

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Магнетохимия

Код модуля
1161936(1)

Модуль
Избранные главы физической химии твердого
тела

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Сунцов Алексей Юрьевич	кандидат химических наук, без ученого звания	доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

Авторы:

- **Сунцов Алексей Юрьевич**, доцент, аналитической химии и химии окружающей среды

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Магнетохимия

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	3
		Реферат	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Магнетохимия

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2 -Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия
ОПК-3 -Способен анализировать, интерпретировать и	Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3

<p>обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>информацию, делать логические умозаключения П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p>	<p>Зачет Лекции Практические/семинарские занятия Реферат № 1 Реферат № 2</p>
<p>ОПК-1 -Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целей подходов и методов У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целей подходов и методов</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия</p>
<p>ПК-1 -Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов решения научно-исследовательских задач в выбранной области профессиональной деятельности З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы П-1 - Иметь опыт выбора методов решения поставленных задач и прогнозирования результатов исследования, исходя из наличия материальных и временных ресурсов</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия</p>

	П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР	
ПК-3 -Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии или смежных науках П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия
ПК-4 -Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия
ПК-8 -Способен организовывать и проводить различные мероприятия в профессиональной сфере деятельности	З-1 - Демонстрировать понимание принципов организации мероприятий, перечислить основные требования к техническому сопровождению научных мероприятий У-1 - Участвовать в работе локальных оргкомитетов научных и научно-практических конференций, организации и проведении школ молодых ученых, фестивалей и дней науки, прочих мероприятий по популяризации науки	Зачет Лекции Практические/семинарские занятия Реферат № 1 Реферат № 2

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО

**ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ
(ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)**

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 1</i>	9,4	35
<i>домашняя работа 2</i>	9,8	35
<i>домашняя работа 3</i>	9,11	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>реферат 1</i>	9,5	50
<i>реферат 2</i>	9,10	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристи ка уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворитель но (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Знакомство с аппаратурой и методами исследования магнитной восприимчивости кристаллических образцов.
2. Использование аддитивной схемы Паскаля для определения диамагнетизма сложных молекул
3. Термы основных и возбужденных состояний. Расщепление термов
4. Уравнение Ван-Флека. Магнитные моменты редкоземельных и переходных элементов
5. Обменный эффект и модель Гейзенберга-Дирака--Ван-Флека (ГДВФ).

Примерные задания
Метод Фарадея (лабораторная установка)
Индукционный метод (магнетометр VSM-5T)
Измерение магнитной восприимчивости эталонов
Определение градуировочных коэффициентов для установки Фарадея
Измерение магнитной восприимчивости поликристаллического образца методом Фарадея при различных значениях внешнего магнитного поля и температуры.
Обработка численных массивов с помощью специальных компьютерных программ.
Анализ полученных данных и вычисление магнитных моментов
Диаграммы спиновых уровней.
Магнитная восприимчивость обменно-связанных комплексов.
LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Анализ результатов магнитных измерений, приведенных в специализированных публикациях (Scopus)

Примерные задания

С какой целью проводятся измерения магнитных характеристик? Приведите примеры.

Какую информацию получают при изучении парамагнитных объектов? Какие формулы используют?

Какие методы и установки используются при измерениях?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет магнитных моментов по массивам экспериментальных данных, предоставленных преподавателем

Примерные задания

Как связан магнитный момент с числом неспаренных электронов?

С помощью какого параметра учитывается взаимодействие между парамагнитными центрами?

Как рассчитать концентрацию трехвалентного титана в TiO_2-x по температурной зависимости магнитной восприимчивости?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 3

Примерный перечень тем

1. Определение термов основных и возбужденных состояний для переходных и редкоземельных элементов

Примерные задания

Чем отличаются схемы Рассела-Саундерса и j-j взаимодействий?

Напишите символы термов для Ni^{2+} и Tb^{3+}

Символ терма основного состояния иона $V^{3+} - 3F^2$. Объясните значения всех компонент.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Реферат № 1

Примерный перечень тем

1. Методы измерения магнитной восприимчивости
2. Магнитные свойства и строение вещества
3. Магнитные методы в химии

Примерные задания

Примеры применения магнетохимического подхода к решению химических задач

Квантово-механическая теория Ван-Флека. Запишите уравнение Ван-Флека (основное уравнение магнетохимии) и поясните, что означают входящие в него величины (E_0 , $E_i(1)$, $E_i(2)$).

Магнитная восприимчивость в промежуточных и сильных полях. Высокоспиновые и низкоспиновые состояния. Спиновое равновесие.

Какую информацию можно извлечь из данных о магнитной восприимчивости и ее температурной зависимости?

Применение у-я В-Ф для свободного иона с конфигурацией d^5 .

Применение у-я В-Ф для свободного иона с $S=0$, с высоколежащими возбужденными состояниями ($E_i(0) \gg kT$)

При небольшом искажении структуры двухядерного кластера знак обменного взаимодействия изменился. Какой тип обмена можно предположить в таком кластере? а) 900 обмен; б) 1800 обмен

Установлено, что магнитный момент двухядерного кластера при понижении температуры увеличивается. Что в этом случае можно сказать о знаке обменного параметра?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Реферат № 2

Примерный перечень тем

1. Ферриты. Природа магнитных свойств. Применение
2. Сверхпроводимость и магнетизм
3. Парамагнетизм соединений d и f элементов.

Примерные задания

Чисто спиновые магнитные моменты. Какая связь между степенью окисления переходного элемента и его магнитным моментом? Напишите чисто спиновые значения магнитных моментов для конфигураций: $3d^1$, $3d^2$, $3d^3$, $3d^4$, $3d^5$, $3d^6$ и т. д.

Эффективный магнитный момент смеси соединений железа и марганца равен $5.93 \mu_B$. Что можно сказать о степени окисления марганца и железа?

Известно, что магнитная восприимчивость аквакомплексов двухвалентного железа уменьшается при повышении температуры, в то время как восприимчивость гексацианоферрата (II) от температуры не зависит. Объясните этот факт.

Рассмотрите применение уравнения Ван-Флека для свободного иона с конфигурацией d^5 (терм $6S$ с высоколежащим возбужденным состоянием). Покажите, что закон Кюри является частным случаем уравнения Ван-Флека

Что может являться причиной температурной зависимости магнитного момента мооядерного комплекса переходных металлов?

Эффективный магнитный момент соединения $Ni(II)$ с понижением температуры от комнатной до 80 K убывает от $3\ \mu_B$ до $1.5\ \mu_B$. Что можно сказать об этом соединении?

Эффективный магнитный момент кластера двухвалентной меди с фрагментом $Cu-O-Cu$ убывает с температурой. Что можно сказать о величине угла $Cu-O-Cu$?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Предмет и задачи магнетохимии. Фундаментальное и прикладное значение информации о магнитных свойствах
2. Магнитная восприимчивость: определение, единицы измерения
3. Силовые и индукционные методы измерения магнитной восприимчивости. Метод Гуи. Методы измерения восприимчивости жидкостей
4. Силовые и индукционные методы измерения магнитной восприимчивости. Метод Фарадея
5. Силовые и индукционные методы измерения магнитной восприимчивости. Вибрационный магнитограф Фонера
6. Классификация веществ по их отношению к магнитному полю, основные виды магнетизма
7. Диамагнитная составляющая магнитной восприимчивости. Природа диамагнетизма. Классическая теория диамагнетизма Ланжевена
8. Закономерности изменения диамагнетизма атомов по группе и по периоду.
9. Поляризационный парамагнетизм Ван-Флека. Формула Кирквуда
10. Идеальный диамагнетизм
11. Парамагнетизм. Парамагнетики. Закон Кюри
12. Законы Кюри и Кюри-Вейсса, эффективный магнитный момент. Связь макроскопических и микроскопических параметров
13. Принципы формирования электронной структуры многоэлектронных атомов, термы основных и возбужденных состояний
14. Спиновая и орбитальная составляющая магнитных моментов
15. Спин-орбитальное взаимодействие, энергия спин-орбитального взаимодействия
16. Расщепление в нулевом поле
17. Случай малых расщеплений между мультиплетами. Магнитные моменты $3d$ -переходных металлов. «Замораживание» орбитальной составляющей магнитного момента.
18. Случай сильных расщеплений между мультиплетами. Магнитные моменты $P3$ элементов.
19. Магнитная восприимчивость терма $2T_2$ в кубическом поле. Температурная зависимость магнитного момента.

- 20. Обменное спин-спиновое взаимодействие. Прямой и косвенный обмен. Изотропный обмен.
 - 21. Модель Гейзенберга-Дирака-Ван-Флека. Диаграмма уровней кластера, случаи ферромагнитного и антиферромагнитного обмена.
 - 22. Ограничения модели ГДВФ
 - 23. Модель обменных каналов
 - 24. Типы обменных кластеров. Формула Блини-Бауэrsa.
 - 25. Магнетизм наноразмерных объектов
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1	3-1	Практические/семинарские занятия