

СИНХРОТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Синхротронная инфракрасная и терагерцовая спектроскопия сильно коррелированных электронных систем

Обзор возможностей и некоторых результатов применения инфракрасной (ИК) и терагерцовой (ТГц) спектроскопии с синхротронным источником, подготовленный авторами из Японии [1], ограничен рассмотрением свойств сильно коррелированных систем при экстремальных условиях. К таковым авторами причислили высокие давления, сильные магнитные поля, высокое пространственное разрешение, а также их комбинации. Возможности применений этой области спектроскопии, которая ввиду малых энергий фотонов позволяет исследовать свойства многочастичных систем вблизи основного состояния, показаны на рис. 1.

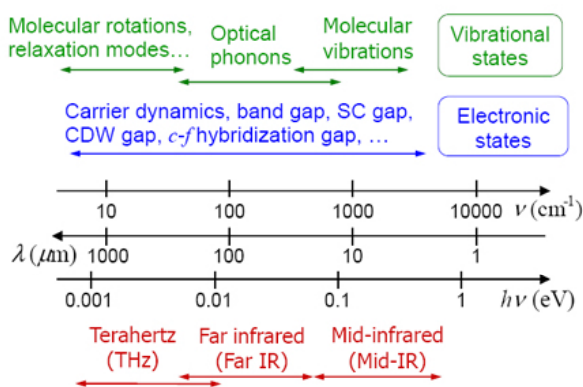


Рис. 1. Обзор различных явлений, характерные частоты для которых попадают в ИК и ТГц диапазоны.

Итак, благодаря малой энергии возбуждения (0.1 мЭв - 1 Эв) возможно исследовать природу формирования различных термодинамических свойств. Эта проблема наиболее остро стоит в настоящее время перед физикой сильно коррелированных систем, для которых устоявшаяся одноэлектронная зонная теория часто не работает, а многоэлектронная теория еще находится в стадии развития. Спектроскопия в ИК/ТГц диапазонах появилась более 50 лет назад, но применение источников синхротронного излучения (СИ) с высокой яркостью позволило сделать рывок в этой области.

Одним из ярких направлений стала ИК микроспектроскопия (4 экспериментальные установки на различных синхротронах в Японии) с пространственным разрешением до 12 мкм при длине волны 10 мкм для ИК излучения с частотой 1000 см⁻¹. Другое интересное направление – ИК эллипсометрия (центры СИ в Германии: Карлсруэ (ANKA) и Берлин (BESSY-II), а также NSLS в Брукхейвене, США). Третье направление, подробно рассмотренное авторами обзора, связано с ИК-спектроскопией при высоких давлениях в камерах с алмазными наковальнями. Исследовались переходы металл-диэлектрик в системах с d-электронами (оксиды, халькогениды), с p-электронами (органические материалы), f-

электронами (редкоземельные соединения). В качестве примера на рис. 2 показан переход диэлектрик-тяжелофермионный металл в YbS под давлением. При давлениях P < 8 ГПа видна запрещенная зона в области малых энергий, внутри которой при P > 8 ГПа появляются низкочастотный друдевский пик и небольшие пики в среднем ИК-диапазоне.

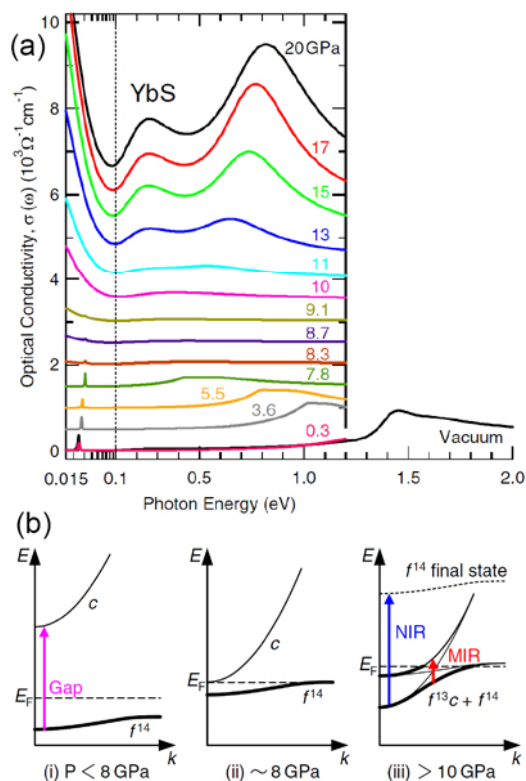


Рис. 2. ИК спектры оптической проводимости в YbS при давлениях до 20 ГПа [2] (а) и схема изменения зонной структуры от полупроводника до металла (б).

Четвертое интересное применение ИК/ТГц спектроскопии связано с измерениями в сильных магнитных полях таких объектов, как материалы с колоссальным магнитосопротивлением, сверхпроводники, квантовые спиновые системы, магнитные экситоны (в GdAs) и др. На рис. 3 показаны результаты измерений для манганита Tl₂Mn₂O₇, из которых видно, что вблизи температуры Кюри (120К) наблюдается очень сильная зависимость коэффициента ИК отражения от магнитного поля, позволяющая определить концентрацию носителей тока, которая оказалась зависящей не от магнитного поля и не от температуры, а от их комбинации в виде квадрата намагниченности. К этому же направлению относится ИК-магнитооптика, примером которой является измерение ИК магнитного кругового дихроизма CeSb.

Самая новая область ИК/ТГц спектроскопии связана с применением лазера на свободных электронах (FEL) в качестве источника. Это бурно развивающаяся в настоящее время область еще ждет обобщения уже полученных результатов. Приятно, что и в России уже идут исследования с FEL источником в СО РАН.

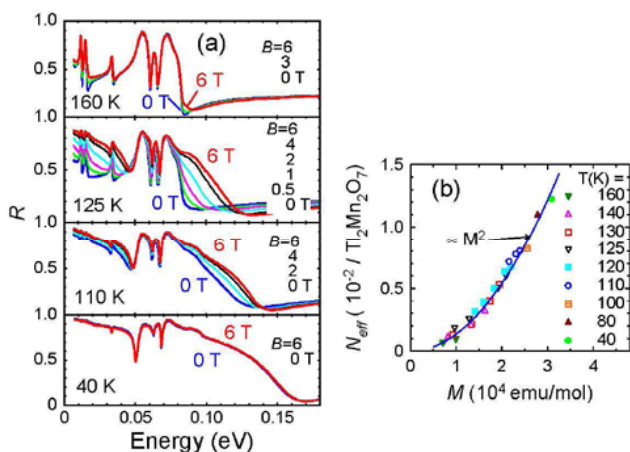


Рис. 3. ИК-спектроскопия манганита $Ti_2Mn_2O_7$ (а) и зависимость концентрации носителей тока от намагниченности (б) [3].

С.Овчинников

1. Sh.Kimura, H.Okamura, arXiv: 1210.5310 (2012).
2. M.Matsunami et al., Phys. Rev. Lett. **103**, 237202 (2009).
3. H.Okamura et al., Phys. Rev. B **64**, 180409 (2001).

Дорогие наши Читатели!

*На столе мерцают свечи,
Бьют часы двенадцать раз,
С Новым годом в этот вечер
Мы спешим поздравить Вас!
Пусть удачу, счастье,
радость
Вам подарит Новый год,
Пусть все то, о чем
мечталось,
Наяву произойдет!
С Новым **2013** годом!!!*



Редакция и авторы ПерсТа

Экспресс-бюллетень ПерсТ издается совместной информационной группой
ИФТТ РАН и НИЦ «Курчатовский институт»

Главный редактор: И.Чугуева, e-mail: irina@issp.ras.ru

Научные редакторы К.Кугель, Ю.Метлин

В подготовке выпуска принимали участие: О.Алексеева, А.Елецкий,
О.Коплак, М.Маслов, С.Овчинников, Л.Опенев, А.Пятаков

Выпускающий редактор: И.Фурлетова

Адрес редакции: 119296 Москва, Ленинский проспект, 64^а