

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.07.01 Физика магнитных явлений

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль)

03.03.02.01 Фундаментальная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

профессор, Е.В.Еремин

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины – понимание природы происхождения магнетизма в твердых телах, овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями физики магнитных явлений, ознакомление с особенностями магнитных свойств основных классов магнитоупорядоченных веществ и основными методами их исследования.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Формирование у студентов базовых знаний о природе магнетизма в твердых телах и обучение современным подходам к изучению магнитных свойств твердых тел. В результате изучения дисциплины студент должен обладать способностью использовать полученные базовые теоретические знания для решения профессиональных задач, применять на практике современные подходы и методы описания, анализа и исследования магнитных свойств твердых тел. Важной задачей является получение студентом углубленных знаний и навыков в одном из важнейших разделов физики конденсированного состояния вещества для продолжения профессионального образования в магистратуре.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	
ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	фундаментальные понятия, законы и теории физики магнитных явлений применять на практике современные подходы и методы описания, анализа и исследования магнитных свойств твердых тел фундаментальными понятиями и законами физики магнитных явлений

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	1 (36)	
Самостоятельная работа обучающихся:	1,5 (54)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Магнетизм твердых тел. Диа- и парамаг-нетизм									
	1. Собственный механический момент электрона. Спин. Спиновый магнитный момент электрона. Гиромагнитное отношение. g-фактор. Магнетон Бора. Орби-тальный момент электрона. Орбитальный магнитный момент. Модель атома. Электронная структура атомов и ионов. Внутриатомные взаимодействия. Спиновый и орбитальный моменты атомов и ионов. Диамагнетизм электронной оболочки атома. Формула Ланжевена для диамагнитного момента электронной оболочки атома. Парамагнитные вещества. Классическая теория Ланжевена парамагнетизма. Формула Ланжевена для парамагнетиков. Квантовая теория парамагнетизма. Формула Бриллюэна.	3							

2. Собственный механический момент электрона. Спин. Спиновый магнитный момент электрона. Ги-ромагнитное отношение. g-фактор. Магнетон Бора. Орбитальный момент электрона. Орбитальный магнитный момент. Модель атома. Электронная структура атомов и ионов. Внутриатомные взаимодействия. Спиновый и орбитальный моменты атомов и ионов. Диамагнетизм электронной оболочки атома. Формула Ланджувена для диамагнитного момента электронной оболочки атома.)			3					
3. Парамагнитные вещества. Классическая теория Ланджувена парамагнетизма. Формула Ланджувена для парамагнетиков. Квантовая теория парамагнетизма. Формула Бриллюэна.			3					
4.							9	
2. Обменное взаимодействие. Приближение молекулярного поля								
1. Магнитный порядок. Простейшая термодинамическая теория ферромагнетизма. Обменное взаимодействие. Обменное взаимодействие на примере двух взаимодействующих электронов. Модель Гейзенберга. Приближение молекулярного поля. Обобщение теории парамагнетизма на случай ферромагнетизма. Эффективные поля в теории магнетизма. Закон Кюри-Вейсса. Поведение намагниченности вблизи $T=0$. Поведение намагниченности вблизи температуры ферромагнитного упорядочения.		3						

<p>2. 1. Магнитный порядок. Простейшая термодинамическая теория ферромагнетизма.</p> <p>2. Обменное взаимодействие. Обменное взаимодействие на примере двух взаимодействующих электронов.</p> <p>3. Модель Гейзенберга. Приближение молекулярного поля. Обобщение теории парамагнетизма на случай ферромагнетизма. Эффективные поля в теории магнетизма.</p> <p>4. Закон Кюри-Вейсса. Поведение намагниченности вблизи $T=0$. Поведение намагниченности вблизи температуры ферромагнитного упорядочения.</p>			6					
3.							9	
3. Феноменологический метод описания свойств магнетиков.								
<p>1. Феноменологический гамильтониан. Энергия магнитной кристаллографической анизотропии. Энергия анизотропии кубического кристалла. Энергия анизотропии одноосного кристалла. Одноосный кристалл в магнитном поле. Кубический кристалл в магнитном поле. Магнитоупругая энергия. Линейная магнитострикция. Объемная магнитострикция. Закон анизотропии Акулова для четных эффектов. Магнитный кристалл в условиях внешних упругих напряжений.</p>	3							
<p>2. Феноменологический гамильтониан. Энергия магнитной кристаллографической анизотропии. Энергия анизотропии кубического кристалла. Энергия анизотропии одноосного кристалла.</p>			2					
<p>3. Одноосный кристалл в магнитном поле. Кубический кристалл в магнитном поле.</p>			2					

4. Магнитоупругая энергия. Линейная магнитострикция. Объемная магнитострикция. Закон анизотропии Акулова для четных эффектов. Магнитный кристалл в условиях внешних упругих напряжений.			2					
5.							9	
4. Доменная структура ферромагнетиков.								
1. Магнитостатическая энергия. Разбиение ферромагнетиков на домены. Доменные границы. Блоховские и Неелевские доменные границы Блоховского и Неелевского типа. Доменная структура одноосных и кубических ферромагнетиков. Цилиндрические магнитные домены. Однодоменная частица. Суперпарамагнетизм. Процессы намагничивания. Процессы смещения доменных границ. Закон Релея. Процессы вращения вектора намагниченности.		3						
2. Магнитостатическая энергия. Разбиение ферромагнетиков на домены. Доменные границы. Блоховские и Неелевские доменные границы Блоховского и Неелевского типа. Доменная структура одноосных и кубических ферромагнетиков.			2					
3. Цилиндрические магнитные домены. Однодоменная частица. Суперпарамагнетизм.			2					
4. Процессы намагничивания. Процессы смещения доменных границ. Закон Релея. Процессы вращения вектора намагниченности.			2					
5.							9	
5. Магнитные фазовые переходы.								

1. Термодинамика магнетиков. Термодинамическая теория ферромагнитного превращения. Теория Гинзбурга-Ландау фазовых переходов второго рода. Кинетика ферромагнитного превращения. Магнитные переходы первого рода. Модель Родбела-Бина для фазовых переходов парамагнетик-ферромагнетик первого рода. Магнитокалорический эффект.	3							
2. Термодинамическая теория ферромагнитного превращения. Теория Гинзбурга-Ландау фазовых переходов второго рода. Кинетика ферромагнитного превращения.			3					
3. Магнитные переходы первого рода. Модель Родбела-Бина для фазовых переходов парамагнетик-ферромагнетик первого рода. Магнитокалорический эффект.			3					
4.							9	
6. Многоподрешеточные магнетики.								
1. Антиферромагнетики, ферримагнетики, геликоидальные магнетики. Понятие магнитной подрешетки. Антиферромагнетики. Двухподрешеточный антиферромагнетик с эквивалентными магнитными ионами в приближении молекулярного поля. Одноосные антиферромагнетики; гамильтониан и основное состояние. Слабый ферромагнетизм. Теория ферримагнетизма Нееля. Сложные магнитные структуры; причины появления геликоидальных структур.	3							

2. Понятие магнитной подрешетки. Антиферромагнетики. Двухподрешеточный антиферромагнетик с эквивалентными магнитными ионами в приближении молекулярного поля. Одноосные антиферромагнетики; гамильтониан и основное состояние. Слабый ферромагнетизм.			3					
3. Теория ферримагнетизма Нееля. Сложные магнитные структуры; причины появления геликоидальных структур.			3					
4.							9	
Всего	18		36				54	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Дырдин В. В., Польшгалов Ю. И., Мальшин А. А. Физика твердого тела: учебное пособие(Кемерово: КузГТУ).
2. Волков Н. В., Попков С. И. Магнетизм твердых тел; диа- и парамагнетизм; магнитный порядок (физика магнитных явлений): учебно-методическое пособие [для студентов программ 011200.68.02 «Физика конденсированного состояния вещества»; 011200.68.06 «Физика магнитных явлений»](Красноярск: СФУ).
3. Катанин А. А., Ирхин В. Ю., Игошев П. А. Модельные подходы к магнетизму двумерных зонных систем: научное издание(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
4. Волков Н. В. Физика магнитных явлений. Ферромагнетизм: учебное пособие для студентов (бакалавров), обучающихся по направлению 03.03.02 (011200.62) "Физика" и 14.03.02 (140800.62) "Ядерная физика и технологии"(Красноярск: СФУ).
5. Епифанов Г. И. Физика твердого тела: учебное пособие для втузов (Санкт-Петербург: Лань).
6. Кринчик Г. С. Физика магнитных явлений: учебное пособие для физических специальностей высших учебных заведений(Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова).
7. Сирота Д. И. Физика твердого тела: сборник задач с подробными решениями(Москва: URSS).
8. Тарасов Л. В. Земной магнетизм: [учебное пособие](Долгопрудный: Интеллект).
9. Кужир П. Г., Юркевич Н. П., Савчук Г. К. Общая физика. Электричество и магнетизм: сборник задач(Минск: Издательство Грєвцова).
10. Шиманский А. Ф., Подкопаев О. И., Васильева М. Н. Физика твердого тела: учеб.-метод. пособие для практ. занятий [для студентов укр. группы 150000 "Металлургия, машиностроение и материалообработка"] (Красноярск: СФУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Математические пакеты, электронные таблицы и базы данных, доступные через локальную сеть СФУ.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ИСС не используются.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебно-лабораторная база кафедры физики твердого тела и нанотехнологий и аудиторный фонд СФУ.