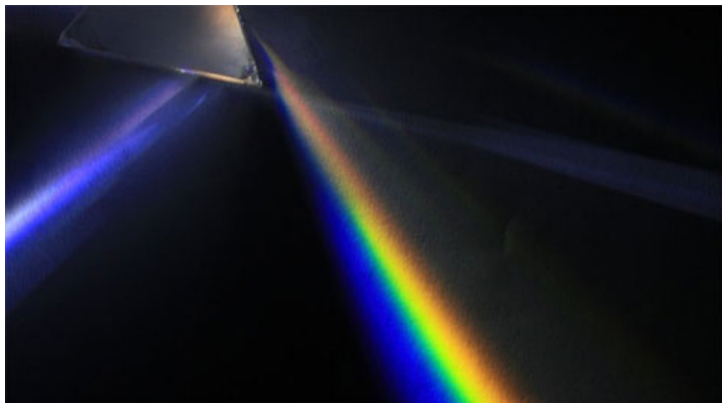


Физики опубликовали масштабный обзор достижений в области рентгеновской спектроскопии

Физики Сибирского федерального университета в сотрудничестве с коллегами из Стокгольмского Университета, Королевского Технологического Института (Швеция) и Потсдамского Университета (Германия) [опубликовали](#) в самом авторитетном научном журнале по физике фундаментальный труд по динамике резонансного неупругого рассеяния рентгеновских лучей (RIXS) и резонансного Оже-рассеяния (RAS).



Основываясь на единой динамической концепции, авторы представили уникальный материал, охватывающий RIXS, RAS, стимулированные процессы и рентгеновскую спектроскопию сверхвысоких плотностей энергии с фемтосекундным временным разрешением веществ в различных агрегатных состояниях (газы, жидкости и твёрдые тела).

Первая в истории Нобелевская премия по физике была присуждена в 1901 году немецкому физику Вильгельму Конраду Рентгену за открытие рентгеновских лучей (икс-излучение или X-ray). Это открытие сразу нашло применение в медицине. Обнаруженное в 1912 году явление дифракции рентгеновских лучей Максом фон Лауэ стало применяться в исследовании структуры вещества. Далее были созданы различные элементо-чувствительные методы рентгеновской спектроскопии, вошедшие в практику как научных, так и заводских лабораторий. В связи с созданием перестраиваемых по частоте мощных источников синхротронного излучения учёные получили два мощных динамических метода — спектроскопию резонансного неупругого рентгеновского рассеяния (NRIXS или RIXS) и спектроскопию резонансного Оже-рассеяния (ROXPS или RAS).

«Недавно созданные рентгеновские лазеры на свободных электронах, генерирующие сверхмощные и сверхкороткие импульсы, открыли такие новые приложения рентгеновского излучения, как физика высоких плотностей энергии, стимулированное рассеяние, многоволновые процессы, нелинейная рентгеновская спектроскопия и оптика, спектроскопия накачки-зондирования с временным разрешением. Так был создан новый инструмент исследования структуры кластеров и отдельных биологических молекул, позволивший проводить, к примеру, прямые измерения сверхбыстрых динамических процессов с фемтосекундным разрешением. Взаимодействие рентгеновских лучей с материей вызывает возбуждение электронов на глубоких атомных уровнях, энергии которых, к тому же, индивидуальны для каждого атома. Всё это приводит к тому, что рентгеновская спектроскопия предоставляет уникальную возможность селективно возбуждать конкретные химические элементы в исследуемом веществе», — рассказал один из авторов исследования, главный научный сотрудник Международного научно-исследовательского центра спектроскопии и квантовой химии СФУ профессор **Фарис Гельмуханов**.



Эксперты уточнили, что элементная селективность, значительно упрощая спектр (даже по сравнению с оптической и ультрафиолетовой спектроскопией), даёт подробную информацию о полной локальной электронной структуре, что особенно актуально в сложных физико-химических или биологических системах. Еще одной существенной особенностью рассмотренных в обзоре

процессов является возможность исследования вещества не только в статике, как в большинстве оптических и других рентгеновских методов, но и в динамике, то есть в режиме «реального времени».

«В рамках представленного обзора можно проследить существенный прогресс в области рентгеновской спектроскопии в последние годы. Это напрямую связано с созданием лазеров на свободных электронах (XFEL), а также источников излучения с генерацией высоких гармоник (HHG). В последние годы начались исследования в области нелинейной спектроскопии и спектроскопии накачки-зондирования, поставлены эксперименты с временным разрешением на основе коротких рентгеновских импульсов. Кроме того, существенный прогресс достигнут в области Оже- и RIXS-спектроскопии жидких сред, включая коллективные возбуждения и структуру высокотемпературных сверхпроводников», — поясняет соавтор работы, ведущий научный сотрудник Международного научно-исследовательского центра спектроскопии и квантовой химии СФУ **Виктор Кимберг**.

«Подготовленный нашим коллективом обзор расширяет понимание вышеуказанных процессов и, полагаю, он поможет физикам и специалистам в области химической физики осознать новые пути применения этих методов и узнать, как их область исследований может обогатиться за счет быстро растущей отрасли синхротронного излучения и исследований на основе XFEL. В связи с постоянным прогрессом в приборостроении, появлением новых источников сильных коротких рентгеновских импульсов и новых теоретических разработок, использование методов резонансного рассеяния рентгеновских лучей становится всё более распространенным как в фундаментальной науке, так и в перспективных промышленных приложениях», — резюмировал соавтор обзора ведущий научный сотрудник СФУ, директор Международного научно-исследовательского центра спектроскопии и квантовой химии СФУ **Сергей Полютов**.



Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант 19-29-12015 и Министерства науки и высшего образования, грант FSRZ-2020-0008.

[Пресс-служба СФУ](#), 16 августа 2021 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: <https://news.sfu-kras.ru/node/25114>