

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«20» мая 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Современные методы диагностики материалов

Уровень высшего образования:
Специалитет

Направление подготовки (специальность):
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) ОПОП:
Радиохимия

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1770 (с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019).

Год (годы) приема на обучение 2019/2020

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ОПК-1.С. Способен решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p>ОПК-1.С.1. Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, оценивает актуальность и степень новизны данных</p>	<p>Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы, Уметь: самостоятельно составлять план исследования Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p>
<p>СПК-2.С. Способен работать на современных спектрометрических и радиометрических приборах для регистрации ионизирующего излучения, для радионуклидной диагностики физико-химических процессов и свойств веществ</p>	<p>СПК-2.С.1 анализирует достоинства и недостатки современных спектрометрических и радиометрических приборов для регистрации ионизирующего излучения и радионуклидной диагностики в контексте поставленной задачи</p>	<p>Знать: физико-химические процессы, лежащие в основе спектроскопических методов анализа Знать: возможности и ограничения спектроскопических методов исследования Уметь: определять структуру вещества из мессбауэровских спектров, спектров РФА, РФС, РФЭС, EXAFS, SAXS</p>

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:
Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 38 составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 34 часа составляет самостоятельная работа студента.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

знать: основы общей, физической и неорганической химии, основы интегрального и дифференциального исчисления, квантовой механики;

уметь: работать с научной литературой и лекционным материалом, анализировать графики функций, проводить элементарные математические преобразования и вычисления;

владеть: методами математической обработки экспериментальных величин, в том числе с использованием математической статистики.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Тема 1. Общая классификация методов исследования.	6	2					2	2	2	4
Тема 2. Спектроскопические методы. Явление резонанса. Виды	4		2				2	2		2

спектров и методы их регистрации.										
Тема 3. Рентгеновское излучение РФА, РФС, РФЭС, EXAFS, SAXS	4	2					2	2		2
Тема 4. Синхротронное излучение (СИ). Методы исследования, использующие СИ	4		2				2	2		2
Тема 5. Ядерные методы. Время жизни, магнитный, квадрупольный моменты ядер. Правила отбора ядерных переходов. Сверхтонкие взаимодействия Методы исследования СВЗ	6	2	2				4	2		2
Тема 6. ЯМР, ЯКР. СВЗ в спектрах ЭПР	4		2				2	2		2
Тема 7. Мёссбауэровская спектроскопия	8	2	2				4	2	2	4
Тема 8. Позитронный распад. Синглетное и триплетное состояние позитрония. Мюоны. Метод μ SR. Проявление релаксационных явлений.	6	2	2				4	2		2
Тема 9. Метод угловых γ -корреляций	6	2					2	4		4
Тема 10. Электронная микроскопия. Разрешающая способность	8	2	2				4	4		4

линз. Изображения РЭМ и ПЭМ.										
Тема 11. РЭМ и ПЭМ. Z-контрастирование. STEM, EDX, HAADF-STEM. SAED. EELS.	8	2	2				4	4		4
Тема 12. Ионно-пучковые методы. Метод резерфордовского обратного рассеяния. Каналирование. Регистрация ядер отдачи. Ядерные реакции под действием легких ядер. Метод PIXE	6	2	2				4	2		2
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	2					2	2			
Итого	72	18	18			2	38			34

6. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Студентам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы, презентации к лекционным занятиям.

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

1. Кнотько А.В., Пресняков И.А., Третьяков Ю.Д. // Химия твердого тела, Москва, изд-во Академия, 2006, 302 с.

2. Л.В. Вилков, Ю.А. Пентин // Физические методы исследования в химии, Москва, Высшая школа, 1987, 368 с.
3. Ершова О.Д., Ишханов Б.С., Капитонов И.М. // Взаимодействие частиц и излучений с веществом. Учебное пособие. М., изд-во МГУ, 2007, 71 с.
4. Сарычева Л.И. // Введение в физику микромира – физика частиц и ядер. НИИЯФ МГУ, 2008, 221 с.
5. Соболев А.В., Пресняков И.А. // Магнетизм и основы мессбауэровской спектроскопии, Москва, МГУ, 2011, 44 с.
6. Болоздыня А.И., Ободовский И.М. // Детекторы ионизирующих частиц и излучений. М.: изд-во Интеллект, 2012, 208 с.

Дополнительная литература

1. Г. Вертхейм // Эффект Мессбауэра, Москва, Мир, 1966, 132 с
2. Э. Карлсон, Э. Матиас, К. Зигбан // Возмущенные угловые корреляции, Москва, Ато-миздат, 1979, 228 с
3. А.И. Наумов // Физика атомного ядра и элементарных частиц, Москва, Просвещение, 1984, 384 с.
4. Физические величины (Справочник) // Под ред. Григорьева И.С., Мейлихова Е.З., М.: Атомиздат, 1991, 1189 с.

Материально-техническое обеспечение: занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной мультимедийной техникой для демонстрации материалов.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватель: д.ф.-м.н., в.н.с. Пресняков Игорь Александрович, к.х.н., доцент Соболев Алексей Валерьевич

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачёта. На зачёте проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

Вопросы к зачету

Теоретические вопросы

1. Общая классификация методов исследования.
2. Спектроскопические методы. Явление резонанса. Виды спектров и методы их регистрации.
3. Рентгеновское излучение РФА, РФС, РФЭС, EXAFS, SAXS.
4. Синхротронное излучение (СИ). Методы исследования, использующие СИ.
5. Ядерные методы.
6. Сверхтонкие взаимодействия. Методы исследования СВЗ.
7. ЯМР, ЯКР. СВЗ в спектрах ЭПР.

8. Мессбауэровская спектроскопия
9. Позитронный распад.
10. Метод угловых $\gamma\gamma$ -корреляций.
11. Электронная микроскопия.
12. Ионно-пучковые методы

Расчетные задачи или тесты

1. В дифенилолове химический сдвиг относительно BaSnO_3 найден равным $\delta = + 1.56$ мм/с, а циклопентаденилолове $\delta = + 3.74$ мм/с. В каком валентном состоянии находится олово в этих соединениях? Какое из этих соединений является, таким образом, полимерным, то есть может быть представлено формулой: $[\text{Sn}(\text{R})_2]_n$, а какое – мономерным: $\text{Sn}(\text{R})_2$ ($\text{R} = \text{C}_6\text{H}_5$ или C_5H_5)?
2. Рассчитать энергию зеемановского расщепления ядерных уровней со спином $I = 3/2$ в магнитном поле $H = 100$ кЭ.
3. Известно, что для солей высокоспиновых катионов двухвалентного железа величина сверхтонкого поля составляет $H_{\text{ст}} \approx 300$ кЭ. Полагая, что катионы Fe^{2+} находятся в октаэдрических позициях с кубической симметрией, рассчитайте значение орбитального вклада (H_L) в $H_{\text{ст}}$. Сравните полученное значение с рассчитанным теоретически. Объясните наблюдаемые расхождения.
4. Магнетит Fe_3O_4 является ферримагнетиком с тремя взаимопроникающими подрешетками. К первой подрешетке (A) относятся катионы Fe_A^{3+} , занимающие позиции с тетраэдрической кислородной координацией (Td). Вторая и третья подрешетки (B) и (C), соответственно, образованы катионами Fe_B^{3+} и Fe_C^{2+} , занимающими позиции с октаэдрической кислородной координацией (Oh). Распределение разновалентных катионов железа по трем подрешеткам магнетита можно выразить следующей формулой: $(\text{Fe}_A^{3+})_{Td}[\text{Fe}_B^{3+}\text{Fe}_C^{2+}]_{Oh}\text{O}_4$. Учитывая, что взаимодействия между октаэдрической и тетраэдрической подрешетками носят антиферромагнитный характер, а внутри каждой подрешетки магнитные моменты катионов выстраиваются ферромагнитно, дайте обоснованные ответы на следующие вопросы.
5. Как с помощью измерений мессбауэровских спектров на ядрах ^{57}Fe во внешнем магнитном поле, можно определить какой из двух наблюдаемых в экспериментальном спектре зеемановских секстетов, отвечающих трехвалентным катионам Fe^{3+} , соответствует катионам Fe_A^{3+} и Fe_B^{3+} ?
6. Как должны соотноситься друг с другом параметры сверхтонких взаимодействий для двух позиций трехвалентного железа - Fe_A^{3+} и Fe_B^{3+} ?

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
Знать: физико-химические процессы, лежащие в основе спектроскопических методов анализа Знать: возможности и ограничения спектроскопических методов исследования	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы, Уметь: самостоятельно составлять план исследования Уметь: определять структуру вещества из мессбауэровских спектров, спектров РФА, РФС, РФЭС, EXAFS, SAXS	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения	мероприятия текущего контроля успеваемости