

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 Пряхин Е.И.**

**Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль):	Материаловедение и технологии новых материалов
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Луцкий Д.С.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» составлена:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённого приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 701 от 2 июня 2020 г.

– на основании учебного плана подготовки по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», направленность (профиль): «Материаловедение и технологии новых материалов».

Составитель: _____ к.т.н., доц. Д.С. Луцкий

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 термодинамики и кинетики протекания физико-химических процессов, в том числе сопровождающихся изменением состава и количества фаз; 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, 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 получения и обработки материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физическая химия» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профилю подготовки «Материаловедение и технологии новых материалов» и изучается в 4 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физическая химия» являются: математика (решение степенных уравнений, понятия о логарифмировании, дифференцировании, анализе функции); физика (электростатика, законы Фарадея, законы идеальных газов); неорганическая химия (основные понятия и законы, представления о строении вещества и закономерностях протекания химических реакций); аналитическая химия (основные приемы и практический навык выполнения анализа состава веществ методами классического химического анализа).

Дисциплина «Физическая химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Экология (5 семестр), Физико-химические основы нанотехнологий (7 семестр), Технология материалов и покрытий (7 семестр).

Особенностью дисциплины является владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физической химии в объеме, необходимом для усвоения основ материаловедения и технологии материалов, применения технологий рационального природопользования.

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		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	ОПК-2	ОПК-2.3. Применяет законы физической химии для анализа химических и технологических процессов с учетом экологических фазовых равновесий
Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли	ОПК-7	ОПК-7.1. Применяет методы химической идентификации; методы теоретического и экспериментального исследования в химии; расчеты по формулам соединений и уравнениям реакций

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Физическая химия» составляет 3 зачетные единицы, **108** ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Аудиторные занятия, в том числе:	54	54
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	54	54
Подготовка к практическим занятиям	27	27
Подготовка к лабораторным работам	27	27
Вид промежуточной аттестации – диффер. зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины	–	–
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, 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 «Основы химической термодинамики»	24	4	2	4	14
2.	Раздел 2 «Химическое равновесие»	24	4	2	4	14
3.	Раздел 3 «Фазовые равновесия и свойства растворов»	32	4	12	4	12
4.	Раздел 4 «Химическая кинетика»	28	6	2	6	14
ИТОГО:		108	18	18	18	54

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Основы химической термодинамики	Первое начало термодинамики. Тепловой эффект изохорного и изобарного процессов, понятие об энтальпии. Теплоемкость. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры, закон Кирхгофа. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии. Третье начало термодинамики. Учение о химическом сродстве. Определение направления протекания химических реакций.	4
2.	Химическое равновесие	Уравнение изотермы реакции. Константа равновесия. Расчет равновесного состава реакционной смеси. Влияние внешних условий на равновесие. Принцип Ле-Шателье. Вычисление константы равновесия при различных температурах по уравнению изобары реакции, по приведенным энергиям Гиббса и по методу Тёмкина-Шварцмана.	4
3.	Фазовые равновесия и свойства растворов	Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса, Свойства растворов. Растворимость газов, закон Генри. Элементы электрохимии: уравнение Нернста, электродный потенциал.	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
4.	Химическая кинетика	Формальная кинетика. Порядок реакции и способы его определения. Кинетика сложных гомогенных, фотохимических, цепных и гетерогенных реакций. Зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации, её определение. Теории активных столкновений и переходного состояния (активированного комплекса). Механизм гомогенного и гетерогенного катализа.	6
ИТОГО:			18

4.2.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Расчет направления протекания химической реакции	2
2.	Раздел 2.	Расчет выхода реакции	2
3.	Раздел 3.	Диаграммы состояния однокомпонентных систем	2
		Диаграммы состояния неконденсированных систем	2
		Диаграммы состояния двухкомпонентных конденсированных систем	6
		Диаграммы состояния трехкомпонентных систем	2
4.	Раздел 4.	Расчет кинетических параметров химической реакции	2
ИТОГО:			18

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Определение интегральной теплоты растворения соли и теплоты гидратообразования	2
		Определение энтальпии диссоциации слабой кислоты	2
2.	Раздел 2.	Определение степени диссоциации слабого электролита кондуктометрическим методом	2
		Определение константы нестойкости роданида железа фотометрическим методом	2
3.	Раздел 3.	Экстракция цветных металлов карбоновой кислотой	2
		Давление насыщенного пара	2
4.	Раздел 4.	Определение константы скорости реакции	2
		Кинетика ионного обмена	2
		Кинетика молекулярной сорбции	2
ИТОГО:			18

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 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

Раздел 1. Основы химической термодинамики

1. От каких параметров системы зависит тепловой эффект реакции и теплоемкость?
2. На каком законе термодинамики основано измерение теплового эффекта реакции?
3. Какие величины надо знать или экспериментально определить для установления теплового эффекта реакции?
4. Какова формулировка закона Гесса?

5. Каков алгоритм расчета теплового эффекта реакции, протекающей в водном растворе?

6. Какая формула отображает уравнение Кирхгофа в дифференциальной форме?

Раздел 2. Химическое равновесие

1. Каким признакам должна отвечать система, 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. На чем основан метод физико-химического анализа гетерогенных систем?

2. Какие параметры влияют на свойства гетерогенной однокомпонентной системы?

3. В каких координатах изображают диаграммы состояния гетерогенных однокомпонентных систем?

4. Как выглядит дифференциальная форма уравнения Клаузиуса-Клапейрона?

5. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания переходов между конденсированными фазами?

6. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания процесса испарения?

7. Как изменяется теплота испарения при повышении температуры?

8. Что показывают линии ликвидуса и солидуса?

9. Возможно ли разделение компонентов азеотропной смеси методом простой перегонки?

10. Как при помощи диаграммы состояния определить состав равновесных фаз?

Раздел 4. Химическая кинетика

1. Что изучает наука кинетика?

2. Что такое скорость реакции?

3. Какое уравнение описывает скорость гомогенного процесса?

4. Какое уравнение описывает скорость гетерогенного процесса?

5. Каким уравнением описывается зависимость скорости процесса от концентрации реагирующих веществ?

6. Что показывает константа скорости реакции и от чего зависит ее величина?

7. Что такое порядок реакции?

8. Какими способами можно определить порядок и константу скорости реакции?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к дифференцированному зачету

1. Запишите уравнения состояния идеального и реального газов.

2. Сформулируйте первый закон термодинамики.

3. Запишите уравнение первого закона термодинамики с учетом работы немеханических сил.

4. Что такое теплоемкость? Чему равна теплоемкость при постоянном объеме, при постоянном давлении?

5. Каким уравнением выражается температурная зависимость теплоемкости?
6. Чему равна теплота при постоянном объеме, при постоянном давлении? Докажите.
7. Сформулируйте закон Гесса.
8. Как вычислить стандартную энтальпию химической реакции?
9. Запишите уравнение Кирхгофа. Для чего оно используется?
10. Сформулируйте второй закон термодинамики.
11. В чем заключается статистическое определение энтропии?
12. Как определяется изменение энтропии при изменении температуры при постоянном давлении?
13. Как определяется изменение энтропии при фазовом переходе?
14. Сформулируйте постулат Планка. В чем заключается тепловая теорема Нернста?
15. Укажите основные термодинамические потенциалы.
16. Запишите объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики.
17. Запишите объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики, выраженное через переменные S и P .
18. Запишите объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики, выраженное через переменные T и V .
19. Запишите объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики, выраженное через переменные T и P .
20. Каковы условия самопроизвольного протекания процессов в изохорно-изотермических и изобарно-изотермических условиях?
21. Что такое химический потенциал?
22. Запишите уравнения Гиббса-Гельмгольца.
23. Сформулируйте условие химического равновесия.
24. Запишите выражение для константы равновесия химической реакции.
25. Как связаны между собой константы равновесия K_p , K_c и K_x ?
26. Как связана константа равновесия с энергией Гиббса химической реакции?
27. Каким выражением описывается зависимость энергии Гиббса химической реакции от давления (парциальных давлений компонентов)?
28. Каким выражением описывается зависимость константы равновесия от температуры?
29. Как выглядит график зависимости константы равновесия от температуры в координатах $\ln K_p - 1/T$?
30. Сформулируйте принцип Ле Шателье.
31. Сформулируйте правило фаз Гиббса.
32. Сформулируйте условие фазового равновесия.
33. Запишите уравнение Клапейрона — Клаузиуса.
34. Запишите уравнение Клапейрона — Клаузиуса для случаев испарения и возгонки.
35. Запишите выражение для зависимости давления насыщенного пара от температуры.
36. Как выглядит диаграмма состояния однокомпонентной системы?
37. Что такое фазовые переходы I рода?
38. Что такое фазовые переходы II рода?
39. Какими параметрами выражается состав раствора?
40. Что такое идеальный раствор, предельно-разбавленный раствор?
41. Сформулируйте законы Рауля и Генри.

42. Как строится фазовая диаграмма двухкомпонентной системы?
43. Приведите основные типы фазовых диаграмм двухкомпонентных систем.
44. Какие типы электролитов вы знаете? Как зависит проводимость электролита от его концентрации?
45. Что такое электрохимические реакции? Каковы их особенности?
46. Какие типы электрохимических систем вы знаете?
47. Что такое электродный потенциал? Что такое ЭДС гальванического элемента?

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
Вариант 1		
1.	Энтальпия – это	1. внутренняя энергия 2. внутренняя энергия плюс произведение объема на давление 3. теплота 4. сумма теплоты и работы
2.	Функцией состояния системы не является	1. работа 2. теплоемкость 3. внутренняя энергия 4. поверхностное натяжение
3.	При изохорном нагревании работа равна	1. $P\Delta V$ 2. 0 3. $C_p\Delta T$ 4. $C_v\Delta T$
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.	Зависимость теплоемкости от температуры для органических веществ выражается уравнением	1. $a + bT - cT^2$ 2. $a - bT - cT^2$ 3. $a + bT + cT^2$ 4. $a + bT \cdot cT^2$
6.	Для газовой реакции $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ изменение энтропии	1. =0 2. =1 3. >0 4. <0
7.	При протекании самопроизвольного процесса энтропия	1. уменьшается 2. увеличивается 3. не изменяется 4. ∞
8.	Изобарно-изотермический потенциал – это	1. энергия Гиббса 2. энергия Гельмгольца 3. внутренняя энергия 4. энтальпия
9.	Для $S, P = \text{const}$ критерием самопроизвольного процесса является	1. энергия Гиббса 2. энергия Гельмгольца 3. энтальпия 4. внутренняя энергия

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	Какая функция является потенциалом в изохорно-изотермических условиях?	1. энергия Гиббса G 2. энергия Гельмгольца A 3. внутренняя энергия U 4. энтропия S
11.	Константа равновесия не зависит	1. от температуры 2. от концентрации 3. от природы реагентов 4. от изменения энергии Гиббса
12.	В результате разбавления газовой реакционной смеси инертным газом равновесие смещается в сторону	1. реакции с уменьшением объема 2. прямой реакции 3. реакции с увеличением числа газовых молей 4. обратной реакции
13.	Тангенс угла наклона зависимости $\ln K - T^{-1}$ равен	1. ΔH 2. $-\Delta H$ 3. $\Delta H/R$ 4. $-\Delta H/R$
14.	Температурная остановка на кривой охлаждения сплавов тройной системы соответствует	1. ликвидусу 2. двойной эвтектике 3. тройной эвтектике 4. образованию твердого раствора
15.	Правило фаз Гиббса для изобарической диаграммы состояния системы	1. $F = K - \Phi + 2$ 2. $F = K - \Phi + 1$ 3. $F = \Phi - K + 1$ 4. $F = K + \Phi - 2$
16.	В формуле зависимости состава пара от состава системы величина α – это	1. абсолютная летучесть 2. КПД ректификационной колонны 3. степень диссоциации 4. относительная летучесть
17.	При перегонке жидкость обогащена	1. низкокипящим компонентом 2. труднолетучим компонентом 3. растворенным веществом 4. всего поровну
18.	Гетерогенные процессы – это когда	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
19.	Молекулярность реакции $3H_2 + N_2 = 2NH_3$, считая ее элементарной	1. 1 2. 2 3. 4 4. 5
20.	Константа скорости реакции зависит	1. от концентраций реагентов 2. от парциальных давлений реагентов 3. от времени 4. от количеств реагентов

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
Вариант 2		
1.	Сумма теплоты и работы равна	<ol style="list-style-type: none"> 1. изменению внутренней энергии 2. изменению энтальпии 3. нулю 4. постоянной величине
2.	Тепловой эффект изохорного процесса	<ol style="list-style-type: none"> 1. ΔU 2. ΔH 3. $V\Delta p$ 4. $C\Delta T$
3.	Первое начало термодинамики выражает формула	<ol style="list-style-type: none"> 1. $dS = \delta Q/T$ 2. $dU = \delta Q + \delta W$ 3. $dG = dH - T \cdot dS$ 4. $W = - p \cdot \Delta V$
4.	Разность C_p и C_v для газов равна, Дж/моль·К	<ol style="list-style-type: none"> 1. 8,31 2. 1 3. 0,75 4. 22,4
5.	Энтродия равна	<ol style="list-style-type: none"> 1. $p\Delta V$ 2. $U + pV$ 3. $U - pV$ 4. $Q_{равн}/T$
6.	Уравнение, объединяющее I и II законы термодинамики	<ol style="list-style-type: none"> 1. $TdS \geq dU - pdV$ 2. $dU + pdV \geq TdS$ 3. $TdS \geq dU + pdV$ 4. $dU - pdV \geq TdS$
7.	Энергия Гельмгольца выведена для	<ol style="list-style-type: none"> 1. $pE = \text{const}$ 2. $pT = \text{const}$ 3. $pV = \text{const}$ 4. $VT = \text{const}$
8.	Производная от энергии Гиббса по температуре при постоянных давлении и составе равна	<ol style="list-style-type: none"> 1. теплоемкости 2. энтропии 3. энтропии со знаком минус 4. объему со знаком минус
9.	Константа равновесия при данной температуре, выраженная через концентрации компонентов, не зависит от концентрации	<ol style="list-style-type: none"> 1. всегда не зависит 2. в идеальном растворе 3. в неидеальном растворе 4. всегда зависит
10.	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. реакции с увеличением газовых молей 4. обратной реакции
11.	Парциальное давление компонента газовой смеси рассчитывается по формуле	<ol style="list-style-type: none"> 1. $P_i = m_i P_\Sigma$ 2. $P_i = G_i P_\Sigma$ 3. $P_i = C_i P_\Sigma$ 4. $P_i = x_i P_\Sigma$
12.	Для газовой реакции $3H_2 + N_2 = 2NH_3$ увеличение давления приведет к смещению равновесия в сторону	<ol style="list-style-type: none"> 1. экзотермической реакции 2. прямой реакции 3. эндотермической реакции 4. на равновесие не влияет

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
13.	Согласно уравнению Шредера, растворимость твердого вещества определяется	1. теплотой плавления 2. теплотой испарения 3. теплотой возгонки 4. теплоемкостью
14.	Число степеней свободы двойной эвтектики в 4-компонентной системе равно	1. 0 2. 1 3. 2 4. 4
15.	Для диаграммы состояния ж↔г уравнение правила фаз Гиббса	1. $F = K - \Phi + 2$ 2. $F = K - \Phi + 1$ 3. $F = \Phi - K + 1$ 4. $F = K + \Phi - 2$
16.	Легколетучий компонент кипит при	1. более высокой температуре 2. более низкой температуре 3. пониженной температуре системы 4. постоянной температуре системы
17.	Понятие «молекулярность реакции» применимо к процессам	1. элементарным 2. мономолекулярным 3. параллельным 4. сложным
18.	Во сколько раз возрастет скорость прямой газофазной реакции $A + 2B = D$ при увеличении давления в 2 раза?	1. 2 2. 8 3. 16 4. 32
19.	Для реакции (считая ее элементарной) $H_2 + I_2 = 2HI$ скорость прямого процесса определяется уравнением	1. $w = k \cdot [H_2] \cdot [I_2]$ 2. $w = k[H_2] \cdot [I_2]^2$ 3. $w = k[H_2]^2 \cdot [I_2]^2$ 4. $w = k[HI]^2$
20.	Константа скорости реакции зависит от	1. температуры 2. объема 3. концентрации 4. времени
Вариант 3		
1.	Парциальным называют давление, которое оказывает газ на стенки сосуда, если он	1. давление постоянно 2. объем не изменяется 3. занимает объем всей системы 4. система гетерогенная
2.	Работа и теплота, сообщенные системе (со стороны наблюдателя)	1. имеют разные знаки 2. всегда отрицательные 3. знак зависит от вида процесса 4. знак не определенный
3.	Максимально возможную работу можно получить в	1. необратимом процессе 2. обратимом процессе 3. эндотермическом процессе 4. каталитическом процессе
4.	При изотермическом расширении газа теплота равна	1. 0 2. $\ln V_2/V_1$ 3. $RT \ln P_2/P_1$ 4. $P\Delta V$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5.	Стандартная энтальпия образования вещества есть энтальпия образования 1 моль вещества	<ol style="list-style-type: none"> 1. при давлении 1 Па 2. при давлении 1 Мпа 3. при давлении 760 мм рт.ст. 4. при температуре 298 К и давлении 760 мм рт.ст.
6.	При изотермических условиях работа является	<ol style="list-style-type: none"> 1. постоянной величиной 2. термодинамическим потенциалом 3. функцией состояния 4. электрохимическим потенциалом
7.	Зависимость теплоемкости от температуры для неорганических веществ выражается уравнением	<ol style="list-style-type: none"> 1. $a + bT - c'T^{-2}$ 2. $a - bT + c'T^{-2}$ 3. $a + bT + c'T^{-2}$ 4. $a + bT \cdot c'T^{-2}$
8.	Энтропия является критерием самопроизвольности процесса для	<ol style="list-style-type: none"> 1. закрытых систем 2. изолированных систем 3. изотермических систем 4. изотропных систем
9.	Изменение энергии Гиббса в процессе равно	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Delta G = H - TS$ 2. $\Delta G = \Delta U - T\Delta S$ 3. $\Delta G = c_p \Delta T$ 4. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
10.	В изобарно-изотермических условиях реакции протекают самопроизвольно в направлении	<ol style="list-style-type: none"> 1. прямой реакции 2. понижения энергии Гиббса 3. понижения энергии Гельмгольца 4. экзотермической реакции
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.	Для реакции $Zn + 2HCl_{(g)} = ZnCl_2 + H_2$ при повышении давления равновесие сместится в сторону	<ol style="list-style-type: none"> 1. прямой реакции 2. обратной реакции 3. не изменится 4. образования хлористого водорода
13.	Пользуясь уравнением Шредера, можно определить	<ol style="list-style-type: none"> 1. точку эвтектики 2. точку перитектики 3. точку Алексева 4. тройную точку
14.	Осмотическое давление – это давление, которое нужно приложить к раствору, чтобы	<ol style="list-style-type: none"> 1. осмос прекратился 2. осмос начался 3. увеличилась растворимость 4. никаких видимых процессов не наблюдалось
15.	Закон Рауля (формула)	<ol style="list-style-type: none"> 1. $P_i = x_i P_i$ 2. $P_i = x_i + P_i^0$ 3. $P_i = x_i P_i^0$ 4. $P_i = x_i / P_i^0$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
16.	На скорость химической реакции не влияет	1. природа вещества 2. концентрация вещества 3. присутствие катализатора 4. изменение энтальпии
17.	Молекулярность реакции $H_2 + I_2 = 2HI$, считая ее элементарной	1. 2 2. 3 3. 4 4. 5
18.	Для реакции (считая ее элементарной) $3H_2 + N_2 = 2NH_3$ скорость прямого процесса определяется уравнением	1. $w = k \cdot [H_2] \cdot [N_2]$ 2. $w = k[H_2] \cdot [N_2]^2$ 3. $w = k[H_2]^3 \cdot [N_2]$ 4. $w = k[NH_3]^2$
19.	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
20.	Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при увеличении температуры системы на 30° , если температурный коэффициент равен 2?	1. 2 2. 4 3. 8 4. 16

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

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
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

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
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

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Еремин В.В. Основы физической химии. Теория. В двух частях. Учебное пособие / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко. М.: «Лаборатория знаний». 2015. 589 с. <https://e.lanbook.com/book/84118>

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». 2001. 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/>

3. Салем Р.Р. Физическая химия. Термодинамика. Учебное пособие. М.: «Физматлит». 2004. 352 с. <https://e.lanbook.com/book/59271>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Физическая химия. Техника безопасности: Методические указания для лабораторных работ. Сост.: М.А. Пономарева, В.В. Сергеев, В.Н. Сагдиев СПб: Изд-во Инфо-да. 2019, 24 с

2. Физическая химия. Учебно-методические указания для практических занятий. Сост.: В.В. Сергеев, Д.С. Луцкий СПб.: Изд-во Инфо-да, 2019. 66 с.
3. Физическая химия: Сборник задач/ Сост.: О.В. Черемисина, И.В. Берлинский. Д.С. Луцкий – СПб.: Изд-во Инфо-да, 2018. – 112 с.

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 «Znaniium.com»; <http://znaniium.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.su/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:

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

Оснащенность помещений для лабораторных работ

Лабораторный практикум выполняют в комплексной учебной лаборатории факультета переработки минерального сырья (Учебный центр № 1), оснащенной оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Физическая химия».

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).