

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины Б1.В.ДВ.2 «Люминесценция твердых тел»

Объем трудоемкости: 3 зачетных единицы (108 часов, из них – 44 аудиторных, 64 часа – самостоятельная работа),

Цель дисциплины:

Учебная дисциплина "Люминесценция твердых тел" ставит своей целью изучение люминесцентных свойств конденсированных сред. Изучаются механизмы формирования центров люминесценции, схемы расщепления и структура уровней для примесных ионов переходных металлов и редкоземельных элементов.

Задачи дисциплины:

Основные задачи дисциплины – обучение магистрантов методам расчета и анализа оптических спектров примесных ионов в конденсированных средах, а также ознакомление с современным состоянием проблемы.

Для успешного овладения материалом курса необходимы знания из атомной физики, квантовой механики, теории симметрии, в том числе теории дискретных и непрерывных групп.

Место дисциплины в структуре ООП ВО

«Люминесценция твердых тел» является дисциплиной по выбору аспирантуры направления 03.06.01 - "Физика и астрономия". Изучение люминесцентных свойств конденсированных сред базируется на знаниях магистрантов, полученных ранее при изучении дисциплин, входящих в цикл общей физики.

Требования к уровню освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	готовность осваивать и совершенствовать методы выращивания кристаллов	основные законы, идеи и принципы, лежащие в основе явления люминесценции конденсированных сред, их становление и развитие в исторической последовательности, их математическое описание, их экспериментальное исследование и практическое использование	осмысливать и интерпретировать основные положения люминесценции конденсированных сред, оценивать порядки физических величин, использовать полученные знания в различных областях физической науки и техники	современными научными концепциями дисциплины "Люминесценция"
2.	ПК-2	способность теоретически или экспериментал	основные законы, идеи и принципы, лежащие в		приобрести навыки применения полученных

№ п.п .	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		бно исследовать природу кристаллических и аморфных, неорганических и органических веществ в твердом и жидком состояниях и изменение их физических свойств при различных внешних воздействиях	основе явления люминесценции конденсированных сред, их становление и развитие в исторической последовательности, их математическое описание, их экспериментальное исследование и практическое использование		теоретических знаний для решения прикладных задач

Основные разделы дисциплины:

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
	Основы атомной спектроскопии. Атом водорода. Волновые функции и уровни энергии. Оператор углового момента. Операторы повышения и понижения. Квантовые числа. Водородоподобные атомы. Спин-орбитальное взаимодействие. Многоэлектронные атомы. <i>LS</i> - и <i>JJ</i> - связь. Эквивалентные электроны. Волновые функции конфигурации эквивалентных электронов. Матричные элементы одно- и двухэлектронных операторов. Параметры электростатического взаимодействия		2	2	—	6

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Основные представления теории групп. Операторы симметрии. Точечная группа. Порядок группы. Классы группы. Таблица умножения группы. Базис группы. Представления, их характеры. Неприводимые и приводимые представления. Точечные группы высокой, средней и низкой симметрии. Группы октаэдра и тетраэдра. Четные и нечетные представления. Прямое произведение представлений. Двойные группы и двузначные представления. Углы Эйлера.		2	3	—	8
	Теория кристаллического поля. Кристаллическое поле. Слабое и сильное поле. Построение волновых функции из соображений симметрии. d-электрон в кубическом поле. Сила кристаллического поля. Поле в октаэдре, кубе, тетраэдре. Многоэлектронные атомы; их волновые функции в приближении сильного и слабого поля. Спин-орбитальное взаимодействие в кристаллическом поле. Диаграммы Танабе-Сугано и изломы на них. Спектры примесных атомов группы железа.		2	3	—	6

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Электронно-колебательное взаимодействие. Адиабатическое приближение. Борн-Оппенгеймеровская запись волновой функции электронов и ядер. Классический, полуклассический и квантовый принцип Франка-Кондона. Приближение Кондона. Квазилинейчатые электронно-колебательные спектры примесных атомов. Бесфононные линии. Распределение интенсивностей в электронно-колебательной полосе. Локальные, квазилокальные и кристаллические колебания. Фактор Дебая-Уоллера.		2	3	—	6
	Эффекты Яна-Теллера. Теорема Яна-Теллера. Взаимодействие вырожденного электронного состояния с вырожденными колебаниями. Поверхности адиабатического потенциала. Статический и динамический эффекты Яна-Теллера. Роль случайных деформаций. Ян-теллеровские расщепления полос в оптических спектрах. Фактор вибронной редукции.		2	2	—	6
	Люминесценция примесных ионов в кристаллах. Сила осциллятора и время жизни излучательного перехода. Элементарные излучатели и их мультиплетность. Поляризованная люминесценция. Скрытая анизотропия примесных кристаллов и ее проявления в спектрах излучения. Миграция энергии. Однородная и неоднородная ширина спектральных линий, релаксационное уширение. Выжигание провалов. Безызлучательные переходы		2	2	—	7

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Спектроскопия редкоземельных ионов в кристаллах. Различные зарядовые состояния редкоземельных атомов в кристаллах. $f-f$ и $f-d$ переходы. Особенности спектров двух- и трехзарядных состояний РЗ ионов. Фотохимические превращения в кристаллах с РЗ ионами. Кооперативные процессы в ансамбле РЗ ионов. Кооперативный эффект Яна-Теллера.		2	3	–	6
	Спектроскопия во внешних полях. Симметричный аспект спектроскопии во внешних полях. Эффект Зеемана и магнитный циркулярный дихроизм. Эффект Штарка для центросимметричных и нецентросимметричных примесных центров. Пьезоспектроскопический эффект.		2	2	–	6

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Центры окраски в щелочногалоидных кристаллах. Движение электрона в кристалле. Полярон. Электронные процессы в щелочно-галоидных кристаллах. Взаимодействие электрона проводимости с колебаниями. Взаимодействие электронов проводимости со структурными дефектами. Простейшие электронные центры окраски. F-центр, его спектры поглощения и излучения. Водородоподобная модель, электрон в ящике. M-, R- и N-центры. F'-центр. Возмущенные центры окраски в щелочногалоидных кристаллах. F(A)-центры первого и второго типа. Переориентация F(A)-центров. Дырочные центры окраски. H-центры. Ртутеподобные ионы в ЦГК. Автолокализация дырок. Автолокализованный экситон. Механизмы радиационного создания дефектов. Кинетика радиационного образования дефектов. Туннельная люминесценция		2	2	—	6

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Основы кинетики люминесценции кристаллофосфоров. Составление простейших кинетических уравнений. Разгорание люминесценции кристаллофосфоров, стационарное состояние, затухание свечения при наличии примесей. Различные механизмы взаимодействия примесных ионов: резонансное, обменное, рекомбинационное и др. Миграция и перенос энергии электронных возбуждений. Формула Ферстера-Декстера-Галанина для диполь-дипольного переноса, её обобщения. Кинетика послесвечения и выход люминесценции при переносе энергии. Уравнения детального баланса и их обобщения. Микропараметры переноса. Предельные случаи слабого и сильного некогерентного взаимодействия, сверхмиграция. Особые виды переноса: кросс-релаксационное и нелинейное взаимодействие. Суммирование и размножение электронных возбуждений редкоземельных ионов. Различные механизмы антистоксова преобразования ИК излучения в видимый свет. Миграционные и другие схемы лазеров с переносом энергии редкоземельными ионами. Фотонная лавина, возможности безинверсионного усиления оптического излучения. Современные проблемы изучения и применения редкоземельных ионов в качестве зондов упорядоченности различных систем сверхпроводников, биологически активных молекул и др.		2	3	—	6