hole-photon systems in presence of strong coupling. Influence of dark-exciton states and the photon field is examined for exciton-polaritons in transition-metal dichalcogenides.

В работе изучается бозонизация в электрон-дырочно-фотонных системах с экситонным каналом спаривания в рамках подхода функционального интегрирования, ранее развитого для экситонов [1]. Такой подход позволяет учесть в общем случае конечную температуру и т.н. гибкоэкситонный предел, когда наличие бозонного поля в системе сильно модифицирует экситонное поле, и, кроме того, допускает обобщение на случай системы со спиновыми степенями свободы. Учет спиновых степеней свободы позволяет ввести поля темных экситонов, не связывающиеся со светом, которые, тем не менее, дают вклад в поляритонное взаимодействие.

Рассмотрено влияние темноэкситонных состояний в частном случае $T = 0$ и в жесткоэкситонном пределе, но с учетом спиновых степеней свободы как фермионных составляющих, так и бозонных. Развитый подход позволяет получить матричные элементы экситон-экситонного и экситон-фотонного взаимодействия (см. Рис.1) и предложить возможное объяснение экспериментально наблюдавшихся больших значений констант насыщения в MoSe_2 и WS_2 [2-4], отвечающих за экситон-опосредованное экситон-фотонное взаимопревращение: показано, что наличие темноэкситонных полей уменьшает величину раби-расщепления с ростом плотности системы.

Проведенный анализ показывает, что большие поляритонные нелинейности могут возникать из-за темных экситонов и не относятся к гигантским константам взаимодействия, в том числе и для взаимодействия насыщения, что позволяет сохранить водородоподобные представления об экситонах в дихалькогенидах переходных металлов.

Работа поддержана Фондом развития теоретической физики и математики «БАЗИС», грант № 22-1-5-30-1.

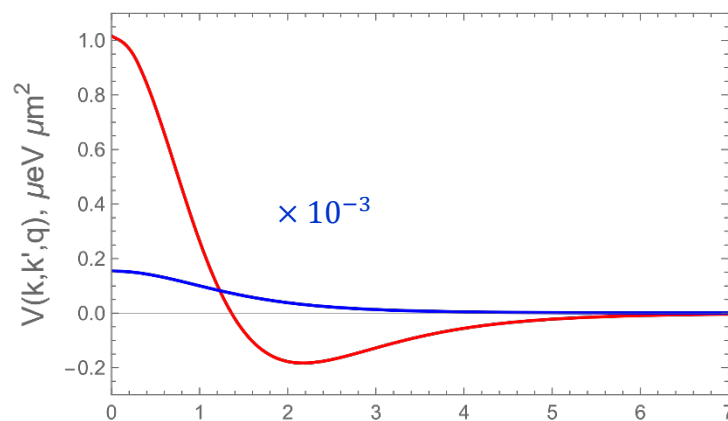


Рис. 1. Матричные элементы экситон-экситонного (красным) и экситон-фотонного (синим) взаимодействий в зависимости от переданного импульса q для поляритонов в монослое MoS_2 при $\mathbf{k} \approx \mathbf{k}'$

Список литературы

1. V.S. Babichenko and M.N. Kiselev, Journal of Moscow Phys. Soc. 2, 311 (1992).
2. J. Gu, V. Walther, L. Waldecker et al., Nat Commun. 12, 2269 (2021).
3. P. Stepanov, A. Vashisht, M. Klaas et al., Phys. Rev. Lett. 126, 167401 (2021).
4. J. Zhao, A. Fieramosca, K. Dini et al., Nat. Commun. 14, 1512 (2023).