

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
профессор М.А. Пашкевич

Проректор по образовательной
деятельности Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	05.03.06 Экология и природопользование
Направленность (профиль):	Природопользование
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	профессор О.В. Черемисина

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», утвержденного приказом Минобрнауки России № 894 от 07.08.2020 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», направленность «Природопользование».

Составитель _____ д.т.н., проф. О.В. Черемисина

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

Заведующий кафедрой
физической химии _____ д.т.н., профессор О.В. Черемисина

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Физическая химия» - является комплексной общетехнической дисциплиной, включающей основы для последующего логического перехода к изучению цикла профессиональных дисциплин по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование», направленности «Природопользование» в соответствии с технологическим и проектным типами задач профессиональной деятельности.

Цель изучения дисциплины «Физическая химия» - формирование у студентов базовых знаний в области физической химии, подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с предметом, формирование у студентов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественно-научного мышления, ознакомление с методологией научных исследований; умение применения законов физической химии для анализа химических и технологических процессов с учетом экологических вопросов, применение методов химической идентификации, методов теоретического и экспериментального исследований.

Основными задачами дисциплины «Физической химия» являются получение базовых теоретических основ, общих законов и закономерностей химических превращений, процессов межфазного массопереноса, методов расчета материальных и тепловых балансов физико-химических процессов; формирование представлений в области прогнозирования протекания физико-химических процессов, их термодинамики и кинетики при создании, внедрении и эксплуатации методов, способов и средств получения веществ и материалов; приобретение навыков практического применения полученных знаний, способностей для самостоятельной работы; развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области технологии обеспечения безопасной и эффективной реализации геотехнологий добычи, переработки твердых полезных ископаемых, экологии и рационального природопользования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физическая химия» относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», направленность (профиль) «Природопользование» и изучается во 4-ом семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физическая химия» являются Химия, Аналитическая химия.

Дисциплина «Физическая химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Горнопромышленная экология, Коллоидная химия, Экоаналитическая химия и физико-химические методы анализа.

Особенностью дисциплины является формирование современного научного подхода к технологической деятельности в единстве с природоохранной и экологической.

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

Процесс изучения дисциплины «Физическая химия» направлен на формирование следующих компетенций

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Знает основные методы и средства экологического контроля состояния окружающей среды: контактные и неконтактные	ПКС-1	ПКС-1.1. Знает основные методы и средства экологического контроля состояния окружающей среды: контактные и неконтактные. ПКС-1.2. Умеет грамотно проводить натурные исследования состояния компонентов природной среды, отбирать материал для лабораторного исследования горных пород, отходов, почв, атмосферного воздуха, природных и сточных вод для диагностики уровня их загрязнения. ПКС-1.3. Владеет навыками пробоотбора, диагностики различных химических элементов и соединений в различных геосферах и различными методами.

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:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	24	24
Подготовка к практическим занятиям	12	12
Подготовка к лабораторным занятиям	12	12
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э (36)	Э (36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак. час.	108
	зач. ед.	3

4.2. Содержание дисциплины

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

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Основы химической термодинамики»	16	4	2	4	6
Раздел 2 «Химическое равновесие»	16	4	2	4	6
Раздел 3 «Фазовые равновесия и свойства растворов»	24	4	10	4	6
Раздел 4 «Химическая кинетика»	16	4	2	4	6
Итого:	72	16	16	16	24
Подготовка к экзамену	36				
Всего:	108				

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Предмет и задачи термодинамики, ее значение для экологов. Первое начало. Тепловой эффект изохорного и изобарного процессов, понятие об энтальпии. Теплоемкость, ее использование для расчетов тепловых эффектов процессов. Расчет тепловых эффектов химических реакций. Закон Гесса. Стандартные энтальпии образования соединений. Тепловые эффекты реакций в растворах. Стандартные энтальпии образования ионов. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры, закон Кирхгофа. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии. Закономерности изменения энтропии. Вычисление энтропии. Энтропия ионов в растворах. Учение о химическом сродстве. Термодинамические потенциалы Гельмгольца и Гиббса, их вычисление. Определение направления протекания химических реакций. Третье начало термодинамики.	4
2	Раздел 2	Парциальные молярные величины, их определение по экспериментальным данным и путем интегрирования уравнения Гиббса-Дюгема. Химический потенциал.	4

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Понятие об активности и фугитивности. Химическое равновесие. Константа равновесия. Уравнение изотермы реакции. Влияние внешних условий на равновесие. Принцип Ле-Шателье.	
3	Раздел 3	Основные понятия: фаза, составляющее вещество и компонент системы, термодинамические степени свободы. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Свойства растворов. Закон Рауля для идеальных и предельно разбавленных растворов. Учет диссоциации растворенного вещества. Растворимость газов, законы Генри и Сивертса. Температуры замерзания и кипения растворов, криоскопия и эбуллиоскопия. Уравнение Шредера. Осмотическое давление растворов. Обратный осмос, его использование для очистки стоков.	4
4	Раздел 4	Формальная кинетика. Порядок реакции и способы его определения. Зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации, её определение. Теории активных столкновений и переходного состояния (активированного комплекса). Механизм гомогенного и гетерогенного катализа.	4
Итого:			16

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Расчет энергии Гиббса реакции при заданной температуре	2
2	Раздел 2.	Расчет равновесного состава системы	2
3	Раздел 3.	Двухкомпонентные диаграммы состояния жидкость-газ	2
4	Раздел 3.	Двухкомпонентные диаграммы состояния жидкость-твердое (типовые диаграммы)	2
5	Раздел 3.	Двухкомпонентные диаграммы состояния жидкость-твердое (типовые диаграммы)	2
6	Раздел 3.	Диаграммы состояния трехкомпонентных систем	2
7	Раздел 3.	Диаграммы состояния водно-солевых систем	2
8	Раздел 4.	Расчет константы скорости реакции	2
Итого:			16

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Определение интегральной теплоты растворения	2
2	Раздел 1.	Определение энтальпии диссоциации слабого электролита	2
3	Раздел 2.	Определение константы нестойкости роданидного комплекса	2

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
		железа фотометрическим методом	
4	Раздел 2.	Определение константы диссоциации слабого электролита кондуктометрическим методом	2
5	Раздел 3.	Криометрия	2
6	Раздел 3.	Экстракция	2
7	Раздел 4.	Определение константы скорости реакции	2
8	Раздел 4.	Исследование кинетики ионообменной адсорбции	2
Итого:			16

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.

Практические занятия. Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Целью практических занятий является совершенствование умений и навыков решения практических задач.

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 (текущая консультация, накануне экзамена) 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, в подготовке письменных работ (проектов).

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 текущего контроля успеваемости

6.1.1. Тематика для самостоятельной подготовки

Раздел 1. Основы химической термодинамики

1. На каком законе термодинамики основано измерение теплового эффекта реакции?
2. Какие величины надо знать или экспериментально определить для установления теплового эффекта реакции?
3. Какова формулировка закона Гесса?
4. Каков алгоритм расчета теплового эффекта реакции, протекающей в водном растворе?
5. Какая формула отображает уравнение Кирхгофа в дифференциальной форме?

Раздел 2. Химическое равновесие

1. Каким признакам должна отвечать системы, находящаяся в состоянии равновесия?
2. Какая формула отображает уравнение изобары химической реакции?
3. Какую зависимость называют уравнением изотермы химической реакции?
4. Какова формулировка правила Ле-Шателье?
5. Какова формула химического потенциала неидеального раствора?

Раздел 3. Фазовые равновесия и свойства растворов

1. Какие параметры влияют на свойства гетерогенной однокомпонентной системы?
2. Как выглядит дифференциальная форма уравнения Клаузиуса-Клапейрона?
3. Что показывают линии ликвидуса и солидуса?
4. Возможно ли разделение компонентов азеотропной смеси методом простой перегонки?
5. Как при помощи диаграммы состояния определить состав равновесных фаз?

Раздел 4. Химическая кинетика

1. Что такое скорость реакции?
2. Каким уравнением описывается зависимость скорости процесса от концентрации реагирующих веществ?
3. Что показывает константа скорости реакции и от чего зависит ее величина?
4. Что такое порядок реакции?
5. Какими способами можно определить порядок и константу скорости реакции?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену по дисциплине «Физическая химия»

1. Какая термодинамическая величина определяет тепловой эффект изобарного процесса без совершения другой работы, кроме работы расширения?
2. Какое математическое дифференциальное уравнение описывает истинную теплоемкость изобарного процесса?
3. Какой величине равна разность $C_p - C_v$ для газов?

4. Какое математическое уравнение описывает зависимость теплоемкости от температуры?
5. Какой вид имеет математическое выражение второго закона термодинамики?
6. Какой формулой определяется изменение энтропии при фазовом переходе?
7. По какому закону вычисляют изменение энтропии при протекании химической реакции?
8. Какая функция является термодинамическим потенциалом в изохорно-изотермических условиях?
9. Какую парциальную молярную величину называют химическим потенциалом?
10. Какое математическое уравнение является формулой для химического потенциала компонента идеального газа?
11. Как изменяется величина коэффициента летучести газа с ростом давления?
12. Каким выражением активность компонента связана с концентрацией?
13. Какой термодинамической величиной однозначно определяется величина константы равновесия при данной температуре и давлении?
14. Каким образом в соответствии с принципом Ле-Шателье – Брауна система реагирует на внешние воздействия?
15. Как влияет повышение температуры на смещение равновесия?
16. Как влияет повышение давления на смещение равновесия?
17. Как влияет разбавление газовой смеси инертными газами на смещение равновесия?
18. В какую сторону в результате разбавления газовой реакционной смеси инертным газом смещается равновесие?
19. Какая математическая формула является уравнением изобары?
20. Каким термодинамическим параметром согласно уравнению Шредера, определяется растворимость твердого вещества?
21. Какую характеристику растворенного вещества можно определить по понижению давления насыщенного пара?
22. Как влияет рост концентрации раствора на величину давления насыщенного пара растворителя?
23. Какое математическое уравнение является закон Рауля для неидеального раствора?
24. Как соотносятся между собой температура замерзания раствора и температура замерзания чистого растворителя?
25. Какое математическое уравнение описывает изменение температуры замерзания реального раствора?
26. Как увеличение концентрации раствора влияет на температуру его кипения?
27. Какая математическая формула является дифференциальным уравнением Клаузиуса-Клапейрона?
28. Какая математическая формула описывает закон Рауля?
29. Каким компонентом обогащен пар согласно первому закону Коновалова?
30. Как соотносятся состав пара и жидкости в точке азеотропа согласно второму закону Коновалова?
31. Какое соединение называют инконгруэнтно плавящимся?
32. Каким уравнением определяется скорость прямого процесса для реакции (считая ее элементарной) $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$?
33. Какой параметр влияет на величину константы скорости реакции?

34. Каким уравнением описывается зависимость концентрации от времени в реакции первого порядка?

35. Каким уравнением описывается зависимость концентрации от времени в реакции второго порядка?

36. Каким уравнением описывается зависимость концентрации от времени в реакции третьего порядка?

37. Каково уравнение константы скорости реакции первого порядка?

38. Какова формулировка правила Вант-Гоффа?

39. Какова математическая формула правила Вант-Гоффа?

40. Какая математическая формула является уравнением Аррениуса?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
Вариант 1		
1.	Энтальпия – это	1. $U + PV$ 2. $U - TS$ 3. $H - TS$ 4. $U - PV$
2.	В задачи термодинамики не входит	1. расчет тепловых эффектов и теплового баланса системы 2. расчет равновесного состава и выхода готового продукта 3. расчет энергии активации 4. расчет оптимальных условий проведения процесса
3.	Изобарная теплоемкость аргона равна	1. 1,5 R 2. 26 Дж/моль·К 3. 2,5 R 4. 3 R
4.	Изобарная теплоемкость при 298 К равна 26 Дж/(моль·К) у данного вещества	1. CaO 2. MgCO ₃ 3. В 4. Ca
5.	Зависимость теплоемкости от температуры описывается при помощи рядов	1. Келли 2. Кирхгофа 3. Фролова 4. Стромберга
6.	Энтропия является критерием самопроизвольности процесса для	1. закрытых систем 2. открытых систем 3. изолированных систем 4. изотермических систем
7.	Для расчета теплового эффекта реакции в водном растворе при $P, T = \text{const}$ следует использовать для ионов	1. энтальпии образования в водном растворе. 2. энтальпии образования 3. энтальпии образования в жидком аммиаке. 4. энтальпии разложения в водном растворе.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
8.	Для индивидуального вещества ПМВ равна	<ol style="list-style-type: none"> 1. экстенсивному свойству данного вещества 2. интенсивному свойству данного вещества 3. молярному свойству данного вещества 4. экстенсивному свойству системы
9.	Энергия Гиббса системы может быть вычислена как	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Delta G_{\Sigma} = \sum \mu_i x_i$ 2. $\Delta G_{\Sigma} = -\sum \mu_i x_i$ 3. $\Delta G_{\Sigma} = \sum \mu_i dx_i$ 4. $\Delta G_{\Sigma} = \sum \mu_i p_i$
10.	Величины активностей компонента в различных концентрационных шкалах зависят от способа выражения концентрации	<ol style="list-style-type: none"> 1. не зависят 2. относятся друг к другу так же, как сами концентрации 3. не могут сравниваться 4. каждый раз должны определяться отдельно
11.	Если $K^0 = \prod \tilde{P}_i$, то равновесие смещается в сторону	<ol style="list-style-type: none"> 1. реакции с уменьшением объема 2. прямой реакции 3. то это состояние равновесия 4. обратной реакции
12.	Разбавление газовой смеси инертными газами	<ol style="list-style-type: none"> 1. сдвигает равновесие в сторону эндотермического процесса 2. не влияет на равновесие 3. сдвигает равновесие в сторону образования газообразных веществ 4. сдвигает равновесие в сторону поглощения газообразных веществ
13.	Условие равновесия в гетерогенной системе	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\mu_1 = \mu_2$ 2. $\mu_1 > \mu_2$ 3. $\mu_1 = -\mu_2$ 4. $\mu_1 \neq \mu_2$
14.	Пользуясь уравнением Шредера, можно определить	<ol style="list-style-type: none"> 1. точку эвтектики 2. точку перитектики 3. точку азеотропа 4. тройную точку
15.	Температура замерзания раствора	<ol style="list-style-type: none"> 1. равна температуре замерзания чистого растворителя 2. больше температуры замерзания чистого растворителя 3. меньше температуры замерзания чистого растворителя 4. равна температуре замерзания чистого растворенного вещества
16.	Температурная остановка на кривой охлаждения сплавов тройной системы соответствует	<ol style="list-style-type: none"> 1. ликвидусу 2. двойной эвтектике 3. тройной эвтектике 4. образованию твердого раствора

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17.	Согласно второму закону Коновалова состав равновесного пара над смесью в точке азеотропа	<ol style="list-style-type: none"> 1. не равен составу жидкости 2. больше состава жидкости 3. равен составу жидкости 4. не зависит от состава жидкости
18.	Для реакции (считая ее элементарной) $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ скорость прямого процесса определяется уравнением:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $w = k \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]$ 2. $w = k[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]^2$ 3. $w = k[\text{H}_2]^3 \cdot [\text{I}_2]$ 4. $w = k[\text{HI}]^2$
19.	Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при увеличении температуры системы на 30° , если температурный коэффициент равен 2?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 2. 6 3. 8 4. 16
20.	Уравнение константы скорости реакции второго порядка	<ol style="list-style-type: none"> 1. $k = \frac{1}{\tau} \cdot \ln \frac{C_0}{C}$ 2. $k = \frac{1}{\tau} \cdot \left(\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} \right)$ 3. $k = \frac{1}{2\tau} \cdot \left(\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} \right)$ 4. $k = \frac{1}{2\tau} \cdot \left(\frac{1}{C^2} - \frac{1}{C_0^2} \right)$

Вариант 2

1.	Внутренняя энергия постоянна	<ol style="list-style-type: none"> 1. в изобарных условиях 2. при постоянной температуре 3. в изолированной системе 4. в адиабатических условиях
2.	Тепловой эффект изохорного процесса равен	<ol style="list-style-type: none"> 1. изменению энергии Гиббса системы 2. изменению Энтальпии системы 3. изменению внутренней энергии системы 4. изменению энтальпии системы
3.	Изохорная теплоемкость CO_2 равна	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1,5 R 2. 2,5 R 3. 3,5 R 4. 0,5 RT
4.	Тепловой эффект реакции в водном растворе при $P, T = \text{const}$ рассчитывают по	<ol style="list-style-type: none"> 2. молекулярному уравнению реакции. 3. полному ионному уравнению. 4. сокращенному ионному уравнению. 5. системе фазовых превращений.
5.	Изменение коэффициентов a, b, c, c' для химической реакции вычисляется по закону	<ol style="list-style-type: none"> 1. Келли 2. Кирхгофа 3. Гесса 4. Стромберга
6.	Для газовой реакции $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ изменение энтропии	<ol style="list-style-type: none"> 1. =0 2. =1 3. >0 4. <0

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
7.	Уравнение, объединяющее I и II законы термодинамики	1. $TdS \geq dU - pdV$ 2. $dU + pdV \geq TdS$ 3. $TdS \geq dU + pdV$ 4. $dU - pdV \geq TdS$
8.	Для реакции в водном растворе изменение энергии Гиббса можно вычислить	1. по закону Гесса, используя энтальпии образования ионов в водном растворе 2. по закону Гесса, используя теплоемкости ионов в водном растворе 3. по закону Гесса, используя энергии Гиббса образования ионов в водном растворе 4. по закону Гесса, используя энергии Гиббса разложения ионов в водном растворе
9.	Фугитивность имеет размерность	1. температуры 2. давления 3. Дж/моль 4. кг/м ³
10.	Активность компонента связана с концентрацией выражением	1. $a = \gamma + C$ 2. $a = \gamma - C$ 3. $a = C \cdot \gamma$ 4. $a = -\gamma \cdot C$
11.	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. $\Delta_r G = RT \ln \prod \tilde{P}_i$
12.	Парциальное давление компонента газовой смеси рассчитывается по формуле	1. $P_i = m_i \cdot P_\Sigma$ 2. $P_i = C_i \cdot P_\Sigma$ 3. $P_i = x_i + P_\Sigma$ 4. $P_i = x_i \cdot P_\Sigma$
13.	Для реакции $3\text{H}_2(\text{г}) + \text{N}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$ увеличение давления приведет к смещению равновесия в сторону	1. экзотермической реакции 2. прямой реакции 3. эндотермической реакции 4. на равновесие не влияет
14.	Уравнение Клаузиуса-Клапейрона	1. $\frac{\Delta_{\phi.n.H}}{T} = \frac{dP}{dT}$ 2. $\frac{\Delta_{\phi.n.H}}{RT} = \frac{dP}{dT}$ 3. $\frac{\Delta_{\phi.n.H}}{T\Delta V} = \frac{dP}{dT}$ 4. $\frac{\Delta_{\phi.n.H}}{T\Delta V} = -\frac{dP}{dT}$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
15.	Давление паров воды над разбавленным раствором неэлектролита равно	<ol style="list-style-type: none"> $p_1 = x_2 p_1^0$ $p_1 = a_2 p_1^0$ $\frac{p_1^0 - p_1}{p_1} = ix_2$ $\frac{p_1^0 - p_1}{p_1} = m_2$
16.	Методом простой перегонки систему с азеотропом можно разогнать на	<ol style="list-style-type: none"> два чистых компонента и азеотропную смесь один чистый компонент два чистых компонента один чистый компонент и азеотропную смесь
17.	В задачи кинетики не входит определение	<ol style="list-style-type: none"> времени протекания процесса механизме протекания процесса зависимости скорости процесса от температуры теплового баланса
18.	Скорость химической реакции – это	<ol style="list-style-type: none"> $\omega = \frac{1}{\nu_i} + \frac{dn_i}{d\tau}$ $\omega = \frac{dn_i}{d\tau}$ $\omega = \frac{1}{\nu_i} \cdot \frac{dn_i}{d\tau}$ $\omega = -\frac{dn_i}{d\tau}$
19.	Молекулярность реакции $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$, считая ее элементарной	<ol style="list-style-type: none"> 1 3 4 5
20.	Порядок реакции равен	<ol style="list-style-type: none"> числу исходных реагентов сумме стехиометрических коэффициентов исходных веществ произведению стехиометрических коэффициентов исходных веществ сумме показателей степени при концентрациях в главном кинетическом уравнении
Вариант 3		
1.	При изотермических условиях работа является	<ol style="list-style-type: none"> термодинамическим потенциалом функцией состояния химическим потенциалом электрохимическим потенциалом
2.	Разность $C_p - C_v$ для твердых тел равна, Дж/моль·К	<ol style="list-style-type: none"> 8,31 1 0,75 22,4

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	Тепловой эффект процесса при заданной температуре вычисляют по уравнению	1. Кольрауша 2. Гесса 3. Кирхгофа 4. Клапейрона
4.	Энтропия возрастает в процессе	1. сжатия газа 2. повышения давления 3. повышения температуры 4. кристаллизации
5.	Термодинамический потенциал – это	1. максимальная работа, которую может совершить система в необратимом процессе при данных условиях 2. максимальная работа, которую может совершить система в обратимом процессе при данных условиях 3. минимальная работа, которую может совершить система в необратимом процессе при данных условиях 4. максимальная работа, которую можно совершить над системой
6.	Для $S, V = \text{const}$ критерием самопроизвольного процесса является	1. энергия Гиббса 2. энтальпия 3. энтропия 4. внутренняя энергия
7.	Тепловой эффект реакции в изобарно-изотермических условиях равен	1. разности энтальпий образования конечных и исходных веществ 2. разности энтальпий сгорания конечных и исходных веществ 3. разности энтальпий растворения исходных и конечных веществ 4. сумме энергии кристаллической решетки и энтальпии растворения
8.	Коэффициент фугитивности – это	1. поправка на неидеальность газовой смеси 2. поправка к статье конституции 3. коэффициент, характеризующий поверхностную активность 4. поправка на неидеальность поверхности
9.	Химический потенциал компонента идеального раствора возрастает пропорционально	1. давлению 2. логарифму давления 3. мольной доле 4. логарифму мольной доли
10.	С величиной стандартной энергии Гиббса константа равновесия связана уравнением	1. $\Delta_r G^0 = (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)$ 2. $\Delta_r G^0 = RT (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)$ 3. 4. $\Delta_r G^0 = RT \ln \prod f_i$ 4. $\Delta_r G^0 = -RT \ln K$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11.	В соответствии с принципом Ле-Шателье – Брауна, система реагирует на внешние воздействия следующим образом	<ol style="list-style-type: none"> 1. не реагирует 2. сжимается 3. расширяется 4. старается уменьшить это воздействие
12.	Уравнение изобары	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} T^2$ 2. $\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} - \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)$ 3. $\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} + \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)$ 4. $\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)$
13.	По температуре замерзания раствора нельзя определить	<ol style="list-style-type: none"> 1. теплоту плавления растворителя 2. степень диссоциации электролита 3. концентрацию раствора 4. теплоту плавления растворенного вещества
14.	Для диаграммы состояния ж↔г уравнение правила фаз Гиббса	<ol style="list-style-type: none"> 1. $F = K - \Phi + 2$ 2. $F = K - \Phi + 1$ 3. $F = \Phi - K + 1$ 4. $F = K + \Phi - 2$
15.	При перегонке жидкость обогащена	<ol style="list-style-type: none"> 1. низкокипящим компонентом 2. труднолетучим компонентом 3. растворителем 4. растворенным веществом
16.	Гомогенные процессы – это когда	<ol style="list-style-type: none"> 1. реакция происходит в одной фазе 2. реакция идет на поверхности раздела фаз 3. все компоненты – в одной фазе 4. все компоненты в разных фазах
17.	Для реакции (считая ее элементарной) $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$ скорость прямого процесса определяется уравнением	<ol style="list-style-type: none"> 1. $w = k \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{N}_2]$ 2. $w = k[\text{H}_2] \cdot [\text{N}_2]^2$ 3. $w = k[\text{H}_2]^3 \cdot [\text{N}_2]$ 4. $w = k[\text{NH}_3]^2$
18.	Для реакций, протекающих в объеме	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\omega = \frac{1}{V\nu_i} \cdot \frac{dn_i}{d\tau}, V = \text{const}$ 2. $\omega = \frac{1}{\nu_i} \cdot \frac{dn_i}{d\tau}, V = \text{const}$ 3. $\omega = \frac{1}{V\nu_i} \cdot \frac{dn_i}{d\tau}, V \neq \text{const}$ 4. $\omega = \frac{1}{V\nu_i} - \frac{dn_i}{d\tau}, V = \text{const}$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	Зависимость концентрации от времени в реакции второго порядка описывается уравнением	1. $\ln c = \ln c_0 + k\tau$ 2. $\frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} - k\tau$ 3. $\frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} + k\tau$ 4. $\frac{1}{c^2} = \frac{1}{c_0^2} + 2k\tau$
20.	Реакции первого порядка соответствует линейная зависимость в координатах	1. $\frac{1}{c} = f(\tau)$ 2. $c = f(\tau)$ 3. $\ln c = f(\tau)$ 4. $\frac{1}{c^2} = f(\tau)$

6.3 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации экзамена

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, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные 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
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Еремин В.В. Основы физической химии. Теория. Учебник в двух частях / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская М.: «Лаборатория знаний». 2021. 620 с. <https://my-shop.ru/shop/product/3503051.html>

2. Горшков В.И., Кузнецов И.А. Основы физической химии. Учебник. М.: «Лаборатория знаний». 2017. 410 с. <https://e.lanbook.com/book/97412>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. Учебник. 4 издание, исправленное. М.: «Высшая школа». 2009. 527 с. http://www.studmed.ru/stromberg-ag-semchenko-dp-fizicheskaya-himiya_0216af111e9.html

2. Древинг В.П., Калашников Я.А. Правило фаз с изложением основ термодинамики. Издание 2, переработанное и дополненное. М., Изд-во Московского ун-та. 1964. 456 с. <https://www.twirpx.com/file/1287874/>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Черемисина О.В., Литвинова Т.Е. Специальные главы химии. Фазовые равновесия. Кинетика химических реакций. Расчёты в коллоидной химии. Методические указания для самостоятельной работы студентов. СПб. – Горный университет. 2016. 54 с. <http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-212.pdf>

2. Черемисина О.В., Литвинова Т.Е. Специальные главы химии. Химическая термодинамика. Методические указания для самостоятельной работы студентов. СПб. – Горный университет. 2016. 56 с. <http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-213.pdf>

3. Физическая и коллоидная химия: Методические указания к лабораторным работам/ Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: О.В. Черемисина, О.Л. Лобачева, Д.С. Луцкий, Т.Е. Литвинова. СПб, 2015. 64 с.

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

1. Материалы открытого доступа портала: syl.ru
2. Материалы открытого доступа портала: meteoinfo.ru
3. Материалы открытого доступа портала: spravochnick.ru/
4. Материалы открытого доступа портала: protrud.com
5. Материалы открытого доступа портала: helpiks.org
6. Материалы открытого доступа портала: gosthelp.ru

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

8.1.1. Аудитории для проведения лекционных и практических занятий

Специализированные аудитории, используемые при проведении лекций и практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

8.2. Помещение для проведения самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 24 посадочных места. Кресло 7875 A25 оранжевое – 25 шт., стол аудиторный для студентов – 25 шт., моноблок Dell OptiPlex 7470 AIO CTO23.8" – 25 шт., лазерный принтер Xerox Phaser 3610DN – 1 шт, шкафчик для раздевалки Экспресс 5 – 4 шт., доска аудиторная под фламастер – 1 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional,; Microsoft Office 2007 Professional Plus, 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).

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 Professional Plus, 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).

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional, 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).

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, 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).

8.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Open.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus.