

**Синхротронное излучение (СИ)
и рентгеновские методы исследования вещества на его основе
(32 часа, 1 занятие в неделю)**

лектор д.х.н., проф. Ю.Л.Словохотов

Аннотация

Предлагаемый спецкурс направлен на ознакомление слушателей с основными методами рентгеновской спектроскопии и рентгеновской дифракции, поставленными в мировых и российских синхротронных центрах коллективного пользования. По содержанию он является расширением и углублением курса «Физические методы диагностики наночастиц и наноматериалов» применительно к методам исследования вещества, использующим СИ рентгеновского диапазона. Целевая аудитория – студенты, аспиранты и сотрудники, применяющие (либо предполагающие применять) данные таких методов в своей научной работе. В 1999–2004 г.г. этот спецкурс читался для студентов факультета наук о материалах МГУ (Ю.Л.Словохотов, Я.В.Зубавичус).

Основная форма занятий – лекции, формы контроля – тесты, домашние задания, зачет с оценкой. Лекции о станциях Курчатовского центра СИ и нанотехнологий будут прочитаны сотрудниками КЦСИ. По желанию слушателей, дополнительно могут проводиться практические занятия по обработке EXAFS-спектров в ИНЭОС РАН (4–6 ч.). Конечной целью является формирование группы пользователей СИ для работы на станциях Курчатовского центра.

План спецкурса

1. Принципы получения СИ. Устройство и работа синхротронных центров. Компоненты исследовательских станций.
2. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Элементы рентгеновской оптики. Детекторы излучения. Получение изображений.
3. Квантовые состояния атомов и ядер. Понятие о зонном строении кристалла.
4. Рентгеновская спектроскопия поглощения. Рентгеновские термы и направления их распада. Энергии связи основных уровней.
5. Линии рентгеновской флуоресценции и рентгенофлуоресцентный анализ. Станции РФЛА в синхротронных центрах.
6. Рентгеноэмиссионная спектроскопия легких элементов. Исследования электронного строения конденсированных фаз и поверхностей.
7. Особенности рентгенофотоэлектронной спектроскопии с использованием СИ. Фотоэлектронная голография.
8. Тонкая структура профиля полосы рентгеновского поглощения (XAFS). Околокраевая (XANES) и протяженная осцилляционная компоненты структуры (EXAFS). Теория метода.
9. Применение метода XAFS к исследованию локального окружения поглощающего атома. Методики регистрации тонкой структуры. Магнитные методы. Станции XAFS в синхротронных центрах.
10. Мессбауэровская спектроскопия и другие прецизионные рентгеновские методы на СИ.
11. Малоугловое рентгеновское рассеяние (МУРР, SAXS) на СИ. Анализ размеров и формы наночастиц и белковых глобул на основе данных МУРР.

12. Порошковая дифрактометрия на СИ. Станции рентгеновской дифрактометрии. Использование аномального рассеяния (элементный контраст, валентный контраст). Рентгеновское рассеяние на аморфных образцах.
13. Получение данных по рентгеновскому рассеянию в особых условиях (Нр/НТ, магнитное рассеяние). Комбинированные методики исследования веществ и материалов SAXS-WAXS и SAXS-WAXS-XAFS. Дифрактометрия с временным разрешением.
14. Использование СИ в рентгеноструктурном анализе. Прямое определение фаз рефлексов в белковой кристаллографии (метод MAD). Лауэ-дифракция на «белом» синхротронном излучении.
- 15–16. Исследовательские станции Курчатовского центра СИ и нанотехнологий (4 часа).

Литература

1. Г.В.Фетисов *Синхротронное излучение. Методы исследования структуры вещества*, М., Физматлит, 2007.
2. Г.М.Жидомиров (ред.) *Рентгеноспектральный метод изучения структуры аморфных тел. EXAFS-спектроскопия*, Новосибирск, Наука, 1988.
3. Г.Н.Кулипанов (ред.) *Дифрактометрия с использованием синхротронного излучения*, Новосибирск, Наука, 1989.
4. Л.Н.Мазалов. *Рентгеновские спектры и химическая связь*. Новосибирск: Наука, 1982
5. Л.Н.Мазалов, *Рентгеновские спектры*, Химия, 2003.
6. Я.В.Зубавичус, Ю.Л.Словохотов, Рентгеновское синхротронное излучение в физико-химических исследованиях, *Усп. химии*, 70 (2001), 429-463.