

# Экситоны в двумерных материалах

М.М. Глазов

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 194021, Санкт-Петербург

Кулоновское взаимодействие играет фундаментальную роль в физике. Фактически именно оно определяет все многообразие конденсированных сред, встречающихся в природе. Кулоновское взаимодействие очень ярко проявляется именно в полупроводниках, где оно приводит к качественному изменению элементарных возбуждений. Напомним, что к полупроводникам относят изоляторы – кристаллы, где имеется энергетическая щель между заполненными при нулевой температуре валентными зонами и свободными зонами проводимости, – с не слишком большой шириной этой щели (запрещенной зоны)  $E_g \lesssim 1 \dots 2$  eV. Простейшими возбужденными состояниями полупроводника являются электрон-дырочные пары, где одно из состояний валентной зоны незанято, а состояние зоны проводимости заполнено. Кулоновское притяжение электрона и дырки качественно перестраивает спектр элементарных возбуждений и приводит к формированию экситонов, связанных состояний электрона и дырки.

В последние годы особый интерес привлекают экситоны в атомарно-тонких дихалькогенидах переходных металлов, двумерных кристаллах, описываемых химической формулой  $MX_2$ , где  $M=Mo, W$  – переходной металл, а  $X=S, Se, Te$  – халькоген. В таких структурах экситоны наблюдаются даже при комнатной температуре. В лекции будет представлен обзор теоретических подходов к описанию спектра экситонов, их проявлений в оптических и транспортных эффектах в двумерных кристаллах.

Также мы поговорим об эффектах взаимодействия экситонов с морем Ферми свободных носителей. Такая задача оказывается особенно интересной из-за возможности формирования связанных состояний экситона и носителя заряда из ферми-моря.

## Литература

- [1] E. I. Rashba and M. D. Sturge, eds. *Excitons*. North-Holland Publishing Company (1982).
- [2] G. Wang, et al., Colloquium: Excitons in atomically thin transition metal dichalcogenides, *Rev. Mod. Phys.* **90**, 021001 (2018).
- [3] М.В. Дурнев, М.М. Глазов, Экситоны и трионы в двумерных полупроводниках на основе дихалькогенидов переходных металлов, *УФН* **188**, 913–934 (2018).
- [4] Zakhar Iakovlev and Mikhail M. Glazov, Fermi polaron fine structure in strained van der Waals heterostructures, *2D Mater.* **10**, 035034 (2023).