

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ
Зам. декана ФНМ по учебной
работе
_____/А.В. Кнотько /
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Магнитные свойства веществ и материалов

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки:

04.04.02 Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:

Фундаментальное материаловедение

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Методической комиссией факультета наук о материалах
(протокол №_____, дата)

Москва 2016

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 «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от _____20__ г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: Вариативная часть, профессиональная подготовка, спецкурс по выбору студентов, курс предназначен для студентов магистратуры факультета наук о материалах **1-го года обучения (2-й семестр)**, курс является обязательным

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

Дисциплины и модули профессиональной подготовки бакалавриата

3. Результаты обучения по дисциплине:

Знать: общие аспекты магнетохимии, характерные магнитные свойства парамагнетиков, ферро- и антиферромагнетиков, сверхпроводников

Уметь: анализировать и интерпретировать данные магнитных измерений веществ и материалов

Владеть: методами математической обработки результатов магнитных измерений

4. Объем дисциплины составляет 1 з.е. (36 ак.ч.)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Вид работы	Семестр				Всего
	2				
Общая трудоёмкость, акад. Часов	36				36
Аудиторная работа:	24				24
Лекции, акад. Часов	16				16
Семинары, акад. Часов	8				8
Лабораторные работы, акад. часов					
Самостоятельная работа, акад. Часов	12				12
Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)	Зач.				

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

1. Магнетохимия.(6 ч. лекции).

Основные понятия магнетохимии. Классификация веществ по отношению к магнитному полю. Основные методы измерения магнитных характеристик. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Закон Кюри-Вейсса. Спиновый и орбитальный магнитные моменты.

Магнитные свойства соединений переходных элементов. Термы. Орбитальное вырождение. Чисто спиновое значение магнитного момента. Парамагнетизм соединений d-элементов. Парамагнетизм соединений f-элементов.

Обменное взаимодействие. Обменное магнитное взаимодействие. Модель Гейзенберга-Дирака-Ван-Флека. Магнитная восприимчивость димера. Механизмы обмена. Типы обмена. Обменные кластеры, примеры. Дальний порядок спинов. Ферро- и антиферромагнетики, температурные зависимости магнитной восприимчивости.

(2 ч. семинары)

Решение задач по определению магнитных параметров парамагнетиков.

2. Магнитные свойства ферромагнетиков. (6 ч. лекции)

Природа и параметры ферромагнетизма. Способы упорядочения магнитных моментов в веществе. Спонтанная намагниченность. Представления теории молекулярного поля. Магнитный момент в

ферро- и ферромагнетиках. Магнитокристаллическая анизотропия. Магнитоупругое взаимодействие. Магнитостатическая энергия, размагничивающий фактор.

Описание магнитных свойств ферромагнитных материалов. Доменная структура, границы доменов. Суперпарамагнетизм. Кривая намагниченности для ферромагнетика. Измерение температурных зависимостей намагниченности и восприимчивости.

Ферромагнитные материалы: классификация, синтез и свойства. Основные магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Принципы получения. Особенности наноструктурированных магнитных материалов. Специальные магнитоактивные материалы.

(4 ч. семинары)

Ознакомление с приборами для магнитных измерений. Решение задач по определению магнитных параметров ферромагнетиков.

3. Магнитные свойства сверхпроводников. (4 ч. лекции)

Фундаментальные свойства сверхпроводников. Эффект Мейсснера. Длина когерентности. Лондоновская глубина проникновения магнитного поля. Сверхпроводники 1 и 2 рода. Критические магнитные поля. Вихри Абрикосова, пиннинг, критический ток.

Сверхпроводящие материалы: классификация и свойства. Кривая намагниченности. Модель Бина. Фазовая диаграмма Н-Т, поле необратимости. Измерение магнитных свойств сверхпроводников. Зернистый сверхпроводник, слабые связи, кривая намагниченности. Комплексная магнитная восприимчивость сверхпроводников. Методы определения критического тока.

(2 ч. семинар)

Решение задач по определению магнитных параметров сверхпроводников.

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

1. Определите теоретическое значение чисто спинового эффективного магнитного момента на парамагнитном атоме и молярную магнитную восприимчивость при 27°C ($\theta=0$) для $K_3Fe(CN)_6$.

2. Определите теоретическое значение чисто спинового эффективного магнитного момента на парамагнитном атоме и молярную магнитную восприимчивость при 27°C (если $\theta=0$) для $Mn_2(SO_4)_3$.

3. Определите теоретическое значение чисто спинового эффективного магнитного момента на парамагнитном атоме и молярную магнитную восприимчивость при 27°C (если $\theta=0$) для $K_2SO_4 \cdot V_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$.

4. Известно, что в соединении $Ca_5(PO_4)_3CuO_x$ ($x=1-1.5$) медь проявляет переменную степень окисления. Используя приведенные ниже данные магнитных измерений, определить содержание меди в различных степенях окисления.

Масса образца 31.85 мг, напряженность магнитного поля 50000 Э.

Температура	Магнитный момент образца
250	-1.40E-04
175	2.51E-05
100	4.84E-04
20	4.22E-03

5. Определите магнитный момент и молярную намагниченность насыщения для феррита $MnFe_2O_4$.

6. Используя модель Бина, определите плотность критического тока для сверхпроводящей пластины толщиной 1, шириной 5 и длиной 10 мм, если ширина гистерезиса магнитного момента образца равна 1 ед. СГСМ в нулевом внешнем поле. Определите напряженность магнитного поля в центре образца.

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

1. Основные методы измерения магнитных характеристик.
2. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Закон Кюри-Вейсса.
3. Парамагнетизм соединений d-элементов.
4. Парамагнетизм соединений f-элементов.
5. Обменное взаимодействие. Механизмы обмена. Типы обмена. Обменные кластеры, примеры.
6. Природа и параметры ферромагнетизма.
7. Ферромагнитные материалы: классификация и свойства.
8. Основные свойства сверхпроводников.
9. Сверхпроводящие материалы: классификация и свойства.

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Р.Карлин. Магнетохимия. М.: Мир, 1989.
2. С.В.Вонсовский. Магнетизм. М.: Наука, 1984.
3. В.Т.Калинников, Ю.В.Ракитин. Введение в магнетохимию. М.: Наука, 1980.

Дополнительная литература

1. Д.Д.Мишин. Магнитные материалы. М.: Высшая школа, 1981.
2. А.П.Малоземофф. Макроскопические свойства высокотемпературных сверхпроводников. В кн.: Физические свойства высокотемпературных сверхпроводников. Под ред. Д.М.Гинзберга, М.:Мир, 1990.
3. А.Вест. Химия твердого тела, ч.2. М.: Мир, 1988.
4. В.Буккель. Введение в сверхпроводимость. М.: Мир, 1975.

6.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется

6.3. Описание материально-технического обеспечения.

аудитория с доской, компьютерный проектор

8.Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

7. Разработчик (разработчики) программы.

д.х.н., П.Е.Казин