

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

 В.А. Небольсин /

 27 марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Химия материалов и наноматериалов»

Направление подготовки 16.03.01 Техническая физика

Профиль Физическая электроника

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Автор программы

Заведующий кафедрой
химии и химической
технологии материалов

 В.А. Небольсин

 О.Б. Рудаков

Руководитель ОПОП

 Л.И. Янченко

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование у обучающихся компетенций, заключающихся в способности использовать фундаментальные законы, понятия, принципы и методы химии материалов и наноматериалов в профессиональной деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение роли химии материалов и наноматериалов в развитии техники и технологий; овладение теоретическими знаниями о фундаментальных законах, основных понятиях, принципах и методах химии материалов и наноматериалов, позволяющим применять их для решения профессиональных задач: о строении атома, химических свойствах элементов и их соединений периодической системы Д.И. Менделеева, типах химической связи в соединениях и типах межмолекулярных взаимодействиях, размерных эффектах; изучение законов термодинамики и кинетики для решения вопроса о возможности осуществления химических реакций синтеза материалов и наноматериалов в заданных условиях; изучение электрохимических процессов, химии металлов и неметаллов, овладение методами решения химических задач, приобретение навыков работы в химических лабораториях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Химия материалов и наноматериалов» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Химия материалов и наноматериалов» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать основные теоретические представления о строении атома, молекулы, вещества, о природе химической связи в молекулах, о зависимости химических свойств веществ от их строения и дисперсности, о химической термодинамике и кинетике, растворах, электрохимических и физико – химических процессах, используемых в профессиональной деятельности
	уметь анализировать и применять химические законы

	для решения теоретических задач синтеза материалов и наноматериалов; находить взаимосвязь между положением элементов в периодической системе, положением элемента в ряду напряжений металлов, таблице растворимости
	владеть методами практического исследования химических процессов; навыками проведения простейших химических экспериментов и определения некоторых количественных характеристик химических реакций; навыками обработки полученных результатов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Химия материалов и наноматериалов» составляет 10 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	2
Аудиторные занятия (всего)	126	54	72
В том числе:			
Лекции	54	18	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	198	54	144
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	360	108	252
зач.ед.	10	3	7

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
-------	-------------------	--------------------	------	-----------	-----------	-----	------------

1	Основные понятия и определения. Классы неорганических соединений. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Химическая связь	Предмет химии материалов и наноматериалов. Основные термины и определения. Классификация материалов по строению вещества и по степени дисперсности. Химические соединения. Специфика наноматериалов. Номенклатура, классификация, получение и химические свойства оксидов, оснований, кислот и солей. Ядерная модель атома. Двойственная природа электрона. Уравнение Шрёдингера. Волновая функция электрона. Квантовые числа. Классификация электронных состояний, электронные уровни, подуровни и орбитали. Три принципа распределения в многоэлектронных атомах. Электронные и электронографические формулы. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева и электронная структура атомов. Современная формулировка периодического закона. Периодически изменяющиеся свойства атомов элементов (атомные радиусы, энергии ионизации и сродства к электрону, электроотрицательность, валентность). Изменение химических свойств элементов и их соединений в группах и периодах. Квантово-механическая теория химической связи. Ковалентная связь с позиций метода валентных связей (МВС), её характеристики: энергии образования и разрыва связей, полярность, направленность, кратность, насыщенность. Гибридизация атомных орбиталей. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Ионная связь. Представления о методе молекулярных орбиталей (ММО). Металлическая связь. Агрегатные состояния вещества. Межмолекулярное взаимодействие. Водородная связь. Гибридизация атомных орбиталей. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Ионная связь.	10	6	6	32	54
2	Реакции окисления - восстановления. Основы химической термодинамики. Нанотермодинамика Хилла	Окислительно-восстановительные процессы. Степень окисления. Основные типы реакций окисления-восстановления. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, Энтальпия. Теплоёмкость.	10	6	6	32	54

		Равновесные и обратимые процессы. Термохимия. Закон Гесса и его следствия. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Расчёты тепловых эффектов химических реакций по таблицам стандартных значений энтальпий образования веществ. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия. Принцип возрастания энтропии. Энтропия и термодинамическая вероятность. Третий закон термодинамики. Движущие силы химических реакций. Термодинамические потенциалы - критерии направленности химических процессов. Химическое равновесие. Закон действующих масс (ЗДМ) в гомогенных и гетерогенных системах. Влияние температуры на химическое равновесие. Расширение классической термодинамики с учётом "разделительной энергии". Термодинамика наносистем Хилла. Самопроизвольные процессы в дисперсных системах. Влияние дисперсности на термодинамическую реакционную способность веществ.					
3	Кинетика химических реакций.	Скорость гомогенных и гетерогенных химических реакций. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Влияние температуры на скорость реакции: правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса. Энергия активации. Влияние дисперсности вещества на скорость химических реакций. Смещение химического равновесия (принцип Ле-Шателье).	10	6	6	32	54
4	Дисперсные и нанодисперсные системы. Растворы.	Классификация дисперсных систем. Высокодисперсные системы (наносистемы). Классификация наносистем. Растворы. Общие свойства растворов: способы выражения концентрации растворов; давление насыщенного пара бинарных растворов (законы Рауля и Генри). Понижение температуры кристаллизации и повышение температуры кипения растворов. Осмотическое давление. Активность. Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Сильные	8	6	6	34	54

		электролиты. Равновесия в растворах электролитов. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН). Произведение растворимости (ПР). Гидролиз солей.					
5	Электрохимические процессы.	Электропроводность электролитов. Возникновение скачка потенциала на границе металл-раствор (двойной электрический слой). Гальванические элементы. Потенциалы металлических и газовых электродов. Вычисление ЭДС. Электролиз. Законы Фарадея. Явление поляризации. Катодные процессы. Анодные процессы с растворимым и нерастворимым анодом. Применение электролиза. Электрокинетические явления в нанодисперсных системах.	8	6	6	34	54
6	Поверхностные явления. Размерные эффекты в наноматериалах	Термодинамические основы поверхностных явлений. Энергетический и силовой аспекты поверхностного натяжения. Поверхностные явления как результат самопроизвольных процессов уменьшения площади поверхности раздела фаз и поверхностного натяжения. Особенности искривленной поверхности. Адсорбция. Адгезия. Фазовый размерный эффект. Конверсия структуры. Понижение поверхностной энергии. Изменение периода решетки. Квантовый размерный эффект. Влияние дисперсности на внутреннее давление и растворимость.	8	6	6	34	54
Итого			54	36	36	198	324

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Строение атома и Периодическая система элементов.
2. Реакции окисления-восстановления.
3. Скорость химических реакций. Химическое равновесие.
4. Влияние дисперсности материалов на их реакционную способность.
5. Термохимические измерения.
6. Реакции обмена в растворах электролитов. Гидролиз солей.
7. Электрохимические процессы.
8. Общие свойства металлов.

5.3. Перечень практических занятий

1. Решение задач по теме: «Основные понятия и законы химии. Материалы и наноматериалы».
2. Решение задач по теме: «Классы неорганических соединений».
3. Строение многоэлектронных атомов.

4. Периодически изменяющиеся свойства атомов элементов.
5. Решение задач по теме: «Химическая связь».
6. Решение задач по теме: «Реакции окисления-восстановления».
7. Решение задач по теме: «Первый закон термодинамики. Расчёты тепловых эффектов химических реакций. Влияние дисперсности на термодинамическую реакционную способность веществ».
8. Решение задач по теме: «Второй закон термодинамики. Энтропия – критерий направленности процессов».
9. Решение задач по теме: «Химическое равновесие. Расчёт химических равновесий».
10. Решение задач по теме: «Зависимость скорости химических реакций от концентрации».
11. Решение задач по теме: «Зависимость скорости химических реакций от температуры и дисперсности наночастиц».
12. Решение задач по теме: «Различные способы выражения концентрации растворов».
13. Решение задач по теме: «Слабые электролиты. Константа и степень диссоциации. Реакции обмена в растворах электролитов».
14. Решение задач по теме: «Ионное произведение воды. Водородный показатель. Произведение растворимости».
15. Решение задач по теме: «Понятие об электродном потенциале. Гальванические элементы». «Стандартный водородный электрод. Таблица стандартных электродных потенциалов».
16. Решение задач по теме: «Электролиз растворов и расплавов».
17. Решение задач по теме: «Поверхностные явления. Размерные эффекты в наноматериалах».

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 2 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы:

Исследование зависимости скорости заданной химической реакции от концентрации реагентов.

Исследование зависимости константы равновесия заданной химической реакции от температуры.

Расчет среднего значения теплового эффекта заданной химической реакции.

Вычисление термодинамических функций заданного индивидуального вещества в заданном интервале температур.

Расчет приращения энергии Гиббса с увеличением дисперсности вещества.

Исследование влияния дисперсности на температуру фазового

перехода.

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Проведение расчетов параметров, зависимостей, термодинамических функций.
- Описание методов получения, физических и химических свойств заданного вещества, химических аспектов использования материалов и наноматериалов в практической деятельности.
- Построение графиков функциональных зависимостей.
- Анализ полученных результатов и формулировка выводов.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать основные теоретические представления о строении атома, молекулы, вещества, о природе химической связи в молекулах, о зависимости химических свойств веществ от их строения и дисперсности, о химической термодинамике и кинетике, растворах, электрохимических и физико – химических процессах, используемых в профессиональной деятельности	Активная работа на практических занятиях. Своевременное выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь анализировать и применять химические законы для решения теоретических задач синтеза материалов и наноматериалов; находить взаимосвязь между положением элементов в периодической системе, положением	Анализировать и применять химические законы для решения практических задач; Грамотное объяснение проводимой лабораторной работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	элемента в ряду напряжений металлов, таблице растворимости			
	владеть методами практического исследования химических процессов; навыками проведения простейших химических экспериментов и определения некоторых количественных характеристик химических реакций; навыками обработки полученных результатов	Выполнение контрольных работ и тестов Своевременный отчёт по выполненным лабораторным работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1, 2 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	знать основные теоретические представления о строении атома, молекулы, вещества, о природе химической связи в молекулах, о зависимости химических свойств веществ от их строения и дисперсности, о химической термодинамике и кинетике, растворах, электрохимических и физико – химических процессах, используемых в профессиональной деятельности	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь анализировать и применять химические законы для решения теоретических задач синтеза материалов и наноматериалов; находить взаимосвязь между положением элементов в периодической системе, положением элемента в ряду напряжений металлов, таблице растворимости	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами практического исследования химических процессов; навыками проведения простей-	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	ших химических экспериментов и определения некоторых количественных характеристик химических реакций; навыками обработки полученных результатов			
--	---	--	--	--

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

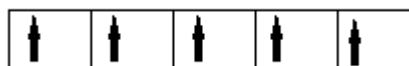
Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	знать основные теоретические представления о строении атома, молекулы, вещества, о природе химической связи в молекулах, о зависимости химических свойств веществ от их строения и дисперсности, о химической термодинамике и кинетике, растворах, электрохимических и физико – химических процессах, используемых в профессиональной деятельности	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь анализировать и применять химические законы для решения теоретических задач синтеза материалов и наноматериалов; находить взаимосвязь между положением элементов в периодической системе, положением элемента в ряду напряжений металлов, таблице растворимости	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами практического исследования химических процессов; навыками проведения простейших химических экспериментов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	риментов и определения некоторых количественных характеристик химических реакций; навыками обработки полученных результатов			задачах		
--	---	--	--	---------	--	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- В перечне формул кислот 1) HNO_3 2) H_2SO_3 3) HBr 4) H_3PO_4 5) HCl укажите номера тех, которые образуют кислые соли. (2,4)
- Укажите, в каком из приведенных рядов
 - CO_2 , SO_2 , Al_2O_3
 - CaO , N_2O_5 , Al_2O_3
 - MgO , ZnO , Al_2O_3
 - CO , NO_2 , Fe_2O_3
 все вещества взаимодействуют со щелочами. (1)
- Укажите квантовое число 1) главное 2) орбитальное 3) магнитное 4) спиновое, уровень которого в электронной оболочке атома определяет энергетический уровень. (1)
- Для атома с электронной формулой внешних электронов $4s^2 4p^1$ укажите атомный номер элемента. (31)
- Установите последовательность расположения материалов 1) K_2O 2) MgO 3) CaO 4) SO_3 5) Al_2O_3 по увеличению в них полярности химической связи. (4,5,2,3,1)
- Укажите молекулу 1) CH_4 2) BF_3 3) CO 4) CO_2 , в которой имеются sp^2 -гибридные орбитали. (BF_3)
- Расположите следующие химические элементы: 1) F 2) Na 3) C 4) O в порядке возрастания их электроотрицательности. (Na, C, O, F)
- Определить порядковый номер в Периодической системе элемента, имеющего электронную структуру, выраженную формулой: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$. (23)
- К какому типу химической связи относится связь между атомами в молекулах: а) KI , б) Br_2 , в) металла Sn. (а- ионная; б- ковалентная неполярная; в-металлическая)
- Опишите четырьмя квантовыми числами следующую электронную



структуру валентного слоя атома: $5d$
($n=5$; $l=2$; $m_l = -2, -1, 0, 1, 2$; $m_s = +1/2$)

- Поверхностные явления в наноматериалах есть результат самопроизвольных процессов: 1) уменьшения площади поверхности раздела фаз, 2) уменьшения поверхностной энергии, 3) уменьшения площади

поверхности раздела и поверхностной энергии. (3)

12. Из каких солей $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, CuSO_4 , AgNO_3 , ZnSO_4 - металл может быть вытеснен никелем ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, CuSO_4 , AgNO_3)

13. Можно ли считать, что с точки зрения термодинамики переход от массивного вещества к нанокристаллическому является фазовым переходом первого рода? 1) да, 2) нет, 3) на данный вопрос нет однозначного ответа. (3)

14. Для обратимой реакции $\text{CaCO}_3(\text{к}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$; $\Delta H^\circ = 177,5$ кДж укажите направление смещения равновесия (1 - влево, 2 - вправо, 3 - не смещается) при повышении температуры. (2 - вправо)

15. С увеличением дисперсности сродство углеродных материалов к кислороду и прочность окислов:

а) увеличиваются, б) уменьшаются, в) не изменяются, г) увеличиваются, если стандартное изменение изобарно-изотермического потенциала при образовании соединений положительно, и уменьшаются, если стандартное изменение изобарно-изотермического потенциала - отрицательно. (1)

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. При окислении 2 г двухвалентного металла образовалось 2,8 г оксида. Определите количество провозимодействовавшего кислорода и атомную массу металла. (0,8 г и 40)

2. В обратимой реакции $2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{г})$ равновесие установилось при следующих концентрациях веществ (моль/л): $[\text{O}_2] = 0,3$; $[\text{SO}_2] = 0,7$; $[\text{SO}_3] = 0,5$. Вычислите константу равновесия реакции. (1,7)

3. Вычислите электродный потенциал цинка, опущенный в раствор его соли с активностью ионов Zn^{2+} 0,001 моль/л. (-0,85)

4. Из 2,0 г двухвалентного металла образовалось 2,8 г оксида. Определите: число атомов в химической формуле оксида. (2)

5. При окислении 2,81 г кадмия получено 3,21 г оксида кадмия. Вычислить эквивалент кадмия. (56,2)

6. Вычислить эквивалент H_2SO_4 в реакциях обмена, в результате которых образуется: а) кислые соли MeHSO_4 ; б) нормальные соли MeSO_4 . (а) 98, б) 49

7. Начальные концентрации исходных веществ реакции, протекающей по уравнению $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ равны $\text{NO} = 0,06$ моль/л, $\text{O}_2 = 0,10$ моль/л. Вычислить концентрации O_2 и NO_2 , когда NO станет равным 0,04 моль/л. ($\text{O}_2 = -0,01$ моль/л, $\text{NO}_2 = 0,02$ моль/л.)

8. Во сколько раз увеличится скорость химической реакции при повышении температуры от 40 до 200 $^\circ\text{C}$, принимая температурный коэффициент скорости реакции равным 2. (2^{16} или 65 536 раз)

9. Вычислить константу равновесия K для обратимой реакции $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$, если начальные концентрации исходных веществ равны $\text{CO} = 0,10$ моль/л, $\text{H}_2\text{O} = 0,40$ моль/л, а в равновесии образовалось $\text{CO}_2 = 0,08$ моль/л (1)

10. Чему равно внутреннее давление и приращение энергии Гиббса для

капель жидкой фазы вещества диаметром 35 нм? Межфазное поверхностное натяжение вещества 55 мДж/м², мольный объем вещества 0,19 м³/моль. (6, 29 кПа, 1619 кДж/моль)

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Составить электронные и электрографические формулы кремния в нормальном и возбужденном состояниях. (... 3s²3p²; ... 3s¹3p³)

2. При взаимодействии SiF₄ с HF образуется сильная H₂SiF₆, которая диссоциирует на ионы 2H⁺ и SiF₆²⁻. Почему не протекает подобная реакция между CF₄ и F? Каков тип гибридизации АО кремния в ионе SiF₆²⁻. (нет свободных валентных электронов на валентном уровне; sp³)

3. Вычислить тепловой эффект реакции $\text{Si} + 4\text{HCl}_{(\text{г})} \rightarrow \text{SiCl}_4 + 2\text{H}_2\uparrow$ при 298 К, если энтальпии образования участников реакции равны: $\Delta H^0_{298}\text{HCl} = -92,31$ кДж/моль $\Delta H^0_{298}\text{SiCl}_4 = -662,200$ кДж/моль. (-293 кДж)

4. Возможна ли реакция $\text{SiCl}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{SiCl}_2 + 2\text{HCl}_{(\text{г})}$ при 298 К, если даны термодинамические функции участников реакции:

вещество	ΔH^0_{248} кДж/моль	S^0_{298} Дж/(моль·К)
SiCl ₄	-662,200	331,340
H ₂	0	130,570
HCl _(г)	-92,31	186,786
SiCl ₂	-163,06	281,495

(Реакция невозможна)

5. Увеличится или уменьшится энтропия реакции

$\text{SiCl}_{4(\text{г})} + 2\text{H}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{Si}_{(\text{т})} + 4\text{HCl}_{(\text{г})}$? Вывод сделать, не вычисляя изменение энтропии реакции. (Увеличится)

6. Вычислить исходную концентрацию тетрахлорида кремния, если при наступлении равновесия реакции $\text{SiCl}_4 + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{SiCl}_2 + 2\text{HCl}$ установились концентрации: $[\text{SiCl}_4] = 3$ моль/л; $[\text{H}_2] = 1$ моль/л; $[\text{H}_2] = 0,8$ моль/л. (3,4 моль/л)

7. Как изменится скорость прямой реакции $\text{SiH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SiH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$, если объем реакционного сосуда увеличить в 2 раза:

а) уменьшится в 2 раза; б) уменьшится в 4 раза

в) возрастет в 2 раза; г) возрастет в 4 раза;

(уменьшится в 4 раза)

8. Записать константу равновесия реакции $\text{Si}_{(\text{т})} + 4\text{HCl}_{(\text{г})} \leftrightarrow \text{SiCl}_{4(\text{г})} + 2\text{H}_{2(\text{г})}$ и определить, куда сместится равновесие при увеличении общего давления системы? ($K = [\text{SiCl}_4] \cdot [\text{H}_2]^2 / [\text{HCl}]^4$; вправо)

9. Какое из перечисленных воздействий приведет к изменению значения константы равновесия химических реакций:

а) изменение давления;

б) изменение температуры;

в) замена катализатора;

г) изменение концентраций реагирующих веществ. (б)

10. Какие процессы идут на катоде и аноде при электролитическом нанесении меди на пластины кремния из раствора CuSO_4 с медным анодом? (восстановление; окисление)

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные понятия химии: атом, молекула, простые и сложные вещества, относительные атомные и молекулярные массы, моль, валентность, эквивалент.
2. Классификация материалов по строению вещества и по степени дисперсности. Классы неорганических соединений.
3. Квантово-механическая модель строения атома: опыты Резерфорда, постулаты и спиновое. Атомные орбитали. Электронные уровни и подуровни. Уравнение Шредингера. Квантовые числа: главное, орбитальное, магнитное и спиновое
4. Распределение электронов в многоэлектронных атомах (принцип минимума энергии, принцип Паули, правило Гунда). Электронные и электронографические формулы (s-p-d-f-элементы).
5. Периодический закон Д.И. Менделеева и периодическая система. Периодическая система Д.И. Менделеева в свете представлений о сложном строении атома.
6. Периодически изменяющиеся свойства элементов: энергия ионизации (ионизационный потенциал), сродство к электрону, электроотрицательность. Изменение валентности в группах и периодах. Металлические и неметаллические свойства элементов и их соединений в периодической системе.
7. Химическая связь. Современные представления о механизме образования химической связи. Основные положения метода валентных связей (МВС) и характеристики ковалентной связи: энергия образования, энергия разрыва связи, длина связи, полярность связи, направленность связи, насыщенность связи.
8. Гибридизация атомных орбиталей. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи
9. Ионная связь. Условия образования связи, особенности веществ с ионным типом связи.
10. Метод молекулярных орбиталей (ММО). Металлическая связь. Агрегатное состояние вещества. Межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь.
11. Окислительно-восстановительные процессы. Степень окисления. Основные типы реакций окисления-восстановления.
12. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия реакции. Закон Гесса. Стандартные теплоты образования и сгорания Следствия закона Гесса.
13. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия. Изменение энтропии в обратимом и необратимом процессах. Энтропия – критерий направленности процессов. Энтропия и

термодинамическая вероятность. Движущие силы химических реакций

14. Термодинамические потенциалы (F , G). Критерии возможности самопроизвольного процесса и равновесия в закрытых системах. Влияние дисперсности на реакционную способность наноматериалов.

15. Химическое равновесие. Уравнение изотермы химической реакции и стандартное изменение энергии Гиббса. Закон действующих масс. Различные способы выражения константы равновесия. Влияние температуры на химическое равновесие (изобара и изохора реакции).

16. Размерные эффекты в наноматериалах. Вклад поверхности раздела фаз в понижение температуры плавления наночастиц вещества.

17. Поверхностные явления как результат уменьшения площади поверхности раздела фаз.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Классификация материалов по строению вещества, свойствам и дисперсности. Классы неорганических соединений: оксиды, основания, кислоты, соли (получения и свойства).

2. Квантово-механическая модель строения атома: опыты Резерфорда, постулаты теории Бора, ее недостатки. Уравнение Шредингера. Квантовые числа: главное, орбитальное, магнитное и спиновое.

3. Распределение электронов в многоэлектронных атомах (принцип минимума энергии, принцип Паули, правило Хунда). Электронные и электронографические формулы (s - p - d - f -элементы).

4. Периодический закон Д.И.Менделеева и периодическая система. Периодическая система Д.И.Менделеева в свете представлений о сложном строении атома.

5. Периодически изменяющиеся свойства элементов: энергия ионизации (ионизационный потенциал), сродство к электрону, электроотрицательность. Изменение валентности в группах и периодах. Металлические и неметаллические свойства элементов и их соединений в периодической системе.

6. Химическая связь. Современные представления о механизме образования химической связи. Основные положения метода валентных связей (МВС) и характеристики ковалентной связи: энергия образования, энергия разрыва связи, длина связи, полярность связи, направленность связи, насыщенность связи.

7. Гибридизация атомных орбиталей. Кратные связи. δ , π –связи. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Валентность элементов с точки зрения метода валентных связей.

8. Ионная связь. Условия образования связи, особенности веществ с ионным типом связи.

9. Метод молекулярных орбиталей (ММО). Металлическая связь. Межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь.

10. Окислительно-восстановительные процессы. Степень окисления. Основные типы реакций окисления-восстановления. Окислительно-восстановительный эквивалент.

11. Общие понятия о скорости химических реакций. Скорость химической реакции. Гомогенные, гетерогенные системы, зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Влияние дисперсности на скорость химической реакции.
12. Уравнение Аррениуса. Катализаторы. Химическое равновесие. Константа равновесия: влияние изменения внешних факторов на химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье.
13. Классификация и общие свойства растворов. Способы выражения концентрации растворов. Теория образования растворов.
14. Растворы неэлектролитов. Законы Рауля и Генри. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания. Осмотическое давление. Закон Вант Гоффа.
15. Растворы электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации растворов Аррениуса. Диссоциация солей, кислот, оснований.
16. Сильные и слабые электролиты. Реакции обмена в растворах электролитов. Константа диссоциации слабых электролитов. Закон разведения Оствальда.
17. Произведение растворимости. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH.
18. Гидролиз солей.
19. Электрохимические процессы. Понятие об электродном потенциале. Формула Нернста.
20. Водородный электрод. Стандартные электродные потенциалы металлов в водных растворах (ряд напряжений металлов). Катодные и анодные процессы при работе гальванического элемента.
21. Электролиз. Катодные и анодные процессы. Электролиз растворов и расплавов солей. Законы электролиза Фарадея. Последовательность разряда ионов на электродах. Применение электролиза.
22. Общие свойства металлов (получение, физические и химические свойства (металлов)).
23. Характеристика d-элементов, их физические и химические свойства.
24. Коррозия металлов. Коррозия химическая и электрохимическая. Атмосферная коррозия. Способы защиты от коррозии.
25. Сплавы металлов. Типы диаграмм состояния.
26. Водород и его свойства. Химия воды.
27. Краткая характеристика важнейших свойств элементов A-групп периодической системы Д.И. Менделеева.
28. Различие классической и нанотермодинамики.
29. Влияние размерного фактора на свойства наночастиц: температуру фазового перехода твердое-жидкое ($T_{пл}$), параметры кристаллической решетки.
30. Энергетические и геометрические характеристики поверхности наноматериалов: удельная поверхность раздела фаз, избыточная поверхностная энергия, кривизна поверхности.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре зачётом по системе: зачтено; не зачтено;

Зачёт может быть проведен по текущей успеваемости при условии выполнения всех контрольных заданий не менее, чем на 70%;

Зачёт может быть проведен в устной или письменной форме, согласно которому студент получает два вопроса из заранее известного ему списка. и задачу, которые должны быть выполнены не менее, чем на 70% .

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются во 2 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе (экзаменом):

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Освоение дисциплины оценивается во 2 семестре на экзамене при ответе студента на билет, в котором два теоретических вопроса и задача. Подготовка ответа не более 45 минут. Студенту задаётся дополнительный вопрос по теме, которая не нашла отражения в билете.

Ответ на билет и дополнительный вопрос на 90 -100 % - отлично

на 80 - 90 % - хорошо

на 70 - 80 % - удовлетворительно

менее 70 % - неудовлетворительно

Или: экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и определения. Классы неорганических соединений. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Химическая связь	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

2	Реакции окисления - восстановления. Основы химической термодинамики. Нанотермодинамика Хилла	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Кинетика химических реакций.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Дисперсные и нанодисперсные системы. Растворы.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Электрохимические процессы.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Поверхностные явления. Размерные эффекты в наноматериалах	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Коровин Н.В. Общая химия: учебник. М.: Высш. шк., 2010.- 558 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия: учебник для бакалавров. // Н.Л. Глинка; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. -18-е изд., перераб и доп.- М.: Изд-во Юрайт, 2012.- 898 с.
3. Раков Н.Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие // М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 477 с.
4. Ожерельев В.В., Костюченко А.В., Небольсин В.А., Юрьев В.А., Федорова Е.Н. Функциональные материалы в аэрокосмической технике. Учебное пособие // Воронеж, ВГТУ. 2019. 125 с.
5. Небольсин В.А. Актуальные аспекты механизма роста нитевидных нанокристаллов пар-жидкость-кристалл. Учебное пособие // Воронеж: Научная книга, 2024. 160 с.
6. Корнеева В.В., Корнеева А.Н., Небольсин В.А. Некоторые аспекты химической термодинамики. Учебное пособие // Воронеж, ВГТУ. 2020 г. 149 с.
7. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: учебное пособие для вузов / Н.Л. Глинка; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной. М.: Интеграл-Пресс, 2011.- 240 с.
8. Глинка Н.Л. Общая химия: учебник. / Н.Л. Глинка; под ред. А.И. Ермаковой. М.: Интеграл-Пресс, 2005.- 730 с.
9. Корнеева В.В. Методические указания для самостоятельной подготовки и выполнения лабораторных работ № 1-6 по дисциплине «Химия» / Корнеева А.Н., Небольсин В.А. Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2015.- 50 с.
10. Корнеева В.В. Методические указания для самостоятельной подготовки и выполнения лабораторных работ № 7-10 по дисциплине «Химия» / Корнеева А.Н., Небольсин В.А. Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2015.- 39 с.
11. Корнеева В.В. Методические указания и контрольные задания для входного контроля знаний по теме «Классы неорганических соединений». / Корнеева А.Н., Небольсин В.А. Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ» Электрон., 2012. - 40 с.
12. Корнеева В.В. Методические указания для самостоятельной работы и контроля знаний (тестирование) по теме «Основные понятия и законы химии» дисциплины «Химия». / Корнеева А.Н., Небольсин В.А. Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ» Электрон., 2012.- 35 с.
13. Корнеева В.В. Методические указания для самостоятельной работы и контроля знаний (тестирование) по теме «Строение атомов и периодический закон» дисциплины «Химия». / Корнеева А.Н., Небольсин В.А. Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2016.- 40 с.
14. Корнеева В.В. Методические указания и контрольные задания для проверки самостоятельной работы и контроля знаний по теме «Реакции

окисления - восстановления» дисциплины «Химия». / Корнеева А.Н., Небольсин В.А., Сушко Т.И. Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2010. - 32 с.

15. Корнеева В.В. Методические указания для самостоятельной работы и контроля знаний (тестирование) по теме «Скорость химических реакций химическое равновесие» дисциплины «Химия». / Корнеева А.Н., Небольсин В.А. Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ» Электрон., 2012. - 30 с.

16. Корнеева В.В. Методические указания для самостоятельной работы и контроля знаний (тестирование) по теме «Растворы» дисциплины «Химия». / Корнеева А.Н., Небольсин В.А. Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2015. - 39 с.

17. Корнеева В.В. Методические указания для самостоятельной работы и контроля знаний (тестирование) по теме «Общие свойства металлов. Электрохимические процессы». / Корнеева А.Н., Небольсин В.А. Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2009. - 38 с.

18. Маршалкин, М. Ф. Химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Ф. Маршалкин, И. С. Григорян, Д. Н. Ковалев. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 228 с. — 27-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63225.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем: Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer,

Сайт о нанотехнологиях в России (<http://www.nanonewsnet.ru/>)

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором, наличие в аудитории экрана, доски, ноутбука (ауд. 327/1). Лабораторные занятия в ауд. 303/1, 027/1, 031/1, 023/1.

9.1. Таблицы: «Периодическая система элементов Д.И. Менделеева», «Растворимости», «Ряд напряжений металлов».

9.2 Аппарат Киппа.

9.3 Весы технические.

9.4 Весы аналитические АДВ - 200.

9.5 Штативы, мерная посуда (мерные колбы, бюретки, пипетки и т. п.), Реактивы.

9.6 Установка для измерения изменения температуры с точностью 0,01.

0 9.7 Насос Комовского и установка для измерения давления насыщенного пара при разных температурах.

9.8 Печь муфельная.

- 9.9 Холодильник ОРСК 9.10 Печь муфельная.
 9.11 Потенциометр Р–363-2.
 9.12 Компьютер в комплекте: ASUS P7H55-M-7 шт.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Химия материалов и наноматериалов» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета параметров, зависимостей, термодинамических функций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения

работа	учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--