

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент А.В. Козлов

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.02 Прикладная геология
Специализация:	Геологическая съёмка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых
Квалификация выпускника:	Горный инженер-геолог
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент И.Т. Жадовский

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика и кинетика» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.02 Прикладная геология», утвержденного приказом Минобрнауки России № 953 от 12.08.2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.02 Прикладная геология» специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых».

Составитель _____ к.х.н., доцент И.Т. Жадовский

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и физической химии от 07.02.2022 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., проф. О.В. Черемисина

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса

_____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины

приобретение базовых теоретических знаний в области термодинамического и кинетического описания геологических структур, условия образования и размещения в земной коре, анализа состава руд, расчетов равновесий в сложных ионно-минеральных системах, осваивают методы изучения минералов, теории растворов, кинетики геохимических процессов и особенностей химии дисперсных систем; обеспечение подготовки студентов к изучению смежных и специальных дисциплин; формирование практических навыков применения законов и методов физической химии при решении профессиональных задач.

Основные задачи дисциплины:

получение базовых теоретических основ описания геологических структур, закономерностей химических превращений в сложных ионно-минеральных системах, процессов межфазного массопереноса, методов расчета материальных и тепловых балансов физико-химических процессов образования и размещения в земной коре сложных ионно-минеральных систем;

формирование: представлений в области описания геологических и гидрогеологических структур, термодинамических расчетов описывающих химические и геохимические явления, протекающих в данных системах, определения направления протекания и кинетики процессов необходимых для применения методов прогноза, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, а также в геохимии и минералогии;

приобретение навыков обращения со специальной литературой, поиска сведений и данных в библиотечных и информационно-коммуникационных электронных ресурсах; навыков практического применения полученных знаний;

развитие способностей для самостоятельной работы; мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области прогнозирования, поиска, разведки, эксплуатации твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых, инженерно-геологических изысканий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Термодинамика и кинетика» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы специалитета по специальности «21.05.02 Прикладная геология» специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» и изучается в 4 семестре.

Предшествующим курсом, на котором непосредственно базируется дисциплина «Термодинамика и кинетика», является «Химия элементов и их соединений».

Дисциплина «Термодинамика и кинетика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Общая геохимия, Экология, Петрография, Литология.

Особенностью дисциплины является

Приобретение теоретических знаний, связанных с современными методами и подходами физико-химического моделирования процессов и явлений в геологии и минералогии, условия образования и анализа состава руд, расчетов равновесий в сложных ионно-минеральных системах и решения задач междисциплинарного характера. Получение умений и навыков в области практического применения приемов и методов физико-химического моделирования для решения задач геологии.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Термодинамика и кинетика» направлен на формирование следующих компетенций.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	ОПК-13	ОПК-13.1. Знает методы изучения и анализа вещественного состава горных пород и руд, основные геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых ОПК-13.2. Умеет решать задачи по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы. ОПК-13.3. Владеет навыками изучения и анализа вещественного состава и физико-механических свойств горных пород и руд.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Аудиторная работа, в том числе:	68	68
Лекции (Л)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	4	4
Подготовка к лабораторным занятиям	4	4
Промежуточная аттестация – экзамен	Э (36)	Э(36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Раздел 1 «Термодинамическое описание состояния равновесных систем геологических структур»	19	8	–	10	1
2.	Раздел 2 «Кинетические характеристики процессов в системах геологических структур»	13	8	–	4	1
3.	Раздел 3 «Описание состояния геологической системы через диаграммы фазового равновесия»	19	8	–	10	1
4.	Раздел 4 «Основные характеристики дисперсные системы геологических структур»	21	10	–	10	1
Итого:		72	34	–	34	4
Подготовка к экзамену		36				
ВСЕГО:		108				

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. «Термодинамическое описание состояния равновесных систем»	Химические процессы сточки зрения геологии и гидрогеологии. Внутренняя энергия. Энтальпия. Тепловой эффект изохорного и изобарного процессов. Первое начало термодинамики. Тепловой эффект химических и геохимических реакций. Закон Гесса. Термохимические уравнения. Стандартная энтальпия образования вещества. Расчет стандартной энтальпии химической реакции. Закон Кирхгофа. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии и других термодинамических функциях состояния системы. Определение направления протекания самопроизвольных процессов в геологии и гидрогеологии при различных условиях. Основные законы химического равновесия и их практическое применение для геологических систем. Управление химическими процессами	8
2	Раздел 2. «Кинетические характеристики процессов в системах геологических структур»	Протекание реакции во времени, условия образования и размещения в земной коре. Скорость, порядок и механизм химических реакций. Применение кинетических параметров для геологических систем. Кинетические уравнения для реакций различных порядков. Гетерогенные реакции и их роль в процессах образования минералов и горных пород. Катализ	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
3	Раздел 3. «Описание состояния геологической системы через диаграммы фазового равновесия»	Описание состояния геологической системы через диаграммы фазового равновесия. Понятия фазы, индивидуальные вещества, компоненты системы, число степеней свободы системы. Правило фаз Гиббса. Уравнение для расчета фазовых равновесий в однокомпонентных системах, уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Термодинамические свойства растворов и формирования минералов. Принципы построения и чтения типовых диаграмм состояния двух- и трехкомпонентных систем.	8
4	Раздел 4. «Основные характеристики дисперсные системы геологических структур»	Классификация дисперсных систем и их основные характеристики. Термодинамика поверхностных явлений геологических структур. Самопроизвольные процессы на границе раздела фаз. Адсорбция, ее практическое значение. Применение ионообменных материалов в геохимии. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидно-дисперсных систем, коагуляция.	10
ИТОГО:			34

4.2.3. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Определение теплоты диссоциации слабого электролита	2
2.		Определение интегральной теплоты растворения и гидратации соли	2
3.		Определение константы диссоциации слабого электролита кондуктометрическим методом	2
4.		Моделирование направление протекания процесса и выхода реакции	4
5.	Раздел 2.	Кинетика окисления тиосульфата натрия	2
6.		Кинетика гетерогенного процесса	2
7.	Раздел 3.	Унарные диаграммы состояния	2
8.		Диаграммы состояния неконденсированных систем	2
9.		Диаграммы жидкость-твердая фаза	4
10.		Водно-солевые системы	2
11.	Раздел 4.	Исследование молекулярной адсорбции растворенного вещества на активированном угле	2
12.		Исследование обменной адсорбции ионов	2
13.		Получение лиофобного золя	2
14.		Определение порога коагуляции	2
15.		Критическая концентрация мицеллообразования	2
ИТОГО:			34

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Лабораторные занятия составляют основу практической подготовки обучающихся.

Цели лабораторных занятий:

- развить навыки самостоятельной работы и применения теоретических знаний для решения практических задач;
- приобрести навыки обработки различных видов информации в том числе с использованием компьютерной техники;
- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

Консультации являются одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Термодинамическое описание состояния равновесных систем

1. Что описывает первый закон термодинамики?
2. От чего зависит тепловой эффект реакции?
3. Какие параметры системы позволяет определить Закон Гесса?
4. Что определяет второе начало термодинамики?
5. Как изменяется энергия Гиббса при самопроизвольном протекании процесса?
6. Какое уравнение связывает константу равновесия и изменение энергии Гиббса?
7. Какой закон позволяет вычислить изменение энтальпии при заданной температуре?
8. Какое из уравнений применяют для оценки теплоемкости твердых тел?
9. Как будет изменяться величина константы равновесия при увеличении температуры при протекании эндотермического процесса?
10. Какое уравнение описывает зависимость изменения энергии Гиббса процесса от произведения концентраций реагирующих веществ и продуктов реакции?

11. Каким образом изменится выход реакции при увеличении концентрации исходных компонентов реакции?

Раздел 2. Кинетические характеристики процессов в системах геологических структур

1. От чего зависит скорость реакции?
2. Как меняется скорость реакции при изменении температуры?
3. Какое уравнение описывает скорость гомогенного процесса?
4. Что показывает константа скорости реакции и от чего зависит ее величина?
5. Какое уравнение описывает скорость гетерогенного процесса?
6. Чему равен порядок реакции по данному реагенту равен для формально простой реакции?
7. Как выглядит уравнение зависимости константы скорости реакции от температуры?
8. Что такое порядок реакции?
9. Какими способами можно определить порядок и константу скорости реакции?

Раздел 3. Описание состояния геологической системы через диаграммы фазового равновесия

1. В каких координатах изображают диаграммы состояния гетерогенных однокомпонентных систем?
2. От чего зависят свойства гетерогенной однокомпонентной системы?
3. Как выглядит для диаграммы состояния ж=г уравнение правила фаз Гиббса?
4. Что показывают линии ликвидуса и солидуса?
5. Как выглядит дифференциальная форма уравнения Клаузиуса-Клапейрона?
6. Какую форму уравнения применяют для описания переходов между конденсированными фазами?
7. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания процесса испарения?
8. Как изменяется теплота испарения при повышении температуры?
9. Что происходит при разделении компонентов азеотропной смеси методом простой перегонки?
10. Как при помощи диаграммы состояния определить состав равновесных фаз?

Раздел 4. Основные характеристики дисперсные системы геологических структур

1. Что такое дисперсные системы?
2. Что такое поверхностная активность и поверхностное натяжение?
3. Как называются вещества, снижающие поверхностное натяжение?
4. Как влияет концентрация ПАВ в растворе на величину поверхностного натяжения?
5. Каково строение молекулы Мицеллы?
6. Какие ПАВ называются ионогенными?
7. Чем объясняется резкое снижение величины поверхностного натяжения при увеличении концентрации ПАВ в растворе?
8. Какими способами можно выразить величину адсорбции?
9. Какими процессами определяется сорбционное равновесие?
10. Что называют процессом сорбции?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену

1. Какое уравнение описывает первое начало термодинамики?
2. По какому математическому уравнению рассчитывают количество теплоты, затраченное на нагревание некоторого количества вещества в изобарном процессе?
3. Какое уравнение описывает зависимость теплоемкости от температуры?
4. Как изменяется величина энтропии для самопроизвольного процесса изолированной системы?
5. Что описывают величины фиктивности и активности?
6. От чего зависит константа равновесия?

7. Каким уравнением с величиной стандартной энергии Гиббса связана константа равновесия?
8. Каким образом в соответствии с принципом Ле-Шателье – Брауна система реагирует на внешние воздействия?
9. Как влияет повышение давления на смещение равновесия?
10. Какая математическая формула уравнения позволяет определить изобарно-изотермический потенциал системы?
11. Какое уравнение описывает скорости химической реакции по исходным веществам?
12. Какая формула соответствует дифференциальному уравнению скорости гомогенной химической реакции?
13. Какая формула соответствует дифференциальному уравнению скорости гетерогенной химической реакции?
14. Во сколько стадий идет элементарная реакция?
15. Во сколько раз возрастет скорость прямой элементарной газофазной реакции $A + 2B = D$ при увеличении давления в 2 раза?
16. Скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагентов в степенях, равных чему?
17. Каким уравнением описывается скорость прямого процесса для реакции?
18. От чего зависит скорости реакции?
19. От чего зависит константа скорости реакции?
20. Каким уравнением описывается зависимость концентрации от времени в реакции первого порядка?
21. Каким уравнением описывается зависимость концентрации от времени в реакции второго порядка?
22. Каким уравнением описывается зависимость концентрации от времени в реакции третьего порядка?
23. О чем говорит правила Вант-Гоффа?
24. Какова математическая формула правила Вант-Гоффа?
25. Какая математическая формула является уравнением Аррениуса?
26. Что такое энергия Активации?
27. Какая математическая формула является дифференциальным уравнением Клаузиуса-Клапейрона?
28. Как запишется уравнение правила фаз Гиббса для диаграммы состояния ж–г?
29. Какая математическая формула описывает закон Рауля?
30. Каким компонентом обогащен пар согласно первому закону Коновалова?
31. Как соотносятся состав пара и жидкости в точке азеотропа согласно второму закону Коновалова?
32. Какое соединение называют инконгруэнтно плавящимся?
33. От чего зависит величина внутреннего давления?
34. Что включают в себя понятие «поверхностный слой»?
35. Где сосредоточена поверхностная энергия в методе слоя конечной толщины
36. Где сосредоточена поверхностная энергия в методе избыточных величин Гиббса?
37. Как изменится с ростом температуры величина поверхностного натяжения?
38. Какая математическая формула является уравнением Этвеша?
39. Какое математическое уравнение является условием самопроизвольности адсорбции?
40. По какой формуле вычисляют величину работы когезии?
41. Что называют явлением когезии?
42. Что называют явлением адгезии?
43. Какая величина описывает интенсивность смачивания?
44. Как влияет рост температуры процесса на величину адсорбции?
45. От каких параметров молекулы зависит величина предельной адсорбции?
46. Какова формулировка правила Дюкло-Траубе?

47. Какое математическое уравнение описывает изотерму адсорбции Ленгмюра?
 48. Какое математическое уравнение описывает изотерму адсорбции Фрейндлиха?
 49. Какой вид взаимодействия находится в основе ионной (химической) адсорбции?
 50. Обычно концентрацию проскока принимают равной чему?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
Вариант 1		
1.	Какому из предлагаемых понятий соответствует определение «Совокупность взаимодействующих веществ, имеющих видимые или воображаемые границы с окружающей средой»?	1. фаза 2. термодинамическая система 3. термодинамическая вероятность 4. среда
2.	При каких из перечисленных условий внутренняя энергия будет постоянной величиной?	1. 1 в изобарных условиях 2. в изохорных условиях 3. при постоянной температуре 4. в изолированной системе
3.	Если $K^0 = \prod \tilde{P}_i$, то равновесие смещается в сторону	1. реакции с уменьшением объема 2. прямой реакции 3. реакции с увеличением газовых молей 4. то это состояние равновесия
4.	Тепловой эффект изохорного процесса равен	1. изменению энергии Гиббса системы 2. изменению Энтальпии системы 3. изменению внутренней энергии системы 4. изменению энтальпии системы
5.	Какая из формул соответствует математическому выражению первого закона термодинамики в дифференциальной форме?	1. $dS = \delta Q/T$ 2. $dU = \delta Q + \delta W$ 3. $dG = dH - TdS$ 4. $dH = dU + PdV$
6.	В зависимости от каких параметров энергия Гельмгольца становится характеристической функцией?	1. T, p 2. T, V 3. S, p 4. S, V
7.	Энтропия равна нулю при	1. 0 К (идеальный кристалл) 2. 298 К 3. 1 атм 4. постоянном давлении
8.	Легколетучий компонент кипит при	1. более высокой температуре 2. более низкой температуре 3. пониженной температуре системы 4. постоянной температуре системы
9.	По температуре замерзания раствора нельзя определить	1. теплоту плавления растворителя 2. степень диссоциации электролита 3. концентрацию раствора 4. теплоту плавления растворенного вещества

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	Для реакции $Zn + 2HCl_{(г)} = ZnCl_2 + H_2$ при повышении давления равновесие сместится в сторону	<ol style="list-style-type: none"> 1. прямой реакции 2. обратной реакции 3. не изменится 4. образования
11.	Какая из приведенных формул является уравнением Кирхгофа для нагревания вещества в пределах одного агрегатного состояния при $p=const$?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} - \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$ 2. $\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} C_V dT$ 3. $\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$ 4. $\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$
12.	На скорость химической реакции не влияет	<ol style="list-style-type: none"> 1. природа вещества 2. концентрация вещества 3. присутствие катализатора 4. изменение энтальпии
13.	Во сколько раз возрастет скорость прямой газофазной реакции $A + 2B = D$ при увеличении давления в 2 раза?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 2. 8 3. 16 4. 32
14.	Согласно правилу Вант-Гоффа, при повышении температуры на 10° скорость химической реакции	<ol style="list-style-type: none"> 1. увеличивается в 2-4 раза 2. уменьшается в 2-4 раза 3. увеличивается в 5-6 раз 4. уменьшается в 10 раз
15.	Константа скорости реакции зависит	<ol style="list-style-type: none"> 1. от концентраций реагентов 2. от парциальных давлений реагентов 3. от температуры 4. от количеств реагентов
16.	Лучше смачивает та жидкость, у которой	<ol style="list-style-type: none"> 1. меньше поверхностное натяжение 2. меньше поверхностная активность 3. больше внутреннее давление 4. есть водородные связи
17.	С увеличением дисперсности удельная поверхность	<ol style="list-style-type: none"> 1. уменьшается пропорционально 2. увеличивается пропорционально 3. увеличивается в геометрической зависимости 4. уменьшается, т.к. уменьшается размер частиц
18.	Условие самопроизвольности адсорбции	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\sigma ds_{1,2} - s_{1,2} d\sigma < 0$ 2. $d\sigma < 0$ 3. $\sigma ds_{1,2} + d\sigma < 0$ 4. $\sigma + s_{1,2} d\sigma < 0$
19.	Предельная адсорбция для данного гомологического ряда не зависит от	<ol style="list-style-type: none"> 1. поверхностной активности 2. поверхностного натяжения 3. длины углеводородного радикала 4. строения функциональной группы

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	Константа Лэнгмюра меньше единицы при адсорбции на угле	1. бензола 2. катионов металлов 3. мыла 4. ацетилацетонатов металлов
Вариант 2		
1.	При изотермических условиях работа является	1. постоянной величиной 2. термодинамическим потенциалом 3. функцией состояния 4. электрохимическим потенциалом
2.	Уравнение седиментационного равновесия лежит в основе определения	1. размера частиц 2. предельной адсорбции 3. константы Ленгмюра 4. коагулирующей способности
3.	Разность C_p и C_v для газов равна, Дж/моль·К	1. 8,31 2. 1 3. 0,5 4. 22,4
4.	При добавлении избытка неиндифферентного электролита, содержащего потенциалопределяющие ионы противоположного знака, происходит	1. рост электрокинетического потенциала 2. перезарядка поверхности 3. ничего не происходит 4. исчезновение ДЭС
5.	Зависимость теплоемкости от температуры для неорганических веществ выражается уравнением:	1. $a + bT - c'T^{-2}$ 2. $a - bT + c'T^{-2}$ 3. $a + bT + c'T^{-2}$ 4. $a + bT \cdot c'T^{-2}$
6.	Парциальным называют давление, которое оказывает газ на стенки сосуда, если он	1. давление постоянно 2. система изолирована 3. занимает объем всей системы 4. система гетерогенная
7.	При изотермическом расширении газа теплота равна:	1. 0 2. $\ln V_2/V_1$ 3. $RT \ln P_2/P_1$ 4. $P\Delta V$
8.	Энтропия возрастает в процессе	1. уменьшения газа 2. повышения давления 3. повышения температуры 4. конденсации
9.	Изменение энергии Гельмгольца вычисляется по формуле	1. $\Delta A = \Delta U - \Delta T\Delta S$ 2. $\Delta A = \Delta U + \Delta T\Delta S$ 3. $\Delta A = \Delta U - P\Delta V$ 4. $\Delta A = \Delta H + T\Delta S$
10.	Уравнение изотермы химической реакции	1. $\Delta_r G = (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)$ 2. $\Delta_r G = RT (\ln \prod \tilde{P}_i + \ln K^0)$ 3. $\Delta_r G = RT (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)$ 4. $\Delta_r G = -RT \ln K$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11.	Парциальное давление компонента газовой смеси рассчитывается по формуле	<ol style="list-style-type: none"> $P_i = m_i \cdot P_{\Sigma}$ $P_i = G_i \cdot P_{\Sigma}$ $P_i = C_i \cdot P_{\Sigma}$ $P_i = x_i \cdot P_{\Sigma}$
12.	Температура замерзания раствора	<ol style="list-style-type: none"> равна температуре замерзания чистого растворителя меньше температуры замерзания чистого растворителя равна температуре замерзания чистого растворенного вещества равна 273 К
13.	Правило фаз Гиббса для изотермической диаграммы состояния системы	<ol style="list-style-type: none"> $F = K - \Phi + 2$ $F = K - \Phi + 1$ $F = \Phi - K + 1$ $F = K + \Phi - 2$
14.	К появлению азеотропных смесей приводят	<ol style="list-style-type: none"> отклонения положительные отклонения отрицательные отклонения любые отклонения идеальные
15.	Скорость химической реакции – это	<ol style="list-style-type: none"> $\omega = \frac{1}{\nu_i} + \frac{dn_i}{d\tau}$ $\omega = \frac{1}{\nu_i} - \frac{dn_i}{d\tau}$ $\omega = \frac{1}{\nu_i} \cdot \frac{dn_i}{d\tau}$ $\omega = -\frac{dn_i}{d\tau}$
16.	Во сколько раз уменьшится скорость реакции: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{S}$. при разбавлении реагирующей смеси в 5 раз?	<ol style="list-style-type: none"> 5 25 15 35
17.	Реакции второго порядка соответствует линейная зависимость в координатах	<ol style="list-style-type: none"> $\frac{1}{c} = f(\tau)$ $c = f(\tau)$ $\ln c = f(\tau)$ $c = f(\ln \tau)$
18.	Катализаторы не влияют на	<ol style="list-style-type: none"> скорость прямой реакции скорость обратной реакции положение химического равновесия скорость реакции в целом
19.	Дисперсную систему жидкость – жидкость называют:	<ol style="list-style-type: none"> золь гель взвесь эмульсия

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	Закон Генри	1. $\Gamma = -KfC$ 2. $\Gamma = -\frac{C}{RT} g$ 3. $\Gamma = KfC$ 4. $\Gamma = Kf + C$
Вариант 3		
1.	От пути процесса зависит	1. внутренняя энергия 2. энергия Гиббса 3. энергия Гельмгольца 4. теплота
2.	Математическое выражение второго закона термодинамики имеет вид	1. $dS \leq \frac{\delta Q}{T}$ 2. $S \leq \frac{\delta Q}{T}$ 3. $dS \geq \frac{\delta Q}{T}$ 4. $dS \leq \frac{\delta G}{T}$
3.	Изобарная теплоемкость аргона равна:	1. 1,5 R 2. 26 Дж/моль·К 3. 2,5 R 4. 3 R
4.	Изменение энергии Гиббса процесса равно	1. $\Delta G = H - TS$ 2. $\Delta G = \Delta U - T\Delta S$ 3. $\Delta G = c_p \Delta T$ 4. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
5.	Для реакции $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ изменение энтропии	1. =0 2. =1 3. >0 4. <0
6.	Число компонентов в системе $NaNO_3 - CaCl_2 - H_2O$ равно:	1. 3 2. 4 3. 2,5 4. 5
7.	В соответствии с принципом Ле-Шателье – Брауна система реагирует на внешние воздействия следующим образом	1. не реагирует 2. сжимается 3. расширяется 4. старается уменьшить это воздействие
8.	Давление паров воды над разбавленным раствором неэлектролита равно	1. $p_1 = x_2 p_1^0$ 2. $\frac{p_1^0 - p_1}{p_1} = x_2$ 3. $p_1 = a_2 p_1^0$ 4. $\frac{p_1^0 - p_1}{p_1} = ix_2$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9.	При перегонке жидкость обогащена	1. низкокипящим компонентом 2. труднолетучим компонентом 3. растворенным веществом 4. всего поровну
10.	Для идеальной системы ж↔г справедлив закон	1. Ньютона 2. Коновалова 3. Клапейрона 4. Рауля
11.	Молекулярность реакции $H_2 + I_2 = 2HI$, считая ее элементарной	1. 1 2. 2 3. 3 4. 5
12.	Понижение поверхностного натяжения с ростом концентрации ПАВ усиливается	1. при уменьшении константы Лэнгмюра 2. при понижении температуры 3. при повышении предельной адсорбции 4. с увеличением длины углеводородного радикала
13.	Как изменится скорость газовой реакции $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ при увеличении концентрации H_2O в 5 раз?	1. увеличится в 5 раз 2. увеличится в 10 раз 3. увеличится в 25 раз 4. не изменится
14.	Противоионы НЕ	1. находятся в слое Штерна 2. связаны с поверхностью адсорбционными силами 3. определяют заряд гранулы 4. создают плотный и диффузный слой
15.	Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при увеличении температуры системы на 20° , если температурный коэффициент равен 2?	1. 2 2. 4 3. 6 4. 16
16.	К признакам дисперсной системы не относится	1. составляющие находятся в разных фазах 2. коллоидные растворы опалесцируют 3. одна из фаз диспергирована в другой, сплошной, фазе 4. дисперсионная фаза обязательно твердое вещество
17.	Коллоидные системы имеют размер частиц дисперсной фазы	1. меньше 10^{-9} м 2. больше 10^{-6} м 3. от 10^{-3} до 10^{-5} см 4. от 0,1 до 10^{-3} мкм
18.	Наибольшее поверхностное натяжение имеет следующая жидкость:	1. вода 2. ацетон 3. бензол 4. ртуть

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	К свойствам поверхностно не активных веществ не относится	1. с ростом концентрации поверхностное натяжение растет 2. с ростом концентрации поверхностное натяжение падает 3. не способны к молекулярной адсорбции 4. $\partial\sigma/\partial C > 0$
20.	Косинус краевого угла – это (уравнение Юнга)	1. $\cos \theta = \frac{\sigma_{m/\zeta} - \sigma_{ж/\zeta}}{\sigma_{m/\ж}}$ 2. $\cos \theta = \frac{\sigma_{m/\zeta} - \sigma_{m/\ж}}{\sigma_{ж/\zeta}}$ 3. $\cos \theta = \frac{\sigma_{m/\zeta} + \sigma_{ж/\zeta}}{\sigma_{m/\ж}}$ 4. $\cos \theta = \frac{\sigma_{m/\zeta}}{\sigma_{m/\ж}}$

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Дерябин В.А., Фарафонтова Е.П. Физическая химия дисперсных систем. Учебное пособие для вузов. Под науч. ред. Е.А. Кулешова. М.: «Юрайт». 2018. 86 с. <https://biblio-online.ru/viewer/3CCF11B9-5D0A-46F2-97AC-CF4B2DE5B86B/fizicheskaya-himiya-dispersnyh-sistem#page/1>

2. Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г. Физическая и коллоидная химия: учебник и практикум для прикладного бакалавриата. 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: «Юрайт». 2017. 379 с. <https://biblio-online.ru/viewer/2DA78425-E69E-4850-91ED-390A7527473F/fizicheskaya-i-kolloidnaya-himiya#page/1>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. Учебник. 4 издание, исправленное. М.: «Высшая школа». 2001. 527 с. http://www.studmed.ru/stromberg-ag-semchenko-dp-fizicheskaya-himiya_0216af111e9.html

2. Гельфман М.И. Коллоидная химия. Учебник / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. СПб.: «Лань». 2017. 336 с. <https://e.lanbook.com/book/91307>

3. Зимон А.Д. Физическая химия. Учебник для вузов. М.: «Агар». 2006. 320 с. http://www.studmed.ru/zimon-ad-fizicheskaya-himiya-uchebnik-dlya-vuzov_261fe4210a0.html

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Термодинамика и кинетика. Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Т.Е. Литвинова, И.Т. Жадовский. СПб.: 2018. 57с.

2. Термодинамика и кинетика. Расчеты термодинамических параметров. Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Т.Е. Литвинова, И.Т. Жадовский. СПб.: 2018. 42с.

3. Термодинамика и кинетика. Фазовые диаграммы. Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Т.Е. Литвинова, И.Т. Жадовский. СПб.: 2019. 64с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»; www.garant.ru

2. Справочно-поисковая система Консультант Плюс; www.consultant.ru/

3. Электронно-библиотечная система «Лань»; <https://e.lanbook.com/books>

4. Электронно-библиотечная система «Znanium.com»; <http://znanium.com>

5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»; <http://biblioclub.ru>

6. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор»; <http://www.bibliocomplectator.ru>

7. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

8. Термические константы веществ. Электронная база данных. <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>

9. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

10. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий

56 посадочных мест

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 56 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 29 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

52 посадочных места

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 52 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 26 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 3 шт. Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.1.2. Аудитории для проведения практических занятий

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 3 шт. Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

28 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 3 шт. Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) – 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол –

4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).