

Обнаружен и изучен эффект блокировки спиновой когерентности дырок в нанокристаллах перовскита $\text{CsPb}(\text{Cl},\text{Br})_3$

Профессором И.А.Юговой с соавторами из лаборатории Оптики спина и др. обнаружен и изучен эффект блокировки спиновой когерентности дырок в нанокристаллах перовскита $\text{CsPb}(\text{Cl},\text{Br})_3$. Результат принят к печати в журнал Nature Communications и заключается в обнаружении и изучении эффекта блокировки спиновых мод, обеспечиваемого синхронизацией ларморовской прецессии спинов одиночных дырок в каждом нанокристалле перовскита $\text{CsPb}(\text{Cl}_{0.5}\text{Br}_{0.5})_3$ из их ансамбля, встроенного в матрицу фторофосфатного стекла, при периодическом лазерном возбуждении лазером во внешнем магнитном поле. Методом изучения была время-разрешенная оптическая спектроскопия, с помощью которой были исследованы когерентная динамика спинов дырок и их взаимодействие с ядерными спинами изотопа ^{207}Pb . Обнаруженный эффект был усилен с помощью ядерно-индуцированной фокусировки частоты. Измерены времена расфазировки спина ансамбля T_2^* порядка наносекунды и когерентности спина одной дырки $T_2 = 13$ нс. Разработанная теоретическая модель, учитывающая синхронизацию мод и ядерную фокусировку для случайно ориентированных нанокристаллов с зонной структурой перовскита очень хорошо описывает экспериментальные данные (см рис.).

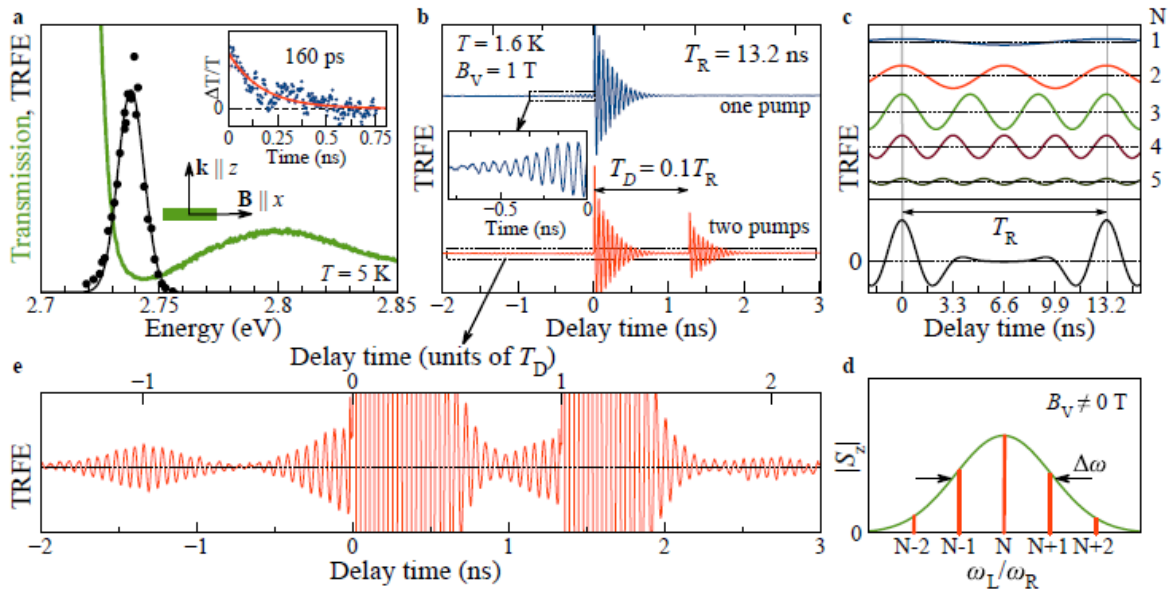


FIG. 1. **Spin mode locking in $\text{CsPb}(\text{Cl},\text{Br})_3$ NCs.** **a**, Transmission spectrum of $\text{CsPb}(\text{Cl}_{0.5}\text{Br}_{0.5})_3$ NCs (green line). Black dots show spectral profile of the Faraday ellipticity measured at zero pump-probe time delay fitted by a Gaussian function (black line). $T = 5$ K. Inset shows time-resolved differential transmission (dots) with a monoexponential fit (red line) providing the exciton lifetime of 160 ps. **b**, Time-resolved Faraday ellipticity (TRFE) measured at the photon energy of 2.737 eV with 1.5 ps laser pulses. Blue curve shows data for the one-pump protocol with a repetition period of $T_R = 13.2$ ns using the pump power $P_{\text{pu}} = 25$ mW. Inset shows zoom of signal before the arrival of the pump pulse, indicated by the box. Red curve is TRFE for the two-pump protocol ($T_D = 0.1T_R = 1.32$ ns) using the pump powers $P_{\text{pu},1} = 25$ mW and $P_{\text{pu},2} = 13$ mW. $T = 1.6$ K and $B_V = 1$ T. **c**, Scheme shows spins precessing at five lowest PSC mode frequencies. Black curve at the bottom shows sum signal of these modes, each weighted assuming an ensemble with a Gaussian distribution of amplitudes, as shown in panel d by the red vertical lines. **d**, Illustration of the pumped carrier spin polarizations in inhomogeneous NC ensemble subject to a magnetic field. Green line shows the distribution of carrier precession frequencies caused by dispersion of the Larmor frequency. It is modeled by Gaussian with width $\Delta\omega$. PSC modes for the one-pump protocol, fulfilling the condition $\omega_L = N\omega_R = 2\pi N/T_R$, are shown by the red vertical lines. **e**, Zoom of the TRFE signal in the two-pumps protocol from panel b, indicated by the box. Upper scale gives delay in units of separation, T_D , between two pumps. The bursts in the signal are associated with the electron spins with Larmor frequencies that are commensurate with the frequency: $\omega_D = 2\pi M/T_D$.

Спиновая физика нанокристаллов перовскита с пространственно ограниченными электронами или дырками привлекает все больше внимания как для фундаментальных исследований, так и для приложений спинтроники.