

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. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Спектры электронного парамагнитного резонанса М2.Б.3

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовая радиофизика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Орлинский С.Б.

Рецензент(ы):

-

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2014

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) доцент, к.н. (доцент) Орлинский С.Б. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем , Sergei.Orlinskii@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются изучение отдельных вопросов теории ЭПР и примеров ее применения на практике

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.Б.3 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, дифференциальные и интегральные уравнения, векторный и тензорный анализ, квантовая механика, основ теории ЭПР. Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы общенаучного и профессионального циклов основной образовательной программы магистратуры

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии - в курсе "Спектры электронного парамагнитного резонанса" студенты учатся использовать современные поисковые научные системы для получения новой информации в недавно вышедших научных статьях
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способностью к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии - в курсе "Спектры электронного парамагнитного резонанса" объясняется большее количество общенаучных и специальных терминов
ОК-2 (общекультурные компетенции)	способностью выстраивать и реализовывать перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования - в курсе "Спектры электронного парамагнитного резонанса" приводятся варианты применения методов и методик магнитного резонанса в будущей профессиональной деятельности. Выполнение самостоятельной работы стимулирует к профессиональному саморазвитию
ОК-4 (общекультурные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности - в курсе "Спектры электронного парамагнитного резонанса" дается материал по самым разным областям применения магнитного резонанса, от физики твердого тела до медицины и биологии

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности - курс "Спектры электронного парамагнитного резонанса" демонстрирует применение методов математики и квантовой механики с их последующим применением в различного рода практических приложениях

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- современное теоретическое описание обменных лигандных взаимодействий ;
- теоретические основы современных экспериментальных методов исследования в области электронного парамагнитного резонанса;
- основные классические и современные экспериментальные результаты по использованию электронного парамагнитного резонанса.

2. должен уметь:

применять современные методы теории для расчетов сверхтонкой структуры спектров ЭПР.

3. должен владеть:

навыками анализа сложных спектров электронного парамагнитного резонанса.

К пониманию ЭПР как одного из методов квантовой радиофизики

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 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	
	Тема 1. Потенциал кристаллического поля в низко-симметричных кристаллах						

(моноклинная симметрия)

1

1

2

1

0

научный
доклад

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Расщепление D и F термов с учетом моноклинной симметрии. Волновые функции.	1	2	2	1	0	научный доклад
3.	Тема 3. Вывод спинового гамильтониана в случае синглетного орбитального состояния с учетом моноклинной симметрии.	1	3	2	1	0	научный доклад
4.	Тема 4. Параметры спинового гамильтониана при моноклинной симметрии.	1	4	2	1	0	научный доклад
5.	Тема 5. Возможность изучения сильного обменного взаимодействия методом ЭПР.	1	5	2	1	0	научный доклад
6.	Тема 6. Уровни энергии обменно-связанных пар (изотропный случай). Спектр ЭПР ($S = S = 1/2$).	1	6	2	1	0	научный доклад
7.	Тема 7. Уровни энергии обменно-связанных пар (анизотропный случай). Спектр ЭПР $S = S = 1/2$	1	7	2	1	0	научный доклад
8.	Тема 8. Сверхтонкая структура спектра ЭПР обменно-связанных пар: зеемановская энергия больше, порядка и меньше величины обменного интеграла.	1	8-9	3	1	0	научный доклад
9.	Тема 9. Тонкая структура спектра ЭПР обменно-связанных троек.	1	10-11	3	2	0	научный доклад

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Влияние антисимметричного обменного взаимодействия на спектр ЭПР.	1	12-13	3	1	0	научный доклад
11.	Тема 11. Запрещенные линии спектра ЭПР при лигандном взаимодействии.	1	14-15	3	2	0	научный доклад
12.	Тема 12. Расчет спектра двойного электронно-ядерного резонанса с учетом тонкой структуры спектра ДЭЯР	1	16	2	1	0	научный доклад
.	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	экзамен
	Итого			28	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Потенциал кристаллического поля в низко-симметричных кристаллах (моноклиная симметрия)

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Последовательно рассматриваются особенности спектров ЭПР в случае когда потенциал кристаллического поля изменяется в сторону понижения симметрии, до моноклиной

практическое занятие (1 часа(ов)):

Рассчитать и построить порошковый спектр ЭПР для системы со спином $S = 1/2$ и аксиальным g -фактором ($g_{||} = 2$, $g_{\perp} = 1.8$) в W -диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) в виде спектра поглощения. Температура комнатная.

Тема 2. Расщепление D и F термов с учетом моноклиной симметрии. Волновые функции.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Рассматриваются изменения в расщепление D и F термов с учетом моноклиной симметрии. Изменения в представлении волновых функций.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Построить угловую зависимость резонансного поля ЭПР спектра центра со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{||} = 2$, $g_{\perp} = 1.8$) в X -диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) в кристалле.

Тема 3. Вывод спинового гамильтониана в случае синглетного орбитального состояния с учетом моноклиной симметрии.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Рассматривается последовательный вывод спинового гамильтониана в случае синглетного орбитального состояния с учетом моноклиной симметрии.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Построить угловую зависимость резонансного поля ЭПР спектра центра со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{\parallel} = 2$, $g_{\perp} = 1.7$), $D = 12000$ МГц в X -диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) в кристалле для перехода между основным и первым возбужденным уровнем.

Тема 4. Параметры спинового гамильтониана при моноклинной симметрии.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Последовательный расчет g -тензора, d -тензора и A -тензора для случая моноклинной симметрии.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Рассчитать и построить спектр ЭПР меди Cu^{2+} ($g = 2.4$) в кристалле в X -диапазоне ($f = 9.5$ ГГц). Изотропная константа сверхтонкой структуры $A = 10$ мТ.

Тема 5. Возможность изучения сильного обменного взаимодействия методом ЭПР.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Рассматриваются приближения при которых возможно изучение сильного обменного взаимодействия методом ЭПР.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Рассчитать и построить спектр ЭПР меди Cu^{2+} ($g = 2.4$) в кристалле в Q -диапазоне ($f = 36$ ГГц). Изотропная константа сверхтонкой структуры $A = 90 \cdot 10^{-4}$ см $^{-1}$.

Тема 6. Уровни энергии обменно-связанных пар (изотропный случай). Спектр ЭПР ($S = S = 1/2$).

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Рассчитываются в простейшем случае уровни энергии обменно-связанных пар (изотропный случай). Спектр ЭПР ($S = S = 1/2$).

практическое занятие (1 часа(ов)):

Рассчитать и построить спектры ЭПР центра в кристалле со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{\parallel} = 2$, $g_{\perp} = 1.8$) в X -диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) для значений параметра $D = 0,34$ см $^{-1}$ и $D = -0,34$ см $^{-1}$.

Тема 7. Уровни энергии обменно-связанных пар (анизотропный случай). Спектр ЭПР $S = S = 1/2$

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Рассчитываются уровни энергии обменно-связанных пар (анизотропный случай). Спектр ЭПР $S = S = 1/2$

практическое занятие (1 часа(ов)):

Рассчитать и построить спектр ЭПР центра со спином $S = 1/2$, $g = 2$, рядом с которым на равном расстоянии находятся два иона фтора F^- (все три центра на одной прямой) в X -диапазоне ($f = 9.5$ ГГц). Константа сверхтонкой структуры $A = 96 \cdot 10^{-4}$ см $^{-1}$.

Тема 8. Сверхтонкая структура спектра ЭПР обменно-связанных пар: зеемановская энергия больше, порядка и меньше величины обменного интеграла.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Последовательно рассматриваются особенности спектров ЭПР в случае сверхтонкого взаимодействия в обменно-связанных парах: зеемановская энергия больше, порядка и меньше величины обменного интеграла.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Рассчитать и построить спектр ЭПР в кристалле центра со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{\parallel} = 2$, $g_{\perp} = 1.7$), $D = 40$ ГГц в W -диапазоне ($f = 9.5$ ГГц). $T = 4$ К.

Тема 9. Тонкая структура спектра ЭПР обменно-связанных троек.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Обсуждаются особенности проявляющиеся при наличии тонкой структуры в спектрах ЭПР обменно-связанных троек.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Рассчитать и построить спектр ЭПР в кристалле центра со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{\parallel} = 2, g_{\perp} = 1.7$), $D = 40$ ГГц в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц). $T = 4$ К. Рассчитать и построить порошковый спектр ЭПР для системы со спином $S = 1/2$ и аксиальным g -фактором ($g_{\parallel} = 2, g_{\perp} = 1.8$) в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) в виде спектра поглощения. Температура комнатная.

Тема 10. Влияние антисимметричного обменного взаимодействия на спектр ЭПР.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Обсуждается влияние антисимметричного обменного взаимодействия на спектр ЭПР.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Рассчитать и построить спектр ЭПР иридия Ir^{2+} (эффективный спин $S = 1/2, g = 2.5$) в кристалле в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц). Изотропная константа сверхтонкой структуры $A = 39 \cdot 10^{-4}$ см $^{-1}$.

Тема 11. Запрещенные линии спектра ЭПР при лигандном взаимодействии.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Обсуждается возможность получения дополнительной информации, которая может быть получена из анализа запрещенные линии в спектре ЭПР при лигандном взаимодействии.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Рассчитать и построить спектр ЭПР центра в кристалле со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{\parallel} = 2, g_{\perp} = 1.7$) в W-диапазоне ($f = 95$ ГГц) $D = 8000$ МГц. Угол между постоянным магнитным полем и осью z центра равен 30° . Построить угловую зависимость резонансного поля ЭПР спектра центра со спином $S = 1/2$ и аксиальным g -фактором ($g_{\parallel} = 2, g_{\perp} = 1.8$) в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) в кристалле.

Тема 12. Расчет спектра двойного электронно-ядерного резонанса с учетом тонкой структуры спектра ДЭЯР

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Приведены примеры расчета спектров двойного электронно-ядерного резонанса с учетом тонкой структуры спектра ДЭЯР

практическое занятие (1 часа(ов)):

Рассчитать и построить спектр ЭПР центра в кристалле со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{\parallel} = 2, g_{\perp} = 1.8$) в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) $D = 8000$ МГц. Угол между постоянным магнитным полем и осью z центра равен 45° .

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. Потенциал кристаллического поля в низко-симметричных кристаллах (моноклинная симметрия)	1	1	Рассчитать и построить порошковый спектр ЭПР для системы со спином $S = 1/2$ и аксиальным g -факторо	5	научный доклад

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Расщепление D и F термов с учетом моноклинной симметрии. Волновые функции.	1	2	Построить угловую зависимость резонансного поля ЭПР спектра центра со спином $S = 1/2$ и аксиальным	5	научный доклад
3.	Тема 3. Вывод спинового гамильтониана в случае синглетного орбитального состояния с учетом моноклинной симметрии.	1	3	Рассчитать и построить спектр ЭПР центра в кристалле со спином $S = 1$ и аксиальным g-фактором ($g_{ } =$	5	научный доклад
4.	Тема 4. Параметры спинового гамильтониана при моноклинной симметрии.	1	4	Для центра в кристалле со спином $S = 1$ и аксиальным g-фактором ($g_{ } = 2, g_{\perp} = 1.8$) в X-диапаз	5	научный доклад
5.	Тема 5. Возможность изучения сильного обменного взаимодействия методом ЭПР.	1	5	Рассчитать и построить спектр ЭПР центра в кристалле со спином $S = 1$ и аксиальным g-фактором ($g_{ } =$	5	научный доклад
6.	Тема 6. Уровни энергии обменно-связанных пар (изотропный случай). Спектр ЭПР ($S = S = 1/2$).	1	6	Рассчитать и построить спектр ЭПР иридия Ir^{2+} (эффективный спин $S = 1/2, g = 2.5$) в кристалле в X	5	научный доклад
7.	Тема 7. Уровни энергии обменно-связанных пар (анизотропный случай). Спектр ЭПР $S = S = 1/2$	1	7	Рассчитать и построить спектр ЭПР в кристалле центра со спином $S = 1$ и аксиальным g-фактором ($g_{ } =$	6	научный доклад

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Сверхтонкая структура спектра ЭПР обменно-связанных пар: зеэмановская энергия больше, порядка и меньше величины обменного интеграла.	1	8-9	Рассчитать и построить спектр ЭПР в кристалле центра со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{ } =$	6	научный доклад
9.	Тема 9. Тонкая структура спектра ЭПР обменно-связанных троек.	1	10-11	Рассчитать и построить спектр ЭПР центра со спином $S = 1/2$, $g = 2$, рядом с которым на равном ра	6	научный доклад
10.	Тема 10. Влияние антисимметричного обменного взаимодействия на спектр ЭПР.	1	12-13	Рассчитать и построить спектры ЭПР центра в кристалле со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{ } =$	6	научный доклад
11.	Тема 11. Запрещенные линии спектра ЭПР при лигандном взаимодействии.	1	14-15	Рассчитать и построить спектр ЭПР меди Cu^{2+} ($g = 2.4$) в кристалле в Q-диапазоне ($f = 36$ ГГц). Изот	6	научный доклад
12.	Тема 12. Расчет спектра двойного электронно-ядерного резонанса с учетом тонкой структуры спектра ДЭЯР	1	16	Рассчитать и построить спектр ЭПР меди Cu^{2+} ($g = 2.4$) в кристалле в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц). Изо	6	научный доклад
	Итого				66	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию. Занятия проводятся в интерактивной форме, позволяющей студентам лучше усваивать материал. В лекциях уделено большое внимание разбору конкретных ситуаций возможных для реальных кристаллических веществ. Качество обучения достигается за счет использования следующих форм учебной работы: лекции (использование проблемных ситуаций, разбор конкретных ситуаций), самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

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

Тема 1. Потенциал кристаллического поля в низко-симметричных кристаллах (моноклинные симметрия)

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде порошкового спектра ЭПР для системы со спином $S = 1/2$ и аксиальным g -фактором ($g_{||} = 2, g_{\perp} = 1.8$) в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) в виде спектра поглощения.

Тема 2. Расщепление D и F термов с учетом моноклинные симметрии. Волновые функции.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде угловой зависимости резонансного поля ЭПР спектра центра со спином $S = 1/2$ и аксиальным g -фактором ($g_{||} = 2, g_{\perp} = 1.8$) в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) в кристалле

Тема 3. Вывод спинового гамильтониана в случае синглетного орбитального состояния с учетом моноклинные симметрии.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде спектра ЭПР центра в кристалле со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{||} = 2, g_{\perp} = 1.8$) в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) $D = 10000$ МГц.

Тема 4. Параметры спинового гамильтониана при моноклинные симметрии.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде спектра ЭПР центра в кристалле со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{||} = 2, g_{\perp} = 1.8$) в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) $D = 10000$ МГц.

Тема 5. Возможность изучения сильного обменного взаимодействия методом ЭПР.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде спектра ЭПР центра в кристалле со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{||} = 2, g_{\perp} = 1.8$) в W-диапазоне ($f = 95$ ГГц) $D = 8000$ МГц.

Тема 6. Уровни энергии обменно-связанных пар (изотропный случай). Спектр ЭПР ($S = 1/2$).

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде спектра ЭПР иридия Ir^{2+} (эффективный спин $S = 1/2, g = 2.5$) в кристалле в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц).

Тема 7. Уровни энергии обменно-связанных пар (анизотропный случай). Спектр ЭПР $S = 1/2$

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде спектра ЭПР в кристалле центра со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{||} = 2, g_{\perp} = 1.7$), $D = 40$ ГГц в X-диапазоне ($f = 9.5$ ГГц).

Тема 8. Сверхтонкая структура спектра ЭПР обменно-связанных пар: зеемановская энергия больше, порядка и меньше величины обменного интеграла.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде спектра ЭПР в кристалле центра со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{||} = 2, g_{\perp} = 1.7$), $D = 40$ ГГц в W -диапазоне ($f = 95$ ГГц).

Тема 9. Тонкая структура спектра ЭПР обменно-связанных троек.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде спектра ЭПР центра со спином $S = 1/2$, $g = 2$, рядом с которым на равном расстоянии находятся два иона фтора F^- (все три центра на одной прямой) в X -диапазоне ($f = 9.5$ ГГц).

Тема 10. Влияние антисимметричного обменного взаимодействия на спектр ЭПР.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде спектра ЭПР центра в кристалле со спином $S = 1$ и аксиальным g -фактором ($g_{||} = 2, g_{\perp} = 1.8$) в X -диапазоне ($f = 9.5$ ГГц) для значений параметра $D = 0,34$ см⁻¹ и $D = -0,34$ см⁻¹

Тема 11. Запрещенные линии спектра ЭПР при лигандном взаимодействии.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде спектра ЭПР меди Cu^{2+} ($g = 2.4$) в кристалле в Q -диапазоне ($f = 36$ ГГц).

Тема 12. Расчет спектра двойного электронно-ядерного резонанса с учетом тонкой структуры спектра ДЭЯР

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны выполнить научный доклад о виде спектра ЭПР меди Cu^{2+} ($g = 2.4$) в кристалле в X -диапазоне ($f = 9.5$ ГГц).

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

За семестр студентам дается 10 задач. За каждую решенную задачу на занятии студенту начисляется оценка до 4 баллов включительно. Таким образом за выполнение практических заданий в семестре студент может получить максимально 40 баллов. Еще 10 баллов студент может получить за активную работу по усвоению теоретического материала на лекциях.

Итого за семестр студент может получить до 50 баллов включительно.

К экзамену допускаются студенты, набравшие более 25 баллов за семестр.

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов, за ответ на каждый из вопросов студент получает максимальную оценку до 25 баллов. Итого максимальная оценка на экзамене составляет 50 баллов.

Итоговой рейтинг складывается из суммы рейтинга за семестр и оценки, полученной на экзамене.

7.1. Основная литература:

1. С.А. Альтшулер, Б.М. Козырев. Электронный парамагнитный резонанс соединений элементов промежуточных групп. М., Наука, 1972.
2. А.Абрагам, Б.Блини. Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов, Т.1,2. М., Мир, 1972.
3. М.М.Зарипов Основы теории спектров электронного парамагнитного резонанса в кристаллах: курс лекций. - Казань:Казан.гос.ун-т, 2009

7.2. Дополнительная литература:

1. Сборники Парамагнитный резонанс. Казань, КГУ.
2. А.Керригтон, Э.Мак-Лечман. Магнитный спиновый резонанс и его применения в химии. М., Мир, 1970.
3. В.Лоу. Парамагнитный резонанс в твердых телах. М., НЛ, 1962.
4. Д.Вертц, Д.Болтон. Теория и практические приложения метода ЭПР. М. Мир, 1975.

7.3. Интернет-ресурсы:

Поисковая система Scopus . - <http://www.scopus.com/home.url>

Программа Balls & Sticks - <http://www.toycrate.org/bs/index.html>

Программа Easyspin - <http://www.easyspin.org/>

Программа Матлаб - www.mathworks.com/

Сайт издателя Elsevier - <http://elsevierscience.ru/>

Сайт фирмы Брукер - <http://www.bruker-biospin.de>

Центр коллективного пользования КПФУ - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=11446

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Спектры электронного парамагнитного резонанса" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиофизика" и магистерской программе Квантовая радиофизика .

Автор(ы):

Орлинский С.Б. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.