

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 17:06:04

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля) Статистические расчеты равновесий

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 8

аудиторные занятия 48

самостоятельная работа 132

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя 12			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	12	12	12	12
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	132	132	132	132
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

д.ф.-м.н., проф., Капуткина Наталия Ефимовна

Рабочая программа

Статистические расчеты равновесий

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы, 28.03.03-БНМ-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физической химии

Протокол от 21.06.2022 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Салимон А.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины - освоение методов статистической термодинамики в применении к квантовым и классическим системам, приобрести умение осуществлять статистические расчеты для определения свойств макроскопических систем, расчеты равновесия в растворах.
1.2	
1.3	Задачи
1.4	Научить
1.5	1. использовать методы статистической термодинамики для анализа химических и фазовых превращений в макроскопических системах
1.6	2. применять статистические методы для определения вероятности значений физических величин;
1.7	3. осуществлять расчеты термодинамических функций для различных систем;
1.8	4. осуществлять расчеты изменения термодинамических функций для различных процессов;
1.9	5. определять направления процессов и выполнять расчеты равновесия в системах, содержащих газы;
1.10	6. определять направления процессов и выполнять расчеты равновесия в растворах ;
1.11	7. развивать термодинамические модели процессов в многокомпонентных системах, решать соответствующие задачи аналитическими и численными методами, анализировать полученные результаты;
1.12	8. обосновывать выбор адекватных моделей

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.07
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Нанотехнологии	
2.1.2	Процессы получения и обработки материалов	
2.1.3	Размерные эффекты в наноструктурных материалах	
2.1.4	Строение некристаллических систем	
2.1.5	Термодинамика металлических растворов	
2.1.6	Физика поверхности	
2.1.7	Физико-химия наносистем	
2.1.8	Физические свойства твердых тел	
2.1.9	Химические способы получения наноматериалов	
2.1.10	Методы исследования материалов	
2.1.11	Метрология, стандартизация и технические измерения в композиционных материалах	
2.1.12	Метрология, стандартизация и технические измерения функциональных наносистем	
2.1.13	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.14	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.15	Фазовые равновесия и структурообразование	
2.1.16	Физика конденсированного состояния	
2.1.17	Элективные курсы по физической культуре и спорту	
2.1.18	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.19	Процессы получения наночастиц и наноматериалов	
2.1.20	Теория поверхностных явлений	
2.1.21	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.22	Основы квантовой механики	
2.1.23	Теоретическая механика и основы теории упругости	
2.1.24	Физика	
2.1.25	Физическая химия	
2.1.26	Электротехника	
2.1.27	Органическая химия	
2.1.28	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
ПК-1: Способен участвовать в проведении экспериментов по измерению характеристик наноматериалов и их расчетов	
Уметь:	
ПК-1-У1 проводить эксперименты по измерению характеристик наноматериалов и их расчетов	
ПК-2: Способен осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах	
Уметь:	
ПК-2-У1 осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах	
ОПК-3: Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	
Уметь:	
ОПК-3-У1 проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	
ПК-2: Способен осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах	
Владеть:	
ПК-2-В1 методами осуществления сбора, систематизации и анализа научно-технической информации о существующих наноматериалах	
ОПК-3: Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	
Владеть:	
ОПК-3-В1 навыками проведения измерения и наблюдения, обработки и представления экспериментальных данных	
ПК-1: Способен участвовать в проведении экспериментов по измерению характеристик наноматериалов и их расчетов	
Владеть:	
ПК-1-В1 навыками проведения экспериментов по измерению характеристик наноматериалов и их расчетов	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Статистический ансамбль и термодинамические функции							
1.1	Фазовое пространство, статистический ансамбль. Принцип наиболее вероятного распределения. Распределение Гиббса. Связь термодинамических функций с суммой состояний. /Лек/	8	4	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
1.2	Подготовка к практическим занятиям, выполнение расчетных задач /Ср/	8	16	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
1.3	Фазовое пространство: Расчет фазовых траекторий. Нахождение средних и наиболее вероятных значений. /Пр/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
1.4	Расчет фазовых траекторий /Лаб/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.2Л2.1Л3. 1			

	Раздел 2. Статистическая теория газов							
2.1	Статистика Больцмана. Статистическая термодинамика идеальных газов. Расчет сумм состояний и термодинамических свойств газов. Закон равнораспределения /Лек/	8	4	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.2	Подготовка к практическим занятиям, выполнение расчетных задач /Ср/	8	18	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.3	Расчет сумм состояний и термодинамических свойств идеальных газов /Пр/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.4	Поступательное движение. Колебательное движение. Вращательное движение. Вклад электронов в термодинамические свойства Вклад ядерной суммы в термодинамические свойства /Лек/	8	3	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.5	Подготовка к практическим занятиям, выполнение расчетных задач /Ср/	8	18	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.6	Расчет сумм состояний и термодинамических свойств ферми –и бозе-газов /Пр/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.7	Ферми и Бозе-газы элементарных частиц. Неидеальные газы. Модель Ван-дер-Ваальса /Лек/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.8	Подготовка к практическим занятиям, выполнение расчетных задач /Ср/	8	18	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.9	Расчет сумм состояний и термодинамических свойств неидеальных газов /Пр/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1		КМ1	Р1
2.10	Расчет сумм состояний и термодинамических свойств идеальных газов /Лаб/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.11	Расчет сумм состояний и термодинамических свойств ферми- и бозе-газов /Лаб/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			

2.12	Расчет сумм состояний и термодинамических свойств неидеальных газов /Лаб/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
Раздел 3. Статистическая теория растворов								
3.1	Статистическая теория растворов. Статистика Больцмана. /Лек/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.2	Подготовка к практическим занятиям, выполнение расчетных задач /Ср/	8	10	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.3	Расчет сумм состояний растворов /Пр/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.4	Статистика Ферми-Дирака. Статистика Бозе-Эйнштейна. Растворы замещения и внедрения /Лек/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.5	Подготовка к практическим занятиям, выполнение расчетных задач /Ср/	8	10	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.6	Расчет термодинамических свойств растворов /Пр/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.7	Расчет сумм состояний растворов /Лаб/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.8	Расчет термодинамических свойств растворов /Лаб/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
Раздел 4. Статистическая теория адсорбции								
4.1	Статистическая теория адсорбции. Различные варианты изотерм адсорбции. /Лек/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
4.2	Подготовка к практическим занятиям, выполнение расчетных задач /Ср/	8	18	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
4.3	Расчет изотерм монослойной и полислойной адсорбции. /Пр/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			

4.4	Растворы с ограниченной растворимостью. Неоднородная поверхность. Вопрос применимости теории БЭТ. /Лек/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
4.5	Подготовка к практическим занятиям, выполнение расчетных задач /Ср/	8	12	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
4.6	Расчет изотерм адсорбции с учетом ограниченной растворимости. Расчет изотерм адсорбции с учетом неоднородности поверхности /Пр/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1		КМ2	Р2
4.7	Неоднородная поверхность. Теории БЭТ. /Лаб/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
4.8	Расчет изотерм монослойной и полислойной адсорбции /Лаб/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
Раздел 5. Статистическая теория химических реакций								
5.1	Статистическая теория химических реакций. Расчеты изменения энергии Гиббса при химических реакциях. /Лек/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
5.2	Подготовка к практическим занятиям, выполнение расчетных задач /Ср/	8	6	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
5.3	Расчет констант равновесия из спектроскопических данных. /Пр/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
5.4	Закон действующих масс. Расчет констант равновесия из спектроскопических данных. Расчет равновесного состава. /Лек/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			
5.5	Подготовка к практическим занятиям, выполнение расчетных задач /Ср/	8	6	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1		КМ3	
5.6	Расчет равновесного состава. /Пр/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Домашнее задание 1	ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Как связаны между собой внутренняя энергия,энтальпия, энергия Гельмгольца, энергия Гиббса, энтропия и статистическая сумма?</p> <p>Как связаны между собой теплоемкость при постоянном объеме и статистическая сумма?</p> <p>Как связаны между собой теплоемкость при постоянном давлении и статистическая сумма?</p> <p>От каких параметров зависит энергия Гиббса идеального газа?</p> <p>От каких параметров зависит внутренняя энергия идеального газа?</p> <p>От каких параметров зависит энергия Гельмгольца идеального газа?</p> <p>Зависит ли вклад колебательной степени свободы в теплоёмкость идеального газа от температуры?</p> <p>Какие молекулы активны в чисто колебательном спектре?</p> <p>При каких условиях следует учитывать ангармонизм колебаний атомов в молекуле?</p> <p>На каких термодинамических функциях скажется вырождение основного электронного терма?</p> <p>Зависит ли вклад вращательной степени свободы в теплоёмкость идеального газа от температуры?</p> <p>Зависит ли теплоёмкость идеального газа от температуры?</p> <p>Зависит ли характеристическая температура молекулы от температуры газа?</p> <p>От каких параметров зависит энтальпия идеального газа?</p>

КМ2	Домашнее задание 2	ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>По какой формуле может быть вычислен перестановочный множитель W в случае статистики Ферми-Дирака ?</p> <p>По какой формуле может быть вычислен перестановочный множитель W в случае статистики Бозе-Эйнштейна?</p> <p>По какой формуле может быть вычислен перестановочный множитель W в случае статистики Больцмана ?</p> <p>Записать Z для раствора внедрения в случае бесконечно разбавленного раствора.</p> <p>Записать Z для раствора замещения в случае бесконечно разбавленного раствора.</p> <p>Записать Z для раствора замещения в случае статистики Больцмана.</p> <p>Записать Z для раствора внедрения в случае статистики Ферми-Дирака..</p> <p>Записать Z для раствора замещения в случае статистики Ферми-Дирака.</p> <p>Записать Z для раствора замещения в случае статистики Бозе-Эйнштейна.</p> <p>Записать Z для раствора внедрения в случае статистики Бозе-Эйнштейна.</p> <p>Используя статистические методы получить зависимость, отвечающую изотерме адсорбции БЭТ.</p> <p>Используя статистические методы, получить зависимость, отвечающую изотерме адсорбции Генри.</p> <p>Используя статистические методы, получить зависимость, отвечающую изотерме адсорбции Лангмюра.</p> <p>1. Какой вклад в теплоемкость 1 моля идеального газа дает поступательная степень свободы?</p> <p>2. Как связаны между собой теплоемкость при постоянном объеме и статистическая сумма?</p> <p>3. Для двухатомной молекулы волновое число (частота колебаний) равно 800 см^{-1}. Найдите характеристическую колебательную температуру, колебательную сумму по состояниям и вклад колебательного движения в мольную энергию Гиббса при 400 К.</p> <p>4. Используя методы статистической физики, найти зависимость плотности одноатомного идеального газа в поле земного тяготения от координаты высоты.</p> <p>5. Записать Z для раствора внедрения в случае статистики Бозе-Эйнштейна.</p> <p>6. Как изменится зависимость соответствующая монослойной адсорбции при учете отталкивания адсорбированных молекул?</p> <p>7. Записать закон действующих масс. Вывести закон действующих масс, используя методы статистической физики.</p> <p>8. Определить зависимость концентрации водорода, растворяющегося в металле в виде атомов H от давления газа H_2 над металлом, используя методы статистической физики.</p>
-----	-----------------------	---	--

КМЗ	Экзамен	ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Что такое статистический ансамбль?</p> <p>Какова размерность фазового пространства, описывающего систему состоящую из N элементарных частиц?</p> <p>Как связаны между собой внутренняя энергия и статистическая сумма?</p> <p>Как связаны между собой энергия Гельмгольца и статистическая сумма?</p> <p>Как связаны между собой энтропия и статистическая сумма?</p> <p>Как связаны между собой энтальпия и статистическая сумма?</p> <p>Как связаны между собой теплоемкость при постоянном объеме и статистическая сумма?</p> <p>Как связаны между собой теплоемкость при постоянном давлении и статистическая сумма?</p> <p>Для каких систем справедлива формула $A = -RT \ln \sum \exp(-U_n/kT)$, где сумма берётся по всем физически различным состояниям?</p> <p>Всегда ли полную энергию системы можно представить как сумму энергий молекул, её составляющих?</p> <p>Какой смысл имеет величина U_n в формуле статистики Гиббса $A = RT \ln \sum \exp(-U_n/kT)$?</p> <p>Какие функции минимальны в состоянии теплового равновесия?</p> <p>Как меняется энергия с ростом температуры?</p> <p>Как меняется энтальпия с ростом температуры?</p> <p>Влияет ли изменение уровня отсчёта на значение суммы по состоянию молекул идеального газа?</p> <p>В каком случае для суммы состояний идеального газа справедливо равенство $Z = \prod Z_i$?</p> <p>Что такое эквидистантный спектр?</p> <p>Что учитывает множитель $1/N!$ в выражении $\sum \exp(-U_n/kT) = 1/N! (\sum \exp(-E_k/kT))^N$?</p> <p>От каких параметров зависит энергия Гиббса идеального газа?</p> <p>От каких параметров зависит внутренняя энергия идеального газа?</p> <p>От каких параметров зависит энергия Гельмгольца идеального газа?</p> <p>При каких условиях для идеального газа верна формула $C_p = C_v + R$?</p> <p>В результате чего вклад в теплоёмкость 1 моля идеального газа от одной колебательной степени свободы может быть больше R?</p> <p>Зависит ли вклад колебательной степени свободы в теплоёмкость идеального газа от температуры?</p> <p>Какой вклад в теплоёмкость даёт одна поступательная степень свободы?</p> <p>Сколько линий должно быть в колебательном спектре одноатомного газа?</p> <p>Для какого газа следует учесть ангармонизм колебаний атомов в молекуле?</p> <p>Что является причиной зависимости от температуры среднего межатомного расстояния в молекуле идеального газа?</p> <p>Какие молекулы активны в чисто колебательном спектре?</p> <p>Сколько линий должно быть в колебательном спектре двухатомной молекулы, атомы которой совершают гармонические колебания?</p> <p>При каких условиях следует учитывать ангармонизм колебаний атомов в молекуле?</p> <p>На каких термодинамических функциях скажется вырождение основного электронного термина?</p> <p>Какой смысл имеет I в формуле $Z_{вр} = \sum (2j + 1) \cdot \exp(-\hbar^2/2IkT) \cdot I(I+1)$?</p> <p>Какой вклад в теплоёмкость 1 моля идеального газа даёт одна вращательная степень свободы?</p> <p>Зависит ли вклад вращательной степени свободы в теплоёмкость идеального газа от температуры?</p> <p>Зависит ли теплоёмкость идеального газа от температуры?</p> <p>Зависит ли характеристическая температура молекулы от температуры газа?</p> <p>От каких параметров зависит энтальпия идеального газа?</p> <p>Какова интенсивность линий во вращательном спектре двухатомной молекулы?</p>
-----	---------	---	--

		<p>Влияет ли изменение уровня отсчёта на значение энтропии идеального газа?</p> <p>Для какого движения молекул наблюдается эквидистантный спектр?</p> <p>Влияет ли симметрия молекулы на значение термодинамических функций?</p> <p>Может ли вклад в теплоёмкость от одной вращательной степени свободы быть больше R (на 1 моль)?</p> <p>Какие молекулы активны в чисто вращательном спектре?</p> <p>Влияет ли изменение уровня отсчёта на значение энергии Гиббса идеального газа?</p> <p>Какая из сумм состояний молекулы идеального газа зависит от объема системы?</p> <p>Какой вклад в теплоёмкость даёт одна колебательная степень свободы?</p> <p>Влияет ли изменение уровня отсчёта на значение энергии Гельмгольца идеального газа?</p> <p>Какие значения могут принимать числа заполнения каждого состояния для статистики Ферми-Дирака?</p> <p>Какие значения могут принимать числа заполнения каждого состояния для статистики Бозе-Эйнштейна?</p> <p>Какой вид имеет распределение по импульсам Ферми-газа элементарных частиц ?</p> <p>Какой вид имеет распределение по импульсам Бозе-газа элементарных частиц ?</p> <p>Какой вид имеет распределение по энергиям Ферми-газа элементарных частиц ?</p> <p>Какой вид имеет полная энергия Ферми-газа элементарных частиц ?</p> <p>Какой вид имеет уравнение состояния Ферми-газа элементарных частиц ?</p> <p>Какой вид имеет уравнение состояния Бозе-газа элементарных частиц ?</p> <p>Какой вид имеет уравнение состояния реального газа – уравнение ван-дер-Ваальса?</p> <p>Какой вид имеет полный дифференциал энергии Гиббса для систем с переменным числом частиц?</p> <p>По какой формуле может быть вычислен перестановочный множитель W в случае статистики Ферми-Дирака ?</p> <p>По какой формуле может быть вычислен перестановочный множитель W в случае статистики Бозе-Эйнштейна?</p> <p>По какой формуле может быть вычислен перестановочный множитель W в случае статистики Больцмана ?</p> <p>Записать Z для раствора внедрения в случае бесконечно разбавленного раствора.</p> <p>Записать Z для раствора замещения в случае бесконечно разбавленного раствора.</p> <p>Записать Z для раствора замещения в случае статистики Больцмана.</p> <p>Записать Z для раствора внедрения в случае статистики Ферми-Дирака..Записать Z для раствора замещения в случае статистики Ферми-Дирака.</p> <p>Записать Z для раствора замещения в случае статистики Бозе-Эйнштейна.</p> <p>Записать Z для раствора внедрения в случае статистики Бозе-Эйнштейна.</p> <p>Фазовый переход какого рода происходит в точке Кюри.</p> <p>Записать полный дифференциал энергии Гиббса для системы с переменным числом частиц.</p> <p>Применима ли БЭТ к твердым растворам замещения?</p> <p>Применима ли модель БЭТ к твердым растворам внедрения?</p> <p>Используя статистические методы получить зависимость, отвечающую изотерме адсорбции БЭТ. Используя статистические методы, получить зависимость, отвечающую изотерме адсорбции Генри.</p> <p>Используя статистические методы, получить зависимость, отвечающую изотерме адсорбции Лангмюра.</p> <p>Как изменится зависимость соответствующая монослойной</p>
--	--	--

			<p>адсорбции при учете притяжения адсорбированных молекул? Как изменится зависимость соответствующая монослойной адсорбции при учете отталкивания адсорбированных молекул? Используя статистические методы, получить зависимость, отвечающую изотерме адсорбции для случая однородно-неоднородной поверхности. Что играет роль термодинамического потенциала в случае изохорно-изотермических процессов? Что играет роль термодинамического потенциала в случае изобарно-изотермических процессов? Записать закон действующих масс. Что называется константой равновесия? От чего зависит константа равновесия? От чего может зависеть равновесный состав. От чего будет зависеть степень диссоциации для двухатомного газа? Записать закон действующих масс. Используя статистические методы, вывести соответствующее выражение. Используя статистические методы, вывести формулу для расчета степени диссоциации газа I2 при высоких температурах. Используя статистические методы, вывести формулу для расчета степени диссоциации газа O2 при высоких температурах.</p>
--	--	--	---

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашнее задание 1	ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Статистическая теория газов. Расчет термодинамических функций. Рассчитать термодинамические функции U , H , G , A , S , c_v , c_p для 1 моля заданного газа для трех заданных температур. Для температуры 298 К сравнить полученные значения энтропии и теплоемкости с табличными данными.
P2	Домашнее задание 2	ОПК-3-У1;ПК-1-У1;ОПК-3-В1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Статистическая теория растворов и адсорбции Расчет изотермы адсорбции. Рассчитать изотерму адсорбции для заданных объемного и поверхностного растворов

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Киттель Ч.	Статистическая термодинамика	Электронная библиотека	Москва: б.и., 1977
Л1.2	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Т.5: Статистическая физика	Библиотека МИСиС	, 1964

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Физическая химия: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Белашенко Д. К.	Физическая химия: Раздел: Статистическая механика: Курс лекций для студ. спец. 0405, 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1979
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	Российское образование: федеральный портал [Электронный ресурс]. –		http://www.edu.ru/ (Ссылки на внешний сайт.) Ссылки на внешний сайт..	
6.3 Перечень программного обеспечения				
П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr			
П.2	ESET NOD32 Antivirus			
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И.1	Каталог Российской государственной библиотеки (РГБ) [Электронный ресурс]. – http://www.aleph.rsl.ru (Ссылки на внешний сайт.)Ссылки на внешний сайт..			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Студент приобретает умения использовать методы статистической термодинамики для анализа химических и фазовых превращений в макроскопических системах, применять статистические методы для определения вероятности значений физических величин; описывать состояние системы заданием средних значений физических величин, определяющих то или иное ее неполное равновесие, составлять термодинамические неравенства. Студент учится определять условия эволюции и равновесия в макроскопических системах; осуществлять расчеты термодинамических функций для различных систем; осуществлять расчеты термодинамических величин газов с учетом различных квантовых эффектов; осуществлять расчеты изменения термодинамических функций для различных процессов. Полученные навыки расчетов позволяют студенту определять направления процессов и выполнять расчеты равновесия в системах, содержащих газы; определять направления процессов и выполнять расчеты равновесия в растворах; выполнять расчеты характеристик адсорбции. В итоге обучения студент становится способен развивать термодинамические модели процессов в многокомпонентных системах, решать соответствующие задачи аналитическими и численными методами, анализировать полученные результаты; обосновывать выбор адекватных моделей.

Студент приобретает навыки самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях. Это позволяет будущему специалисту осуществлять решение теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью.