

**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 В.Н. Бричкин**

---

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	22.03.02 Metallургия
<b>Направленность (профиль):</b>	Metallургия цветных металлов
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Луцкий Д.С.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» составлена:**

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.02 «Металлургия» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 702 от 2 июня 2020 г.

– на основании учебного плана подготовки по направлению 22.03.02 «Металлургия» (уровень бакалавриата), направленность (профиль) «Металлургия цветных металлов».

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 дисциплины**

*приобретение базовых теоретических знаний* в области физико-химического описания и моделирования химико-технологических процессов металлургической промышленности; *обеспечение подготовки студентов к изучению смежных и специальных дисциплин; формирование практических навыков* применения законов и методов физической химии при решении профессиональных задач, связанных с выполнением инженерно-химических расчетов и математическим моделированием технологических процессов.

### **Основные задачи дисциплины**

- получение базовых теоретических основ химической термодинамики, гетерогенных фазовых равновесий и неравновесных и равновесных электрохимических процессов;
- формирование представлений и навыков практического применения термодинамического анализа процессов превращения веществ, фазовых и электрохимических равновесий, а также использованием приобретённых знаний в металлургическом производстве для разработки новых и модернизации существующих технологических процессов;
- развитие мотивации к самостоятельному повышению профессиональных знаний и стремления применять эти знания для решения практических задач; способностей для самостоятельной работы; повышению уровня профессиональных навыков в области металлургии.

## **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 22.03.02 «Металлургия», профилю подготовки «Металлургия цветных металлов» и изучается в 3, 4 семестрах.

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); химия (основные понятия и законы, представления о строении вещества и закономерностях протекания химических реакций).

Дисциплина «Физическая химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Экология (7 семестр), Моделирование процессов и объектов в металлургии (7 семестр), Гидрометаллургические процессы и аппараты (7, 8 семестр), Теория пирометаллургических процессов (5 семестр), Теория гидрометаллургических процессов (6 семестр).

### **Особенностью дисциплины является**

Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физической химии в объеме, необходимом для усвоения основ металлургии; разработки и применения металлургических технологий с учётом принципов рационального природопользования, осуществления прогноза техногенного воздействия.

### 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 решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и инженерные знания	ОПК-1	ОПК-1.1. Знает основные понятия, законы и явления, правила и методы математики, химии, физики, термодинамики, механики сплошных сред, теплообмена, электротехники, электроники и другие инженерные знания; основные физические величины и константы, их определение и единицы измерения ОПК-1.2. Умеет демонстрировать и применять базовые математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения инженерных задач в профессиональной деятельности; самостоятельно выбирать расчетные схемы, производить расчеты типовых элементов объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов, сравнивать и отыскивать оптимальные варианты решения, связывать воедино инженерную постановку задачи, расчет и проектирование.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Физическая химия» составляет 5 зачетных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		3	4
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>87</b>	<b>51</b>	<b>36</b>
Лекции	35	17	18
Практические занятия (ПЗ)	18	–	18
Лабораторные работы (ЛР)	34	34	–
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>57</b>	<b>39</b>	<b>18</b>
Подготовка к практическим занятиям	18	–	18
Подготовка к лабораторным работам	39	39	–
<b>Вид промежуточной аттестации – зачет, экзамен</b>	<b>Э(36)</b>	<b>3</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>			
	<b>ак. час.</b>	<b>180</b>	<b>90</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>	

## 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»	30	8	4	8	10
2.	Раздел 2 «Равновесия в растворах»	22	6	4	2	10
3.	Раздел 3 «Фазовые равновесия»	26	4	10	2	10
4.	Раздел 4 «Скорость химических реакций»	20	6	–	4	10
5.	Раздел 5 «Электрохимия»	18	4	–	4	10
6.	Раздел 6 «Коллоидная химия»	28	7	–	14	7
<b>ИТОГО:</b>		<b>144</b>	<b>35</b>	<b>18</b>	<b>34</b>	<b>57</b>
<b>Подготовка к экзамену:</b>		<b>36</b>				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>180</b>				

### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Основы химической термодинамики	Основные понятия термодинамики. Первый закон термодинамики, понятие об энтальпии. Закон Гесса. Теплоемкость. Закон Кирхгофа. Понятие об энтропии. Термодинамические потенциалы. Определение направления протекания химических реакций. Парциальные молярные величины. Химический потенциал. Понятие об активности и фугитивности. Уравнение изотермы реакции. Константа равновесия. Влияние внешних условий на равновесие.	8
2.	Равновесия в растворах	Закон Рауля. Растворимость газов, закон Генри. Температуры замерзания и кипения растворов. Уравнение Шредера. Осмотическое давление растворов.	6
3.	Фазовые равновесия	Основные понятия: фаза, составляющее вещество и компонент системы, термоди-	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		намические степени свободы. Правило фаз Гиббса. Равновесия в однокомпонентных системах, уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые диаграммы.	
4.	Скорость химических реакций	Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Порядок реакции, способы его определения. Уравнения формальной кинетики. Зависимость скорости реакции от температуры. Кинетика гетерогенных реакций, уравнения Фика. Модель Нернста, коэффициент массопереноса.	6
5.	Электрохимия	Понятие об электрохимическом потенциале. Уравнение Нернста. Законы и закономерности электролиза.	4
6.	Коллоидная химия	Классификация дисперсных систем. Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем. Поверхностное натяжение. Поверхностные и капиллярные явления. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностная активность веществ. Изотерма адсорбции Лэнгмюра, уравнение Шишковского. Адсорбция ионов. Образование и строение двойного электрического слоя. Ионообменная адсорбция. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления. Устойчивость дисперсных систем, коагуляция и флокуляция. Мицеллообразование.	7
<b>ИТОГО:</b>			<b>35</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Расчет энергии Гиббса и константы равновесия при данной температуре	2
2.		Расчет выхода реакции и равновесного состава реакции	2
3.	Раздел 2.	Составление системы уравнений для расчёта равновесного состава	2
4.		Расчёты по уравнению Клаузиуса-Клапейрона	2
5.	Раздел 3.	Диаграммы состояния однокомпонентных систем	2
6.		Диаграммы состояния неконденсированных систем	2
7.		Двойные диаграммы плавкости	4
8.		Диаграммы состояния трехкомпонентных систем	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>18</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Определение теплоты диссоциации слабого электролита	2
		Определение интегральной теплоты растворения и гидратации соли	2
		Определение константы диссоциации слабого электролита кондуктометрическим методом	2
		Определение константы нестойкости	2
2	Раздел 2.	Криометрия	2
3	Раздел 3.	Экстракция	2
4	Раздел 4.	Кинетика окисления тиосульфата натрия	2
		Кинетика гетерогенного процесса	2
5	Раздел 5.	Числа переноса	2
		Определение коэффициента активности /стандартного потенциала	2
6	Раздел 6.	Исследование поверхности раздела фаз раствор ПАВ – воздух	2
		Исследование молекулярной адсорбции растворенного вещества на активированном угле	2
		Исследование обменной адсорбции ионов	2
		Получение лиофобного золя	2
		Определение порога коагуляции	4
		Критическая концентрация мицеллообразования	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>

#### 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. Какую зависимость называют уравнением изотермы химической реакции?
5. Какова формулировка правила Ле-Шателье?

#### **Раздел 2. Равновесия в растворах**

1. Что называют «термодинамические свойства растворов»?
2. При каком условии к термодинамическим свойствам растворов применимо понятие «коллигативные свойства»?
3. Какое уравнение описывает растворимость газа в жидкости?
4. Каким признакам должен соответствовать идеальный раствор?
5. Каков алгоритм учета неидеальности раствора в рамках теории Дебая и Хюккеля?

#### **Раздел 3. Фазовые равновесия**

1. Как выглядит дифференциальная форма уравнения Клаузиуса-Клапейрона?
2. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания переходов между конденсированными фазами?
3. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания процесса испарения?
4. Как изменяется теплота испарения при повышении температуры?
5. Что показывают линии ликвидуса и солидуса?
6. Можно ли разделить компоненты азеотропной смеси методом простой перегонки?
7. Как при помощи диаграммы состояния определить состав равновесных фаз?

#### **Раздел 4. Скорость химических реакций**

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?

#### **Раздел 5. Электрохимия**

1. Что называют электрохимическим потенциалом?
2. Какое уравнение описывает связь потенциала с составом системы и температурой?
3. Какой закон называют основным законом электролиза?
4. Что такое «выход по току»?
5. Основные закономерности электролиза.

#### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)**

##### **6.2.1.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к зачету**

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?
7. Каким признакам должна отвечать системы, находящаяся в состоянии равновесия?
8. Какая формула отображает уравнение изобары химической реакции?
9. Какую зависимость называют уравнением изотермы химической реакции?
10. Какова формулировка правила Ле-Шателье?
11. Какова формула химического потенциала неидеального раствора?
12. На чем основан метод физико-химического анализа гетерогенных систем?
13. Какие параметры влияют на свойства гетерогенной однокомпонентной системы?
14. В каких координатах изображают диаграммы состояния гетерогенных однокомпонентных систем?
15. Как выглядит дифференциальная форма уравнения Клаузиуса-Клапейрона?
16. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания переходов между конденсированными фазами?
17. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания процесса испарения?
18. Как изменяется теплота испарения при повышении температуры?
19. Что показывают линии ликвидуса и солидуса?

20. Возможно ли разделение компонентов азеотропной смеси методом простой перегонки?
21. Как при помощи диаграммы состояния определить состав равновесных фаз?
22. Что изучает наука кинетика?
23. Что такое скорость реакции?
24. Какое уравнение описывает скорость гомогенного процесса?
25. Какое уравнение описывает скорость гетерогенного процесса?
26. Каким уравнением описывается зависимость скорости процесса от концентрации реагирующих веществ?
27. Что показывает константа скорости реакции и от чего зависит ее величина?
28. Что такое порядок реакции?
29. Какими способами можно определить порядок и константу скорости реакции?
30. Каким образом можно из лиофобного золя получить лиофильный золь?
31. Какова зависимость адсорбции от температуры?
32. Как сила межмолекулярного взаимодействия влияет на величину молекулярной адсорбции?
33. Какой алгоритм действий необходим для экспериментального определения площади поперечного сечения функциональной группы, входящей в состав молекулы поверхностно-активного вещества?
34. Какой алгоритм действий необходим для установления теплового эффекта сорбционного равновесия?

#### **6.2.1.2 Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:**

1. Какую силу называют «внутреннее давление»?
2. От какого параметра зависит величина внутреннего давления?
3. Какую работу надо совершить для образования межфазной поверхности?
4. Какой вид энергии отвечает понятию «поверхностная энергия»?
5. Как определяется толщина поверхностного слоя по методу Гиббса?
6. По какой формуле вычисляют величину работы когезии?
7. Что называют явлением когезии?
8. Что называют явлением адгезии?
9. Работу адгезии необходимо затратить в равновесном изотермическом процессе для чего?
10. Какая математическая запись является уравнением Дюпре?
11. Какая величина описывает интенсивность смачивания?
12. Какая математическая формула является уравнением Юнга?
13. Как соотносится со значением «ноль» величина косинуса краевого угла при помещении капли воды на гидрофильную поверхность?
14. Над поверхностью какой формы давление пара жидкости выше?
15. Какая математическая формулы является уравнением Лапласа–Юнга для поверхности типа сфера?
16. Какая математическая формулы является уравнением Жюрена?
17. Как изменяет величину поверхностного натяжения при молекулярной адсорбции компонент, переходящий в поверхностный слой?
18. Каким уравнением определяется абсолютная величина адсорбции?
19. Каким уравнением определяется величина адсорбции по Гиббсу?

20. В какой концентрационной области справедлива изотерма адсорбции Генри?
21. Как влияет рост температуры процесса на величину адсорбции?
22. От каких параметров молекулы зависит величина предельной адсорбции?
23. Какова формулировка правила Дюкло-Траубе?
24. Какая математическая запись является уравнением Шишковского?
25. Какая математическая формула описывает уравнение Никольского?
26. Что такое ПОЕ?
27. Полная динамическая обменная емкость это что?
28. Какую функциональную группу содержит катионит средней силы?
29. Какие механизмы сорбция поверхностью кристалла принято выделять?
30. Чему равен заряд поверхности при изоэлектрической точке?
31. Каким уравнением связаны произведение растворимости и величина ИЭТ?
32. Где находится плоскость скольжения?
33. Где возникает электрокинетический потенциал?
34. Что называют электроосмосом?
35. Что называют явлением электрофореза?
36. Каким уравнением определяется линейная скорость электроосмоса?
37. Каким уравнением связаны объемная скорость электроосмоса и электрокинетический потенциал?
38. Каким уравнением определяется линейная скорость электрофореза?
39. Каким уравнением определяется величина среднего сдвига частицы?
40. Какое уравнение связывает величину коэффициента диффузии с размерами диффундирующих частиц?
41. По какой формуле вычисляют средний размер частиц?
42. Чем обусловлена седиментационная устойчивость золя?
43. Каким уравнением определяется скорость движения частицы при седиментации?
44. Какова математическая запись условия седиментационной устойчивости системы?
45. Какие ионы вызывают коагуляцию?
46. Какова математическая запись правила Шульце-Гарди?
47. По какой формуле вычисляют величину порога коагуляции?
48. Какая математическая запись является уравнением Релея?
49. По какой формуле, согласно уравнению Релея, вычисляют радиус частицы при известном показателе мутности?
50. Каково уравнение Бугера-Ламберта-Бера для турбидиметрического анализа?
51. По какой формуле рассчитывают размер частиц, определяемый при помощи ультрамикроскопа?

#### 6.2.2.1 Примерные тестовые задания к зачету

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
<b>Вариант 1</b>		
1.	Внутренняя энергия постоянна:	1. в изобарных условиях 2. в изохорных условиях 3. при постоянной температуре 4. в адиабатических условиях

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2.	Тепловой эффект изохорного процесса:	1. $\Delta U$ 2. $\Delta H$ 3. $V\Delta p$ 4. $C\Delta T$
3.	Первое начало термодинамики выражает формула:	1. $dS = \delta Q/T$ 2. $dU = \delta Q + \delta W$ 3. $dG = dH - T \cdot dS$ 4. $W = - p \cdot \Delta V$
4.	Тепловой эффект процесса при заданной температуре вычисляют по уравнению...	1. Кольрауша 2. Гесса 3. Кафки 4. Клапейрона
5.	Энтропия возрастает в процессе	1. сжатия газа 2. повышения давления 3. повышения температуры 4. конденсации
6.	В изобарно-изотермических условиях реакции протекают самопроизвольно в направлении:	1. прямой реакции 2. понижения энергии Гиббса 3. понижения энергии Гельмгольца 4. экзотермической реакции
7.	Константа равновесия при данной температуре, выраженная через концентрации компонентов, не зависит от концентрации:	1. всегда не зависит 2. в идеальном растворе 3. в неидеальном растворе 4. всегда зависит
8.	Для реакции: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ при понижении давления равновесие сместится в сторону	1. прямой реакции 2. обратной реакции 3. не изменится 4. образования $\text{CaCO}_3$
9.	Давление насыщенного пара растворителя над раствором...	1. равно давлению насыщенного пара чистого растворителя 2. меньше давления насыщенного пара чистого растворителя 3. атмосферное 4. неизменное
10.	Скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагентов в степенях, равных	1. числам молей реагентов 2. молярным долям реагентов 3. общему порядку реакции 4. частным порядкам реакции по каждому из реагентов
11.	При увеличении концентрации исходных веществ в 2 раза константа скорости реакции первого порядка	1. увеличится в 5 раз 2. увеличится в 2 раза 3. увеличится в 25 раз 4. не изменится
12.	Понятие «парциальная молярная величина» ввел	1. Авогадро 2. Люис 3. Стокс 4. Бронкс

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
13.	Первое уравнение Гиббса-Дюгема выведено в предположении, что изменяется	1. Масса системы 2. Давление системы 3. Температура системы 4. Объем системы
14.	$(\partial G / \partial P)_{T, n_j} =$	1. S 2. -S 3. V 4. U
15.	Энергия Гиббса системы может быть вычислена как	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. $\Delta G_{\Sigma} = \sum \mu_i p_i$
16.	$\mu^0$ – это	1. Стандартный химический потенциал 2. Нулевой химический потенциал 3. Химический потенциал при 298 К 4. Так рассчитывается температура кипения воды
17.	Приведенный параметр – это	1. Отношение данного параметра к его стандартному значению 2. Отношение значения данного параметра к его критическому значению 3. Произведение данного параметра и его критического значения 4. Сумма данного параметра и его стандартного значения
18.	Активность компонента связана с концентрацией выражением	1. $a = \gamma + C$ 2. $a = \gamma - C$ 3. $a = C^{\gamma}$ 4. $A = \Gamma C$
19.	Если $K^0 = \prod \tilde{P}_i$ , то равновесие смещается в сторону	1. Реакции с уменьшением объема 2. Прямой реакции 3. То это состояние равновесия 4. Обратной реакции
20.	Разбавление газовой смеси инертными газами	1. Сдвигает равновесие в сторону эндотермического процесса 2. Сдвигает равновесие в сторону экзотермического процесса 3. Не влияет на равновесие 4. Сдвигает равновесие в сторону образования газообразных веществ
<b>Вариант 2</b>		
1.	Стандартным состоянием вещества называется наиболее устойчивая форма при...	1. P = 1 атм и T = 273 2. P = 1 атм и T = 285 3. P = 1 атм и заданной температуре 4. P = 2 и T = 0
2.	При изохорном нагревании работа равна:	1. pΔV 2. 0 3. CpΔT 4. CvΔT

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	При изобарных условиях теплота является	1. постоянной величиной 2. термодинамическим потенциалом 3. функцией состояния 4. электрохимическим потенциалом
4.	Зависимость теплоемкости от температуры для органических веществ выражается уравнением:	1. $a + b \cdot T - c \cdot T^2$ 2. $a - b \cdot T - c \cdot T^2$ 3. $a + b \cdot T + c \cdot T^2$ 4. $a + b \cdot T \cdot c \cdot T^2$
5.	Для газовой реакции $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ изменение энтропии...	1. =1 2. >0 3. <0 4. =8,31
6.	Изменение энтропии при протекании химической реакции вычисляют по закону	1. Келли 2. Кирхгофа 3. Гесса 4. Стромберга
7.	Разница значений энергии Гиббса и энергии Гельмгольца составляет	1. ST 2. PV 3. SV 4. RT
8.	Абсолютная энтропия любого вещества с ростом температуры:	1. Плавно возрастает 2. Плавно снижается 3. Возрастает, но имеет разрывы сплошности при температурах фазовых переходов 4. Имеет максимумы и минимумы
9.	Осмотическое давление раствора равно:	1. $\pi = iCRT$ 2. $\pi = i \frac{C}{RT}$ 3. $\pi = imRT$ 4. $\pi = imR\Delta T$
10.	Правило фаз Гиббса для изобарической диаграммы состояния системы	1. $F = K - \Phi + 2$ 2. $F = K - \Phi + 1$ 3. $F = \Phi - K + 1$ 4. $F = K + \Phi - 2$
11.	Согласно второму закону Коновалова, состав равновесного пара над смесью в точке азеотропа	1. не равен составу жидкости 2. больше состава жидкости 3. равен составу жидкости 4. не зависит от состава жидкости
12.	Элементарная реакция идет в ... стадий	1. 2 2. 5 3. 3 4. 1
13.	Какой параметр следует подставлять вместо давления в выражение для хим. Потенциала реального газа	1. Концентрацию газа 2. Летучесть 3. Температуру 4. Активность

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	Коэффициент фугитивности – это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поправка на неидеальность газовой смеси</li> <li>2. Поправка к ионной силе раствора</li> <li>3. Коэффициент, характеризующий поверхностную активность</li> <li>4. Поправка на неидеальность поверхности</li> </ol>
15.	Химический потенциал компонента идеального раствора возрастает пропорционально	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Давлению</li> <li>2. Логарифму давления</li> <li>3. Логарифму мольной доли</li> <li>4. Логарифму температуры</li> </ol>
16.	Стандартный химический потенциал раствора вычисляется по	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Активности компонента при T=237K</li> <li>2. Активности компонента в стандартном состоянии</li> <li>3. Активности чистого вещества</li> <li>4. Активности вещества в состоянии «газ»</li> </ol>
17.	С величиной стандартной энергии гиббса константа равновесия связана уравнением	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta_r G^0 = (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)</math></li> <li>2. <math>\Delta_r G^0 = RT(\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)</math></li> <li>3. <math>\Delta_r G^0 = RT(\ln \prod f_i - \ln K^0)</math></li> <li>4. <math>\Delta_r G^0 = -RT \ln K</math></li> </ol>
18.	Относительное давление численно равно давлению, выраженному в	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. атм.</li> <li>2. Па</li> <li>3. мм. рт. ст.</li> <li>4. кгс/см<sup>2</sup></li> </ol>
19.	В соответствии с принципом Ле-Шателье и Брауна система реагирует на внешние воздействия следующим образом	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не реагирует</li> <li>2. Сжимается</li> <li>3. Расширяется</li> <li>4. Старается уменьшить это воздействие</li> </ol>
20.	Уравнение изобары	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} T^2</math></li> <li>2. <math>\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} - \left( \frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)</math></li> <li>3. <math>\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} = \left( \frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)</math></li> <li>4. <math>\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)</math></li> </ol>
<b>Вариант 3</b>		
1.	Работа и теплота, сообщенные системе (со стороны наблюдателя):	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. имеют разные знаки</li> <li>2. всегда положительные</li> <li>3. всегда отрицательные</li> <li>4. знак не определенный</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2.	Изохорная теплоемкость одноатомного газа равна	1. 1,5 R 2. 26 Дж/моль·К 3. 2,5 R 4. 0,5 RT
3.	Изобарная теплоемкость при 298 К равна 26 Дж/моль·К у данного вещества:	1. CaO 2. MgCO <sub>3</sub> 3. B 4. Ca
4.	Энтропия равна:	1. $p\Delta V$ 2. $U + pV$ 3. $U - pV$ 4. $Q_{\text{равн}}/T$
5.	Производная от энергии Гиббса по температуре при постоянных давлении и составе равна:	1. теплоемкости 2. энтропии 3. энтропии со знаком минус 4. объему
6.	Константа равновесия не зависит:	1. от температуры 2. от концентрации 3. от природы реагентов 4. от агрегатного состояния веществ
7.	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
8.	Давление насыщенного пара растворителя над раствором $p_1$ определяется выражением:	1. $p_1 = p_1^0$ 2. $p_1 = x \cdot p_1^0$ 3. $p_1 = p_{\text{атмосферное}}$ 4. $p_1 = 101,3 \text{ кПа} = \text{const}$
9.	Закон Рауля: (формула)	1. $p_i = x_i p_i$ 2. $p_i = x_i p_i^0$ 3. $p_i = x_i p_i^0$ 4. $p_i = x_i / p_i^0$
10.	Молекулярность реакции $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ , считая ее элементарной	1. 2 2. 3 3. 4 4. 5
11.	Как изменится скорость прямой газовой реакции $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ при увеличении концентрации $\text{H}_2$ в 5 раз?	1. увеличится в 5 раз 2. увеличится в 2 раза 3. увеличится в 25 раз 4. не изменится
12.	Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при увеличении температуры системы на 30°, если температурный коэффициент равен 2?	1. 4 2. 6 3. 8 4. 16
13.	Истинные растворы имеют размер частиц	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

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	Второе уравнение Гиббса-Дюгема	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\sum x_i \bar{g}_i = 0</math></li> <li><math>\sum x_i d\bar{g}_i = 1</math></li> <li><math>\sum x_i d\bar{g}_i = 8,31</math></li> <li><math>\sum x_i d\bar{g}_i = 0</math></li> </ol>
15.	Математически ПМВ – это	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\bar{g}_i = \left( \frac{\partial g_i}{\partial n_i} \right)_{P,T,n_j}</math></li> <li><math>\bar{g}_i = \left( \frac{g_{\text{общ}}}{n_i} \right)_{P,T,n_j}</math></li> <li><math>\bar{g}_i = \left( \frac{\partial g_{\text{общ}}}{\partial n_i} \right)_{P,V,n_j}</math></li> <li><math>\bar{g}_i = \left( \frac{\partial g_{\text{общ}}}{\partial n_i} \right)_{P,T,n_j}</math></li> </ol>
16.	Дифференциал изменения энергии Гиббса dG при изобарном расширении 1 моль идеального газа	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>C_p dT</math></li> <li><math>C_v dT</math></li> <li><math>p dV</math></li> <li><math>V dp</math></li> </ol>
17.	Фугитивность имеет размерность	<ol style="list-style-type: none"> <li>Температуры</li> <li>Давления</li> <li>Дж/моль</li> <li>кг/м<sup>3</sup></li> </ol>
18.	При образовании идеального раствора изменение энтропии	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>= 8,31</math></li> <li><math>= n_1 R \ln \frac{V_1 + V_2}{V_1} + n_2 R \ln \frac{V_1 + V_2}{V_2}</math></li> <li><math>= 0</math></li> <li><math>&gt; 0</math></li> </ol>
19.	Уравнение изотермы химической реакции	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\Delta_r G = (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)</math></li> <li><math>\Delta_r G = RT (\ln \prod \tilde{P}_i + \ln K^0)</math></li> <li><math>\Delta_r G = RT (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)</math></li> <li><math>\Delta_r G = -RT \ln K</math></li> </ol>
20.	Парциальное давление компонента газовой смеси рассчитывается по формуле	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>P_i = m_i \cdot P_\Sigma</math></li> <li><math>P_i = G_i \cdot P_\Sigma</math></li> <li><math>P_i = x_i + P_\Sigma</math></li> <li><math>P_i = x_i \cdot P_\Sigma</math></li> </ol>

### 6.2.2.2 Примерные тестовые задания к экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
<b>Вариант 1</b>		
1.	Какой из перечисленных признаков НЕ описывает дисперсные системы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составляющие находятся в разных фазах</li> <li>2. Одна из фаз диспергирована в другой, сплошной, фазе</li> <li>3. Большая поверхность раздела фаз</li> <li>4. Дисперсионная фаза обязательно твердое вещество</li> </ol>
2.	Какое из предложенных значений соответствует размеру частиц дисперсной фазы коллоидной системы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Более <math>10^{-6}</math> м</li> <li>2. От <math>10^{-3}</math> до <math>10^{-5}</math> см</li> <li>3. Менее <math>10^{-7}</math> см</li> <li>4. От 0,1 до <math>10^{-3}</math> мк</li> </ol>
3.	Какое из предложенных выражений описывает понятие «толщина поверхностного слоя» согласно методу слоя конечной толщины?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расстояние по обе стороны от поверхности раздела фаз, за пределами которого свойства фазы перестают отличаться от свойств объемных фаз</li> <li>2. Поверхностный слой не имеет толщины</li> <li>3. Поверхностный слой имеет толщину в несколько молекул</li> <li>4. Поверхностный слой имеет толщину листа бумаги</li> </ol>
4.	Какая из предложенных типов функций описывает связь поверхностного натяжения от температуры для неполярных жидкостей?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гармоническая функция</li> <li>2. Обратная пропорциональность</li> <li>3. Линейная зависимость</li> <li>4. Экспоненциальная зависимость</li> </ol>
5.	Какое из предложенных выражений является условием самопроизвольности процесса на поверхности раздела фаз?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\sigma ds_{1,2} - s_{1,2}d\sigma &lt; 0</math></li> <li>2. <math>ds_{1,2} + d\sigma &lt; 0</math></li> <li>3. <math>\sigma ds_{1,2} + s_{1,2}d\sigma &lt; 0</math></li> <li>4. <math>\sigma + s_{1,2}d\sigma &lt; 0</math></li> </ol>
6.	Какое из предложенных явлений способствует росту работы адгезии?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Только увеличение поверхностного натяжения</li> <li>2. Уменьшение поверхностного натяжения</li> <li>3. Увеличение поверхностного натяжения и снижение конечного межфазного натяжения</li> <li>4. Увеличение конечного межфазного натяжения</li> </ol>
7.	В какой из перечисленных ситуаций давление пара жидкости будет выше?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Над выпуклой поверхностью</li> <li>2. Над ровной поверхностью</li> <li>3. Над вогнутой поверхностью</li> <li>4. Над сферической поверхностью</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
8.	Какое из предложенных выражений является формулировкой правила Дюкло и Траубе?	1. Поверхностная активность в водных растворах возрастает в 10 раз при удлинении углеводородной цепи на 1 $\text{CH}_2$ - группу 2. Поверхностная активность в водных растворах возрастает в 3-3,5 раза при удлинении углеводородной цепи на 1 $\text{CH}_2$ - группу 3. Поверхностная активность в водных растворах уменьшается в 3-3,5 раза при удлинении углеводородной цепи на 1 $\text{CH}_2$ - группу 4. Поверхностная активность в водных растворах возрастает в 10 раз при удлинении углеводородной цепи на 1 $\text{CH}_2$ - группу
9.	Какое из предложенных выражений является уравнением изотермы адсорбции Ленгмюра?	1. $\Gamma = \Gamma_{\infty} + \frac{KC}{1+KC}$ 2. $\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{KC}{1+KC}$ 3. $\Gamma = KC$ 4. $\Gamma = \Gamma_{\infty} - \frac{KC}{1+KC}$
10.	Какое из предложенных выражений <b>не относится</b> к основным положениям теории БЭТ?	1. Адсорбция идет на активных, энергетически равноценных центрах 2. Каждая молекула предыдущего слоя – активный центр для последующего слоя 3. Свойства всех адсорбционных слоев одинаковы 4. Адсорбированная фаза – совокупность адсорбционных комплексов
11.	Какое из предложенных выражений является определением ПОЕ?	1. Число эквивалентов ионов, поглощенных 1 кг ионита до появления ионов на выходе из колонки 2. Число эквивалентов ионов, поглощенных 1 кг ионита до выравнивания концентрации раствора на входе и на выходе из колонки 3. Число молей ионов, поглощенных 1 кг ионита до выравнивания концентрации раствора на входе и на выходе из колонки 4. Число молей ионов, поглощенных 1 кг ионита до появления ионов на выходе из колонки
12.	Что из предложенного описывают величиной ПДОЕ и ДОЕ?	1. Ёмкость в мг-экв на 1 л 2. Объем раствора, соответствующий половине исходной концентрации 3. Диффузию сорбирующихся веществ к поверхности сорбента через «пленку» прилегающей к ней жидкой или газовой фазы 4. Эффективность применения данного ионита при проведении процесса сорбционного извлечения металлов в колонках

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
13.	В какой из описанных ситуаций алюминий можно извлечь из раствора с применением анионообменных смол?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Из сильнокислого раствора</li> <li>2. В нейтральной среде</li> <li>3. Из слабокислого раствора</li> <li>4. После добавления в раствор фторидов</li> </ol>
14.	Что из предложенного следует применить для извлечения никеля и кобальта из пульп аммиачного выщелачивания руд?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Слабоосновный анионит</li> <li>2. Сильноосновный анионит</li> <li>3. Сильнокислотный катионит в Н-форме</li> <li>4. Слабокислотный катионит в NH<sub>4</sub>-форме</li> </ol>
15.	Каким образом меняется коэффициент распределения металлов при сорбции сильнокислотными смолами при снижении рН раствора от 7 до 1?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышается</li> <li>2. Снижается</li> <li>3. Не изменяется</li> <li>4. Имеет максимум</li> </ol>
16.	Что из предложенного следует применить для извлечения из воды нафтената меди?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сильный катионит</li> <li>2. Сильный анионит</li> <li>3. Активированный уголь</li> <li>4. Алабый анионит</li> </ol>
17.	Что из предложенного будет являться потенциалопределяющим ионом на границе раздела фаз сфалерит (ZnS) – раствор, содержащий указанные в вариантах ответа ионы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></li> <li>2. Ca<sup>2+</sup></li> <li>3. Cu<sup>2+</sup></li> <li>4. Na<sup>+</sup></li> </ol>
18.	Какое из предложенных выражений описывает местонахождение плоскости скольжения в структуре мицеллы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На границе слоя противоионов и слоя потенциалопределяющих ионов</li> <li>2. На границе слоя противоионов</li> <li>3. В области диффузного слоя</li> <li>4. На границе плотного и диффузного слоев противоионов</li> </ol>
19.	Какое из предложенных выражений описывает явление электроосмоса?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перемещение жидкости относительно дисперсной фазы в электрическом поле</li> <li>2. Перемещение дисперсной фазы в неподвижной среде под действием электрического поля</li> <li>3. Возникновение потенциала при фильтровании раствора</li> <li>4. Возникновение потенциала при оседании частиц дисперсной фазы</li> </ol>
20.	Какое из предложенных выражений объясняет седиментационную устойчивость золя?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мала скорость диффузии частиц</li> <li>2. Мал электрокинетический потенциал частиц</li> <li>3. Скорость диффузии больше скорости оседания частиц</li> <li>4. Отсутствует двойной электрический слой</li> </ol>
<b>Вариант 2</b>		
1.	Как изменяется величина удельной поверхности при увеличении дисперсности?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уменьшается пропорционально</li> <li>2. Увеличивается пропорционально</li> <li>3. Увеличивается в геометрической зависимости</li> <li>4. Уменьшается, т.к. уменьшается размер частиц</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2.	Какое из предложенных выражений описывает понятие «внутреннее давление»?	1. Сила, направленная внутрь более концентрированной фазы 2. Сила, направленная на выравнивание плотности 3. Сила, действующая против сил тяжести 4. Сила, направленная внутрь более конденсированной фазы
3.	Какое из предложенных выражений описывает понятие «поверхностная энергия» по методу избыточных величин Гиббса?	1. Энергия, которая сосредоточена в геометрической поверхности раздела фаз 2. Энергия, которая сосредоточена в поверхностном слое, толщиной в несколько молекул 3. Энергия, которая убывает по экспоненте от границы поверхности раздела фаз 4. Энергия, которая увеличивается по мере удаления от поверхности раздела фаз
4.	Какой из перечисленных признаков справедлив для характеристики компонента, который будет преимущественно переходить в поверхностный слой при химической адсорбции?	1. Химически взаимодействует с поверхностью вещества 2. Повышает поверхностное натяжение 3. Понижает поверхностное натяжение 4. Уменьшает поверхность раздела фаз
5.	Какое из предложенных выражений является уравнением Этвеша?	1. $\sigma = \frac{K(T_{кр} - T)}{V_M^3}$ 2. $\sigma = \frac{K(T_{кр} - T)}{V_M^{2/3}}$ 3. $\sigma = \frac{K(T_{кр} + T)}{V_M^{2/3}}$ 4. $\sigma = \frac{K(T_{кр} + T)}{V}$
6.	Какое из предложенных выражений является описанием работы когезии (в равновесном изотермическом процессе)?	1. Работа, которую необходимо затратить на отрыв друг от друга твердой и жидкой фаз по площади 1 м <sup>2</sup> 2. Работа, которую необходимо затратить на разрыв двух жидких фаз по единичной площади поверхности раздела фаз 3. Работа, которую необходимо затратить на отрыв 1 моль жидкой фазы от 1 моль твердой фазы 4. Работа, которую необходимо затратить на разрыв одной жидкой фазы по сечению площадью 1 м <sup>2</sup>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
7.	Какое из предложенных выражений является уравнением Юнга?	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\cos \theta = \frac{\sigma_{m/г} - \sigma_{ж/г}}{\sigma_{m/ж}}</math></li> <li><math>\cos \theta = \frac{\sigma_{m/г} - \sigma_{m/ж}}{\sigma_{ж/г}}</math></li> <li><math>\cos \theta = \frac{\sigma_{m/г} + \sigma_{ж/г}}{\sigma_{m/ж}}</math></li> <li><math>\cos \theta = \frac{\sigma_{m/г}}{\sigma_{m/ж}}</math></li> </ol>
8.	Какое из предложенных выражений является уравнением Шишковского?	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\sigma = \sigma_0 + a \ln(1 + KC)</math></li> <li><math>\sigma = \sigma_0 - \Gamma_{\infty} RT \ln(1 + KC)</math></li> <li><math>\sigma = \sigma_0 - a \ln(KC)</math></li> <li><math>\sigma = a \ln(1 + KC)</math></li> </ol>
9.	Для какой из предложенных зависимостей по величине углового коэффициента определяют значение константы адсорбционного равновесия?	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>C/\Gamma = f(1/C)</math></li> <li><math>C/\Gamma = f(C)</math></li> <li><math>1/\Gamma = f(1/C)</math></li> <li><math>\Gamma = f(\ln C)</math></li> </ol>
10.	Какое из предложенных выражений описывает физический смысл коэффициента «x» в уравнении изотермы БЭТ: $\Gamma = A_0 \frac{x C}{(1-x)^2}$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>Константа адсорбционного равновесия</li> <li>Предельная адсорбция</li> <li>Число активных центров</li> <li>Относительное давление</li> </ol>
11.	Как соотносятся между собой величины ПОЕ и СОЕ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>Значение СОЕ меньше полной обменной емкости</li> <li>Значение СОЕ больше полной обменной емкости</li> <li>Значение СОЕ равно значению полной обменной емкости</li> <li>Значение СОЕ равно емкости до проскока</li> </ol>
12.	Какая из предложенных формул служит для расчёта ДОЕ по выходной кривой сорбции?	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>ДОЕ = \frac{CV}{mn}</math></li> <li><math>ДОЕ = \frac{C_0 V_D}{m}</math></li> <li><math>ДОЕ = \frac{C_0 V_M}{m}</math></li> <li><math>ДОЕ = \frac{V_D}{m}</math></li> </ol>
13.	Какая из перечисленных функциональных групп входит в состав слабодиссоциированного ионита?	<ol style="list-style-type: none"> <li>Гидроксильная</li> <li>Карбоксильная</li> <li>Силанольная</li> <li>Аминогруппа</li> </ol>
14.	Какой из предложенных реагентов следует применить для десорбции меди после сорбции на катионите?	<ol style="list-style-type: none"> <li>Аммиак</li> <li>Оксалат аммония</li> <li>Щелочь</li> <li>Вода</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
15.	Какой из предложенных реагентов следует применить для регенерации анионита?	1. Кислота 2. Спирт 3. Щелочь 4. Вода
16.	В какой ситуации можно извлечь алюминий из раствора путём сорбции на анионите?	1. Из сильноокислого раствора 2. В нейтральной среде 3. Из слабокислого раствора 4. После добавления в раствор фторидов
17.	По какому механизму протекает адсорбция катионов $Ba^{2+}$ на поверхности ангидрита $CaSO_4$ ?	1. Достройка кристаллической решетки 2. Образование труднорастворимого поверхностного соединения 3. Ионный обмен 4. Вторичная адсорбция в слое Штерна
18.	Какой из перечисленных факторов <b>не</b> влияет на величину электрокинетического потенциала?	1. Толщина диффузного слоя 2. Вязкость среды 3. Постоянная Фарадея 4. pH
19.	Какие из перечисленных частиц в нейтральной жесткой воде будут перемещаться к положительному полюсу?	1. Касситерит $SnO_2$ 2. Кальцит $CaCO_3$ 3. Гидраргиллит $Al(OH)_3$ , pH(ИЭТ) = 8,1 4. Ангидрит $CaSO_4$
20.	По какой из причин избыток флокулянта повышает устойчивость коллоида?	1. Перезарядки поверхности частиц 2. Образование «мостиков» между частицами 3. Образование адсорбционно-сольватного барьера 4. Сверхэквивалентная адсорбция
<b>Вариант 3</b>		
1.	Как называют дисперсную систему жидкость – жидкость?	1. Золь 2. Гель 3. Взвесь 4. Эмульсия
2.	Какое из предложенных выражений описывает понятие «поверхностная энергия»?	1. Энергия, затраченная на преодоление силы внутреннего давления 2. Энергия, полученная от сил внутреннего давления 3. Энергия, зависящая от толщины поверхностного слоя 4. Внутренняя энергия молекул поверхности

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	Какое из предложенных выражений описывает явление адгезии?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Взаимодействие молекул между твердой и жидкой фазами</li> <li>2. Взаимодействие молекул внутри одной фазы</li> <li>3. Взаимодействие молекул между конденсированными фазами</li> <li>4. Прилипание одного предмета к другому</li> </ol>
4.	Какое из предложенных выражений описывает понятие «поверхностное натяжение»?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работа, которую нужно совершить, чтобы образовать 1 м<sup>3</sup> поверхности</li> <li>2. Работа, которую нужно совершить, чтобы увеличить поверхность на 1 м<sup>2</sup> в необратимом процессе</li> <li>3. Работа, которую нужно совершить, чтобы увеличить поверхность на 1 м<sup>2</sup> в обратимом процессе</li> <li>4. Работа, которую нужно совершить, чтобы уменьшить внутреннее давление в два раза</li> </ol>
5.	Какое из предложенных выражений является формулой, описывающей поверхностную активность?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\left(\frac{\partial \Gamma}{\partial c}\right)_{T,p}</math></li> <li>2. <math>-\left(\frac{\partial \Gamma}{\partial c}\right)_{T,p}</math></li> <li>3. <math>\left(\frac{\partial \sigma}{\partial c}\right)_{c \rightarrow 0}</math></li> <li>4. <math>-\left(\frac{\partial \sigma}{\partial c}\right)_{c \rightarrow 0}</math></li> </ol>
6.	Какое из приведенных выражений описывает жидкость, которая будет лучше смачивать твёрдую поверхность при прочих равных условиях?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Меньше поверхностное натяжение</li> <li>2. Меньше поверхностная активность</li> <li>3. Больше полярность</li> <li>4. Есть водородные связи</li> </ol>
7.	От какого из приведенных параметров зависит величина предельной адсорбции?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Длина углеводородного радикала</li> <li>2. Концентрация</li> <li>3. Величина поверхностной активности</li> <li>4. Строение функциональной группы</li> </ol>
8.	Для какой из перечисленных ситуаций справедлив закон Генри?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разбавленный раствор</li> <li>2. Концентрированный раствор</li> <li>3. Идеальный раствор</li> <li>4. Раствор газа</li> </ol>
9.	Какое из высказываний <b>НЕ относится</b> к особенностям адсорбции газов на твердом носителе?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. поверхность не однородна</li> <li>2. адсорбция идет на «активных центрах»</li> <li>3. адсорбция – необратимый химический процесс</li> <li>4. с увеличением температуры физическая адсорбция уменьшается</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	Что показывает «выходная кривая» сорбции?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объем раствора, соответствующий половине исходной концентрации</li> <li>2. Зависимость концентрации обменивающихся ионов в фильтрате после сорбции от объема пропущенного раствора</li> <li>3. Диффузию вещества к поверхности сорбента через «пленку» прилегающей к ней жидкой или газовой фазы</li> <li>4. Ёмкость в мг-экв на 1 л</li> </ol>
11.	Какое из предложенных выражений описывает ионит?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Твердое вещество, содержащее ионы, способные к ионному обмену на ионы раствора того же знака заряда</li> <li>2. Твердое вещество, содержащее функциональные группы, способные к ионному обмену на ионы раствора противоположного знака заряда</li> <li>3. Твердое вещество, содержащее функциональные группы, способные к ионному обмену на ионы раствора того же знака заряда</li> <li>4. Твердое вещество, содержащее функциональные группы, способные к ионному обмену того же знака заряда</li> </ol>
12.	Какую функциональную группу содержат сильноосновные аниониты?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Силанольная</li> <li>2. Аминогруппа</li> <li>3. Катион четвертичного «ониевого» основания</li> <li>4. Гидроксильная</li> </ol>
13.	При каком pH раствора для карбоксильных смол наблюдается максимальная сорбция?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Близкое к pH гидратообразования соответствующих металлов</li> <li>2. Любое</li> <li>3. Больше pH гидратообразования соответствующих металлов</li> <li>4. Меньше pH гидратообразования соответствующих металлов</li> </ol>
14.	Каково влияние температуры на установление ионообменного равновесия?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большое</li> <li>2. Ускоряет процесс в 2-4 раза</li> <li>3. Невелико</li> <li>4. Имеет максимум</li> </ol>
15.	Какой сорбент следует применить для сорбции изопропилового спирта из водного раствора?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сильноосновный катионит</li> <li>2. Сильнокислотный анионит</li> <li>3. Слабоосновный катионит</li> <li>4. Силикагель</li> </ol>
16.	Какое из выражений <b>не</b> относится к свойствам/характеристике потенциалопределяющих ионов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Находятся на поверхности кристалла</li> <li>2. Определяют заряд гранулы</li> <li>3. Определяют знак дзета-потенциала</li> <li>4. Находятся в слое Штерна</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17.	Какое из предложенных выражений является уравнением Никольского?	1. $K = -\frac{\Gamma_2 a_1}{\Gamma_1 a_2}$ 2. $K = \frac{\Gamma_2 a_1}{\Gamma_1 a_2}$ 3. $K = \frac{\Gamma_\infty}{\Gamma_1 a_2}$ 4. $K = \frac{\Gamma_2}{\Gamma_1}$
18.	Что происходит при добавлении избытка неиндифферентного электролита, содержащего потенциалопределяющие ионы противоположного знака?	1. Рост электрокинетического потенциала 2. Перезарядка поверхности 3. Ничего не происходит 4. Исчезновение ДЭС
19.	Какой из реагентов наиболее эффективно вызывает коагуляцию золя глины?	1. Сульфат натрия 2. Хлорид натрия 3. Хлорид алюминия 4. Ацетон
20.	Какое из выражений описывает отличие коллоидного раствора от истинного раствора?	1. Мутный в проходящем свете 2. Опалесцирует в рассеянном свете 3. Опалесцирует в проходящем свете 4. Устойчив во времени

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачета)

Оценка	Описание
<b>Зачтено</b>	Посещение не менее 85 % лекционных, практических и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных, практических и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

### 6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий 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 грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос; все.	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
Не владеет навыками, большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Посредственно владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Хорошо владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Отлично владеет навыками, 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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Бокштейн Б.С. Физическая химия: термодинамика и кинетика. Учебное пособие. Б.С. Бокштейн, М.И. Менделев, Ю.В. Похвиснев. М., МИСИС. 2012. 258 с. <https://e.lanbook.com/book/47443>

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://www.biblio-online.ru/viewer/2DA78425-E69E-4850-91ED-390A7527473F#page/2>

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

## 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](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. 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 самостоятельной работы студента

1. Физическая химия. Учебно-методические указания для практических занятий. Сост.: В.В. Сергеев, Д.С. Луцкий СПб.: Изд-во Инфо-да, 2019. 66 с.
2. 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.
3. Физическая химия: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы/ Сост.: И.В. Берлинский. Д.С. Луцкий – СПб.: Изд-во Инфо-да, 2018

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

1. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»; [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
2. Справочно-поисковая система Консультант Плюс; [www.consultant.ru/](http://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](http://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, ресурсами 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).