МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.
_____
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Актуальные разработки и приложения ядерного магнитного резонанса Б1.В.ДВ.4

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Автор(ы):
Скирда В.Д.
Рецензент(ы):
Фаткуллин Н.Ф.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Скирда В. Д.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No

Казань
2018

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Скирда В.Д.
Кафедра физики молекулярных систем Отделение физики , Vladimir.Skirda@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

-ознакомление с современными разработками и областями приложений ядерного магнитного резонанса;

-определение трендов дальнейшего развития метода;

-раскрытие существовавших проблем и способов их решения, а также проблем и вызовов современного состояния;

-получение практических навыков работы на установках ЯМР;

-освоение методик включения, настройки и выключения ЯМР аппаратуры;

-знакомство с классическими методиками измерений, импульсными последовательностями и методиками их настройки;

-освоение методик анализа экспериментальных данных и вычислений по ним характеристик исследуемого объекта;

-развитие критического мышления и творческого подхода.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.02 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)' основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 'Физика (не предусмотрено)' и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, в 5 семестре.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

2. должен уметь:

3. должен владеть:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности;
- использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
- проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических
исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных
технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;
- применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Тема 1. Введение в градиентный ЯМР	5		2	0	2	
2.	Тема 2. Тема 2. Градиент постоянного магнитного поля	5		4	0	4	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Тема 3. Особенности ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля	5		6	0	6	
4.	Тема 4. Тема 4. Современные методики градиентного ЯМР	5		6	0	6	
5.	Тема 5. Тема 5. Методики, основанные на использовании внутренних градиентов магнитного поля	5		4	0	4	
6.	Тема 6. Тема 6. ЯМР-томография	5		8	0	8	
7.	Тема 7. Тема 7. ЯМР в полях рассеяния постоянных магнитов	5		4	0	4	
8.	Тема 8. Тема 8. Аппаратура градиентного ЯМР	5		2	0	2	
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Тема 1. Введение в градиентный ЯМР

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Предмет спецкурса. Однородные магнитное и радиочастотное поля, как основные условия классического ЯМР. Методы анализа этих неоднородностей и основные подходы, применяемые для исключения влияния неоднородностей. Конструкции магнитов и датчиков ЯМР, многоимпульсные последовательности, вращение образца.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Работа на ЯМР релаксометре. Изучение сигналов ЯМР в двухимпульсной последовательности Хана, последовательности стимулированного эхо.

Тема 2. Тема 2. Градиент постоянного магнитного поля

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Линейный постоянный градиент магнитного поля. Способы формирования. Градиентные катушки. Сравнительный анализ конструкций градиентных катушек. Градиент в краевом поле магнита. Способы оценки величины градиента и его направления. Самодиффузия как явление. Влияние самодиффузии в условиях постоянного градиента на сигнал ЯМР в различных импульсных последовательностях. Способы минимизации эффекта самодиффузии. Ограничения на величину постоянного градиента магнитного поля в реальном эксперименте, анализ причин. Требования к приемной и передающей частям установки. Достоинства и недостатки методик с постоянным градиентом магнитного поля. Градиент радиочастотного поля как подход, альтернативный градиенту магнитного поля в исследованиях самодиффузии.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Работа на ЯМР релаксометре. Изучение сигналов ЯМР в многоимпульсной последовательности Карра-Парселла-Мейбума-Гилла (КПМГ) в условиях постоянного градиента магнитного поля для образцов различной вязкости.

Тема 3. Тема 3. Особенности ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля

лекционное занятие (6 часа(ов)):

ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля, история развития методики. Требования к форме и амплитуде импульсов градиента. Специфичность требований к стабильности импульсов градиента магнитного поля. История становления метода, достижения и перспективы развития в части увеличения значений градиента магнитного поля в импульсе. Основные импульсные последовательности. Требования к стабильности импульсного градиента магнитного поля. Необходимость и проблемы создания мощных импульсов градиента магнитного поля. Стабилизирующее влияние постоянного градиента. Способы измерения параметров (амплитудное и действующие значения, форма импульса градиента) импульсного градиента. Требования к линейности градиента по объему образца. Основные идеи, используемые в аппаратуре мощных градиентов магнитного поля. Проблемы, возникающие при использовании мощных градиентов магнитного поля, и способы их решения. Типичные импульсные последовательности и исследуемые зависимости амплитуды сигнала спинового эхо от параметров последовательности.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Работа на ЯМР диффузометре. Освоение и обоснование требований к временным параметрам последовательности и параметрам импульсов градиента. Получение диффузионных затуханий в зависимости от параметров импульсного градиента и от времени диффузии на примере образцов, предложенных преподавателем. Определение значений градиента магнитного поля и последующее определение коэффициентов самодиффузии.

Тема 4. Тема 4. Современные методики градиентного ЯМР

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Градиентные методы в исследованиях самодиффузии в сложных молекулярных систем. Форма диффузионного затухания и ее зависимость от временных интервалов после-довательности в случаях, осложненных неэкспоненциальной ядерной магнитной релаксацией; молекулярным, протонным или спиновым обменами. Способы идентификации причин зависимости формы диффузионного затухания от временных интервалов последовательности. Модифицированная последовательности стимулированного эхо. Многомерные эксперименты и представление данных. Основная информация, получаемая с помощью градиентных методов в исследованиях неоднородных, пористых систем и мембранных материалов. Форма диффузионного затухания и ее зависимость от времени диффузии в упорядоченных системах. Диффузионная и потоковая дифракция. Зависимость среднего коэффициента самодиффузии от времени диффузии. Методические подходы, применяемые для получения структурных характеристик пористой среды. Методики со знакопеременным градиентом магнитного поля. Модифицированная последовательность стимулированного эхо. Тринадцатиинтервальная последовательность стимулированного эхо. Двумерные эксперименты. Градиентный ЯМР в условиях потока, особенности и примеры.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Занятие в лаборатории: Освоение классических импульсных последовательностй с импульсным градиентом магнитного поля применительно к образцам, характеризующимся (по предложению преподавателя) либо многокомпонентностью, либо наличием молекулярного обмена. Работа по совоению подходов и методик ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля к образцам с ограниченной геометрией. исследование зависимости формы диффузионного затухания и среднего коэффициента самодиффузии от времени диффузии. Визуализация потоков. Методы измерения скорости потока, основанные на явлении ЯМР.

Тема 5. Тема 5. Методики, основанные на использовании внутренних градиентов магнитного поля

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Условия и механизм возникновения внутренних градиентов магнитного поля. Методики учета и минимизации влияния внутренних градиентов магнитного поля в экспериментах с импульсным градиентом. Эффекты самодиффузии во внутренних градиентах магнитного поля. Методики оценки значений внутренних градиентов магнитного поля. Методики измерения коэффициентов самодиффузии и характеристик пористой среды на основе основе использования эффектов, вызванных внутренними градиентами магнитного поля.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Занятие в лаборатории: Работа на ЯМР установке. Освоение методик, оснванных на эффекте внутренних градиентов магнитного поля. Проведение исследований на пористых образцах с различными размерами пор. Оформление отчета.

Тема 6. Тема 6. ЯМР-томография

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Градиент магнитного поля, как основа ЯМР томографии. Основные способы пространственной визуализации. Локальный ЯМР, методы чувствительной точки, линии, плоскости. Методы восстановления по проекциям. Понятие селективного радиочастотного импульса. Выделение плоскости, фазочастотное кодирование. Эхо-планарный метод. Сравнение различных методик ЯМР томографии по чувствительности. Методики контрастирования изображений по временам спин-решеточной и спин-спиновой релаксации, коэффициентам самодиффузии. Методы пространственной визуализации во внешнем поле магнита.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Занятие в лаборатории: Работа на ЯМР томографе. Освоение работы на установке. Получение томографического изображения фонтомного образца. Освоение методик контрастирования изображения по временам релаксации на модельном образце. Оформление отчета по результатам.

Тема 7. Тема 7. ЯМР в полях рассеяния постоянных магнитов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

ЯМР во внешнем магнитном поле. Особенности ЯМР в поле земли. Практические реализации аппаратуры ЯМР в поле земли. ЯМР каротаж. Особенности конструкций приборов для ЯМР каротажа. Основные измеряемые параметры и характеристики специализированных приборов ЯМР каротажа производства различных фирм. Особенности обработки и трактовки экспериментальных данных. Спектры времен релаксации.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Занятие в лаборатории: Работа на ЯМР томографе. Освоение работы на установке. Получение томографического изображений в образцах кернов. Оформление отчета по результатам.

Тема 8. Тема 8. Аппаратура градиентного ЯМР

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Типы магнитных систем: достоинства и недостатки. Основные блоки, необходимые для возбуждения и регистрации сигнала ЯМР. Приемно-передающие устройства. Требования к ним. Системы детектирования сигнала ЯМР. Синхронный детектор. Квадратурный детектор. Аналоговое и цифровое квадратурное детектирование. Назначение и требования к системам формирования импульсных последовательностей, формирователь радиочастотных импульсов, формирование фазы. Системы стабилизации резонансных условий. Назначение и требования к блокам импульсного градиента магнитного поля. Способы измерения параметров (амплитудное и действующие значения) импульсного градиента. Типы градиентных катушек.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Занятие в лаборатории: Разбор блок-схем ЯМР-релаксометра, ЯМР-диффузометра и ЯМР-томографа.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Тема 1. Введение в градиентный ЯМР	5		подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Тема 2. Градиент постоянного магнитного поля	5		подготовка к контрольной	2	контрольная
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Тема 3. Особенности ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля	5		подготовка к дискуссии	2	участие в дискуссии
				подготовка к контрольной	4	контрольная
4.	Тема 4. Тема 4. Современные методики градиентного ЯМР	5		подготовка к дискуссии	4	участие в дискуссии
5.	Тема 5. Тема 5. Методики, основанные на использовании внутренних градиентов магнитного поля	5		Подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
6.	Тема 6. Тема 6. ЯМР-томография	5		Подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
7.	Тема 7. Тема 7. ЯМР в полях рассеяния постоянных магнитов	5		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Тема 8. Аппаратура градиентного ЯМР	5		подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Основными образовательными технологиями по курсу являются:

-лекции;

-устный опрос;

-дискуссии, формирующие умение четко выражать свои мысли и отстаивать свою точку зрения, умение слушать собеседников, находить решение путем так называемого 'мозгового штурма';

-контрольные работы по пройденному материалу;

-проведение лабораторных занятий на учебно-научном оборудовании;

-посещение лекций приглашенных ученых и научных семинаров, организуемым по близким к курсу тематикам.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Тема 1. Введение в градиентный ЯМР

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какие основные направления в ЯМР Вы знаете? Дать характеристику. 2. Требования к магнитным системам в аппаратуре ЯМР. Объяснить. 3. Какие задачи решают методом градиентного ЯМР? 4. Каковы требования к однородности магнитного и радиочастотного поля предъявляются в ЯМР? Обосновать. 5. Как измерить характеристики однородности? 6. Основные подходы и методы, применяемые для исключения влияния неоднородностей на результат эксперимента в технике ЯМР высокого разрешения. 7. Методы, применяемые для исключения влияния неоднородностей магнитного поля на результат эксперимента в технике ЯМР измерений времен релаксации.

Тема 2. Тема 2. Градиент постоянного магнитного поля

контрольная , примерные вопросы:

1. Методы, применяемые для исключения влияния неоднородностей магнитного поля на результат эксперимента в технике ЯМР измерений времен релаксации. 2. Измерение коэффициентов самодиффузии методом постоянного градиента магнитного поля. 3. Эхо Хана и стимулированное эхо в последовательности с постоянным градиентом магнитного поля. 4. Опишите типы градиентных катушек и способы измерения величины постоянного градиента магнитного поля. 5. Сформулируйте ключевые требования к характеристикам импульсов градиента в методиках с импульсным градиентом магнитного поля.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Методы, применяемые для исключения влияния неоднородностей магнитного поля на результат эксперимента в технике ЯМР измерений времен релаксации. 2. Основные типы конструкций магнитов и датчиков ЯМР. 3. Многоимпульсные последовательности, вращение образца. 4. Градиент магнитного поля как условие получения новой информации. 5. Измерение коэффициентов самодиффузии методом постоянного градиента магнитного поля. 6. Эхо Хана в последовательности с постоянным градиентом магнитного поля. 7. Стимулированное эхо в последовательности с постоянным градиентом магнитного поля. 8. Типы градиентных катушек. 9. Способы измерения величины постоянного градиента магнитного поля.

Тема 3. Тема 3. Особенности ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля

контрольная , примерные вопросы:

6. Опишите наиболее характерные недостатки методик ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля. 7. Проблема термостатирования образца в датчиках ЯМР. Предложите возможные решения. 8. Проблема механических колебания в датчиках ЯМР -диффузометров. Предложите возможные решения. 9. Охарактеризуйте ограничения на величину длительности импульсов градиента магнитного поля. 10. Охарактеризуйте ограничения на величину амплитуды импульсов градиента магнитного поля. 11. Способы измерения параметров импульсного градиента магнитного поля. 12. Методики измерения коэффициентов самодиффузии с импульсным градиентом магнитного поля. 13. Охарактеризуйте особенности измерений в условиях, когда в эксперименте переменной величиной является время диффузии. 14. Охарактеризуйте особенности измерений в условиях, когда в эксперименте переменной величиной является амплитуда или длительность импульсов градиента магнитного поля. 15. Опишите особенности усреднения ошибок в параметрах последовательности с импульсным градиентом магнитного поля. 16. Двумерные измерения времен релаксации и коэффициентов самодиффузии. 17. Опишите причины, в результате которых в объекте могут присутствовать внутренние градиенты магнитного поля.

участие в дискуссии , примерные вопросы:

1. Почему методики с постоянным градиентом магнитного поля применяются только для маловязких жидкостей? 3. Охарактеризуйте причины, ограничивающие диапазон измерений коэффициентов самодиффузии при использовании постоянного градиента магнитного поля. 4. В чем состоит революционность методики с импульсным градиентом магнитного поля? 5. Сформулируйте ключевые требования к характеристикам импульсов градиента. 6. Опишите наиболее характерные недостатки методик ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля. 7. Проблема термостатирования образца в датчиках ЯМР. Предложите возможные решения. 8. Проблема механических колебания в датчиках ЯМР -диффузометров. Предложите возможные решения. 9. Охарактеризуйте ограничения на величину длительности импульсов градиента магнитного поля. 10. Охарактеризуйте ограничения на величину амплитуды импульсов градиента магнитного поля. 11. Способы измерения параметров импульсного градиента магнитного поля. 12. Методики измерения коэффициентов самодиффузии с импульсным градиентом магнитного поля.

Тема 4. Тема 4. Современные методики градиентного ЯМР

участие в дискуссии , примерные вопросы:

1. Охарактеризуйте особенности измерений в условиях, когда в эксперименте переменной величиной является время диффузии. 2. Импульсный градиент магнитного поля как метод непосредственного измерения распределения смещений молекул за счет трансляционной подвижности. 3. Понятие времени диффузии в методиках градиентного ЯМР с постоянным и импульсным градиентами магнитного поля. 4. Три вида зависимостей диффузионных затуханий от параметров импульсной последовательности. 5. Охарактеризуйте особенности измерений в условиях, когда в эксперименте переменной величиной является амплитуда или длительность импульсов градиента магнитного поля. 6. Опишите особенности усреднения ошибок в параметрах последовательности с импульсным градиентом магнитного поля. 7. Двумерные измерения времен релаксации и коэффициентов самодиффузии. 8. Импульсные последовательности градиентного ЯМР в изучении многокомпонентных систем. 9. Особенности в поведении формы диффузионных затуханий. 10. Форма диффузионного затухания и средний коэффициент самодиффузии: их зависимости от времени диффузии в пористых системах. 11. Знакопеременный градиент магнитного поля. Решаемые задачи

Тема 5. Тема 5. Методики, основанные на использовании внутренних градиентов магнитного поля

контрольная работа , примерные вопросы:

18. Особенности регистрации сигналов ЯМР в условиях наличия внутренних градиентов магнитного поля. 19. Какую информацию об объекте исследования можно получить используя внутренние градиенты магнитного поля? 20. Опишите последовательности типа tay-сканнинг. 21. Как влияют внутренние градиенты магнитного поля на результат измерений коэффициентов самодиффузии в методиках постоянного и импульсного градиента магнитного поля? 22. Градиент магнитного поля - как ключевое условие ЯМР томографии. 23. Опишите основные последовательности, применяемые в ЯМР-томографии. 24. Сформулируйте требования к форме селективного радиочастотного импульса. 25. Сформулируйте требования к форме градиентного импульса при формировании селективного радиочастотного импульса. 26. Частотная кодировка сигнала в ЯМР-томографии. 27. Фазовая кодировка сигнала в ЯМР-томографии. 28. Опишите причины, в результате которых в объекте могут присутствовать внутренние градиенты магнитного поля. 29. Особенности регистрации сигналов ЯМР в условиях наличия внутренних градиентов магнитного поля. 30. Какую информацию об объекте исследования можно получить используя внутренние градиенты магнитного поля? 31. Опишите последовательности типа tay-сканнинг. 32. Как влияют внутренние градиенты магнитного поля на результат измерений коэффициентов самодиффузии в методиках постоянного и импульсного градиента магнитного поля?

Тема 6. Тема 6. ЯМР-томография

контрольная работа , примерные вопросы:

33. Градиент магнитного поля - как ключевое условие ЯМР томографии. 34. Опишите основные последовательности, применяемые в ЯМР-томографии. 35. Сформулируйте требования к форме селективного радиочастотного импульса. 36. Сформулируйте требования к форме градиентного импульса при формировании селективного радиочастотного импульса. 37. Частотная кодировка сигнала в ЯМР-томографии. 38. Фазовая кодировка сигнала в ЯМР-томографии. 39. Основные способы пространственной визуализации. Локальный ЯМР, методы 40. чувствительной точки, линии, плоскости. 41. Понятие селективного радиочастотного импульса. Необходимые и достаточные условия. 42. Фурье преобразование в ЯМР томографии. Методики с частотным и фазовым кодированием. 43. Факторы и методики, влияющие на контрастирование изображений.

Тема 7. Тема 7. ЯМР в полях рассеяния постоянных магнитов

устный опрос , примерные вопросы:

1. Опишите причины, в результате которых в объекте могут присутствовать внутренние градиенты магнитного поля. 2. Особенности регистрации сигналов ЯМР в условиях наличия внутренних градиентов магнитного поля. 3. Какую информацию об объекте исследования можно получить используя внутренние градиенты магнитного поля? 4. Почему в неоднородных средах может возникнуть проблема внутренних градиентов 5. магнитного поля? 6. Как зависят значения внутренних градиентов магнитного поля от 7. характеристик образца и от внешнего магнитного поля? 8. Назовите способы исключения или уменьшения влияния внутренних градиентов магнитного поля. 9. Как эффект внутренних градиентов магнитного поля может быть использован для получения полезной информации? 10. Опишите последовательности типа tay-сканнинг. 11. Как влияют внутренние градиенты магнитного поля на результат измерений коэффициентов самодиффузии в методиках постоянного и импульсного градиента магнитного поля? 12. Градиент магнитного поля - как ключевое условие ЯМР томографии. 13. Опишите основные последовательности, применяемые в ЯМР-томографии. 14. Сформулируйте требования к форме селективного радиочастотного импульса. 15. Сформулируйте требования к форме градиентного импульса при формировании селективного радиочастотного импульса. 16. Частотная кодировка сигнала в ЯМР-томографии. 17. Фазовая кодировка сигнала в ЯМР-томографии.

Тема 8. Тема 8. Аппаратура градиентного ЯМР

устный опрос , примерные вопросы:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

1. Достоинства и недостатки экспериментов в полях рассеяния постоянных магнитов. 2. Особенности возбуждения и регистрации сигнала ЯМР в магнитном поле земли. 3. ЯМР каротаж, задачи и особенности конструирования приборов. Типы применяемых магнитных 4. систем. 5. Особенности конструкций приборов для ЯМР каротажа в магнитном поле земли и в поле рассеяния сильного постоянного магнита. 6. Основные измеряемые параметры и характеристики специализированных приборов ЯМР каротажа производства различных фирм. 7. Особенности обработки и трактовки экспериментальных данных. Спектры времен релаксации. 8. Двумерные измерения и двумерные спектры. 9. Опишите основные типы магнитных систем: достоинства и недостатки. 10. Укажите и обоснуйте основные блоки, необходимые для возбуждения и регистрации сигнала ЯМР. Приемно-передающие устройства. Требования к ним. 11. Блок схема ЯМР-релаксометра. 12. Блок схема ЯМР-диффузометра. 13. Простейшая блок-схема ЯМР-томографа. 14. Системы детектирования сигнала ЯМР. Синхронный детектор. Квадратурный детектор. 15. Аналоговое и цифровое квадратурное детектирование. 16. Назначение и требования к системам формирования импульсных последовательностей, формирователь радиочастотных импульсов, формирование фазы. 17. Системы стабилизации резонансных условий.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену:

1. Общая блок-схема ЯМР установки. Обоснование используемых блоков и взаимосвязей.
2. Особенности ЯМР аппаратуры градиентного ЯМР. Требования к блокам импульсного
3. градиента.
4. Типы градиентных катушек, применяемых в градиентном ЯМР, и их
5. сравнительный анализ.
6. Роль однородности магнитного поля в постановке экспериментов ЯМР. Основные способы
7. устранения влияния неоднородностей магнитного и радиочастотного полей.
8. Какая информация содержится в сигнале ЯМР, полученного в условиях градиента
9. магнитного поля?
10. Основные импульсные последовательности, применяемые в исследованиях трансляционной
11. подвижности.
12. Фактор нестабильности импульсов градиента магнитного поля. Стабилизирующее влияние
13. постоянного градиента магнитного поля. Способы измерения характеристик импульсного
14. градиента.
15. Форма диффузионного затухания и ее зависимость от временных интервалов
16. последовательности в случае, осложненном неэкспоненциальной ядерной магнитной
17. релаксацией.
18. Форма диффузионного затухания и ее зависимость от временных интервалов
19. последовательности в случае, осложненном молекулярным, протонным или спиновым
20. обменами.
21. Модифицированные последовательности стимулированного эхо. Многомерные
22. эксперименты.
23. Зависимость среднего коэффициента самодиффузии от времени диффузии в
24. неоднородных средах. Способы получения информации о структурных характеристиках.
25. Градиент магнитного поля, как основа ЯМР томографии.
26. Локальный ЯМР. Методы чувствительной точки, линии, плоскости.
27. Метод восстановления по проекциям.
28. Двумерное фурье-преобразование. Метод "подтягивания" спинов. Эхо-планарная
29. интроскопия.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

30. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии.
31. Сравнительный анализ чувствительности и быстродействия различных методик
32. ЯМР-томографии.
33. Методики контрастирования изображений по времени спин-решеточной релаксации.
34. Методики контрастирования изображений по времени спин-спиновой релаксации.
35. Контрастирование изображений по коэффициентам самодиффузии.
36. ЯМР-томография потоков. Влияние и методы исключения потоков на ЯМР-изображение.
37. ЯМР во внешнем магнитном поле, ЯМР в поле земли.
38. ЯМР каротаж, особенности аппаратуры и условий регистрации сигнала.
39. Основные подходы и методы, применяемые для исключения влияния неоднородностей на результат эксперимента в технике ЯМР высокого разрешения.
40. Методы, применяемые для исключения влияния неоднородностей магнитного поля на результат эксперимента в технике ЯМР измерений времен релаксации.
41. Методики измерения коэффициентов самодиффузии с импульсным градиентом магнитного поля.
42. Охарактеризуйте особенности измерений в условиях, когда в эксперименте переменной величиной является время диффузии.
43. Опишите причины, в результате которых в объекте могут присутствовать внутренние градиенты магнитного поля.
44. Особенности регистрации сигналов ЯМР в условиях наличия внутренних градиентов магнитного поля.
45. Какую информацию об объекте исследования можно получить используя внутренние градиенты магнитного поля?
46. Сформулируйте требования к форме селективного радиочастотного импульса к форме градиентного импульса.

7.1. Основная литература:

1. Основы ядерного магнитного резонанса: Учебное пособие / М.П. Евстигнеев, А.О. Лантушенко, В.В. Костюков. и др. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 247 с.: 60x90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-9558-0414-9

http://znanium.com/bookread2.php?book=496299

2. Сергеев, Н. А. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. - М. : Логос, 2013. - 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5

http://znanium.com/bookread2.php?book=469025

3. Аганов, А.В. Введение в магнитно-резонансную томографию [Электронный ресурс] / А.В. Аганов, А.Р. Юльметов. - Казанский федеральный университет, институт физики, Казань 2014. - 64 с. URL: http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=1067

7.2. Дополнительная литература:

1. 'Магнитно-резонансная томография [Электронный ресурс] : учебное пособие / Синицын В.Е., Устюжанин Д.В. Под ред. С.К. Тернового - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. - (Серия 'Карманные атласы по лучевой диагностике').' - http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970408353.html

2. Маленькие секреты большой томографии: монография / А.В. Фёдоров, А.И. Лаврентьева, О.И. Кононенко, Н.А. Березина ; под ред. Н.А. Березиной. - М.:ИНФРА- М,2017. - 194 С. - (Научная мысль). - www.dx.doi.org/10.12737/monography_592bf3ff61abb90.20838423.

3. Жизнь в науке и наука жизни : магнитный резонанс и его люди / А. В. Аганов .? Казань : Казанский университет, 2013 .? 352 с. : ил., цв. ил. ; 21, 200.

4. САВИНКОВ А.В., ГИЗАТУЛЛИН Б.И. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО КУРСУ ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС [ТЕКСТ] // Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета. - Казань, 2013.- 60 с. URL: kpfu.ru/docs/.../Laboratornye.po.YaMR._.Savinkov_Gizatullin.pdf.

7.3. Интернет-ресурсы:

J.P.Hornak. Basics of MRI в переводе И.Н.Гиппа - www.cis.rit.edu/htbooks/mri/

Wikipedia. Magnetic resonance imaging - https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_resonance_imaging

Введение в курс спектроскопии ЯМР - http://files.rushim.ru/books/spectroscopia/Guenther.pdf

Википедия - https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнитно-резонансная_томография

Элементы большой науки. Что такое ЯМР-томография - http://elementy.ru/lib/431024

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Актуальные разработки и приложения ядерного магнитного резонанса" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Освоение дисциплины "Актуальные разработки и приложения ядерного магнитного резонанса" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Cre i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audi, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):
Скирда В.Д. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Фаткуллин Н.Ф. _____
"__" _____ 201 __ г.