

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ**  
**им. В.П. Астафьева**  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Факультет биологии, географии и химии

Кафедра биологии, химии и экологии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки:

*44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)*

направленность (профиль) образовательной программы:

*Биология и химия*

квалификация (степень):

*БАКАЛАВР*

Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» составлена доцентом кафедры химии, к.т.н. Кондратюк Т.А.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры химии  
«10» мая 2017 г. Протокол № 8

Заведующий кафедрой химии



д.х.н., проф. Л.М. Горностаев

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления подготовки)  
факультета БГХ

«16» мая 2017 г. Протокол № 7

Председатель НМСС (Н)



д.б.н., проф. Е.М. Антипова

Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» актуализирована и  
обсуждена на заседании кафедры химии

«18» мая 2018 г. Протокол № 8

Заведующий кафедрой химии



д.х.н., проф. Л.М. Горностаев

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления подготовки)  
факультета БГХ

«13» июня 2018 г. Протокол № 9

Председатель НМСС (Н)

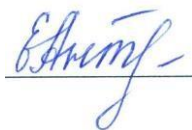


А.С. Блинецов

Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» актуализирована и  
обсуждена на заседании кафедры биологии, химии и экологии

«15» мая 2019 г. Протокол № 8

Заведующий кафедрой  
биологии, химии и экологии



д.б.н., проф. Е.М. Антипова

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления подготовки)  
факультета БГХ

«23» мая 2019 г. Протокол № 8

Председатель НМСС (Н)

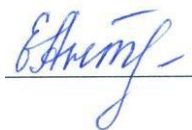


А.С. Блинецов

Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» актуализирована и  
обсуждена на заседании кафедры биологии, химии и экологии

«13» мая 2020 г. Протокол № 10

Заведующий кафедрой  
биологии, химии и экологии



д.б.н., проф. Е.М. Антипова

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления подготовки)  
факультета БГХ

«20» мая 2020 г. Протокол № 8

Председатель НМСС (Н)




А.С. Блинецов

Рабочая программа дисциплины актуализирована и обсуждена на заседании кафедры биологии, химии и экологии


протокол № 9 от «12» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ Е.М. Антипова

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления подготовки) факультета БГХ

«21» мая 2021 г. Протокол № 4  
Председатель НМСС (Н)

  
\_\_\_\_\_ Н.М. Горленко

## **Пояснительная записка**

### **1. Место дисциплины в структуре образовательной программы.**

Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» отвечает требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, уровень высшего образования «Бакалавриат», направление подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», утвержденному 09.02.2016г. № 91, также профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 октября 2013 г. № 544н. с изменениями, внесенными приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 25 декабря 2014 г. № 1115н и от 5 августа 2016 г. № 422н.

Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» разработана на основе «Стандарта рабочей программы дисциплины в КГПУ им. В.П. Астафьева», утвержденного Ученым советом университета 30.09.2015г., приказ № 389(п) от 07.10.2015. Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» относится к вариативной части образовательной программы.

### **2. Трудоемкость дисциплины.**

По рабочему учебному плану дисциплина «Физическая и коллоидная химия» изучается студентами дневной формы обучения в 3 и 4 учебных семестрах 2 курса. Общее количество часов профиля «Биология и химия» – 360 часов, из них в третьем семестре 106 часов составляют аудиторные занятия (46 часов - лекции, 60 часов - лабораторные работы), 92 часа отводится на внеаудиторную (самостоятельную) работу студентов, в четвертом семестре 56 часов составляют аудиторные занятия (26 часов - лекции и 30 часов - лабораторные работ), 70 часов отводится на внеаудиторную (самостоятельную) работу студентов, 36 часов на итоговый контроль (экзамен).

### **3. Цель освоения дисциплины «Физическая и коллоидная химия»:**

формирование у обучающихся общекультурных и профессиональных компетенций в ходе изучения важнейших закономерностей и достижений в области физической и коллоидной химии на базе фундаментальных положений физической химии.

Задачи:

- сформировать у обучающихся целостную систему теоретических знаний в области физической и коллоидной химии;
- выработать у обучающихся общие представления о связи между физическими и химическими явлениями, необходимых для изучения качественной стороны химического

превращения.

#### 4. Планируемые результаты обучения.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**ПК-1** - Готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов;

**ПК-4** - Способность использовать возможности образовательной среды для достижения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемого учебного предмета.

Задачи освоения дисциплины	Планируемые результаты обучения по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» (дескрипторы)	Код результата обучения (компетенция)
сформировать у обучающихся целостную систему теоретических знаний в области физической и коллоидной химии	<p><b>Знать:</b> - фундаментальные законы физической и коллоидной химии;</p> <p><b>Уметь:</b> - использовать физические законы при анализе проблем профессиональной деятельности;</p> <p><b>Владеть:</b> - навыками работы с универсальными и специализированными пакетами прикладных программ для решения профессиональных задач.</p>	<b>ПК-1, ПК-4</b>
выработать у обучающихся общие представления о связи между физическими и химическими явлениями, необходимых для изучения качественной стороны химического превращения	<p><b>Знать</b> - методы и средства химического исследования веществ и их превращений;</p> <p><b>Уметь</b> - использовать базовые знания дисциплины для управления возможными изменениями физико-химических свойств веществ;</p> <p><b>Владеть</b> - навыками решения расчетных и экспериментальных задач, навыками проведения учебного эксперимента. методами оценки погрешности при проведении эксперимента; - навыками выполнения физических и химических лабораторных операций.</p>	<b>ПК-1, ПК-4</b>



## **5. Контроль результатов освоения дисциплины.**

В ходе изучения дисциплины используются методы текущего контроля успеваемости: тест (входной контроль), тестирование по темам курса, решение задач по темам курса, решение задач с практическим применением, индивидуальные задания, отчеты по лабораторным работам, контрольные работы по темам «Химическая термодинамика», «Растворы. Растворы электролитов», «Электрохимия», «Химическая кинетика и катализ», «Поверхностные явления и адсорбция», «Основные понятия физико-химии дисперсных систем», «Получение и свойства коллоидных систем».

Формы итогового контроля:

1. Экзамен, состоящий из двух частей:

а) теоретический - устные ответы на вопросы по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»;

б) практический – решение задачи по темам, изучаемым в курсе «Физическая и коллоидная химия».

2. Зачет состоит из устных ответов на вопросы.

Оценочные средства результатов освоения дисциплины, критерии оценки выполнения заданий представлены в разделе «Фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации».

**6. Перечень образовательных технологий, используемых при освоении дисциплины:**

1) современное традиционное обучение (лекционно-лабораторная зачетная система);

2) проблемное обучение;

3) технология модульного обучения.

**1. Организационное — методические документы**  
**1.1 Технологическая карта обучения дисциплине**  
**«Физическая и коллоидная химия»**

Направление *44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),*  
*Направленность (профиль) образовательной программы «Биология и химия»*  
*Квалификация (степень): бакалавр*  
**по очной форме обучения**  
(общая трудоемкость 10 з.е.)

Наименование модулей, разделов, тем	Всего часов	Аудиторных часов				Внеаудит. часов	Формы контроля
		все го	лек ций	семин аров	лаборат. работ		
<b>Вводный раздел</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>2</b>	<b>-</b>	Тест входной контроль
<b>Раздел № 1 «Химическая термодинамика и термохимия»</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>12</b>		<b>18</b>	<b>20</b>	
Тема 1. Основы химической термодинамики	28	18	8		10	10	Проверка оформления отчета и защита лабораторных работ Решение задач Проверка выполнения индивидуальных заданий. Тестирование Проверка выполнения контрольной работы .
Тема № 2 «Химические и фазовые равновесия»	22	12	4		8	10	Проверка оформления отчета и защита лабораторных работ Решение задач (три типа)
<b>Раздел № 2 «Учение о растворах. Электрохимия»</b>	<b>74</b>	<b>38</b>	<b>18</b>		<b>20</b>	<b>36</b>	
Тема № 3 «Растворы. Растворы электролитов»	34	18	8		10	16	Проверка выполнения индивидуальных заданий Проверка оформления отчета и защита лабораторной работы. Тест по теме Контрольная работа Решение задач (три типа)

Тема № 4 «Электрохимия»	40	20	10		10	20	Проверка оформления отчета и защита лабораторных работ Решение задач
<b>Раздел № 3 «Химическая кинетика и катализ. Поверхностные явления»</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>16</b>		<b>20</b>	<b>36</b>	
Тема № 5 «Химическая кинетика и катализ»	42		10		12	20	Проверка оформления отчета и защита лабораторных работ Решение задач Проверка выполнения индивидуальных заданий Тест «Химическая кинетика и химическое равновесие» Тест «Понятие о скорости химической реакции, катализ» Тест «Скорость химической реакции»
Тема № 6 «Поверхностные явления и адсорбция»	30	14	6		8	16	Проверка оформления отчета и защита лабораторных работ Проверка выполнения индивидуальных заданий Тест «Поверхностные явления» Тест «Адсорбция»
<b>Раздел № 4 «Коллоидные системы»</b>	<b>126</b>	<b>56</b>	<b>26</b>		<b>30</b>	<b>70</b>	
Тема № 7 «Основные понятия физико-химии дисперсных систем»	34		6		8	20	Проверка оформления отчета и защита лабораторных работ
Тема № 8 «Получение и свойства коллоидных систем»	92		20		22	50	Проверка оформления отчетов и защита лабораторных работ Решение задач (природа молекулярно-кинетических свойств) Решение задач (оптические свойства) Вопросы (свойства коллоидных систем) Задачи (свойства коллоидных систем) Контрольная работа №1 Молекулярно - кинетические свойства коллоидных систем

							Контрольная работа № 2 «Устойчивость и коагуляция коллоидных систем» Тест «Электрохимические свойства коллоидных систем»
<b>Форма итогового контроля по учебному плану</b>							
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>						
<b>Зачет</b>							
<b>ИТОГО</b>	<b>360</b>	<b>162</b>	<b>72</b>		<b>90</b>	<b>162</b>	

## **2. Основное содержание дисциплины**

### **«Физическая и коллоидная химия»**

#### **БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 1**

#### **«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕРМОХИМИЯ»**

#### **ТЕМА 1. ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ**

##### *Лекционное занятие:*

1. Основные понятия термодинамики: система, типы систем (изолированные, открытые, закрытые), термодинамическое состояние, термодинамический процесс, типы процессов. Эквивалентность теплоты и работы. Внутренняя энергия системы. Первый закон термодинамики – формулировки и аналитическое выражение. Внутренняя энергия как функция состояния. Работа расширения идеального газа в основных термодинамических процессах. Энтальпия.

2. Термохимия. Тепловые эффекты химических процессов. Теплоты образования и сгорания веществ; теплота растворения. Закон Гесса и его следствия. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры (закон Кирхгоффа). Самопроизвольные и вынужденные процессы.

3. Второй закон термодинамики, его формулировки. Энтропия как функция состояния. Формула Больцмана. Изменение энтропии как критерий направленности самопроизвольного процесса в изолированных системах. Третье начало термодинамики. Постулат Планка. Вычисление абсолютного значения энтропии системы.

4. Термодинамические потенциалы: изобарно-изотермический и изохорно-изотермический (свободная энергия Гиббса, свободная энергия Гельмгольца). Изменение термодинамических потенциалов как критерий направленности процесса в закрытых системах. Химическое сродство. Уравнение максимальной работы (Гиббса – Гельмгольца). Понятие о химическом потенциале.

##### *Лабораторная работа:*

Нулевой и первый законы термодинамики. Тепловые эффекты при растворении

#### **ТЕМА 2. ХИМИЧЕСКИЕ И ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ**

##### *Лекционное занятие:*

1. Закон действующих масс. Константа равновесия и способы ее выражения. Применение закона действующих масс к гетерогенным системам. Уравнение изотермы химической реакции.

2. Смещение равновесия при изменении концентрации, давления и температуры. Принцип Ле Шателье - Брауна. Уравнение изобары и изохоры химической реакции.

3. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния воды. Влияние давления на температуру фазового перехода (уравнение Клаузиуса – Клапейрона). Понятие о двухкомпонентных системах.

*Лабораторная работа:*

Построение диаграммы плавкости двухкомпонентных систем

## **БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 2 «РАСТВОРЫ. ЭЛЕКТРОХИМИЯ»**

### **ТЕМА 3. РАСТВОРЫ**

*Лекционное занятие:*

Определение понятия "раствор". Способы выражения концентрации растворов. Природа процесса растворения, процессы сольватации и гидратации.

Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри – Дальтона.

Растворимость жидкостей в жидкостях. 1-й закон Рауля. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля. Идеальные и неидеальные растворы. Состав и давление насыщенного пара над раствором. Понятие о диаграмме состояния "раствор-пар". Законы Коновалова. Азеотропные смеси. Перегонка двойных жидких смесей. Ректификация.

Растворимость твердых веществ в жидкостях. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов нелетучих веществ (2-й закон Рауля).

Осмотическое давление растворов. Принцип Вант-Гоффа. Изотонические, гипотонические и гипертонические растворы.

*Лабораторная работа:*

Свойства растворов. Буферные растворы

Проверка закона Бугера – Ламберта — Бера

### **ТЕМА 4. ЭЛЕКТРОХИМИЯ**

*Лекционное занятие:*

Электролиты. Гипотеза Аррениуса и современная теория электролитической диссоциации. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Равновесие в растворах электролитов. Константа диссоциации слабых электролитов. Закон разведения Оствальда.

Изотонический коэффициент Вант-Гоффа и степень диссоциации. Основные положения теории сильных электролитов. Понятие об эффективных концентрациях (активностях) ионов. Коэффициент активности. Закон ионной силы раствора.

Электропроводность растворов электролитов. Скорость и подвижность ионов в электрическом поле. Факторы, влияющие на скорость ионов. Удельная электропроводность. Эквивалентная электропроводность. Влияние концентрации на удельную и эквивалентную электропроводности сильных и слабых электролитов. Эквивалентная электропроводность при бесконечном разбавлении. Закон независимости движения ионов (закон Кольрауша). Определение степени и константы диссоциации слабого электролита. Кондуктометрическое титрование.

Возникновение потенциала на границе электрод-раствор. Двойной электрический слой, его строение. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы. Гальванический элемент. Электродвижущая сила гальванического элемента. Химические и концентрационные гальванические элементы. Диффузионный потенциал. Электроды 1-го и 2-го рода, окислительно-восстановительные электроды. Измерение ЭДС. Электроды сравнения и определение электродных потенциалов. Индикаторные электроды; потенциометрическое определение рН растворов.

*Лабораторная работа:*

1. Определение произведения растворимости малорастворимых солей
2. Определение произведения растворимости малорастворимых солей серебра с учетом активности ионов в растворе
3. Определение значений водородного показателя (рН) водных растворов
4. Кондуктометрическое титрование

## **БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 3 «ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ.**

### **ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ»**

#### **ТЕМА 5. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ**

*Лекционное занятие:*

Скорость химической реакции. Основной постулат химической кинетики. Константа скорости химической реакции. Кинетическое уравнение. Молекулярность и порядок реакции. Односторонние реакции нулевого, первого и второго порядков. Период полупревращения. Элементарные моно-, би- и тримолекулярные реакции. Понятие о сложных реакциях (последовательные, параллельные, цепные).

Влияние температуры на константу скорости реакции. Правило Вант-Гоффа. Основы теории активных столкновений. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Определение энергии активации из экспериментальных данных. Понятие о теории активного комплекса.

Фотохимические реакции. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход. Фотосинтез.

Катализ. Общие принципы катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ. Ферментативный катализ.

*Лабораторная работа:*

1. Определение константы скорости инверсии сахарозы
2. Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции
3. Изучение кинетики реакции разложения перекиси водорода

## **ТЕМА 6. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И АДСОРБЦИЯ**

*Лекционное занятие:*

Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Адсорбция на границе раствор-пар. Уравнение Гиббса. Поверхностная активность. Поверхностно-активные и инактивные вещества. Правило Траубе – Дюкло.

Адсорбция жидкостей и газов на твердых поверхностях. Физическая и химическая адсорбция. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Анализ изотермы адсорбции Лэнгмюра. Эмпирическое уравнение адсорбции Фрейндлиха. Полимолекулярная адсорбция. Капиллярная конденсация. Адсорбция из растворов электролитов. Правило Пескова – Фаянса.

*Лабораторная работа:*

1. Хроматография
2. Адсорбция уксусной кислоты активированным углем
3. Определение молекулярной рефракции органических веществ

## **БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 4**

### **КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

#### **ВВЕДЕНИЕ**

*Лекционное занятие:*

Предмет коллоидной химии. Основные задачи и направления коллоидной химии как науки о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Значение коллоидной химии для биологии и почвоведения.

## **ТЕМА 7. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФИЗИКО-ХИМИИ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ**



*Лекционное занятие:*

Дисперсные системы. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Классификация дисперсных систем по дисперсности (грубодисперсные, коллоидные и молекулярно-дисперсные), агрегатному состоянию и характеру взаимодействия частиц со средой (лиофильные и лиофобные). Растворы высокомолекулярных соединений.

*Лабораторная работа:*

1. Мицеллообразование в водных растворах ПАВ
2. Определение вязкости растворов ВМС

## **ТЕМА 8. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ**

*Лекционное занятие:*

Методы получения коллоидных систем. Физические и химические методы конденсации и диспергирования. Очистка коллоидных систем. Диализ, электродиализ и ультрафильтрация.

Кинетические свойства коллоидных систем. Броуновское движение. Диффузия в коллоидных системах. Закон Фика, уравнение Эйнштейна. Кинетическая устойчивость коллоидных систем, седиментация. Седиментационное равновесие, уравнение Лапласа. Седиментационный анализ. Определение размеров частиц.

Оптические свойства коллоидных систем. Эффект Тиндаля. Дифракционное рассеяние света. Формула Рэлея. Нефелометрия. Ультрамикроскопия.

Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы протекания и седиментации. Двойной электрический слой на границе раздела фаз: модели Гельмгольца–Перрена, Гуи–Чепмена, Штерна. Электрокинетический потенциал. Скорость электрофоретического переноса (уравнение Гельмгольца – Смолуховского).

Агрегативная устойчивость коллоидных систем. Строение коллоидной мицеллы. Коагуляция. Закономерности коагуляции лиофобных коллоидных систем электролитами. Коагулирующее действие ионов. Порог коагуляции. Правило Шульце–Гарди и лиотропные ряды. Коагуляция смесью электролитов. Кинетика быстрой и медленной коагуляции по Смолуховскому. Зависимость скорости коагуляции от концентрации электролита. Взаимная коагуляция зольей.

*Лабораторная работа:*

Получение коллоидных растворов различными методами

Определение порога коагуляции

Определение изоэлектрической точки раствора желатина

Оптические свойства дисперсных систем

## **Методические рекомендации по освоению дисциплины «Физическая и коллоидная химия»**

При освоении курса дисциплины «Физическая и коллоидная химия» студенту следует обратить внимание на следующие моменты:

1. Материал дисциплины представлен в четырех базисных модулях, каждый из которых завершается проверкой полноты знаний по освоенному материалу дисциплинарного модуля. В конце третьего семестра проводится итоговый рейтинг-контроль в виде экзамена. В конце четвертого — зачет. Добор баллов, то есть проверка знаний студентов, желающих отчитаться по задолженностям или повысить свой рейтинг, осуществляется в пределах дополнительного модуля.

2. Предусмотрены следующие обязательные формы контроля знаний:

- Краткий опрос – проверка готовности к выполнению лабораторной работы
- Проверка и защита отчетов по лабораторным работам
- Контрольные работы
- Тестирование
- Индивидуальное домашнее задание различного характера (решение задач, подготовка темы в виде презентации, доклад)
- Экзамен в 3 семестре, зачет — в 4.

3. Оценивание деятельности студента ведется по модульно-рейтинговой системе, результаты находят свое отражение в журнале рейтинг-контроля. Если студент желает повысить рейтинг по дисциплине после итогового контроля, то он должен заявить об этом в деканате.

Дополнительная проверка знаний осуществляется преподавателем по направлению деканата в течение недели после итогового контроля. (\* Не посещение лабораторных занятий и лекций минус 1 балл за каждое пропущенное занятие и лекцию). При наличии пропусков по уважительной причине студент обязан отработать лабораторные занятия и предоставить конспект пропущенной темы.

4. Рекомендации при подготовке к лабораторным занятиям:

Лабораторные работы позволяют объединить теоретико-методологические знания и практические навыки студентов. Подготовка к лабораторным занятиям начинается с ознакомления с условиями предстоящей работы, т.е. с пунктами: «цель работы», «материалы и оборудование», «порядок выполнения работы», «обработка полученных результатов» и

«выводы из полученных результатов». Затем студент знакомится с измерительными приборами, методами измерения различных величин, методикой статистической обработки результатов, графическими методами представления полученных результатов. При необходимости студент получает консультацию преподавателя по выполнению лабораторной работы.

### 3. Компоненты мониторинга учебных достижений студентов

#### 3.1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ «Физическая и коллоидная химия»

Наименование дисциплины/курса	Уровень/ступень образования (бакалавриат, магистратура)	Количество зачетных единиц/кредитов
Физическая и коллоидная химия	Педагогическое образование, «Биология и химия» Бакалавр	10
<b>Смежные дисциплины по учебному плану</b>		
Предшествующие: общая и неорганическая химия, аналитическая химия.		
Последующие: химия гетероциклических соединений, химия хиноидных соединений, методика преподавания химии, физико-химические методы анализа, выпускная квалификационная работа.		

<b>ВХОДНОЙ РАЗДЕЛ</b> (проверка «остаточных» знаний по ранее изученным смежным дисциплинам)			
	Форма работы	Количество баллов 5 %	
		min	max
Вводный контроль	Письменная работа (экспресс-опрос)	2	5
<b>Итого</b>		<b>2</b>	<b>5</b>

<b>БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ №1</b> «Химическая термодинамика»			
	Форма работы	Количество баллов 20 %	
		min	max
Текущая работа	Оформление отчета и защита лабораторной работы по теме	2	4
	Тестирование по разделу №1	2	4
	Решение задач	3	4
	Индивидуальное домашнее задание (решение задач для самостоятельной работы)	2	4
Промежуточный рейтинг-контроль	Письменная контрольная работа по теме «Химическая термодинамика»	3	4
<b>Итого</b>		<b>12</b>	<b>20</b>

<b>БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ №2</b> «Растворы. Электрохимия»			
	Форма работы	Количество баллов 20 %	
		min	max
Текущая работа	Оформление отчета и защита лабораторных работ	2	4
	Тестирование по разделу №2	2	4
	Решение задач	3	4

	Индивидуальное домашнее задание	2	4
Промежуточный рейтинг-контроль	Контрольная работа по теме «Растворы. Электрохимия»	3	4
Итого		<b>12</b>	<b>20</b>

<b>БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 3</b>			
<b>«Химическая кинетика и катализ. Поверхностные явления»</b>			
	Форма работы	Количество баллов 20%	
		min	max
Текущая работа	Оформление отчета и защита лабораторных работ по теме	2	4
	Тестирование по разделу № 3	2	4
	Решение задач	3	4
	Индивидуальное домашнее задание	2	4
Промежуточный рейтинг-контроль	Контрольная работа по теме «Химическая кинетика и катализ»	3	4
Итого		<b>12</b>	<b>20</b>
Итоговый модуль			
Содержание	Форма работы	Количество баллов 10 %	
		min	max
БМ № 1-3	Экзамен	<b>7</b>	<b>10</b>
Итого		<b>7</b>	<b>10</b>

<b>БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 4</b>			
<b>«Коллоидная химия»</b>			
	Форма работы	Количество баллов 20 %	
		min	max
Текущая работа	Оформление отчета и защита лабораторных работ по теме	2	4
	Тестирование по разделу № 4	2	4
	Решение задач	3	4
	Индивидуальное домашнее задание	2	4
Промежуточный рейтинг-контроль	Контрольная работа по теме «Коллоидная химия»	3	4
Итого		<b>12</b>	<b>20</b>
Итоговый модуль			
Содержание	Форма работы	Количество баллов 5 %	
		min	max
БМ № 4	Зачет	3	5
Итого		<b>3</b>	<b>5</b>

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ			
Базовый модуль/ Тема	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
БМ №1	Индивидуальное домашнее задание	2	4
БМ № 2	Индивидуальное домашнее задание	2	4
БМ № 3	Индивидуальное домашнее задание	2	4
БМ № 4	Индивидуальное домашнее задание	2	4
Итого		<b>8</b>	<b>16</b>
Общее количество баллов по дисциплине (по итогам изучения всех модулей, без учета дополнительного модуля)		min	max
		<b>60</b>	<b>100</b>

Соответствие рейтинговых баллов и академической оценки:

<i>Общее количество набранных баллов*</i>	<i>Академическая оценка</i>
<b>60-72</b>	<b>3 (удовлетворительно)</b>
<b>73-86</b>	<b>4 (хорошо)</b>
<b>87-100</b>	<b>5 (отлично)</b>

\*При количестве рейтинговых баллов более 100 необходимо рассчитывать рейтинг учебных достижений студента для определения оценки кратно 100 баллов.

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ**  
**им. В.П. Астафьева**  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Факультет биологии, географии и химии  
Кафедра биологии, химии и экологии

УТВЕРЖДЕНО

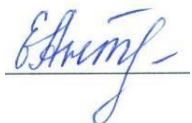
на заседании кафедры

Протокол № 10

от «13» мая 2020 г.

Заведующий  
кафедрой

Антипова Е.М.



ОДОБРЕНО

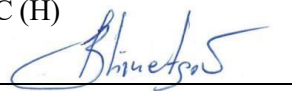
На заседании научно-методического совета  
специальности (направления подготовки)

Протокол № 8

От «20» мая 2020 г.

Председатель НМСС (Н)

Близнецов А.С.



**ФОНД**  
**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

**ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки: *44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)*

Профили/название программы: *Биология и химия*

квалификация: *бакалавр*

Составитель: Калашникова И.В., ст. преподаватель кафедры биологии, химии и экологии

## **1. Назначение фонда оценочных средств**

1.1. **Целью** создания ФОС «Физическая и коллоидная химия» является установление соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям рабочей программы дисциплины.

1.2. ФОС по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» решает задачи:

- контроль и управление процессом приобретения студентами необходимых знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций, определенных в ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки;
- контроль (с помощью набора оценочных средств) и управление (с помощью элементов обратной связи) достижением целей реализации ОПОП, определенных в виде набора общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускников;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных методов обучения в образовательный процесс Университета.

1.3. ФОС разработан на основании нормативных документов:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 9 февраля 2016 г. № 91;
- образовательной программы «Биология и химии», очной формы обучения высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки);
- положения о формировании фонда оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой (государственной итоговой) аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре – в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева» утвержденного приказом ректора № 297 (п) от 28.04.2018.



## 2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе изучения дисциплины «Физическая и коллоидная химия»

### 2.1. Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Физическая и коллоидная химия»:

- готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов (ПК-1);

- способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов (ПК – 4).

### 2.2. Оценочные средства

Компетенция	Дисциплины, практики, участвующие в формировании компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/КИМы	
			Номер	Форма
<b>ПК-1</b> Готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	Психология, педагогика, введение в биологию, микробиология, ботаника, зоология, основы экологии и охраны природы, физиология человека и животных с основами функциональной анатомии, цитогистология, генетика, теория эволюции, общая и неорганическая химия, аналитическая химия, физическая и коллоидная химия, органическая химия, химический синтез, химия окружающей среды, прикладная химия, теория и практика формирования универсальных учебных действий, типы и механизмы химических реакций, флора и растительность Красноярского края и стратегии ее сохранения, биоразнообразие животных Средней Сибири и стратегии его сохранения, молекулярно-генетический уровень организации жизни, компетентностный подход в образовании, современный школьный химический эксперимент, практика по получению профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, научно-исследовательская практика, методика обучения биологии, методика обучения химии	Промежут. аттестация	1	Экзамен / Зачет
		Вводный Контроль	2	Тест входной контроль
		Текущий контроль	4	Решение задач по темам
		Текущий контроль	3	Отчеты по лабораторным работам
			5	Тесты по темам
		Промежуточный контроль	6 7	Индивидуальное домашнее задание Контрольные работы
<b>ПК-4</b> Способность использовать возможности образовательной	Педагогика, введение в биологию, микробиология, ботаника, зоология, основы экологии и охраны природы, физиология человека и животных с основами функциональной анатомии, цитогистология, генетика, теория эволюции, общая и неорганическая химия,	Вводный Контроль	2	Тест входной контроль
		Текущий контроль	4	Решение задач по темам

<p>среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов</p>	<p>аналитическая химия, физическая и коллоидная химия, органическая химия, химический синтез, химия окружающей среды, прикладная химия, задания по химии повышенной сложности, расчетные и экспериментальные задачи в курсе химии, химия хиноидных и высокомолекулярных соединений, физико-химические методы анализа, биологическая химия, теория и практика формирования универсальных учебных действий, типы и механизмы химических реакций, флора и растительность Красноярского края и стратегии ее сохранения, биоразнообразие животных Средней Сибири и стратегии его сохранения, молекулярно-генетический уровень организации жизни, компетентностный подход в образовании, практика по получению профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, научно исследовательская практика, методика обучения биологии, методика обучения химии</p>	Текущий контроль	3	Отчеты по лабораторным работам
			5	Тестирование по темам
		Промежуточный контроль	6 7	Индивидуальное домашнее задание Контрольная работа
		Промежут. аттестация	1	Экзамен/зачет

### 3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

3.1. Фонды оценочных средств включают: вопросы к экзамену, вопросы к зачету по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»; задачи по дисциплине «Физическая и коллоидная химия», тесты по дисциплине «Физическая и коллоидная химия».

3.2. Оценочные средства

3.2.1. Оценочное средство № 1 «Вопросы к экзамену по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»

Критерии оценивания по оценочному средству № 1 — **Вопросы к экзамену/зачету:**

Формируемые компетенции	Продвинутый уровень сформированности компетенций	Базовый уровень сформированности компетенций	Пороговый уровень сформированности компетенций
	(87-100 баллов) отлично/зачтено	(73-86 баллов) хорошо/зачтено	(60-72 баллов)* удовлетворительно/зачтено
<b>ПК-1</b> готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	Обучающийся на продвинутом уровне готов реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	Обучающийся на базовом уровне готов реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	Обучающийся на пороговом уровне готов реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов
<b>ПК-4</b> способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов	Обучающийся на продвинутом уровне способен использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемого учебного предмета «Физическая и коллоидная химия».	Обучающийся на базовом уровне способен использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемого учебного предмета «Физическая и коллоидная химия».	Обучающийся на пороговом уровне способен использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемого учебного предмета «Физическая и коллоидная химия».

\*Менее 60 баллов – компетенция не сформирована

#### 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости

4.1. Фонды оценочных средств включают: тестирование, решение задач с практическим применением, индивидуальные задания, отчет к лабораторной работе, контрольные работы

4.2.1. Критерии оценивания см. в технологической карте рейтинга в рабочей программе дисциплины «Физическая и коллоидная химия».

4.2.2. Критерии оценивания по оценочному средству 2 – Входной контроль

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Правильных ответов - 10	2
Правильных ответов - 15	3
Правильных ответов - 10	4
Правильных ответов - 25 (максимальный балл)	5

4.2.3. Критерии оценивания по оценочному средству 3 - Отчет по лабораторным работам

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Выполнение работы согласно инструкции	0,5
Оформление согласно требованиям	0,5
Проведен анализ, расчеты, даны ответы на вопросы	1,5
Верно сформулированы выводы	1,5
Максимальный балл	4

4.2.4. Критерии оценивания по оценочному средству 4 - Решение задач по темам

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Верно решены три задачи из десяти	1
Верно решены пять задач из десяти	2
Верно решены семь задач из десяти	3
Максимальный балл (десять задач)	4

4.2.5. Критерии оценивания по оценочному средству 5– Тесты по темам

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Правильно выполнено 50% заданий	2
Правильно выполнено 75% заданий	3
Максимальный балл (100% заданий)	4

4.2.6. Критерии оценивания по оценочному средству 6- Индивидуальное задание

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Правильно выполнено 50% заданий	2
Правильно выполнено 75% заданий	3
Максимальный балл (100% заданий)	4

4.2.7. Критерии оценивания по оценочному средству 7 - Контрольная работа

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Правильно решено 50% заданий	2
Правильно решено 80% заданий	3
Максимальный балл (100% заданий)	4

## 5. Оценочные средства (контрольно-измерительные материалы).

### Оценочное средство № 1

#### ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

1. Дайте определение первому закону термодинамики. Установите эквивалентность между теплотой и работой. Охарактеризуйте внутреннюю энергию системы.
2. Охарактеризуйте первый закон термодинамики применительно к химии. Дайте определение понятия термохимия. Охарактеризуйте тепловой эффект реакции при постоянном давлении ( $\Delta H$ ) и постоянном объеме ( $\Delta V$ ). Установите связь между ними.
3. Сформулируйте закон Гесса. Дайте определения теплотам образования и сгорания, стандартным тепловым эффектам. Сформулируйте следствия из закона Гесса.
4. Определите зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Приведите математическое выражения закона Кирхгофа в дифференциальной и интегральной формах.
5. Сформулируйте второй закон термодинамики. Изобразите цикл Карно, охарактеризуйте его и приведите неравенство Клаузиуса.
6. Дайте понятие энтропии изолированной системы. Установите связь энтропии с термодинамической вероятностью состояния системы. Сформулируйте статистический характер второго закона.
7. Приведите расчет абсолютного значения энтропии. Сформулируйте постулат Планка. Приведите расчет изменения энтропии при различных процессах.
8. Сформулируйте понятие изохорно – изотермического потенциала (свободной энергии Гельмгольца). Какова направленность процессов в данном случае. Сформулируйте понятие изобарно – изотермического потенциала (свободной энергии Гиббса). Дайте характеристику направленности процессов.

#### ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

1. Раскройте понятие термодинамического химического равновесия. Напишите закон действующих масс для обратимых реакций. Установите связь между  $K_c$  и  $K_p$ . Сформулируйте принцип Ле Шателье – Брауна.
2. Установите зависимость константы химического равновесия от температуры. Приведите уравнение изохоры и изобары химической реакции. Охарактеризуйте химический потенциал как критерий направленности процессов.

#### РАСТВОРЫ

1. Укажите факторы, влияющие на давление насыщенного пара разбавленных растворов. Напишите закон Рауля (приведите две аналитические записи).
2. Охарактеризуйте понятие понижения температуры замерзания разбавленных растворов. Дайте определение понятию криоскопия. Приведите примеры антифризов. Назовите факторы, повышающие температуры кипения разбавленных растворов. Дайте определение понятию эбулиоскопия.
3. Примените законы разбавленных растворов к растворам электролитов. Дайте формулировку понятия «изотонический коэффициент» и установите его связь со степенью диссоциации.
4. Сформулируйте понятие об идеальных системах. Укажите, какие бывают отклонения свойств реальных систем от идеальных. Назовите причины отклонений.
5. Приведите пример диаграммы состав – свойство. Сформулируйте законы Гиббса – Коновалова. Охарактеризуйте понятие «азеотропные смеси».
6. Назовите принципы дистилляции двойных жидких смесей. Опишите процесс перегонки с водяным паром и укажите области применения. Опишите процесс ректификации.

7. Приведите примеры систем с ограниченной растворимостью. Дайте определение понятию критической температуры растворения. Укажите принцип процесса экстракции.

#### **ЭЛЕКТРОХИМИЯ**

1. Дайте определение электропроводности (удельной, молярной, эквивалентной). Установите зависимость электропроводности от концентрации и разбавления. Сформулируйте закон Кольрауша.
2. Дайте пояснение о практическом применении электропроводности. Опишите процесс кондуктометрического титрования. В чем его сущность?
3. Сформулируйте понятия определения степени и константы диссоциации слабого электролита. Охарактеризуйте закон разбавления Оствальда и установите связь закона с растворимостью труднорастворимой соли.
4. Каков механизм прохождения электрического тока через раствор? Свяжите этот процесс с числами переноса.
5. Сформулируйте теорию гальванического элемента. Каков механизм определения стандартных электродных потенциалов. Водородная шкала. Приведите формулы Нернста через химический потенциал.
6. Сформулируйте теории строения двойного электрического слоя. Укажите условия возникновения дзета – потенциала.
7. Приведите классификацию электродов. Раскройте понятие редокс – электродов. Охарактеризуйте потенциометрическое определение рН среды. Приведите пример работы электрода (стеклянный электрод).
8. Охарактеризуйте понятия «концентрационные цепи и диффузионный потенциал». Приведите примеры данных процессов.

#### **ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ**

1. Дайте определение скорости химических реакций. Охарактеризуйте кинетическую кривую. Приведите запись формулы истинной скорости. Приведите примеры простых и сложных реакций. Напишите закон действующих масс и установите связь с константой скорости реакции.
2. Сформулируйте понятия кинетического порядка реакции и молекулярности реакции. Приведите примеры способов определения порядка реакции. Реакции I – порядка (константа скорости и время полупревращения реакций).
3. Реакции II – порядка (константа скорости и время полупревращения реакций).
4. Реакции III – порядка (константа скорости и время полупревращения реакций).
5. Рассмотрите основные теории химической кинетики (активных столкновений и переходного состояния или активного комплекса). Раскройте их сущность.
6. Рассмотрите особенности и классификацию каталитических реакций. Охарактеризуйте основные теории гомогенного и гетерогенного катализа.
7. Сформулируйте понятие кинетики фотохимических реакций. Приведите запись закона Бугера – Ламберта – Бера. Укажите основные законы фотохимии.
8. Сформулируйте понятие кинетики гетерогенных процессов. Приведите примеры протекания процесса в кинетической и диффузионной областях. Укажите способы управления гетерогенными процессами.

#### **ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И АДСОРБЦИЯ**

1. Поверхностная энергия, способы ее уменьшения. Физическая и химическая адсорбция, зависимость от температуры.
2. Охарактеризуйте процесс адсорбции на твердой поверхности. Приведите уравнение изотермы адсорбции Фрейндлиха, перечислите его недостатки.
3. Напишите уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Каков физический и геометрический смысл константы "b"?

4. Охарактеризуйте процесс адсорбции на жидкой поверхности. Сформулируйте понятие поверхностного натяжения. Правило Дюкло – Траубе. Напишите формулу адсорбционного уравнения Гиббса.
5. Дайте определение адсорбции из раствора. Охарактеризуйте процессы смачивания и флотации. Установите влияние теплоты смачивания на эти процессы.

## **ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

### **ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФИЗИКО-ХИМИИ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ**

1. Предмет, задачи и направления коллоидной химии. Значение коллоидной химии для биологии и почвоведения.
2. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем.
3. Методы получения коллоидных систем. Физические и химические методы конденсации и диспергирования.
4. Очистка коллоидных систем.
5. Кинетические свойства коллоидных систем (Броуновское движение, диффузия, осмотическое давление).
6. Кинетическая устойчивость коллоидных систем, седиментация. Седиментационный анализ.
7. Оптические свойства коллоидных систем. Эффект Тиндаля. Дифракционное рассеяние света.
8. Нефелометрия. Ультрамикроскопия.
9. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы протекания и седиментации.
10. Электрокинетический потенциал. Скорость электрофоретического переноса (уравнение Гельмгольца – Смолуховского).
11. Агрегативная устойчивость коллоидных систем. Строение коллоидной мицеллы. Обнаружение заряда коллоидных частиц. Опыт Рейсса.
12. Коагуляция. Закономерности коагуляции лиофобных коллоидных систем электролитами. Взаимная коагуляция зольей.
13. Коагуляция коллоидов электролитами. Правило значности. Перезарядка зольей.
14. Общая характеристика и классификация эмульсий.
15. Практическое применение эмульсий.
16. Обращение фаз. Множественные эмульсии. Критические эмульсии.
17. Устойчивость эмульсии. Способы измерения устойчивости эмульсий.
18. Пены и аэрозоли.
19. Гели, студни, семиколлоиды. Условия застудневания.
20. Синерезис. Тиксотропия. Набухание.
21. Практическое значение микрогетерогенных систем. Детергенты.
22. Поверхностно-активные вещества.



**Оценочное средство № 2**

**Входное тестирование**

№ задания	Задание				Ответ
1	Чему равно число нейтронов в атоме $^{31}_{15}\text{P}$ ?				
	а) 31	б) 16	в) 15	г) 46	
2	Чему равно число орбиталей на $f$ -подуровне?				
	а) 1	б) 3	в) 5	г) 7	
3	Чем отличаются атомы изотопов одного элемента?				
	а) числом протонов	б) числом нейтронов	в) числом электронов	г) зарядом ядра	
4	Атомы, какого элемента имеют электронную конфигурацию внешнего слоя: $\dots 3s^2 3p^4$ ?				
	а) ${}^6\text{C}$	б) ${}^{14}\text{Si}$	в) ${}^{16}\text{S}$	г) ${}^{24}\text{Cr}$	
5	Какое из оснований является двухкислотным?				
	а) KOH	б) $\text{Bi}(\text{OH})_3$	в) $\text{NH}_4\text{OH}$	г) $\text{Sn}(\text{OH})_2$	
6	Какая из солей является кислой солью?				
	а) $[\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{CO}_3$	б) $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_3$	в) $\text{FeOHCO}_3$	г) $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$	
7	Какой соли соответствует название «гидросульфат висмута III»?				
	а) $\text{Bi}(\text{HSO}_4)_3$	б) $\text{Bi}(\text{HSO}_3)_3$	в) $\text{Bi}(\text{OH})\text{SO}_4$	г) $[\text{Bi}(\text{OH}_2)]_2\text{SO}_4$	
8	Сколько молей растворенного вещества содержится в 1л децимолярного раствора?				
	а) 0,2 моль	б) 1 моль	в) 0,1 моль	г) 0,01 моль	
9	Сколько граммов растворенного вещества содержится в 150 г раствора с массовой долей вещества = 5%?				
	а) 15 г	б) 7,5 г	в) 10 г	г) 5,0 г	

10	Какие из следующих электролитов при диссоциации образуют ионы $H^+$ и $OH^-$ одновременно?			
	а) $Ca(OH)_2$	б) $KOH$	в) $H_3PO_4$	г) $Al(OH)_3$
11	Какие электролиты являются сильными?			
	а) $HI$	б) $KOH$	в) $H_2S$	г) $H_3PO_4$
12	Какие вещества образуют при диссоциации ионы $Mn^{2+}$ ?			
	а) $KMnO_4$	б) $MnCl_2$	в) $Na_2MnO_4$	г) $MnO_2$
13	Какие электролиты образуют при диссоциации хлорид-ионы $Cl^-$ ?			
	а) $KClO_3$	б) $HCl$	в) $Ca(ClO)_2$	г) $HClO$
14	Сколько ионов образуется при диссоциации двух молекул $FeCl_3$ ?			
	а) 2	б) 4	в) 5	г) 6
15	Какие вещества в ионном уравнении следующей реакции записываются в виде молекул:			
	а) $H_2S$	б) $Pb(NO_3)_2$	в) $PbS$	г) $HNO_3$
16	Какие из следующих электролитов при диссоциации образуют гидроксидные ионы?			
	а) $H_2SO_4$	б) $Al(OH)_2Cl$	в) $Ca(HCO_3)_2$	г) $Sn(OH)_2$
17	Чему равно ионное произведение воды ( $t = 25^{\circ}C$ )?			
	а) $10^{-12}$	б) $10^{-10}$	в) $10^{-14}$	г) $10^{-9}$
18	Какова среда раствора, если $pH < 7$ ?			
	а) нейтральная	б) кислая	в) щелочная	
19	Растворы, каких электролитов характеризуются значениями $pH > 7$ ?			
	а) $Na_2CO_3$	б) $CaS$	в) $Al(NO_3)_3$	г) $BaCl_2$
20	При каких значениях $pH$ фенолфталеин окрашивается в малиновый цвет?			

	а) 12	б) 4	в) 7	г) 14	
21	Какую окраску приобретает лакмус в нейтральной среде?				
	а) малиновую	б) синюю	в) красную	г) фиолетовую	
22	С какими из следующих веществ может реагировать оксид серы (VI)?				
	а) NaCl	б) Na <sub>2</sub> O	в) HNO <sub>3</sub>	г) HCl	
23	Какая кислота образуется при взаимодействии оксида фосфора (III) с водой?				
	а) H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	б) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	в) HPO <sub>3</sub>	г) H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	
24	Изотопы химического элемента отличаются друг от друга:				
	а) по числу нейтронов	б) по числу электронов	в) по числу протонов	г) по положению в периодической системе	
25	С какими металлами может взаимодействовать раствор нитрата свинца (II)?				
	а) Hg	б) Cu	в) Au	г) Al	

### Оценочное средство № 3

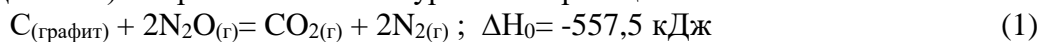
#### Отчет по лабораторной работе

- 1) Отчеты о лабораторных работах должны быть оформлены в отдельных тетрадях для лабораторных работ.
- 2) В отчете необходимо определить цели проведения лабораторной работы.
- 3) Записать оборудование и реактивы.
- 4) Записать ход работы
- 5) Составить уравнения всех химических реакций, проводимых во время лабораторной работы.
- 6) Произвести необходимые математические расчеты
- 7) Сформулировать выводы по результатам лабораторной работы.

### Оценочное средство № 4

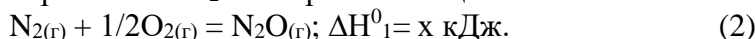
#### Примеры решения задач по теме «Химическая термодинамика»

**Пример:** Исходя из теплоты образования газообразного диоксида углерода ( $\Delta H_0 = -393,5$  кДж/моль) и термохимического уравнения реакции:

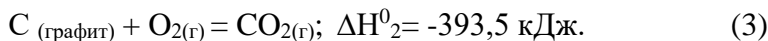


вычислите теплоту образования  $N_2O_{\text{(г)}}$ .

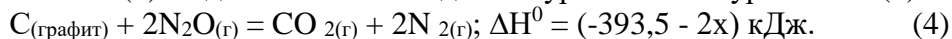
**Решение:** Обозначив искомую величину через  $x$ , запишем термохимическое уравнение реакции образования  $N_2O$  из простых веществ:



Запишем также термохимическое уравнение реакции образования  $CO_{2(g)}$  из простых веществ:



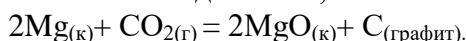
Из уравнений реакций (2) и(3) можно получить уравнение реакции (1). Для этого умножим уравнение (2) на два и вычтем найденное уравнение из уравнения (3). Имеем:



Сравнивая уравнения (1) и (4), находим:  $-393,5 - 2x = -557,5$ .

Отсюда  $x = 82,0 \text{ кДж/моль}$ .

**Пример:** Пользуясь табличными данными, вычислите  $\Delta H^0$  реакции:



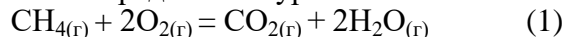
**Решение:** Стандартные энтальпии образования  $CO_{2(g)}$  и  $MgO_{(к)}$  равны соответственно  $-393,5$  и  $-601,8 \text{ кДж/моль}$  (стандартные энтальпии образования простых веществ равны нулю).  $\Delta H^0$  реакции находим по уравнению (4.1.2.)

$$\Delta H^0 = 2\Delta H^0_{MgO} - \Delta H^0_{CO_2} = 2(-601,8) + 393,5 = -810,1 \text{ кДж.}$$

**Пример:** Рассчитайте теплоту сгорания метана и количество теплоты, которое выделится при сгорании  $100 \text{ дм}^3$  этого вещества.

**Решение:** Под теплотой сгорания вещества подразумевают тепловой эффект реакции окисления одного моля этого соединения. В случае органического соединения продуктами окисления обычно бывают  $CO_{2(g)}$  и  $H_2O_{(г)}$ .

Реакцию сгорания метана можно представить уравнением:



Используя следствие закона Гесса и стандартные энтальпии образования веществ, определяем изменение энтальпии при протекании реакций:

$$\Delta H^0 = \Delta H^0_{CO_2(г)} + 2\Delta H^0_{H_2O(г)} - \Delta H^0_{CH_4(г)}.$$

или

$$\Delta H^0 = -393,5 + 2(-241,8) - (-74,9) = -402,2 \text{ кДж.}$$

$$\Delta H^0 = -Q,$$

следовательно, при сгорании одного моля  $CH_4$  выделяется  $402,2 \text{ кДж}$  теплоты.

$$v(CH_4) = 100 \text{ дм}^3 / 22,4 \text{ дм}^3 = 4,46 \text{ моль.}$$

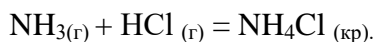
Количество теплоты при сгорании  $4,46 \text{ моль}$  составит  $4,46 \cdot 402,2 = 1795,5 \text{ кДж}$ .

**Пример:** В каком состоянии энтропия  $1 \text{ моль}$  вещества больше: в кристаллическом или в парообразном при той же температуре?

**Решение:** Энтропия есть мера неупорядоченности состояния вещества. В кристалле частицы (атомы, ионы) расположены упорядоченно и могут находиться лишь в определенных точках пространства, а для газа таких ограничений нет. Объем  $1 \text{ моль}$  газа гораздо больше, чем объем  $1 \text{ моль}$  кристаллического вещества; возможность хаотичного

движения молекул газа больше. А так как энтропию можно рассматривать как количественную меру хаотичности атомно-молекулярной структуры вещества, то энтропия 1 моль паров вещества больше энтропии его кристаллов при одинаковой температуре.

**Пример:** Исходя из значений стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ, вычислите  $\Delta G^0$  реакции, протекающей по уравнению:



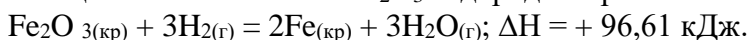
Может ли эта реакция при стандартных условиях протекать самопроизвольно?

**Решение:** Энергия Гиббса ( $\Delta G^0$ ) является функцией состояния и вычисляется из соотношения  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ . Находим величины  $\Delta H^0$  и  $\Delta S^0$ :

$$\begin{aligned}\Delta H^0 &= \Delta H_{\text{NH}_4\text{Cl}}^0 - (\Delta H_{\text{NH}_3}^0 + \Delta H_{\text{HCl}}^0) = \\ &= 314,22 - (-45,94 - 92,31) = -175,97 \text{ кДж.} \\ \Delta S^0 &= S_{\text{NH}_4\text{Cl}}^0 - (S_{\text{NH}_3}^0 + S_{\text{HCl}}^0) = 95,81 - (192,66 + 186,79) = \\ &= -283,64 \text{ Дж/К.} \\ \Delta G^0 &= -175,97 - 298(-283,64 \cdot 10^{-3}) = -91,45 \text{ кДж.}\end{aligned}$$

Так как  $\Delta G < 0$ , то реакция протекает самопроизвольно при стандартных условиях.

**Пример:** Реакция восстановления  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  водородом протекает по уравнению:



Возможна ли эта реакция при стандартных условиях, если изменение энтропии  $\Delta S = 0,1387 \text{ кДж/(моль}\cdot\text{К)}$ ? При какой температуре начнется восстановление  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?

**Решение:** Вычисляем  $\Delta G$  реакции:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 96,61 - 298 \cdot 0,1387 = +55,28 \text{ кДж.}$$

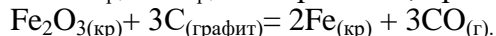
Так как  $\Delta G > 0$ , то реакция при стандартных условиях невозможна; наоборот, при этих условиях идет обратная реакция окисления железа (коррозия).

Найдем температуру, при которой  $\Delta G = 0$ :

$$\Delta H = T\Delta S; T = \Delta H / \Delta S = 96,61 / 0,1387 = 696,5 \text{ К.}$$

Следовательно, при температуре 696,5 К начнется реакция восстановления  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Иногда эту температуру называют температурой начала реакции.

**Пример:** Вычислите  $\Delta H_{\text{x.p.}}^0$ ,  $\Delta S_{\text{x.p.}}^0$ ,  $\Delta G_{\text{T}}^0$  реакции, протекающей по уравнению:



Возможна ли реакция восстановления  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  углеродом при температурах 500 и 1000 К?

**Решение:** Находим  $\Delta H_{\text{x.p.}}$  и  $\Delta S_{\text{x.p.}}$

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{x.p.}} &= [3(-110,53) + 2 \cdot 0] - [-822,16 + 3 \cdot 0] = \\ &= -331,56 + 822,10 = +490,57 \text{ кДж;} \\ \Delta S_{\text{x.p.}} &= (2 \cdot 27,15 + 3 \cdot 197,55) - (87,45 + 3 \cdot 5,74) = 542,28 \text{ Дж/К.}\end{aligned}$$

Энергию Гиббса при соответствующих температурах находим из соотношения  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ :

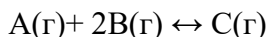
$$\begin{aligned}\Delta G_{500} &= 490,57 - 500 \cdot 542,28 / 1000 = 219,43 \text{ кДж;} \\ \Delta G_{1000} &= 490,57 - 1000 \cdot 542,28 / 1000 = -51,71 \text{ кДж.}\end{aligned}$$

Так как  $\Delta G_{500} > 0$ , а  $\Delta G_{1000} < 0$ , то восстановление  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  углеродом возможно при 1000 К и невозможно при 500 К.

### Примеры решения задач по «Химическое равновесие»

#### Пример:

В системе:



равновесные концентрации равны (моль/дм<sup>3</sup>):  $[\text{A}] = 0,6$ ;  $[\text{B}] = 1,2$ ;  $[\text{C}] = 2,16$ . Определите константу равновесия реакции и исходные концентрации веществ А и В.

#### Решение:

Константа равновесия этой реакции выражается уравнением:

$$K = [\text{C}]/[\text{A}][\text{B}]^2.$$

Подставляя в него данные из условия задачи, получаем:

$$K = 2,16/0,6 \cdot 1,2^2 = 2,5$$

Для нахождения исходных концентраций веществ А и В учтем, что, согласно уравнению реакции, из 1 моля вещества А и 2 молей вещества В образуется 1 моль вещества С.

Поскольку по условию задачи в каждом дм<sup>3</sup> системы образовалось 2,16 моля вещества С, то при этом было израсходовано 2,16

моля вещества А и  $2,16 \cdot 2 = 4,32$  моля вещества В. Таким образом, искомые исходные концентрации равны:

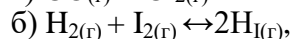
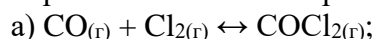
$$[\text{A}]_{\text{исх.}} = 0,6 + 2,16 = 2,76 \text{ моль/дм}^3;$$

$$[\text{B}]_{\text{исх.}} = 1,2 + 4,32 = 5,52 \text{ моль/дм}^3.$$

При изменении условий протекания реакции (температуры, давления, концентрации какого-либо из участвующих в реакции веществ) скорости прямого и обратного процессов изменяются неодинаково, и химическое равновесие нарушается. В результате преимущественного протекания реакции в одном из возможных направлений устанавливается состояние нового химического равновесия, отличающееся от исходного. Процесс перехода от одного равновесного состояния к новому равновесию называется смещением химического равновесия.

Направление этого смещения подчиняется принципу Ле-Шателье: если на систему, находящуюся в состоянии химического равновесия, оказать какое-либо воздействие, то равновесие сместится в таком направлении, что оказанное воздействие будет ослаблено. Так, повышение температуры приводит к смещению равновесия в направлении реакции, сопровождающейся поглощением теплоты, т.е. охлаждением системы; повышение давления вызывает смещение равновесия в направлении уменьшения общего числа молей газообразных веществ, то есть в направлении, приводящем к понижению давления; удаление из системы одного из продуктов реакции ведет к смещению равновесия в сторону прямой реакции; уменьшение концентрации одного из исходных веществ приводит к смещению равновесия в направлении обратной реакции.

**Пример** В каком направлении сместится равновесие в системах:



если при неизменной температуре увеличить давление путем уменьшения объема газовой смеси?

**Решение** а) протекание реакции в прямом направлении приводит к уменьшению общего числа молей газов, т.е. к уменьшению давления в системе. Поэтому, согласно принципу Ле-Шателье, повышение давления вызывает смещение равновесия в сторону прямой реакции.

б) протекание реакции не сопровождается изменением числа молей газов и не проводит, следовательно, к изменению давления. В этом случае изменение давления не вызывает смещения равновесия.

### Примеры решения задач «Свойства растворов»

**Пример** При 25 °С давление насыщенного пара воды составляет 3,166 кПа (23,75 мм рт.ст.). Определите при той же температуре давление насыщенного пара над 5 % водным раствором карбамида  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

**Решение** Для расчета по формуле  $P_1 = N_1 P_0$  нужно вычислить мольную долю растворителя  $N_1$ . В 100 г раствора содержится 5 г карбамида (мольная масса 60 г/моль) и 95 г воды (мольная масса 18 г/моль). Количество карбамида и воды соответственно равно:

$$v_2 = 5/60 = 0,083 \text{ моль}; v_1 = 95/18 = 5,278 \text{ моль}.$$

Находим мольную долю воды:

$$N_1 = v_1 / (v_1 + v_2) = 5,278 / (5,278 + 0,083) = 5,278 / 5,361 = 0,985.$$

Следовательно:

$$P_1 = 0,985 \cdot 3,166 = 3,119 \text{ кПа (или 23,31 мм рт.ст.)}.$$

**Пример** Рассчитайте, при какой температуре должен кристаллизоваться раствор, содержащий в 250 г воды 54 г глюкозы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

**Решение**  $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ г/моль}$ . По формуле (5.1.2) определим моляльность раствора:  $c_m = 54 \cdot 1000 / 180 \cdot 250 = 1,2 \text{ моль/1000 г воды}$ .

По формуле:  $\Delta t_{\text{крист}} = K_{\text{кр}} \cdot c_m$  находим:  $\Delta t_{\text{крист}} = 1,86 \cdot 1,20 = 2,23^\circ$ .

Следовательно раствор будет кристаллизоваться при  $-2,23^\circ\text{C}$ .

**Пример** Раствор, содержащий 8 г некоторого вещества в 100 г диэтилового эфира, кипит при 36,86 °С, тогда как чистый эфир кипит при 35,60 °С. Определите молекулярную массу растворенного вещества.

**Решение** Из условия задачи находим:

$$\Delta t_{\text{кип}} = 36,86 - 35,60 = 1,26^\circ$$

По уравнению  $\Delta t_{\text{кип}} = K_{\text{эб}} \cdot c_m$  определяем моляльность раствора:

$$1,26 = 2,02 \cdot c_m; c_m = 1,26 / 2,02 = 0,624 \text{ моля на 1000 г эфира}.$$

Найдем мольную массу вещества:

$$M = \frac{8 \cdot 1000}{0,624 \cdot 100} = \frac{80}{0,624} = 128,2 \text{ г/моль}$$

Молекулярная масса растворенного вещества равна 128,2 а.е.м.

**Пример** Определите молекулярную массу неэлектролита, если его навеска массой 17,64 г была растворена в воде и объем раствора доведен до 1000 см<sup>3</sup>. Измеренное осмотическое давление раствора оказалось равным  $2,38 \cdot 10^5$

Па при 20 °С.

**Решение** Подставляя экспериментальные данные в уравнение Вант-Гоффа  $M = mRT/PV$  получим:

$$M = 17,64 \cdot 8,31 \cdot 293 / 2,38 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3} = 180,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

Или  $M = 180,3 \text{ г/моль}$ .

Молекулярная масса равна 180,3 а.е.м.

**Пример** Навеска вещества массой 12,42 г растворена в 500 см<sup>3</sup> воды. Давление пара полученного раствора при 20 °С равно 3732,7 Па. Давление пара воды при той же температуре равно 3742 Па. Рассчитайте мольную массу растворенного вещества.

**Решение** Пользуясь законом Рауля  $\Delta P/P^0 = v_1/v_2$  и учитывая условия задачи, получим:  $\Delta P = 3742 - 3732,7 = 9,3$  Па;

$$v_2 = 500/18 = 27,78 \text{ моль,}$$

тогда число молей ( $v_1$ ) растворенного вещества будет равно:

$$\Delta P v_2 / P^0 = 9,3 \cdot 27,78 / 3742 = 0,069 \text{ моль.}$$

Поскольку  $v_1 = m/M$ , то  $M = m/v_1 = 12,42/0,069 = 180$  г/моль.

**Пример** Чему равно при 0 °С осмотическое давление растворов неэлектролитов молярных концентраций: 0,100; 0,800; 0,025 моль/дм<sup>3</sup>?

**Решение** Так как все растворы неэлектролитов молярной концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup> имеют одинаковое осмотическое давление, равное  $22,7 \cdot 10^5$  Па при 0 °С, то осмотическое давление растворов неэлектролитов заданных концентраций будет равно  $2,27 \cdot 10^5$ ;  $1,82 \cdot 10^6$ ;  $2,67 \cdot 10^4$  Па соответственно.

**Пример** Раствор, содержащий 0,85 г хлорида цинка в 125 г воды, кристаллизуется при - 0,23 °С. Определите кажущуюся степень диссоциации ZnCl<sub>2</sub>.

**Решение** Найдем молярную концентрацию ( $c_m$ ) соли в растворе. Поскольку молярная масса ZnCl<sub>2</sub> равна 136,3 г/моль, то  $c_m = 0,85 \cdot 1000 / 136,3 \cdot 125 = 0,050$  моль на 1000 г H<sub>2</sub>O.

Теперь определим понижение температуры кристаллизации без учета диссоциации электролита (криоскопическая постоянная воды равна 1,86):

$$\Delta t_{\text{крист. выч.}} = K_{\text{кр}} \cdot c_m = 1,86 \cdot 0,050 = 0,093^\circ.$$

Сравнивая найденное значение с экспериментально определенным понижением температуры кристаллизации, вычисляем изотонический коэффициент  $i$ :

$$i = \Delta t_{\text{крист.}} / \Delta t_{\text{крист. выч.}} = 0,23 / 0,093 = 2,47.$$

Кажущуюся степень диссоциации соли найдем из соотношения:

$$\alpha = (i - 1) / (n - 1) \quad (5.3.1.)$$

$$\alpha = (2,47 - 1) / (3 - 1) = 0,735.$$

**Пример** При растворении гидроксида натрия массой 12 г в воде массой 100 г температура кипения повысилась на 2,65°. Определите степень диссоциации (%) гидроксида натрия.

**Решение** Для сильных электролитов имеем:

$$\Delta t_{\text{кип.}} = i \cdot K_{\text{эб}} \cdot c_m \quad (5.3.2.)$$

$$\text{Или } i = \Delta t_{\text{кип.}} / K_{\text{эб}} \cdot c_m = 2,65 \cdot 40 \cdot 100 / 0,52 \cdot 12 \cdot 1000 = 1,70.$$

$$\text{Тогда } \alpha = (i - 1) / (n - 1) = (1,70 - 1) / (2 - 1) = 0,70 \text{ или } 70 \%.$$

Эбуллиоскопическая и криоскопическая константы, зависят только от природы растворителя. Значения этих констант для некоторых растворителей представлены в табл. 7.



## 7 Эбуллиоскопическая и криоскопическая константы

Растворитель	K <sub>кр</sub> , град.	K <sub>эб</sub> , град.
Вода	1,86	0,52
Бензол	5,10	2,57
Этиловый эфир	2,12	-
Фенол	7,3	3,60
Ацетон	-	1,80
Уксусная кислота	3,9	3,1
CCl <sub>4</sub>	2,98	5,3

### Расчёты, связанные с растворимостью и кристаллизацией (Примеры решения задач)

**Задача №1.** Массовая доля хлорида меди (2) в насыщенном при  $t=20\text{гpC}$  растворе этой соли равна 42,7%. Определите коэффициент растворимости хлорида меди(2), при данной  $t$ .

**Коэффициент растворимости** – это растворимость вещества в 100граммах воды, при данной  $t$ . Чтобы его рассчитать, надо определить содержание соли и воды в 42,7%-ном растворе.

1. Рассчитаем содержание воды и вещества в растворе.

$$100 - 42,7 = 57,3\text{г(воды)}$$

2. Рассчитаем, сколько соли растворяется в 100г воды.

$$\frac{42,7}{57,3} = \frac{X}{100}; \quad X = 74,5\text{г}$$

Ответ. коэффициент растворимости=74,5г

**Задача №2.** Насыщенный при 60 г C раствор соли в количестве 20кг был охлаждён снегом, какое количество соли выпало в осадок, если при 0гC растворимость соли составляет 110г, а при 0гC -13,1г. Рассчитайте выход продукта в процентах.

<p>60гpC к.р----- 110г</p> <p>m(p-ра)20кг=20000г -----</p> <p>--</p> <p>1. Приготовим стандартный раствор 100+110=210</p> <p>2. Рассчитаем массу вещества в 20000г p-ра 110 X ---- = -----; X =10476,2г 210 20000</p> <p>3. Рассчитаем массу воды 20000 -10476,2 = 9523,8г</p>	<p>0гpC к.р----- 13,1г</p> <p>-----&gt;↓ ?</p> <p>4. Рассчитаем массу вещества растворённого в 9523,8г воды при 0гpC. 100 9523,8 ----- = -----; X = 1247,6г 13,1 X</p> <p>5. Рассчитаем массу осадка 10476,2 – 1247,6 =9228,6г</p> <p>6. Выразим массу ↓ в %-тах 9228,6 ε =----- ×100%; ε = 88,1% 10476,2</p>
--	---

--	--

Ответ.  $\varepsilon = 88,1\%$

**Задача №3.** При перекристаллизации соли, растворимость которой при  $100\text{гС} = 48,6\text{г}$ , а при  $20\text{гС} = 16,45\text{г}$ , было получено при охлаждении в интервале указанных температур  $0,5\text{кг}$  вещества. Сколько было взято соли и воды для перекристаллизации?

100гС К. Р -----48,6Г	20гС к.р ----- 16,45г
m(в-ва)---?, m(воды)----? -----	----->m↓ 500г
2.Рассчитаем массу вещества 48,6 X ----- = -----; X = 755,73г	1.Рассчитаем массу стандартного осадка. m ↓ = 48,6 - 16,45 = 32,15г.
32,15 500	
3.Рассчитаем массу воды 48,6 755,83 ----- = -----; X = 1555г.	
100 X	

Ответ m(в-ва) = 755,73г, m(воды) = 1555г.

**Задача №4.** Растворимость хлората калия при  $70\text{гС} = 30,2\text{г}$ , а при  $30\text{гС} = 10,1\text{г}$  в 100г воды. Сколько граммов вещества выделится из 70г насыщенного при  $70\text{гС}$  раствора, если его охладить до  $30\text{гС}$ ?

70гС к.р----- 30,2г	30гС к.р ----- 10,1г
m(р-ра) = 70г -----	----->↓ -?
1.Рассчитаем массу стандартного раствора 100+30,2=132,2г	4.Рассчитаем массу вещества для 53,76г воды при 30гС 100 53,76 ----- = ----- ; X = 5,43г
2.Рассчитаем массу вещества в 70г раствора 130 70 ----- = -----; X = 16,24г	10,1 X
30,2 X	5. Рассчитаем массу осадка 16,24 - 5,43 = 10,81г
3. Рассчитаем массу воды 70- 16,24 = 53,76г	

Или можно массу осадка рассчитать через воду

$$m\downarrow = 30,2 - 10,1 = 20,1$$

$$\frac{30,2(\text{в-ва})}{20,1\downarrow} = \frac{16,2(\text{в-ва})}{X\downarrow}; X = 10,8\text{г}$$

Ответ m(в-ва) = 10,8г

**Задача №5.** При н.у. в воде массой 100г растворяется хлороводород объемом 50,5л. При  $t = 50\text{гС}$  и нормальном давлении коэффициент растворимости хлороводорода равен 59,6г. Насыщенный при  $t = 0\text{гС}$  раствор соляной кислоты массой 40г нагрет до  $t = 50\text{гС}$ . Определите массу полученного раствора.

50гС к.р ----- 59,6г	0гС к.р -----50,5л
----------------------	--------------------

$m(\text{p-ра}) = ?$ 5. Рассчитаем массу вещества растворившегося в 22г воды $\frac{100}{59,6} = \frac{22}{X}; X = 13,1\text{г}$ 6. Рассчитаем массу раствора $22 + 13,1 = 35,1\text{г}$	$< \text{-----}$	$m(\text{p-ра}) = 40\text{г}$ 1. Переведем объём в массу $M(\text{HCl}) = 36,5\text{г/моль}$ $\frac{36,5\text{г}}{22,4\text{л}} = \frac{X\text{г}}{50,5\text{л}}; X = 82,3\text{г}$ 2. Рассчитаем массу стандартного раствора $100 + 82,3 = 182,3\text{г}$ 3. Рассчитаем массу воды в 40г раствора $\frac{182,3}{100} = \frac{40}{X}; X = 22\text{г}$ 4. Рассчитаем массу вещества $40 - 22 = 18\text{г}$
--	------------------	--

Ответ  $m(\text{p-ра}) = 35,1\text{г}$

Или можно через стандартные массы растворов

1. Рассчитаем стандартные массы растворов

$$100 + 59,6 = 159,6$$

$$100 + 82,3 = 182,3$$

$$\frac{182,3}{40} = \frac{159,6}{X}; X = 35\text{г}$$

### Растворимость веществ. Насыщенные растворы (примеры решения задач)

Растворимость (S) вещества определяется концентрацией его насыщенного раствора. Обычно растворимость твердых веществ и жидкостей выражают значением коэффициента растворимости, т.е. массой вещества, растворяющегося при данных условиях в 100 г растворителя с образованием насыщенного раствора.

*Растворимость газов характеризуют коэффициентом абсорбции, который выражает объем газа, растворяющегося в одном объеме растворителя с образованием насыщенного раствора.*

*Согласно закону Генри: масса газа, растворяющегося при постоянной температуре в данном объеме жидкости, прямо пропорциональна парциальному давлению газа.*

Из закона Генри следует, что объем растворяющегося газа (а значит, и коэффициент абсорбции) не зависит при данной температуре от парциального давления газа.

**Пример** При 60 °С насыщенный раствор  $\text{KNO}_3$  содержит 52,4 % соли. Рассчитайте коэффициент растворимости соли при этой температуре.

**Решение** Коэффициент растворимости находим из пропорции:

в 47,6 г  $\text{H}_2\text{O}$  растворяется 52,4 г  $\text{KNO}_3$ :

в 100 г  $\text{H}_2\text{O}$  растворяется x г  $\text{KNO}_3$

$$x = 100 \cdot 52,4 / 47,6 = 110\text{ г}$$

Таким образом, растворимость  $\text{KNO}_3$  при 60 °С составляет 110 г в 100 г  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Пример** Коэффициенты абсорбции кислорода и азота при 0 °С равны соответственно 0,049 и 0,023. Газовую смесь, содержащую 20 % (об.) O<sub>2</sub> и 80 % (об.) N<sub>2</sub> взболтали с водой при 0 °С до получения насыщенного раствора. Определите f % (об.) растворенных в воде газов.

**Решение** По условию задачи в 1 дм<sup>3</sup> воды растворяется 49 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> и 23 см<sup>3</sup> N<sub>2</sub>. Однако непосредственно сравнивать эти объемы нельзя, так как парциальные давления растворенных газов различны и составляют соответственно 0,2 и 0,8 от общего давления газовой смеси. Если принять последнее за единицу, то объемы растворенных азота и кислорода, приведенные к этому давлению, будут равны  $49 \cdot 0,2 = 9,8$  см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> и  $23 \cdot 0,8 = 18,4$  см<sup>3</sup> N<sub>2</sub>; общий объем растворенных газов составит,  $9,8 + 18,4 = 28,2$  см<sup>3</sup>. Находим f % (об.) каждого газа:  $9,8 \cdot 100 / 28,2 = 34,75$  % (об.) O<sub>2</sub> и  $18,4 \cdot 100 / 28,2 = 65,25$  % (об.) N<sub>2</sub>.

**Пример** При охлаждении насыщенного при 100 °С раствора до 14 °С выкристаллизовалась соль массой 112 г. Сколько было взято воды и соли для перекристаллизации, если растворимость соли при 100 °С равна 52,7 г, а при 14 °С - 7,9 г?

**Решение** С учетом растворимости соли при 100 °С и 14 °С при охлаждении насыщенного раствора выкристаллизовывается  $(52,7 - 7,9) = 44,8$  г соли/100 г воды. Следовательно, для получения соли массой 112 г потребуется  $112 \cdot 100 / 44,8 = 250$  г воды. При растворении 52,7 г при 100 °С и последующем охлаждении до 14 °С выкристаллизовывалось 44,8 г соли. Следовательно, для получения соли массой 112 г после перекристаллизации следует взять  $52,7 \cdot 112 / 44,8 = 131,75$  г соли.

**Пример** Растворимость NH<sub>4</sub>Br при 30 °С равна 81,8 г. При охлаждении насыщенного при 30 °С раствора массой 300 г до 0 °С выпадает осадок массой 36,8 г. Определите растворимость соли при 0 °С.

**Решение** С учетом растворимости бромид аммония при 30 °С масса раствора составит  $100 + 81,8 = 181,8$  г. Тогда масса соли в растворе массой 300 г будет равна  $81,8 \cdot 300 / 181,8 = 134,98$  г, а масса воды  $(300 - 134,98) = 165,02$  г.

Так как при охлаждении 300 г раствора до 0 °С выпадает соль массой 36,8 г, то в растворе останется бромид аммония массой  $134,98 - 36,8 = 98,18$  г и растворимость соли составит  $98,18 \cdot 100 / 165,02 = 59,5$  г/100 г воды.

**Пример** Сколько KNO<sub>3</sub> выпадет в осадок при охлаждении насыщенного при 60 °С раствора массой 200 г до 0 °С, если растворимость соли при этих температурах составляет 110 г и 15 г соответственно.

**Решение** С учетом растворимости при 60 °С масса раствора составит 210 г, тогда в насыщенном растворе массой 200 г будет содержаться нитрат калия массой  $110 \cdot 200 / 210 = 104,76$  г и вода массой  $(200 - 104,76) = 95,24$  г. При охлаждении этого раствора до 0 °С с учетом растворимости при этих условиях в растворе останется соль массой  $15 \cdot 95,24 / 100 = 14,29$  г.

Тогда при охлаждении раствора массой 200 г от 60 °С до 0 °С выпадает в осадок нитрат калия массой  $(104,76 - 14,29) = 90,47$  г.

**Пример** Сколько граммов нитрата серебра выпадет в осадок из насыщенного при температуре 80 °С раствора массой 10 г, при охлаждении его до 20 °С? Растворимость AgNO<sub>3</sub> составляет 635 г при 80 °С и 228 г при 20 °С.

**Решение** Найдем состав исходного раствора. Массовая доля вещества в насыщенном растворе ( $\omega$ ) связана с растворимостью (S) соотношением:

$$\omega = S / (S + 100).$$

При 80 °С  $\omega(\text{AgNO}_3) = 635 / 735 = 0,864$ .

$$m(\text{AgNO}_3) = 10 \cdot 0,864 = 8,64 \text{ г.}$$

При охлаждении выпало  $x$  г  $\text{AgNO}_3$ . Тогда масса конечного раствора равна  $(100 - x)$ , а массовая доля соли в охлажденном растворе равна:

$$\omega(\text{AgNO}_3) = (8,64 - x)/(100 - x) = 228/328, \text{ откуда: } x = 5,54 \text{ г.}$$

### Пример\*

Какая масса кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  выпадет в осадок при охлаждении насыщенного при  $60^\circ\text{C}$  раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  массой 500 г до  $0^\circ\text{C}$ , если растворимость при этих температурах составляет 31,6 и 6,75 г/100 г раствора соответственно?

**Решение**  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль}; M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ г/моль.}$$

Пусть масса кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  равна  $x$  г. Из условия задачи имеем: при  $60^\circ\text{C}$  в растворе массой 100,0 г содержится карбонат натрия массой 31,6 г или в воде массой  $(100 - 31,6) = 68,4$  г. Тогда в растворе массой 500,0 г будет содержаться карбонат натрия массой  $31,6 \cdot 500/100 = 158,0$  г и

$$\text{вода массой } (500,0 - 158,0) = 342,0 \text{ г.}$$

Из уравнения реакции следует, что для образования кристаллогидрата массой  $x$  г потребуется карбонат натрия массой  $a$  г и вода массой  $180a/106 = 1,698a$  г. При охлаждении до  $0^\circ\text{C}$  имеем:

В 93,25 г  $\text{H}_2\text{O}$  растворяется 6,75 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; в  $(342,000 - 1,698a)$  г  $\text{H}_2\text{O}$  растворяется  $(158,00 - a)$  г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , или  $6,75 \cdot (342,000 - 1,698a) = 93,25(158 - a)$ .

Откуда:  $a = 151,92$  г карбоната натрия. По реакции из карбоната натрия массой 151,92 г образуется кристаллогидрат массой  $151,92 \cdot 286/106 = 409,88$  г.

### Пример\*

Какая масса кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  выпадет в осадок при охлаждении насыщенного при  $80^\circ\text{C}$  раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  массой 1026,4 г до  $10^\circ\text{C}$ , если растворимость при этих температурах составляет 28,3 г и 9,0 г соответственно?

**Решение**  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10 \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}; M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \text{ г/моль.}$$

Из условия задачи следует, что при  $80^\circ\text{C}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$  массой 28,3 г содержится в 128,3 г раствора. Следовательно, в 1026,4 г раствора содержится 226,4 г соли и 800 г воды.

Из уравнения реакции следует, что для образования кристаллогидрата массой  $x$  г потребуется сульфат натрия массой  $a$  г и вода массой  $180a/142 = 1,27a$  г. В растворе останется сульфат натрия и массой  $(226,4 - a)$  г и вода массой  $(800 - 1,27a)$  г. С учетом растворимости сульфата натрия при  $10^\circ\text{C}$  получим:

$$\text{В } 100 \text{ г } \text{H}_2\text{O} \text{ растворяется } 9 \text{ г } \text{Na}_2\text{SO}_4;$$

$$\text{в } (800 - 1,27a) \text{ г } \text{H}_2\text{O} \text{ растворяется } (276,4 - a) \text{ г } \text{Na}_2\text{SO}_4,$$

или  $9(800 - 1,27a) = 100(276,4 - a)$ . Откуда  $a = 174,3$  г. Следовательно масса кристаллогидрата, образующегося по реакции составит:  $x = 174,3 \cdot 322/142 = 395,3$  г.

**Пример** Определите объем аммиака, выделившегося при нагревании насыщенного при  $0^\circ\text{C}$  раствора аммиака массой 503,7 г до  $50^\circ\text{C}$ . Растворимость аммиака при данных температурах равна 67,9 г и 22,9 г соответственно.

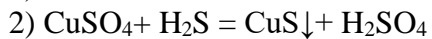
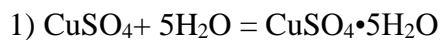
**Решение** Масса аммиака в насыщенном растворе при  $10^\circ\text{C}$  массой 503,7 г с учетом растворимости составит  $63,9 \cdot 503,7/163,9 = 208,67$  г, а масса воды будет равна  $503,7 - 208,67 = 295,03$  г. В воде массой 295,03 г при  $50^\circ\text{C}$  за счет растворимости останется аммиака  $22,9 \cdot 295,03/100 = 67,56$  г. При нагревании выделится  $208,67 - 67,56 = 141,11$  г аммиака. Объем аммиака (н.у.) составит  $141,11 \cdot 22,4/17 = 185,93 \text{ дм}^3$ .

### Пример\*

При охлаждении 400 см<sup>3</sup> раствора  $\text{CuSO}_4$  с массовой долей 20 % ( $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ )

выкристаллизовалось  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  массой 50 г. Выпавший осадок отфильтровали. Сколько осадка образуется при пропускании через фильтрат  $\text{H}_2\text{S}$  объемом  $11,2 \text{ дм}^3$  (н.у.)? Сколько  $\text{CuSO}_4$  останется в избытке?

Решение



$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}$ ;  $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль}$ ;

$M(\text{CuS}) = 96 \text{ г/моль}$ .

Масса сульфата меди (II) в исходном растворе составит  $400 \cdot 1,2 \cdot 0,25 = 120 \text{ г}$ . Для образования кристаллогидрата по реакции (1) потребуется  $160 \cdot 50 / 250 = 32 \text{ г CuSO}_4$ .

Следовательно, в растворе останется  $(120 - 32) = 88 \text{ г CuSO}_4$ .

По условию задачи количество сероводорода равно  $11,2 / 22,4 = 0,5 \text{ моль}$ . Следовательно, по реакции (2) образуется такое же количество, т.е.  $0,5 \text{ моль CuS}$  или  $0,5 \cdot 96 = 48 \text{ г}$ . В реакции (2) будет израсходовано  $0,5 \text{ моль CuSO}_4$  или  $0,5 \cdot 160 = 80 \text{ г}$ . Таким образом, в растворе после охлаждения и пропускания сероводорода останется  $(88 - 80) = 8 \text{ г CuSO}_4$ .

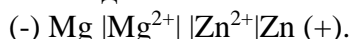
### Примеры решения задач на тему «Электрохимия»

**Пример** Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите э.д.с. магниево-цинкового гальванического элемента, в котором  $[\text{Mg}^{2+}] = [\text{Zn}^{2+}] = 1 \text{ моль/дм}^3$ .

Какой металл является анодом, какой катодом?

Решение

Схема данного гальванического элемента:



Магний имеет меньший потенциал ( $-2,37 \text{ В}$ ) и является анодом, на котором протекает окислительный процесс  $\text{Mg}^0 - 2\bar{e} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$ . Цинк, потенциал которого  $-0,76 \text{ В}$  - катод, т.е. электрод на котором протекает восстановительный процесс  $\text{Zn}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Zn}^0$ . Уравнение окислительно-восстановительной реакции, которая лежит в основе работы данного гальванического элемента, можно получить, сложив электронные уравнения анодного и катодного процессов  $\text{Mg} + \text{Zn}^{2+} = \text{Mg}^{2+} + \text{Zn}$ . Для определения э.д.с. гальванического элемента из потенциала катода следует вычесть потенциал анода. Так как концентрация ионов в растворе равна  $1 \text{ г-ион/дм}^3$ , то э.д.с. элемента равна разности стандартных электродных потенциалов двух его электродов.

Поэтому  $\text{э.д.с.} = \varphi_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 - \varphi_{\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}}^0 = -0,76 - (-2,37) = 1,61 \text{ В}$ .

**Пример** Гальванический элемент состоит из металлического цинка, погруженного в  $0,1 \text{ М}$  раствор нитрата цинка, и металлического свинца, погруженного в  $0,02 \text{ М}$  раствор нитрата свинца. Вычислите э.д.с. элемента, напишите уравнения электродных процессов, составьте схему элемента.

**Решение** Чтобы определить э.д.с. элемента, необходимо вычислить электродные потенциалы. Для этого находим значения стандартных электродных потенциалов систем  $Zn^{2+}/Zn$  (-0,76 В) и  $Pb^{2+}/Pb$  (-0,13 В), а затем рассчитываем значения  $\varphi$  по уравнению Нернста:

$$\varphi = \varphi^{\circ} + (0,059/n) \lg c,$$

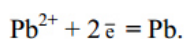
где  $\varphi^{\circ}$  - стандартный электродный потенциал;  $n$  - число электронов, принимающих участие в процессе;  $c$  - концентрация (при точных вычислениях - активность) гидратированных ионов металла в растворе, моль/дм<sup>3</sup>. То есть:

$$\begin{aligned}\varphi_{Zn^{2+}/Zn} &= -0,76 + \frac{0,059}{2} \lg 0,1 = -0,76 + 0,030(-1) = -0,79 \text{ В} \\ \varphi_{Pb^{2+}/Pb} &= -0,13 + \frac{0,059}{2} \lg 0,02 = -0,13 + 0,030(-1,7) = -0,18 \text{ В}.\end{aligned}$$

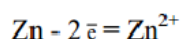
Находим э.д.с. (E) элемента:

$$E = \varphi_{Pb^{2+}/Pb} - \varphi_{Zn^{2+}/Zn} = -0,18 - (-0,79) = 0,61 \text{ В}.$$

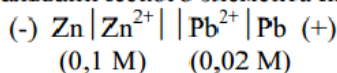
Поскольку  $\varphi_{Pb^{2+}/Pb} > \varphi_{Zn^{2+}/Zn}$ , то на свинцовом электроде будет происходить восстановление, т.е. он будет служить катодом:



На цинковом электроде будет протекать процесс окисления



т.е. этот электрод будет анодом. Схема гальванического элемента имеет следующий вид:



**Пример 131** Определите э.д.с. гальванического элемента  $Ag|AgNO_3(0,001M)||AgNO_3(0,1M)|Ag$ .

В каком направлении будут перемещаться электроны во внешней цепи при работе этого элемента?

**Решение** Стандартный электродный потенциал системы  $Ag^+/Ag$  равен 0,80 В. Обозначив потенциал левого электрода через  $\varphi_1$ , а правого - через  $\varphi_2$ , находим:

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= 0,80 + 0,059 \lg 0,001 = 0,80 + 0,059(-3) = 0,62 \text{ В} \\ \varphi_2 &= 0,80 + 0,059 \lg 0,1 = 0,80 - 0,059(-1) = 0,74 \text{ В}.\end{aligned}$$

Вычисляем э.д.с. элемента:

$$E = \varphi_2 - \varphi_1 = 0,74 - 0,62 = 0,12 \text{ В}.$$

Поскольку  $\varphi_1 < \varphi_2$ , то левый электрод будет служить отрицательным полюсом элемента и электроны перемещаются во внешней цепи от левого электрода к правому.

**Пример** Стандартный электродный потенциал никеля больше, чем кобальта. Изменится ли это соотношение, если измерить потенциал никеля в растворе его ионов с концентрацией 0,001 моль/дм<sup>3</sup>, а потенциалы кобальта - в растворе с концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>?

**Решение** Стандартные электродные потенциалы для никеля и кобальта соответственно равны -0,25 и -0,27 В. Определим электродные потенциалы этих металлов при данных в условии концентрациях по уравнению Нернста:

$$\begin{aligned} \varphi_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} &= -0,25 + (0,059/2) \lg 10^{-3} = -0,339 \text{ В} \\ \varphi_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} &= -0,277 + (0,059/2) \lg 10^{-1} = -0,307 \text{ В}. \end{aligned}$$

Таким образом, при изменившейся концентрации потенциал кобальта стал больше потенциала никеля.

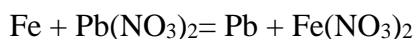
**Пример** Магниевую пластинку опустили в раствор его соли. При этом электродный потенциал магния оказался равным -2,41 В. Вычислите концентрацию ионов магния (моль/дм<sup>3</sup>).

**Решение** Подобные задачи также решаются на основании уравнения Нернста (см. пример 6.3.2):

$$\begin{aligned} -2,41 &= -2,37 + (0,059/2) \cdot \lg c, \\ -0,04 &= 0,0295 \cdot \lg c, \\ \lg c &= -0,04/0,0295 = -1,3559 = 2,6441, \\ c(\text{Mg}^{2+}) &= 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ моль/дм}^3. \end{aligned}$$

**Пример** После погружения железной пластинки массой 8 г в раствор нитрата свинца (II) объемом 50 см<sup>3</sup> ( $\rho = 1,23 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей 15% масса соли уменьшилась втрое. Какой стала масса пластинки?

Решение



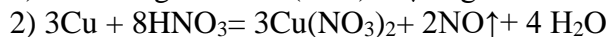
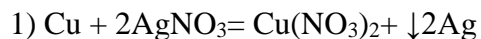
$M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 331 \text{ г/моль}$ ;  $M(\text{Pb}) = 207 \text{ г/моль}$ ;  $M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$ .

Количество нитрата свинца (II) составит  $0,15 \cdot 50 \cdot 1,23/331 = 0,0278 \text{ моль}$ . По условию задачи масса железной пластинки уменьшилась втрое, т.е. концентрация  $\text{Pb}^{2+}$  составит  $0,0278/3 = 0,0092 \text{ моль-ионов}$ , а перешло на пластинку  $0,0278 - 0,0092 = 0,0186 \text{ моль-ионов}$  или  $0,0186 \cdot 207 = 3,85 \text{ г}$ .

Перешло в раствор  $\text{Fe}^{2+}$  - ионов соответственно  $0,0186 \cdot 56 = 1,04 \text{ г}$ . Следовательно, масса пластинки будет равна  $8,00 - 1,04 + 3,85 = 10,81 \text{ г}$ .

**Пример** Медный стержень массой 422,4 г выдержали в растворе нитрата серебра, после чего его масса составила 513,6 г. Рассчитайте объем израсходованного раствора азотной кислоты ( $\rho = 1,20 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей 32 %, необходимый для растворения медного стержня после выдерживания его в растворе нитрата серебра.

Решение



$M(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль}$ ;  $M(\text{Ag}) = 108 \text{ г/моль}$ ;  $M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ г/моль}$

Масса выделенного по реакции (1) серебра составит  $513,6 - 422,4 = 91,2 \text{ г}$  или  $91,2/108 = 0,85 \text{ моль}$ . Следовательно, в раствор перейдет согласно реакции (1)  $0,85/2 = 0,425 \text{ моль}$   $\text{Cu}^{2+}$  или  $0,425 \cdot 64 = 27,2 \text{ г}$ .

В растворе останется меди  $422,4 - 27,2 = 395,2 \text{ г}$  или  $395,2/64 = 6,18 \text{ моль}$ . На растворение данного количества меди по реакции (2) потребуется  $8 \cdot 6,18/3 = 16,475 \text{ моль}$   $\text{HNO}_3$ . По реакции (3) на растворение 0,85 моль серебра потребуется  $4 \cdot 0,85/3 = 1,13 \text{ моль}$   $\text{HNO}_3$ .

Всего на растворение меди и серебра потребуется  $16,475 + 1,130 = 17,605 \text{ моль}$  или  $17,605 \cdot 63 = 1109,12 \text{ г}$   $\text{HNO}_3$ . В расчете на раствор данной концентрации масса раствора



кислоты составит  $1109,12 \cdot 100/32 = 3466,00$  г. Объем кислоты равен  $3466,00/1,20 = 2888,3$  см<sup>3</sup>.

### Примеры решения задач на тему «Скорость химической реакции»

*Скорость химической реакции измеряется количеством вещества, вступающего в реакцию или образующегося в результате реакции в единицу времени на единицу объема (для гомогенной системы) или на единицу поверхности раздела фаз (для гетерогенной системы).*

*В случае гомогенного процесса, протекающего при постоянном объеме, скорость реакции может быть определена изменением концентрации какого либо из реагирующих веществ за единицу времени.*

Для вещества, вступающего в реакцию, это определение может быть выражено уравнением:

$$v = -\Delta c / \Delta t,$$

а для образующегося вещества:

$$v = \Delta c / \Delta t,$$

где  $\Delta c$  - изменение концентрации вещества за время  $\Delta t$ .

Знаки в правой части этих уравнений различны, так как в ходе реакции концентрации исходных веществ убывают ( $\Delta c < 0$ ), а образующихся продуктов - возрастают ( $\Delta c > 0$ ).

Скорость реакции зависит от природы реагирующих веществ, их концентрации, температуры и от присутствия в системе катализаторов. Зависимость скорости реакции от концентраций определяется законом действия масс: *при постоянной температуре скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению молярных концентраций реагирующих веществ.*

Так для реакции типа:  $A + B \leftrightarrow AB$

закон действия масс выражается следующим уравнением:

$$v = k[A][B],$$

где  $[A]$  и  $[B]$  - концентрации вступающих в реакцию веществ моль/дм

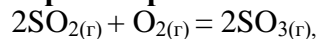
<sup>3</sup>,  $k$  - константа скорости реакции, зависящая от природы реагирующих веществ.

Для реакции типа:  $A + 2B \leftrightarrow AB_2$  по закону действия масс можно записать:

$$v = k[A][B]^2.$$

### Примеры решения задач

**Пример** Во сколько раз изменится скорость прямой и обратной реакции в системе:



если объем газовой смеси уменьшить в три раза? В какую сторону сместится равновесие системы?

**Решение** Обозначим концентрации реагирующих веществ:

$[SO_2] = a$ ,  $[O_2] = b$ ,  $[SO_3] = c$ . Согласно закону действия масс скорости ( $v$ ) прямой и обратной реакции до изменения объема будут равны:

$$v_{пр} = ka^2b; v_{обр} = k_1c^2.$$

После уменьшения объема гомогенной системы в три раза концентрация каждого из реагирующих веществ увеличится в три раза:  $[SO_2] = 3a$ ,  $[O_2] = 3b$ ;  $[SO_3] = 3c$ . При этих концентрациях скорости ( $v$ ) прямой и обратной реакции примут значения:

$$v'_{\text{пр}} = k(3a)^2 (3b) = 27ka^2b; v'_{\text{обр}} = k_1(3c)^2 = 9k_1c^2.$$

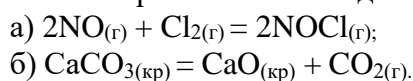
Откуда:

$$\frac{v_{\text{пр.}}}{v_{\text{обр.}}} = \frac{27ka^2b}{ka^2b} = 27; \frac{v'_{\text{обр.}}}{v_{\text{обр.}}} = \frac{9k_1c^2}{k_1c^2} = 9.$$

Так как, скорость прямой реакции увеличилась в 27 раз, а обратной- только в 9 раз, следовательно равновесие системы сместилось в сторону образования  $\text{SO}_3$ .

При гетерогенных реакциях концентрации веществ, находящихся в твердой фазе, обычно не изменяются в ходе реакции и поэтому не включаются в уравнение закона действия масс.

**Пример** Напишите выражения закона действия масс для реакций:



**Решение**



б) Поскольку карбонат кальция- твердое вещество, концентрация которого не изменяется в ходе реакции, искомое выражение будет иметь вид:  $v = k$ , т.е. в данном случае скорость реакции при определенной температуре постоянна.

**Пример** Как изменится скорость реакции:  $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} = 2\text{NO}_{2(г)}$ ; если уменьшить объем реакционной смеси в 3 раза?

**Решение** До изменения объема скорость реакции выражалась уравнением:  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$ .

Вследствие уменьшения объема концентрация каждого из реагирующих веществ возрастет в три раза. Следовательно:

$$v' = k(3[\text{NO}])^2(3[\text{O}_2]) = 27k[\text{NO}]^2[\text{O}_2].$$

Сравнивая выражения для  $v$  и  $v'$ , находим, что скорость реакции возрастает в 27 раз.

**Зависимость скорости реакции (или константы скорости реакции) от температуры** может быть выражена уравнением:

$$v_{t+10} / v_t = k_{t+10} / k_t = \gamma^{\Delta t/10}$$

Здесь  $v_t$  и  $k_t$ - скорость и константа скорости реакции при температуре  $t$  °C;  $v_{t+10}$  и  $k_{t+10}$ - те же величины при температуре  $(t + 10)$  °C;  $\gamma$ - температурный коэффициент скорости реакции, значение которого для большинства реакций равно 2 - 4 (правило Вант-Гоффа). В общем случае, если температура изменилась на  $t$  °C, последнее уравнение преобразуется к виду:

$$v_{t+\Delta t} / v_t = k_{t+\Delta t} / k_t = \gamma^{\Delta t/10}$$

ИЛИ

$$v_{t_2} = v_{t_1} \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} \quad (4.2.3)$$

**Пример** Температурный коэффициент скорости реакции равен 2,8. Во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры от 20 до 75 °C?

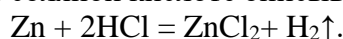
**Решение** Поскольку  $\Delta t = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ , то обозначив скорость реакции при 20 и 75  $^\circ\text{C}$  соответственно через  $v$  и  $v'$ , можем записать:

$$v/v' = 2,8^{55/10} = 2,8^{5,5}; \lg v'/v = 5,5 \cdot \lg 2,8 = 5,5 \cdot 0,447 = 2,4584.$$

Откуда:  $v'/v = 287$ . Скорость реакции увеличится в 287 раз.

**Пример** Растворение образца цинка в соляной кислоте при 20  $^\circ\text{C}$  заканчивается через 27 минут, а при 40  $^\circ\text{C}$  такой же образец металла растворяется за 3 минуты. За какое время данный образец цинка растворится при 55  $^\circ\text{C}$ ?

**Решение** Растворение цинка в соляной кислоте описывается уравнением:



Поскольку во всех трех случаях растворяется одинаковое количество образца, то можно считать что средняя скорость реакции обратно пропорциональна времени реакции. Следовательно при нагревании от 20  $^\circ\text{C}$  до 40  $^\circ\text{C}$  скорость реакции увеличивается в  $27/3 = 9$  раз. Это означает, что коэффициент в уравнении Вант-Гоффа

$$\frac{v_1}{v_2} = \gamma^{(t_2 - t_1)/10},$$

который показывает, во сколько раз увеличивается скорость реакции  $v$  при увеличении температуры на 10  $^\circ\text{C}$ , равен 3. Значит при нагревании до 55  $^\circ\text{C}$  скорость реакции увеличивается в  $3^{(55-40)/10} = 5,2$ , а время реакции составит  $3/5,2 = 0,577$  мин, или 34,6 с.

**Пример** Энергия активации некоторой реакции в отсутствие катализатора равна  $32,3 \cdot 10^3$  Дж/моль, а в присутствии катализатора она равна  $20,9 \cdot 10^3$  Дж/моль. Во сколько раз возрастет скорость этой реакции в присутствии катализатора при 25  $^\circ\text{C}$ .

**Решение** Энергию активации реакции без катализатора обозначим  $E_a$ , а в присутствии катализатора  $E'_a$ . Соответственно константы скорости этой реакции равны  $k$  и  $k'$ ; отношение  $k/k'$  показывает, во сколько раз скорость реакции в присутствии катализатора больше скорости этой же реакции без катализатора. Используя уравнение Аррениуса, запишем

$$\frac{k'}{k} = \frac{e^{-\frac{E'_a}{RT}}}{e^{-\frac{E_a}{RT}}} = e^{\frac{E_a - E'_a}{RT}},$$

откуда

$$\ln \frac{k'}{k} = 2,3 \lg \frac{k'}{k} = \frac{E_a - E'_a}{RT},$$

$$\lg \frac{k'}{k} = \frac{E_a - E'_a}{2,3RT}.$$

Подставив соответствующие значения величин из условия задачи, получим

$$\lg \frac{k'}{k} = \frac{(32,3 - 20,9) \cdot 10^3}{2,3 \cdot 8,314 \cdot 298} = 2.$$

Таким образом,  $k'/k = 10^2 = 100$ , т. е. при данной температуре реакция протекает в 100 раз быстрее в присутствии катализатора

#### **Оценочное средство 4.**

##### **Задачи для самостоятельного решения**

1. Теплоты растворения сульфата меди ( $\text{CuSO}_4$ ) и медного купороса ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), равны  $-66,11$  кДж и  $11,72$  кДж соответственно. Вычислите теплоту гидратации сульфата меди.

Ответ:  $1506,98$  кДж

2. Вычислите тепловой эффект и напишите термохимическое уравнение реакции горения одного моля этана ( $\text{C}_2\text{H}_{6(\text{r})}$ ), в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода. Сколько теплоты выделится при сгорании этана объемом  $1\text{ м}^3$  (н.у.)?

Ответ:  $-861,82$  кДж

3. Реакция горения бензола выражается термохимическим уравнением:  $\text{C}_6\text{H}_{6(\text{ж})} + 7/2\text{O}_{2(\text{r})} = 6\text{CO}_{2(\text{r})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$ . Вычислите тепловой эффект этой реакции.

Ответ:  $-3136,12$  кДж

4. Газообразный этиловый спирт можно получить при взаимодействии этилена и водяных паров. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислите ее тепловой эффект.

Ответ:  $-528,91$  кДж

5. Напишите термохимическое уравнение реакции взаимодействия оксида углерода(II) и водорода, в результате которой образуются газообразные метан и вода.

Сколько теплоты выделится при этой реакции, если был получен метан объемом 67,2 дм<sup>3</sup> (н.у.)?

Ответ: -206,13 кДж; 618,39 кДж

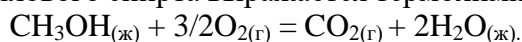
6. Кристаллический хлорид аммония образуется при взаимодействии газообразных аммиака и HCl. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислите ее тепловой эффект. Сколько теплоты выделится, если в реакции был израсходован аммиак объемом 10 дм<sup>3</sup>(н.у.)?

Ответ: -175,97 кДж; 78,56 кДж

7. При сгорании газообразного аммиака образуются пары воды и оксид азота (II). Сколько теплоты выделится при этой реакции, если был получен оксид азота (II) объемом 44,8 дм<sup>3</sup>(н.у.)?

Ответ: -451,03 кДж

8. Реакция горения метилового спирта выражается термохимическим уравнением:



Вычислите тепловой эффект этой реакции.

Ответ: -726,6 кДж

9. При взаимодействии газообразных сероводорода и диоксида углерода образуются пары воды и газообразный сероуглерод (CS<sub>2</sub>). Напишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите ее тепловой эффект.

Ответ: 67,76 кДж

10. На основании значений  $\Delta G^0$ , различных кислородных соединений щелочных металлов, приведенных в табл. 5, определите образование каких соединений наиболее характерно для различных щелочных металлов. Чем можно объяснить наблюдаемые закономерности?

Таблица 5. Значения  $\Delta G^0$  различных кислородных соединений щелочных металлов

Элемент	$\Delta G^0_{\text{O}_{(кр)}}$	$\Delta G^0_{\text{O}_{2(кр)}}$	$\Delta G^0_{\text{O}_{2(кр)}}$	$\Delta G^0_{\text{O}_{3(кр)}}$
Li	-560	-564	-468	-301
Na	+376	-439	-433	-
K	-322	-422	-475	-380
Rb	-290	-351	-439	-577
Cs	-290	-332	-418	-577

Оценочное средство 4.

Задачи для самостоятельного решения по теме «Химическое равновесие»

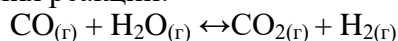
1. Реакция идет по уравнению:  $A + 2B \leftrightarrow C$ ; константа ее скорости при определенной температуре равна 0,4, а начальные концентрации составляли (моль/дм<sup>3</sup>):  $[A] = 0,3$  и  $[B] = 0,5$ .

Вычислите скорость этой реакции при той же температуре в начальный момент и после того, как прореагирует 0,1 моль/дм<sup>3</sup> вещества А.

2. Начальные концентрации веществ, участвующих в реакции:

$N_{2(r)} + 3H_{2(r)} \leftrightarrow 2NH_{3(r)}$ , равны (моль/дм<sup>3</sup>):  $[N_2] = 1,5$ ;  $[H_2] = 2,5$ ;  $[NH_3] = 0$ . Каковы концентрации азота и водорода в момент, когда концентрация аммиака стала равной 0,5 моль/дм<sup>3</sup>?

3. В начальный момент протекания реакции:



концентрации были равны (моль/дм<sup>3</sup>):

$$[CO] = 0,30; [H_2O] = 0,40; [CO_2] = 0,40; [H_2] = 0,05.$$

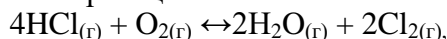
Вычислите концентрации всех веществ в момент, когда прореагирует 50% воды.

4. Пентахлорид фосфора диссоциирует при нагревании по уравнению:



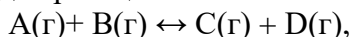
Вычислите константу равновесия этой реакции, если из 3 молей  $PCl_5$ , находящихся в закрытом сосуде емкостью 10 дм<sup>3</sup>, подвергается разложению 2,5 моля.

5. Чему равна константа равновесия реакции:



если равновесные концентрации (моль/дм<sup>3</sup>) равны:  $[Cl_2] = 0,04$ ;  $[H_2O] = 0,20$ ;  $[HCl] = 0,08$ ;  $[O_2] = 0,10$ ?

6. Найдите константу равновесия для реакции:



если исходные концентрации веществ А и В были равны по 0,8 моль/дм<sup>3</sup>, а равновесная концентрация вещества С равна 0,6 моль/дм<sup>3</sup>.

7. Рассчитайте константу равновесия реакции при 500 К:



если к моменту равновесия продиссоциировало 54 %  $PCl_5$ , а исходная концентрация  $PCl_5$  была равна 1 моль/дм<sup>3</sup>.

8. Вычислите константу равновесия реакции:  $2HBr_{(r)} \leftrightarrow H_{2(r)} + Br_{2(r)}$ ,

если первоначальная масса бромистого водорода была равна 0,809 г, а к моменту равновесия прореагировало 5 % исходного вещества.

9. При некоторой температуре состав равновесной смеси в объеме 10 дм<sup>3</sup>

был следующий: 11,2 г CO, 14,2 г Cl<sub>2</sub>, 19,8 г COCl<sub>2</sub>. Вычислите константу равновесия реакции:  $CO + Cl_2 \leftrightarrow COCl_2$  при данных условиях.

10. Чему равна константа равновесия реакции:  $2SO_{2(r)} + O_{2(r)} \leftrightarrow 2SO_{3(r)}$ ,

если равновесные концентрации равны (моль/дм<sup>3</sup>):

$$[SO_2] = 0,20; [O_2] = 0,40; [SO_3] = 0,08?$$

**Оценочное средство 4.**

**Задачи для самостоятельного решения на тему «Свойства растворов»**

Для решения задач данного раздела использовать значения величин из табл. 7. (см. Примеры решения задач)

1. Чему равно осмотическое давление раствора неэлектролита при  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если в  $500\text{ см}^3$  раствора содержится  $0,6$  моль вещества?
2. Осмотическое давление раствора мочевины  $((\text{NH}_2)_2\text{CO})$  при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  равно  $6,8 \cdot 10^5\text{ Па}$ . Найдите ее массу в  $1\text{ дм}^3$  раствора.
3. Неэлектролит массой  $11,5\text{ г}$  содержится в  $250\text{ см}^3$  раствора. Осмотическое давление этого раствора при  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$  равно  $12,04 \cdot 10^5\text{ Па}$ . Определите мольную массу неэлектролита.
4. Чему равно давление пара раствора содержащего: а) мочевины массой  $2,4\text{ г}$  в воде массой  $90,0\text{ г}$ ; б) глюкозу массой  $27\text{ г}$  в  $360\text{ см}^3$  воды? Давление пара воды при той же температуре равно  $157,3\text{ кПа}$ .
5. Каким будет давление пара раствора при  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если он содержит сахарозу массой  $13,68\text{ г}$  в воде массой  $90,00\text{ г}$ , а давление водяного пара при той же температуре равно  $25,0\text{ кПа}$ ?
6. Давление водяного пара при  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  равно  $31,173\text{ кПа}$ . Найдите понижение давления пара для раствора глюкозы с массовой долей  $11,86\%$ .
7. Анилин  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)$  массой  $3,1\text{ г}$  растворен в эфире массой  $40,2\text{ г}$ . Давление пара полученного раствора равно  $813,9\text{ кПа}$ , а давление пара чистого эфира при той же температуре составляет  $863,8\text{ кПа}$ . Рассчитайте молекулярную массу эфира.
8. Раствор, содержащий неэлектролит массой  $0,512\text{ г}$  в бензоле массой  $100\text{ г}$ , кристаллизуется при  $5,296\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температура кристаллизации бензола равна  $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Вычислите мольную массу растворенного вещества.
9. Вычислите массовую долю (%) водного раствора сахара  $(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})$ , зная, что температура кристаллизации раствора равна  $-0,93\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
10. Вычислите температуру кристаллизации водного раствора мочевины  $((\text{NH}_2)_2\text{CO})$ , содержащего мочевины массой  $5\text{ г}$  в воде массой  $150\text{ г}$ .

#### **Оценочное средство 4.**

##### **Задачи для самостоятельного решения на тему «Растворимость»**

1. Коэффициент растворимости хлорида аммония при  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  равен  $35\text{ г}$ . Определите массовую долю хлорида аммония в насыщенном при температуре  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  раствора  
Ответ:  $25,9\%$
2. Массовая доля хлорида меди (II) в насыщенном при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  растворе этой соли равна  $42,7\%$ . Определите коэффициент растворимости хлорида меди (II) при данной температуре.  
Ответ:  $74,5\text{ г}$ .
3. В воде массой  $100\text{ гр.}$  при  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  растворяется гидроксид натрия массой  $108,7\text{ г}$ . Какую массу гидроксида натрия и воды надо взять для приготовления насыщенного при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  раствора щёлочи массой  $40\text{ гр.}$

Ответ:  $m(\text{NaOH})=20,8\text{ г}$ ,  $m(\text{H}_2\text{O})=19,2\text{ г}$

4. Массовая доля насыщенного раствора йодида натрия при  $20^{\circ}\text{C}$  составляет 0,641 (64,1%). Вычислите растворимость йодида натрия при  $20^{\circ}\text{C}$  (на 100 гр. воды). Ответ: 178,5г
5. Насыщенный при  $100^{\circ}\text{C}$  раствор сульфата меди имеет массовую долю растворённого вещества 42,99 %. определите массу сульфата меди растворённого в 100 мл. воды при  $100^{\circ}\text{C}$ .  
Ответ:  $m=75,4\text{г}$
6. Насыщенный при  $60^{\circ}\text{C}$  раствор соли в количестве 20 кг был охлаждён снегом. Какое количество соли выпало в осадок, если при  $60^{\circ}\text{C}$ . растворимость соли составляет 110 гр., а при  $0^{\circ}\text{C}$  —13,1 гр. Рассчитайте выход продуктов %.  
Ответ: 9228,6; 88,1%
7. При перекристаллизации соли. растворимость .которой при  $100^{\circ}\text{C}$  -48,6 г, а при  $20^{\circ}\text{C}$  =16,45г. было получено при охлаждении в интервале указанных температур 05 кг вещества. Сколько было взято соли и воды для перекристаллизации?.  
Ответ:  $m$  соли=754,65г;  $m\text{H}_2\text{O}$ =1553г
8. Какую массу вещества  $\text{NH}_4\text{Cl}$  надо взять для перекристаллизации, если выход чистой соли должен определяться массой 400 гр. в интервале  $90-0^{\circ}\text{C}$ . Какой объем воды потребуется, чтобы растворить  $\text{NH}_4\text{Cl}$  при  $90^{\circ}\text{C}$  — 70 г, при  $0^{\circ}\text{C}$ -30г.  
Ответ:  $m$  в-ва=700г,  $m\text{H}_2\text{O}$ =1000г
9. Растворимость хлората калия при  $70^{\circ}\text{C}$ = 30,2 г а при  $30^{\circ}\text{C}$  = 10,1 г. в 100 г.  $\text{H}_2\text{O}$ . Сколько грамм хлората калия выделяется из 70 г насыщенного при  $70^{\circ}\text{C}$  раствора, если его охладить до  $30^{\circ}\text{C}$ .  
Ответ: 10,8г
10. В 500 г.  $\text{H}_2\text{O}$  растворено 300 г.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Какая масса  $\text{NH}_4\text{Cl}$  выделится из раствора при охлаждении его до  $50^{\circ}$ , если растворимость  $\text{NH}_4\text{Cl}$  при этой температуре 50 г. в 100 г. воды.  
Ответ: 50г

#### Оценочное средство 4.

##### Задачи для самостоятельного решения на тему «Электрохимия»

Для решения задач данного раздела использовать значения величин  $\varphi^0$  из справочника

- Какие внешние изменения будут наблюдаться, если в три пробирки с раствором медного купороса внести соответственно небольшие кусочки металлического алюминия, свинца, серебра?
- Увеличится, уменьшится или останется без изменения масса цинковой пластинки при взаимодействии ее с растворами: а)  $\text{CuSO}_4$ ; б)  $\text{MgSO}_4$ ; в)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ; г)  $\text{AgNO}_3$ ; д)  $\text{NiSO}_4$ ; е)  $\text{BaCl}_2$ ? Почему? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.
- При какой концентрации ионов  $\text{Zn}^{2+}$  (моль/дм<sup>3</sup>) потенциал цинкового электрода будет на 0,015 В меньше его стандартного электродного потенциала?
- При какой концентрации ионов  $\text{Cr}^{3+}$  (моль/дм<sup>3</sup>) значение потенциала хромового электрода становится равным стандартному потенциалу цинкового электрода?
- Марганцевый электрод в растворе его соли имеет потенциал -1,23 В. Вычислите концентрацию (моль/дм<sup>3</sup>) ионов  $\text{Mn}^{2+}$ .
- Рассчитайте электродные потенциалы магния в растворе хлорида магния при концентрациях (моль/дм<sup>3</sup>): а) 0,1; б) 0,01; в) 0,001.



7. При какой концентрации ионов  $\text{Cu}^{2+}$  (моль/дм<sup>3</sup>) значение потенциала медного электрода становится равным стандартному потенциалу водородного электрода?

8. Цинковая пластинка массой 10,0 г опущена в раствор сульфата меди (II). После окончания реакции пластинка имела массу 9,9 г. Объясните изменение массы пластинки и определите массу сульфата меди (II), вступившей в реакцию.

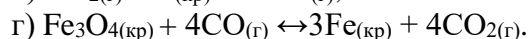
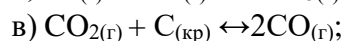
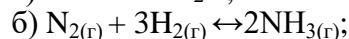
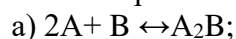
9. После того как железную пластинку выдержали в растворе сульфата меди (II), ее масса изменилась на 1,54 г. Определите объем раствора азотной кислоты ( $\rho = 1,50 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей 96 %, необходимый для снятия меди с пластинки.

10. Масса железного стержня после выдерживания в растворе нитрата меди (II) увеличилась на 1,6 г и составила 23,2 г. Рассчитайте массу железного стержня до погружения в раствор нитрата меди, а также массу меди после реакции.

#### Оценочное средство 4.

##### Задачи для самостоятельного решения на тему «Скорость химической реакции»

1. Напишите выражение для скорости прямой реакции:



Как изменятся скорости прямых реакций (а) и (б) при увеличении концентрации исходных веществ в два раза?

2. Во сколько раз увеличится скорость реакции взаимодействия водорода и брома  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{Br}_{2(\text{г})} \leftrightarrow 2\text{HBr}_{(\text{г})}$ , если концентрации исходных веществ увеличить в 2 раза?

3. Чему равна скорость обратной реакции:  $\text{CO}_{(\text{г})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} \leftrightarrow \text{CO}_{2(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})}$ , если концентрации  $[\text{CO}_2] = 0,30 \text{ моль/дм}^3$ ;  $[\text{H}_2] = 0,02 \text{ моль/дм}^3$ ;  $k = 1$ ?

4. Начальная концентрация исходных веществ в системе:  $\text{CO}_{(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \leftrightarrow \text{COCl}_{2(\text{г})}$  была равна (моль/дм<sup>3</sup>):  $[\text{CO}] = 0,3$ ;  $[\text{Cl}_2] = 0,2$ . Во сколько раз увеличится скорость реакции, если повысить концентрации: CO до  $0,6 \text{ моль/дм}^3$ , а  $\text{Cl}_2$  до  $1,2 \text{ моль/дм}^3$ ?

5. Концентрации NO и O<sub>2</sub>, образующих NO<sub>2</sub>, были соответственно равны 0,03 и 0,05 моль/дм<sup>3</sup>. Чему равна скорость реакции?

6. Как изменится скорость прямой реакции:  $4\text{NH}_{3(\text{г})} + 5\text{O}_{2(\text{г})} \leftrightarrow 4\text{NO}_{(\text{г})} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ , если увеличить давление системы в два раза?

7. Как изменится скорость прямой реакции:  $2\text{CO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \leftrightarrow 2\text{CO}_{2(\text{г})}$ , если увеличить давление системы в три раза?

8. Как изменится скорость реакции горения серы:  $\text{S}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \leftrightarrow \text{SO}_{2(\text{г})}$ , если уменьшить объем системы в 5 раз?

9. Как изменится скорость химической реакции:  $2\text{Al}_{(\text{кр})} + 3\text{Cl}_{2(\text{г})} = 2\text{AlCl}_{3(\text{кр})}$ , если давление системы увеличится в 2 раза?

10. Во сколько раз увеличится скорость реакции, если температура повысилась на 30°, а температурный коэффициент равен 3?

#### Оценочное средство № 4.

##### Расчетные задачи на тему «Получение и свойства коллоидных систем»

1. При продавливании через керамический фильтр водного раствора хлорида калия потенциал течения равен  $4,0 \times 10^{-3}$  В. Разница давлений равна  $27 \times 10^3$  Па. Вязкость жидкости -  $1,0 \times 10^{-3}$  Н·с/м<sup>2</sup>, относительная диэлектрическая проницаемость - 81, электропроводность -  $1,3 \times 10^{-2}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>. Определить, с какой скоростью должны перемещаться частицы суспензии, получаемой при измельчении фильтра, если их распределить в этой же жидкости и обеспечить напряженность электрического поля  $2,0 \times 10^2$  В/м. Принять, что частицы имеют сферическую форму. Абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  Ф/м.
2. Рассчитать  $\epsilon$ -потенциал для суспензии сферических частиц кварца в воде для следующих условий: скорость смещения частиц равна  $4,265 \times 10^{-4}$  м/с, длина трубки, в которой находится суспензия, 0,03 м, приложенная разность потенциалов 180 В, вязкость среды  $1,0 \times 10^{-3}$  Н с/м<sup>2</sup>, относительная диэлектрическая проницаемость среды - 80, абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума  $\zeta_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  Ф/м.
3. Электроосмотический потенциал течения водного раствора КСl (вязкость -  $1,0 \times 10^{-3}$  Н с/м<sup>2</sup>, относительная диэлектрическая проницаемость 81, эл/проводность  $1,3 \times 10^{-2}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>) через керамический фильтр равен  $4,0 \times 10^{-3}$  В. Разница давлений равна  $27 \times 10^3$  Па. С какой электрофоретической скоростью должны перемещаться сферические частицы керамической суспензии (измельченный фильтр), если их распределить в этой же жидкости и обеспечить напряженность электрического поля  $2,0 \times 10^2$  В/м. Абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  Ф/м.
4. Чему равен  $\epsilon$ -потенциал для взвеси сферических частиц золя кварца, если при силе тока  $8 \times 10^{-4}$  А объемная скорость жидкости, переносимой через мембрану, составляет  $0,15 \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/с. Удельная электропроводность раствора равна  $1,6 \times 10^{-2}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>, вязкость среды  $1,0 \times 10^{-3}$  Н с/м<sup>2</sup>,  $\zeta$  воды = 81, абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  Ф/м.
5. Определить  $\epsilon$ -потенциал для сферических частиц золя алюминия, движущихся по электрофоретической трубке длиной 0,06 м при разности потенциалов 120 В, если вязкость среды  $1,0 \times 10^{-3}$  Н с/м<sup>2</sup>, относительная диэлектрическая проницаемость среды - 80, абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума  $\zeta_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  Ф/м. Скорость смещения частиц равна  $10,7 \times 10^{-4}$  м/с.
6. С какой электрофоретической скоростью (напряженность электрического поля  $2,0 \times 10^2$  В/м) будут перемещаться сферические керамические частицы, если электроосмотический потенциал течения водного раствора КСl (вязкость -  $1,0 \times 10^{-3}$  Н с/м<sup>2</sup>, относительная диэлектрическая проницаемость 81, электропроводность  $1,3 \times 10^{-2}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>) через керамический фильтр равен  $4,0 \times 10^{-3}$  В при перепаде давления  $27 \times 10^3$  Па. Абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  Ф/м.

#### Оценочное средство 5.

##### Тест по теме «Химическая термодинамика»

№	Вопросы	Ответы
	Тепловые эффекты реакции $\text{H}_2 + \text{I}_2(\text{г}) = 2\text{HI}(\text{г})$ при постоянном давлении ( $Q_p$ ) и при постоянном объеме ( $Q_v$ ): а) совпадают по величине б) $(Q_p) > (Q_v)$ в) $(Q_p) < (Q_v)$	

	г) не хватает данных для ответа	
	<p>При образовании 0,54 кг жидкой воды из простых веществ выделяется 857,4 кДж теплоты. Теплота образования воды (ж) в кДж/моль:</p> <p>а) -571,6  б) 571,6  в) 285,8  г) -285,8</p>	
	<p>В изолированной системе самопроизвольно протекает необратимая реакция. Энтропия такой системы:</p> <p>а) уменьшается  б) увеличивается  в) не изменяется  г) нет правильного ответа</p>	
	<p>Равновесная концентрация оксида азота в реакции <math>N_2 + O_2 = 2NO</math> составляет 4 моль/л, а исходные концентрации азота и кислорода – соответственно 6 моль/л и 5 моль/л. Равновесная концентрация кислорода равна:</p> <p>а) 1 моль/л  б) 2 моль/л  в) 3 моль/л  г) 4 моль/л</p>	
	<p>При увеличении начальной концентрации реагента в 3 раза время полупревращения (<math>t_{1/2}</math>) уменьшилось в 9 раз. Эта реакция имеет порядок:</p> <p>а) первый  б) второй  в) нулевой  г) третий</p>	
	<p>Константа химического равновесия некоторой реакции равна <math>4 \cdot 10^{60}</math>. Эта реакция:</p> <p>а) практически невозможна  б) практически необратима  в) обратима</p>	
	<p>Для реакции <math>2AgNO_3 \rightarrow 2Ag + 2NO_2 + O_2 - 317.4</math> кДж изменение свободной энергии Гиббса равно 172 кДж, изменение энтропии составляет 0.49 кДж. Данный процесс возможен, начиная с температуры (К):</p> <p>а) 298  б) 651  в) 648  г) 1298</p>	
	<p>Теплоемкость можно считать величиной постоянной ...</p> <p>а) во всех случаях  б) ни в одном случае  в) в широком температурном интервале  г) в узком температурном интервале</p>	
	<p>На смещение равновесия обратимой реакции в сторону исходных веществ указывает значение полезной работы химической реакции (<math>A'</math>):</p> <p>а) <math>A' &gt; 0</math>  б) <math>A' &lt; 0</math>  в) <math>A' = 0</math>  г) <math>A' = \text{const}</math></p>	

<p>Тепловой эффект любой химической реакции при стандартных условиях равен ...</p> <p>а) разности суммарных теплот сгорания начальных и конечных веществ</p> <p>б) разности суммарных теплот сгорания конечных и начальных веществ</p> <p>в) половине разности суммарных теплот сгорания начальных и конечных веществ</p> <p>г) сумме суммарных теплот сгорания конечных и начальных веществ</p>	
<p>Одна калория составляет:</p> <p>а) 0,239 Дж</p> <p>б) 4,184 Дж</p> <p>в) 3,104 Дж</p> <p>г) 0,224 Дж</p>	

**Оценочное средство № 5**

**Тест по теме «Химической кинетике и химическому равновесию»**

Вопросы	Ответы
<p>1. Скорость любой химической реакции зависит от:</p> <p>1) давления;</p> <p>2) температуры;</p> <p>3) площади соприкосновения реагирующих веществ;</p> <p>4) всех вышеперечисленных факторов.</p>	
<p>2. Во сколько раз изменится скорость реакции:</p> $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ <p>при повышении давления в системе в 3 раза?</p> <p>1) увеличится в 9 раз;</p> <p>2) увеличится в 6 раз;</p> <p>3) увеличится в 27 раз;</p> <p>4) увеличится в 18 раз.</p>	
<p>3) Единица измерения скорости гомогенной реакции :</p> <p>1) моль/(л·с);</p> <p>2) (кмоль·м<sup>3</sup>)/ч;</p> <p>3) (моль·с)/мл;</p> <p>4) (л·с)/моль.</p>	
<p>4. В реакции, схема которой <math>2\text{A}_{(г)} + \text{B}_{(г)} = \text{C} + \text{D}</math> концентрацию вещества А увеличили в 2 раза, а вещества В- в 3 раза. Скорость реакции при этом возрастёт:</p> <p>1) в 12 раз;</p> <p>2) в 6 раз;</p> <p>3) в 1,5 раза;</p> <p>4) в 3 раза.</p>	
<p>5) Для увеличения скорости химической реакции <math>\text{Mg}_{(г)} + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2</math> необходимо:</p> <p>1) добавить несколько кусочков магния;</p> <p>2) увеличить концентрацию ионов водорода;</p> <p>3) уменьшить температуру;</p> <p>4) увеличить концентрацию ионов магния.</p>	

<p>6) С наибольшей скоростью при обычных условиях протекает химическая реакция:</p> <p>1) <math>2\text{BaO} + \text{O}_2 = 2\text{BaO}</math>;</p> <p>2) <math>\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow</math>;</p> <p>3) <math>\text{Ba} + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{H}_2</math>;</p> <p>4) <math>\text{Ba} + \text{S} = \text{BaS}</math>.</p>	
<p>7) Для увеличения скорости реакции <math>2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + \text{Q}</math> необходимо:</p> <p>1) увеличить концентрацию <math>\text{CO}</math>;</p> <p>2) уменьшить концентрацию <math>\text{O}_2</math>;</p> <p>3) понизить давление;</p> <p>4) понизить температуру.</p>	
<p>8) На скорость химической реакции между раствором серной кислоты и железом <u>не оказывает</u> влияния:</p> <p>1) концентрация кислоты;</p> <p>2) измельчение железа;</p> <p>3) температура реакции;</p> <p>4) увеличение давления.</p>	
<p>9. Температурный коэффициент реакции равен 2. На сколько градусов надо уменьшить температуру, чтобы скорость реакции уменьшилась в 16 раз:</p> <p>1) на <math>20^\circ\text{C}</math>;</p> <p>2) на 30;</p> <p>3) на 40;</p> <p>4) на 50.</p>	
<p>10. В присутствии катализатора протекает химическая реакция, уравнение которой:</p> <p>1) <math>\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2</math>;</p> <p>2) <math>2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}</math>;</p> <p>3) <math>2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3</math>;</p> <p>4) <math>2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}</math>.</p>	
<p>11. Обратимой является реакция, уравнение которой:</p> <p>1) <math>\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}</math>;</p> <p>2) <math>\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}</math>;</p> <p>3) <math>\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2</math>;</p> <p>4) <math>\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math>.</p>	
<p>12. Константа скорости химической реакции <u>не зависит</u>:</p> <p>1) от природы реагирующих веществ ;</p> <p>2) от концентрации реагирующих веществ;</p> <p>3) от температуры;</p> <p>4) от наличия катализатора.</p>	
<p>13. В реагирующей системе, уравнение которой <math>2\text{NO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NOCl}_{(г)} + \text{Q}</math>, равновесие сместится вправо при:</p> <p>1) повышении давления;</p> <p>2) использовании катализатора;</p> <p>3) понижении температуры;</p> <p>4) повышении концентрации <math>\text{NOCl}</math>.</p>	
<p>14. Равновесие в реакции, уравнение которой <math>\text{CH}_{4(г)} + 4\text{S}_{(ж)} \rightleftharpoons \text{CS}_{2(г)} + 2\text{H}_2\text{S}_{(г)} + \text{Q}</math>, сместится влево при:</p> <p>1) понижении давления;</p>	

<p>2)понижении температуры; 3)дополнительном введении серы; 4)увеличении концентрации H<sub>2</sub>S.</p>	
<p>15.При одновременном повышении температуры и понижении давления химическое равновесие сместится вправо в системе: 1)H<sub>2</sub>+S<sub>(г)</sub>⇌H<sub>2</sub>S<sub>(г)</sub>+Q; 2)2SO<sub>2(г)</sub>+O<sub>2(г)</sub>⇌SO<sub>3(г)</sub>+Q; 3)2NH<sub>3(г)</sub>⇌N<sub>2(г)</sub>+3H<sub>2(г)</sub>-Q; 4)2HCl<sub>(г)</sub>⇌H<sub>2(г)</sub>+Cl<sub>2(г)</sub>-Q.</p>	
<p>16.В любой химической реакции равновесие смещается при: 1)изменении температуры; 2)при изменении давления; 3)при действии катализаторов; 4)при изменении площади соприкосновения реагирующих веществ.</p>	
<p>17. Система, в которой изменение давления не <u>вызовет</u> смещения равновесия: 1)2SO<sub>2(г)</sub>+O<sub>2(г)</sub>⇌2SO<sub>3(г)</sub>+Q;; 2)N<sub>2(г)</sub>+O<sub>2(г)</sub>⇌2NO<sub>(г)</sub>-Q; 3)2ZnS<sub>(г)</sub>+3O<sub>2&lt;(г)</sub>⇌2ZnO<sub>(г)</sub>+2SO<sub>2(г)</sub>+Q; 4)N<sub>2(г)</sub>+3H<sub>2(г)</sub>⇌2NH<sub>3(г)</sub>+Q.</p>	
<p>18.Химическое равновесие в системе CO<sub>2</sub>+C⇌2CO-Q сместится вправо при: 1)повышении давления; 2)понижении температуры; 3)повышении концентрации CO; 4)повышении температуры.</p>	
<p>19.Во сколько раз надо увеличить концентрацию кислорода в реакции, уравнение которой: 2SO<sub>2</sub>+O<sub>2</sub>=2SO<sub>3</sub>, чтобы при уменьшении концентрации сернистого газа в 5 раз скорость реакции не изменилась 1) в 10 раз; 2)в 2,5 раза; 3)в 5 раз; 4)в 25 раз.</p>	
<p>20. Через определённый промежуток времени после начала реакции. уравнение которой 2CO<sub>2</sub>+C=2CO, концентрация углекислого газа уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз при этом уменьшится скорость реакции по сравнению с начальной? 1) в 4 раза; 2)в 8 раз; 3)в 12 раз; 4)в 16 раз.</p>	

**Оценочное средство № 5.**

**Тест по теме «Понятие о скорости химических реакций. Катализаторы»**

**1.Наибольшей при комнатной температуре будет скорость реакции цинка с серной кислотой (5% - й р-р) при условии**

1)Zn (пыль)

3)Zn (порошок)

2)Zn (гранулы)

4)Zn (стружка)

2. Скорость реакции цинка (гранулы) с соляной кислотой при комнатной температуре выше при условии использования раствора с массовой долей

- 1) 2,5%      2) 1,5%      3) 1%      4) 0,5%

3. Скорость реакции цинка (гранулы) с соляной кислотой выше при условии

- 1)  $t = 10^{\circ}\text{C}$       2)  $t = 30^{\circ}\text{C}$       3)  $t = 20^{\circ}\text{C}$       4)  $t = 70^{\circ}\text{C}$

4. При комнатной температуре с большей скоростью происходит реакция

- 1)  $\text{Fe}_{(\text{ТВ})}$  и  $\text{HCl}_{(\text{р-р})}$       2)  $\text{KOH}_{(\text{р-р})}$  и  $\text{HCl}_{(\text{р-р})}$   
3)  $\text{N}_{2(\text{г})}$  и  $\text{O}_{2(\text{г})}$       4)  $\text{Fe}_{(\text{ТВ})}$  и  $\text{O}_{2(\text{г})}$

5. При комнатной температуре с большей скоростью происходит реакция металла с соляной кислотой в случае

- 1) Al      2) Cu      3) K      4) Zn

6. Скорость реакции  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  снижается при

- 1) уменьшении концентрации кислоты  
2) увеличении концентрации кислоты  
3) увеличении температуры  
4) уменьшении размеров частиц мрамора

7. Верны ли суждения:

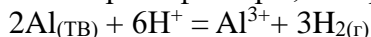
А) Разложение пероксида водорода происходит быстрее в присутствии катализатора – оксида марганца

Б) Скорость химических реакций не зависит от температуры

- 1) верно только А  
2) верно только Б  
3) оба верны  
4) оба неверны

8. За время, равное 10 с, концентрация вещества А изменилась от 2,25 моль/л до 2 моль/л. Укажите среднее значение скорости реакции по веществу А (Ответ запишите в виде десятичной дроби с указанием размерности)

9. Выберите факторы, которые увеличат скорость реакции



(выбранные номера запишите в порядке возрастания)

- 1) увеличение концентрации соли алюминия  
2) уменьшение концентрации кислоты  
3) увеличение концентрации кислоты  
4) уменьшение размеров гранул алюминия  
5) увеличение температуры

**Оценочное средство № 5.**

**Тест по теме «Скорость химической реакции»**

1. Фактор, не влияющий на скорость химической реакции:

- А. Давление.  
Б. Катализатор.  
В. Концентрации реагирующих веществ.  
Г. Форма сосуда, в котором протекает реакция.

2. С увеличением концентрации азота в 2 раза скорость химической реакции, уравнение которой  $N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO$ :

- А. Не изменится.      Б. Увеличится в 2 раза.  
В. Увеличится в 4 раза.      Г. Уменьшится в 4 раза.

3. С увеличением давления в 5 раз скорость химической реакции, уравнение которой  $2NO + O_2 \leftrightarrow 2NO_2$ , увеличится:

- А. В 5 раз. В.  
В. 75 раз.  
Б. В 25 раз.  
Г. В 125 раз.

4. При повышении температуры на  $10^\circ C$  (температурный коэффициент  $\gamma = 2$ ) скорость химической реакции увеличится:

- А. В 2 раза В. В 8 раз. Б. В 4 раза. Г. В 16 раз.

5. Установите соответствие.

Уравнение реакции:

1.  $C + O_2 = CO_2$ .  
2.  $C + CO_2 = 2CO$ .

Формула для определения скорости реакции:

- А.  $v = k \cdot C(O_2)$ .  
В.  $v = k \cdot C(O_2) \cdot C(C)$ .  
Б.  $v = k \cdot C(C) \cdot C(CO_2)$ .  
Г.  $v = k \cdot C(CO_2)$ .

#### Задания со свободным ответом

6. Запишите схему химической реакции, скорость которой можно рассчитать по формуле  $v = k \cdot C_A \cdot C_B$ .

#### Оценочное средство № 5.

Тест по теме «**ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ**»

1. Причиной несимметричного силового поля молекул в поверхностном слое является...

- 1) тепловое движение молекул;
- 2) электростатическое отталкивание;
- 3) нескомпенсированность межмолекулярного взаимодействия со стороны разных фаз.
- 4) кривизна поверхности раздела фаз

2. По какому признаку классифицируют дисперсные системы на ультрадисперсные, микрогетерогенные и грубодисперсные:

- 1) по степени дисперсности;
- 2) по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды;
- 3) по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды;
- 4) по взаимодействию частиц дисперсной фазы

3. По какому признаку классифицируют дисперсные системы на лиофильные и лиофобные:

- 1) по степени дисперсности;
- 2) по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды;



- 3) по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды;
- 4) по взаимодействию частиц дисперсной фазы

4. По какому признаку классифицируют дисперсные системы на свободно- и связнодисперсные:

- 1) по степени дисперсности;
- 2) по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды;
- 3) по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды;
- 4) по взаимодействию частиц дисперсной фазы

5. Какой размер имеют частицы в ультрамикрорегетерогенных (коллоидных) системах?

- 1)  $10^{-7}$  –  $10^{-5}$  м;
- 2)  $10^{-5}$  –  $10^{-3}$  м;
- 3)  $10^{-9}$  –  $10^{-7}$  м;
- 4)  $10^{-9}$

6. Какой размер имеют частицы в микрогетерогенных системах?

- 1)  $10^{-7}$  –  $10^{-5}$  м;
- 2)  $10^{-5}$  –  $10^{-3}$  м;
- 3)  $10^{-9}$  –  $10^{-7}$  м;
- 4)  $10^{-9}$

7. Жидкость находится (1) в тонком смачиваемом капилляре радиуса  $r$ ; (2) в капле радиуса  $r$ ; (3) в макрофазе с плоской поверхностью ( $r=\infty$ ).

Расположите эти системы в порядке возрастания давления насыщенного пара.

- 1)  $1 < 3 < 2$ ;
- 2)  $2 < 3 < 1$ ;
- 3)  $3 < 2 < 1$ ;
- 4)  $3 < 1 < 2$

8. Два стеклянных капилляра радиуса  $r_1$  и  $r_2$  ( $r_1 < r_2$ ) частично погружены в воду. Высота капиллярного поднятия равна соответственно  $h_1$  и  $h_2$ .

Какое соотношение справедливо :

- 1)  $h_1 < h_2$ ;
- 2)  $h_1 > h_2$ ;
- 3)  $h_1 = h_2$

9. Имеем двухфазные системы: (1) вода/бензол, (2) вода/гексан, (3) вода/анилин. Расположите эти системы в ряд по убыванию межфазного натяжения.

- 1)  $1 > 2 > 3$ ;
- 2)  $2 > 1 > 3$ ;
- 3)  $3 > 2 > 1$ ;
- 4)  $3 > 1 > 2$

10. При рекристаллизации осадков происходит

(А) уменьшение дисперсности; (Б) увеличение дисперсности (В) не происходит изменение размера частиц, т.к. протекает процесс, который называется (1) адсорбция; (2) седиментация; (3) изотермическая перегонка.

Какое сочетание является правильным:

- 1) А3; 2) Б2; 3) Б1; 4) В3

11. Расположите данные вещества в ряд по убыванию поверхностного натяжения: (1)анилин, (2) бензол, (3) вода, (4)гексан.

- 1) 1>3>4>2;
- 2) 4>2>1>3;
- 3) 3>1>2>4;
- 4) 3>1>4>2

12. Химический потенциал вещества

(А) возрастает; (Б) уменьшается; (В) не изменяется при диспергировании, т.к при этом (Г) уменьшается; (Д) возрастает; (Е) не изменяется доля поверхностной энергии, приходящейся на единицу объема тела.

Отредактируйте это утверждение (приведите комбинацию из двух букв).

- 1) БГ; 2) ВЕ; 3) АД; 4) АГ

13 . Коллоидные растворы **отличаются** от истинных следующими особенностями:

А) очень слабо выражены коллигативные свойства;

Б) значительно выше скорость диффузии растворенного вещества;

В) растворенное вещество раздроблено до молекул (ионов);

Г) частицы коллоидно-растворенного вещества способны проникать через ультратонкопористые мембраны;

Д) являются оптически неоднородными (рассеивающими свет) средами;

Е) все коллоидные растворы являются термодинамически неустойчивыми неравновесными системами

Какие утверждения являются правильными?

- 1) БГВ; 2) АД; 3) ВГА; 4) АГ

14. В воду частично погружены (А) стеклянный цилиндрический капилляр диаметром  $d$  и (Б) две параллельные друг другу стеклянные пластинки, расстояние между которыми равно  $d$ . Равновесный уровень мениска будет выше в случае

- 1) А; 2) Б; 3) одинаков

15. Коллоидные растворы являются промежуточными (переходными) между истинно гомогенными и истинно гетерогенными системами, так как сочетают в себе признаки тех и других:

А) частицы дисперсной фазы участвуют в тепловом (броуновском) движении;

Б) коллоидные растворы обнаруживают коллигативные свойства;

В) частицы коллоидно-растворенного вещества являются фазовыми частицами, имеют поверхность раздела с окружающей средой;

Г) термодинамические свойства коллоидно-дисперсной фазы (химический потенциал, давление насыщенного пара, растворимость и др.) зависят от размера частиц.

Какие из перечисленных признаков **отличают** коллоидные растворы от истинно гетерогенных систем?

- 1) АБГ; 2) АГ; 3) АВГ; 4) ВГ

**16.** Выделите из приведенных характеристик те, которые относятся к **лиофобным** дисперсным системам:

А) дисперсная фаза и дисперсионная среда сильно различаются по природе (полярности), характеру межатомных (межмолекулярных) взаимодействий;

Б) межмолекулярные силы сильно не скомпенсированы на поверхности раздела фаз;

- В) поверхностное натяжение на границе раздела фаз имеет очень низкое значение ( $\sigma \rightarrow 0$ );
- Г) при образовании дисперсной системы энергия диспергирования не компенсируется энергией межмолекулярного взаимодействия на образующейся поверхности и возрастанием энтропии;
- Д) система возникает в результате самопроизвольного диспергирования, при этом изменение энергии Гиббса  $\Delta G < 0$ ;
- Е) система термодинамически неустойчива, требуется наличие специального стабилизатора для предотвращения ее разрушения (коагуляции)
- 1) АД; 2) АБГЕ; 3) АВЕ; 4) БДЕ

17. В поверхностном слое равнодействующая сил межмолекулярного взаимодействия
- 1) равна нулю; 2) не равна нулю;
- и направлена А) в глубь фазы по нормали к поверхности; Б) тангенциально поверхности.
- Ответ выразите сочетанием цифры и буквы .
- 1) 2А; 2) 1Б; 3) 1А; 4) 2Б

18. Изменение (1) внутренней энергии  $U$ , (2) энтропии  $S$ , (3) температуры  $T$ , (4) химического потенциала  $\mu$  при образовании дисперсной системы из двух объемных фаз ( $\alpha$ ) и ( $\beta$ ) и поверхностного слоя ( $s$ ) описываются уравнениями:
- А)  $\mu = \mu\alpha + \mu\beta + \mu s$ ; В)  $S\alpha = S\beta = Ss$ ; Д)  $\mu\alpha = \mu\beta = \mu s$ ;
- Б)  $T = T\alpha + T\beta + Ts$ ; Г)  $U = U\alpha + U\beta + Us$ ; Е)  $S = S\alpha + S\beta + Ss$  ?
- Два из них являются неправильными. Какие?
- 1) 1Г, 2В; 2) 2Е, 3Б; 3) 3Б, 4А; 4) 4Д, 1Г

### Оценочное средство № 5.

#### Тест по теме «АДСОРБЦИЯ»

1. Адсорбция – это
- (А) самопроизвольное распределение компонентов системы между поверхностным слоем и объемной фазой;
- (Б) взаимодействие между приведенными в контакт поверхностями конденсированных тел разной природы;
- (В) самопроизвольный процесс выравнивания химических потенциалов компонентов в объеме фаз и в поверхностном слое;
- (Г) самопроизвольное концентрирование газообразного или растворенного компонента гетерогенной системы в поверхностном слое;
- (Д) изменение концентрации компонента в поверхностном слое по сравнению с объемной фазой, отнесенное к единице площади поверхности.
- Какая комбинация этих определений содержит только правильные утверждения?
- 1) АБВ; 2) АВГД ; 3) БВГ ; 4) ГДБ
2. При растворении в воде различных по природе веществ могут наблюдаться следующие закономерности:
- (А)  $d\sigma/dc = 0$ ,  $\Gamma = 0$ ; (Б)  $d\sigma/dc < 0$ ,  $\Gamma > 0$ ; (В)  $d\sigma/dc > 0$ ,  $\Gamma < 0$ ,
- а вещества называют поверхностно-активными, поверхностно-инактивными и поверхностно-неактивными.
- Укажите правильную комбинацию условий, отвечающую приведенной последовательности названных веществ:
- 1) АБВ; 2) АВБ ; 3) БАВ
3. Какие два из приведенных уравнений являются уравнением Дюпре-Юнга
- (А)  $W_a = W_c + \sigma_{гг} \cos\zeta$ ; (Б)  $W_a = \sigma_{жг} (1 + \cos\zeta)$ ; (В)  $W = 2\sigma_{жг} \cos\zeta$ ;

(Г)  $2W_a = W_c (1 + \cos\zeta)$ ?  
1) БГ; 2) АБ; 3) БВ; 4) АГ

4. Выражение  $p\omega = RT$  является уравнением состояния

- 1) адсорбционного слоя молекул газа (пара) на твердой поверхности;
- 2) жидкого монослоя ПАВ на поверхности раствора;
- 3) идеального двумерного газа – бесконечно разреженного монослоя ПАВ на поверхности жидкости

5. Какие из перечисленных соединений в водных растворах являются поверхностно-активными веществами:

(А) бромид гексадециламмония; (Б) лактоза; (В) сульфат натрия;  
(Г) додецилбензолсульфонат натрия; (Д) гексанол

- 1) АБВ; 2) БГД; 3) АГД; 4) АВГ

6. Уравнение изотермы поверхностного натяжения имеет вид:

- 1)  $\sigma = \sigma^0 + A_\infty RT \ln(1+kc)$ ;
- 2)  $\sigma = \sigma^0 - A_\infty RT \ln(1+kc)$ ;
- 3)  $\sigma = \sigma^0 - A_\infty RT \ln(1-kc)$

7. Ниже приведены соотношения между работой адгезии ( $W_a$ ) и когезии ( $W_c$ ) (в соответствии с уравнением Дюпре-Юнга) при определенных значениях краевого угла смачивания. Укажите, какое из них является неправильным:

- 1)  $\zeta = 0^\circ$ ;  $W_a = W_c$  ;
- 2)  $\zeta = 90^\circ$  ;  $W_a = 0,5 W_c$ ;
- 3)  $\zeta = 180^\circ$ ;  $W_a = 2 W_c$

8. Для некоторого твердого тела и воды соотношение между работой адгезии и работой когезии имеет вид:  $2W_a = W_c$  . Чему равен краевой угол смачивания?

- 1)  $0^\circ$  ; 2)  $90^\circ$  ; 3)  $180^\circ$

9. Различные типы межфазного взаимодействия, наблюдаемые в гетерогенных системах, характеризуются понятиями:

(1) когезия; (2) смачивание; (3) растекание; (4) адгезия, которые имеют следующий смысл:  
(А) взаимодействие жидкости с твердым телом или с другой жидкостью при наличии контакта трех несмешивающихся фаз;

(Б) притяжение атомов и молекул в объеме фазы;

(В) взаимодействие между приведенными в контакт поверхностями конденсированных фаз разной природы;

(Г) взаимодействие между твердым телом и нанесенной на его поверхность жидкости в случае, когда работа адгезии превышает работу когезии жидкости.

Укажите вариант, в котором правильно соотнесены каждое понятие (цифра) и его содержание (буква):

- 1) 1Б; 4В; 3Г
- 2) 4А; 3Б; 1В
- 3) 4В; 2Г; 1А

10. В каплю воды на поверхности парафина внесен додецилсульфат натрия. В результате произошло

- 1) возрастание смачивания;
- 2) уменьшение смачивания;
- 3) смачивание не изменилось

11. С увеличением длины углеводородного радикала в гомологическом ряду ПАВ величина предельной адсорбции ( $A_{\infty}$ )

- 1) растёт;
- 2) не изменяется;
- 3) уменьшается

12. Изотермическая работа обратимого процесса переноса 1 моля вещества из объёмной фазы в поверхностный слой называется

- 1) работой осмотических сил;
- 2) адсорбционным потенциалом;
- 3) работой процесса самодиффузии.

13. Известно значение постоянной уравнения Ленгмюра  $A_{\infty}$ . Какие характеристики системы адсорбат-адсорбент можно получить с помощью этих величин?

- (А) удельную поверхностную энергию адсорбента;
- (Б) ёмкость адсорбционного слоя;
- (В) величину, характеризующую энергию взаимодействия адсорбата с адсорбентом;
- (Г) молекулярную площадку адсорбата;
- (Д) энергию межмолекулярного взаимодействия адсорбата на поверхности адсорбента;
- (Е) коэффициент  $\beta$  Дюкло-Траубе.

Укажите комбинацию этих характеристик, содержащую только правильные ответы

- 1) АБ; 2) ВЕ; 3) БГ; 4) ДЕ

14. Величины (1) коэффициента растекания; (2) работы адгезии; (3) удельной флотирующей силы определяются выражениями

- (А)  $X = \sigma_{жг} (1 - \cos\zeta)$  ; (Б)  $X = \sigma_{жг} (1 + \cos\zeta)$  ; (В)  $X = \sigma_{жг} (\cos\zeta - 1)$

Укажите вариант, содержащий правильное сочетание величины и её уравнения

- 1) 2Б; 3В; 1А
- 2) 2В; 1А; 3Б
- 3) 3Б; 2Г; 1А

15. Согласно закону Генри, при малых концентрациях поверхностно-активного вещества в растворе (или при малых давлениях газа) величина адсорбции ПАВ (или газа)

- 1) обратно пропорциональна концентрации (давлению);
- 2) прямо пропорциональна концентрации (давлению);
- 3) не зависит от концентрации (давления)

16. Для (1) поверхностно-активных веществ; (2) поверхностно-инактивных веществ; (3) поверхностно-неактивных веществ справедливо выражение (А)  $\mu^{\circ s} = \mu^{\circ v}$ ; (Б)  $\mu^{\circ s} > \mu^{\circ v}$ ; (В)  $\mu^{\circ s} < \mu^{\circ v}$

Укажите вариант, содержащий правильное сочетание типа вещества (цифра) и соотношения стандартного химического потенциала вещества в объёме и в поверхностном слое (буква)

- 1) 1В; 2А; 3Б
- 2) 1Б; 2 А; 3В
- 3) 1В; 2Б; 3А

17. Какие два выражения характеризуют условия растекания жидкости по поверхности твёрдого тела (или другой жидкости)?

- (А)  $\sigma_{тг} \geq \sigma_{тж} + \sigma_{жг}$  ; (Б)  $\sigma_{тг} \geq \sigma_{тж} - \sigma_{жг}$  ; (В)  $W_a \geq W_c$  .

- 1) АВ; 2) БВ; 3) АБ

18. При каком условии частица минерала будет удерживаться на поверхности воды (т.е. возможна флотация)?

- (1)  $\sigma_{ТГ} < \sigma_{ТЖ} + \sigma_{ЖГ}$   
 (2)  $\sigma_{ТЖ} < \sigma_{ТГ} + \sigma_{ЖГ}$   
 (3)  $\sigma_{ТГ} = \sigma_{ТЖ} - \sigma_{ЖГ}$

**Оценочное средство № 5.**

**Тест по теме «ЭЛЕКТРОПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ»**

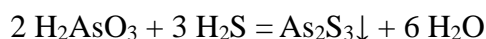
1. Золь AgJ получен взаимодействием AgNO<sub>3</sub> и KJ при избытке KJ. Какой ион будет потенциалоопределяющим?

- 1) Ag<sup>+</sup>;  
 2) J<sup>-</sup>;  
 3) K<sup>+</sup>;  
 4) NO<sub>3</sub>

2. К какому электроду будут перемещаться макромолекулы белка в кислой среде?

- 1) к катоду;  
 2) к аноду;  
 3) не будут перемещаться

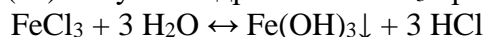
3. Гидрозо́ль сульфида мышьяка (III) получен пропусканьем избытка сероводорода через раствор мышьяковистой кислоты:



Заряд частиц будет

- 1) положительный (вследствие адсорбции ионов H<sup>+</sup>);  
 2) отрицательный (вследствие адсорбции ионов H S<sup>-</sup>);  
 3) заряд отсутствует

4. Гидрозо́ль хлорида железа (III) получен гидролизом FeCl<sub>3</sub> при кипячении раствора:



В результате образуется мицелла, строение которой можно выразить формулой



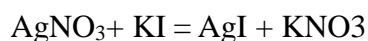
Укажите составляющие части мицеллы:

1) ядро мицеллы	а) m[Fe(OH) <sub>3</sub> ]
2) потенциалоопределяющие ионы	б) xCl <sup>-</sup>
3) противоионы от частицы до границы скольжения	в) (n-x)Cl <sup>-</sup>
4) противоионы диффузной части двойного электрического слоя	г) nFeO <sup>+</sup>

Варианты ответа:

- 1) 1б; 2а; 3г; 4в  
 2) 1а; 2г; 3в; 4б  
 3) 1г; 2а 3в 4б

5. Гидрозо́ль иодида серебра получен по реакции:



в присутствии избытка  $\text{AgNO}_3$ . Формула мицеллы золя имеет вид:

- 1)  $\{m[\text{AgI}] n\text{Ag} + (n - x)\text{NO}_3^-\} x\text{NO}_3^-$
- 2)  $\{m[\text{AgI}] n\Gamma (n - x)\text{K}^+\} x\text{K}^+$
- 3)  $\{m[\text{AgI}] n \text{NO}_3^-(n - x)\text{Ag}^+\} x\text{Ag}^+$

Укажите правильный ответ.

### *Тест по теме «Электрокинетические явления»*

1. Что называют границей скольжения при электрокинетических явлениях?

- 1) границу между адсорбционным и диффузионным слоями противоионов;
- 2) границу, по которой проходит разрыв ДЭС при тепловом движении частиц;
- 3) границу, по которой проходит разрыв ДЭС при наложении внешнего электрического поля;
- 4) границу раздела фаз.

1. Что такое:

1) Электрофорез -	а) течение жидкости в капилляре под действием электрического поля;
2) Электроосмос -	б) возникновение ЭДС при оседании частиц;
3) Потенциал седиментации -	в) движение частиц дисперсной фазы под действием электрического поля;
4) Потенциал течения -	г) возникновение ЭДС при течении жидкости через капиллярно-пористое тело?

Выберите правильный ответ:

- 1) 1а; 2б; 3в; 4г
- 2) 1в; 2а; 3б; 4г
- 3) 1б; 2г; 3а; 4в

3. В каких случаях вклад поверхностной проводимости в общую электропроводность капиллярно-пористой системы *повышается*?

- 1) при уменьшении радиуса капилляров;
- 2) при уменьшении ионной силы;
- 3) при увеличении радиуса капилляров;
- 4) при повышении ионной силы

Выберите правильный ответ:

- 1) А и Б;
- 2) А и Г;
- 3) В и Г;
- 4) Б и В

4. Какими свойствами должна обладать контактная («боковая») жидкость при электрофорезе?

- 1) не вызывать коагуляцию исследуемого золя, иметь одинаковую электропроводность с золем, отличаться по оптической плотности
- 2) коагулировать золь, иметь одинаковую оптическую плотность и одинаковую электропроводность
- 3) иметь одинаковую электропроводность с золем, различную оптическую плотность и вязкость

### Тест по теме «Строение двойного электрического слоя»

1. Как располагаются в пространстве противоионы по теории Штерна?

- 1) рассеяны в пространстве на некотором расстоянии от границы раздела фаз, образуя диффузный слой;
- 2) расположены вблизи границы раздела фаз, образуя плоский конденсатор;
- 3) часть противоионов находится вблизи границы раздела фаз, образуя адсорбционный слой, часть рассеяна в пространстве, образуя диффузный слой противоионов

2. Чему равна эффективная толщина диффузионного слоя?

- 1) расстоянию, на котором потенциал диффузионного слоя снижается до нуля;
- 2) расстоянию, на котором потенциал диффузионного слоя снижается в  $e$  раз;
- 3) расстоянию, на котором потенциал диффузионного слоя снижается в 2 раза;
- 4) расстоянию, на котором потенциал диффузионного слоя остается постоянным

3. Какой потенциал называют электрокинетическим?

- 1) потенциал на границе раздела фаз;
- 2) потенциал на границе скольжения;
- 3) потенциал на границе адсорбционного и диффузионного слоев;
- 4) потенциал двойного электрического слоя на расстоянии от границы раздела фаз, равном эффективной толщине диффузной части двойного электрического слоя.

4. Какой из перечисленных ионов обладает наибольшей способностью сжимать ДЭС в золе сульфида сурьмы (III)  $Sb_2S_3$ , стабилизированном нитратом сурьмы?

- 1)  $Ca^{2+}$  ;
- 2)  $Cl^-$  ;
- 3)  $SO_4^{2-}$  ;
- 4)  $Na^+$ .

5. Почему при возрастании радиуса ионов, имеющих одинаковый заряд, усиливается сжатие двойного электрического слоя?

- 1) из-за уменьшения гидратации ионов;
- 2) из-за возрастания дипольного момента иона;
- 3) из-за увеличения адсорбции иона;
- 4) из-за увеличения кристаллохимического радиуса иона

6. При каких условиях возможна структура двойного электрического слоя по Гельмгольцу?

- 1) при высокой концентрации индифферентного электролита;
- 2) без добавок электролита;
- 3) невозможна ни при каких условиях

7. В чем состоят недостатки теории диффузного двойного электрического слоя Гуи-Чепмена?

- 1) не учитывает влияние заряда противоионов индифферентных электролитов на двойной электрический слой;
- 2) не может объяснить различное влияние на электрокинетический потенциал ионов одинакового заряда, различающихся по размеру;
- 3) не объясняет явление перезарядки зольей

Выберите правильный ответ:

- 1) А и Б;
- 2) А и В;
- 3) Б и В.



8. Дайте определение:

1) Потенциал границы раздела фаз – это ... 2) Потенциал диффузного слоя – это ... 3) Электрокинетический потенциал – это ... 4) Изозлектрическая точка – это ...	А) потенциал, возникающий на границе скольжения; Б) потенциал, возникающий на границе дисперсной фазы и дисперсионной среды; В) потенциал, возникающий на границе адсорбционного и диффузных слоев; Г) ничего из перечисленного
---	--

Выберите правильный ответ:

- 1) 1А, 2Б, 3Г, 4Д;
- 2) 1Б, 2В, 3А, 4Г;
- 3) 1Г, 2Д, 3В, 4А.

9. Какие факторы влияют на распределение противоионов в дисперсионной среде вблизи заряженной поверхности по теории:

А) Гельмгольца; Б) Гуи-Чепмена; В) Штерна	1) электростатические силы; 2) электростатические силы и тепловое движение ионов; 3) тепловое движение ионов, электростатические силы и адсорбционные (некулоновские) силы
---	--

Выберите правильный ответ:

- 1) А2, Б3, В1;
- 2) А1, Б2, В3;
- 3) А3, Б2, В1.

10. Частицы гидрозоля AgI имеют поверхностный потенциал  $\varphi^0 = 27$  мВ. Чему равен потенциал  $\varphi$  на расстоянии от поверхности частицы равном эффективной толщине диффузной части двойного электрического слоя?

- 1) 20 мВ;
- 2) 10 мВ;
- 3) 9 мВ;
- 4) 2,7 мВ

***Тест по теме «Влияние электролитов на двойной электрический слой»***

1. Какой электролит называют индифферентным?

- 1) один из ионов которого способен дотраивать кристаллическую решетку агрегата мицеллы;
- 2) не содержащий ионов, способных дотраивать кристаллическую решетку агрегата мицеллы и изменять поверхностный потенциал  $\varphi^0$ ;
- 3) не содержащий ионов, образующих диффузную часть двойного электрического слоя

2. Какой электролит называют неиндифферентным?

- 1) содержащий ионы, способные дотраивать кристаллическую решетку агрегата мицеллы;
- 2) содержащий ионы, одноименные с противоионами мицеллы;
- 3) не содержащий ионы, способные дотраивать кристаллическую решетку агрегата мицеллы;

4) не содержащий ионы, входящих в мицеллу золя

3. Какой из ионов обладает наибольшей способностью сжимать двойной электрический слой в золе  $MnO_2$ , стабилизированном  $KMnO_4$  ?

- 1)  $Ba^{2+}$ ;
- 2)  $Cl^-$  ;
- 3)  $SO_4^{2-}$  ;
- )  $K^+$ .

4. Какой из перечисленных ионов обладает наименьшей способностью сжимать двойной электрический слой в золе  $AgI$ , стабилизированном  $AgNO_3$  ?

- 1)  $Na^+$  ;
- 2)  $Cl^-$  ;
- 3)  $SO_4^{2-}$  ;
- 4)  $Ca^{2+}$

4. Какой из электролитов может вызвать перезарядку золя молибдата железа (III), стабилизированного хлоридом железа (III)?

- 1) хлорид натрия;
- 2) хлорид кальция;
- 3) фосфат натрия;
- 4) нитрат железа (III)

6. Какой из электролитов может вызвать полную перезарядку золя  $Sb_2S_3$ , стабилизированного хлоридом сурьмы (III)?

- 1) хлорид натрия;
- 2) сульфат калия;
- 3) фосфат натрия;
- 4) сульфид натрия

7. При введении в положительно заряженный золь эквимольных количеств галогенидов калия в каком порядке можно расположить эти соли по вызванному ими снижению величины  $\delta$ - потенциала частиц золя:

- 1)  $KCl > KBr > KJ$ ;
- 2)  $KBr > KCl > KJ$ ;
- 3)  $KJ > KBr > KCl$ ;
- 4)  $KJ < KCl < KBr$

8. Какой из перечисленных факторов не приводит к изменению  $\delta$ - потенциала золя:

- 1) снижение концентрации индифферентного электролита (ионной силы раствора);
- 2) повышение концентрации дисперсной фазы;
- 3) замена части водной фазы на органическую (спирт, ацетон)

9. Как изменяется эффективная толщина диффузной части ДЭС при увеличении концентрации индифферентного электролита в объеме водной фазы (повышении ионной силы)?

- 1) возрастает;
- 2) не меняется;
- 3) уменьшается

10. Какое действие оказывают на двойной электрический слой индифферентные электролиты?

- 1) повышают  $\delta$ - потенциал;
- 2) не изменяют  $\delta$ - потенциал;
- 3) увеличивают потенциал границы раздела;
- 4) снижают  $\delta$ - потенциал

11. Какой электролит вызовет перезарядку частиц в золях:

1) AgBr стабилизатор KBr; 2) AgBr стабилизатор AgNO <sub>3</sub> ; 3) Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> стабилизатор SbCl <sub>3</sub>	A) AgNO <sub>3</sub> ; Б) Sb(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ; B) ничего из перечисленного?
---	--

Варианты ответа:

- 1) 1Б; 2B; 3B
- 2) 1B; 2B; 3Б
- 3) 1A; 2Б; 3B

12. Какой электролит вызовет перезарядку гидрозоля Cr(OH)<sub>3</sub> (стабилизатор CrCl<sub>3</sub>)?

- 1) KCl ;
- 2) NaNO<sub>3</sub>;
- 3) K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>];
- 4) ничего из перечисленного

13. Какое действие оказывают на ДЭС неиндифферентные электролиты, содержащие ионы, одноименные с потенциалопределяющим ионом?

- 1) уменьшают потенциал границы раздела;
- 2) не изменяют  $\delta$ - потенциал;
- 3) увеличивают потенциал границы раздела;
- 4) снижают  $\delta$ - потенциал

14. Какое действие оказывают на ДЭС индифферентные электролиты?

- 1) повышают  $\delta$ - потенциал;
- 2) не изменяют  $\delta$ - потенциал;
- 3) увеличивают потенциал границы раздела;
- 4) снижают  $\delta$ - потенциал.

15. Какое действие оказывают на ДЭС неиндифферентные электролиты, содержащие ионы, противоположные по знаку потенциалопределяющему иону?

- 1) повышают  $\delta$ - потенциал;
- 2) не изменяют  $\delta$ - потенциал;
- 3) увеличивают потенциал границы раздела;
- 4) снижают  $\delta$ - потенциал

16. К золю гидроксида алюминия, стабилизированного хлоридом алюминия, добавили гидроксид натрия. Как изменится строение ДЭС?

- 1)  $\varphi^0$  – потенциал изменит знак на противоположный;
- 2)  $\delta$ - потенциал увеличится;
- 3)  $\delta$ - потенциал изменит знак на противоположный;
- 4)  $\varphi^0$  – потенциал уменьшится

17. Какие факторы незначительно влияют на величину электрокинетического потенциала?

- 1) добавление индифферентного электролита;
- 2) замена части растворителя на менее полярный;
- 3) изменение концентрации золя ;
- 4) добавление стабилизатора

18. Как изменится положение границы скольжения при увеличении диэлектрической проницаемости среды?

- 1) приближается к границе раздела фаз;
- 2) приближается к границе адсорбционного и диффузного слоя;
- 3) удаляется от границы раздела фаз;
- 4) не смещается

19. Какой электролит вызовет перезарядку ниже перечисленных золей?

1) BaSO <sub>4</sub> стабилизатор BaCl <sub>2</sub> ;	A) ThCl <sub>4</sub> ;
2) BaSO <sub>4</sub> стабилизатор Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ;	Б) KCl ;
3) Cr(OH) <sub>3</sub> стабилизатор CrCl <sub>3</sub> ;	В) NaNO <sub>3</sub> ;
4) Cr(OH) <sub>3</sub> стабилизатор NaOH	Г) K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ];
	Д) ничего из перечисленного

Выберите правильный ответ:

- 1) 1А, 2Б, 3В, 4Г;
- 2) 1Д, 2А, 3Д, 4А;
- 3) 1 Г, 2В, 3А, 4Б.

*Оценочное средство 7.*

**ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ  
ПО ТЕМЕ № 1 «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА»**

**Контрольная работа  
по теме № 1 «Химическая термодинамика»  
Вариант № 1**

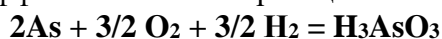
1. Вычислите тепловой эффект химической реакции



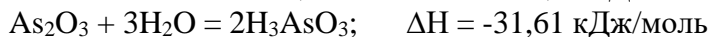
- а) при условии, что  $p=\text{const}$ ,  $T=298\text{ К}$  и  $T=700\text{ К}$
- б) при условии, что  $V=\text{const}$ ,  $T=298\text{ К}$

Определите теплоту сгорания циклогексана C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>, если теплота сгорания бензола  $\Delta H_{\text{сгор}}^{298} = -3267,58\text{ кДж/моль}$

2. Определите тепловой эффект химической реакции



по следующим данным:



**Контрольная работа  
по теме № 1 «Химическая термодинамика»  
Вариант № 2**

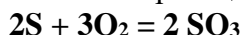
1. Вычислите тепловой эффект химической реакции



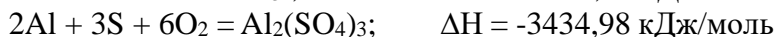
- а) при условии, что  $p=\text{const}$ ,  $T=298\text{ К}$  и  $T=650\text{ К}$
- б) при условии, что  $V=\text{const}$ ,  $T=298\text{ К}$

Определите теплоту сгорания этана  $C_2H_6$  в стандартных условиях, если теплота сгорания ацетилена  $\Delta H_{\text{сгор}}^{298} = -1299,63$  кДж/моль

2. Определите тепловой эффект химической реакции

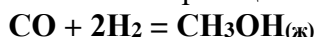


по следующим данным:



**Контрольная работа**  
**по теме № 1 «Химическая термодинамика»**  
**Вариант № 3**

1. Вычислите тепловой эффект химической реакции

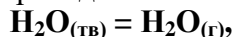


а) при условии, что  $p=\text{const}$ ,  $T=298$  К и  $T=670$  К

б) при условии, что  $V=\text{const}$ ,  $T=298$  К

Из полученных данных вычислите теплоту сгорания оксида углерода (II) в стандартных условиях, если теплота сгорания метанола ( $CH_3OH$ )  $\Delta H_{\text{сгор}}^{298} = -726,60$  кДж/моль

2. Определите теплоту фазового перехода

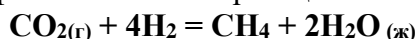


если



**Контрольная работа**  
**по теме № 1 «Химическая термодинамика»**  
**Вариант № 4**

1. Вычислите тепловой эффект химической реакции



а) при условии, что  $p=\text{const}$ ,  $T=298$  К и  $T=600$  К

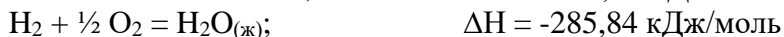
б) при условии, что  $V=\text{const}$ ,  $T=298$  К

Из полученных данных вычислите теплоту сгорания метана ( $CH_4$ ) в стандартных условиях.

2. Определите тепловой эффект химической реакции



по следующим данным:



**Контрольная работа**  
**по теме № 1 «Химическая термодинамика»**  
**Вариант № 5**

1. Вычислите тепловой эффект химической реакции

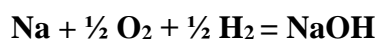


а) при условии, что  $p=\text{const}$ ,  $T=298$  К и  $T=750$  К

б) при условии, что  $V=\text{const}$ ,  $T=298$  К

Из полученных данных вычислите теплоту сгорания оксида углерода (II) в стандартных условиях.

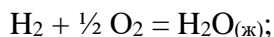
2. Определите тепловой эффект химической реакции



по следующим данным:



$$\Delta H = -417,98 \text{ кДж/моль}$$



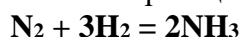
$$\Delta H = -285,84 \text{ кДж/моль}$$



$$\Delta H = 273,94 \text{ кДж/моль}$$

**Контрольная работа**  
**по теме № 1 «Химическая термодинамика»**  
**Вариант № 6**

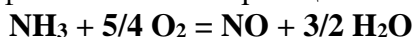
1. Вычислите тепловой эффект химической реакции



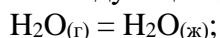
а) при условии, что  $p=\text{const}$ ,  $T=298 \text{ К}$  и  $T=800 \text{ К}$

б) при условии, что  $V=\text{const}$ ,  $T=298 \text{ К}$

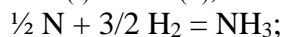
2. Определите тепловой эффект химической реакции



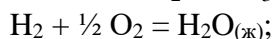
по следующим данным:



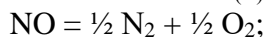
$$\Delta H = -44 \text{ кДж/моль}$$



$$\Delta H = -46,2 \text{ кДж/моль}$$



$$\Delta H = -285,84 \text{ кДж/моль}$$



$$\Delta H = -91,3 \text{ кДж/моль}$$

**ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО РАЗДЕЛУ № 4**  
**«КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ»**

**Оценочное средство № 7**

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1**  
**«Молекулярно-кинетические свойства коллоидов»**

*Вариант 1*

1. Специфика Ко-Х и практическое значение коллоидных систем.
2. Три компонента коллоидных систем (по Н.П. Пескову)
3. Классификация методов получения Ко-систем.
4. Уравнения реакций при образовании коллоидного раствора мыла (указать стадии образования истинного раствора, опалесценции, седиментации).
5. Количественные характеристики дисперсности и их соотношения на примере частиц: а) куб с длиной ребра 1 мкм; б) шар с диаметром 1 мкм; в) цилиндр с высотой и диаметром основания 1 мкм.
6. Суспензия кварца содержит сферические частицы, причем 30% массы приходится на частицы радиусом  $10^{-5} \text{ м}$ , а масса остальных – на частицы радиуса  $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ . Какова удельная поверхность кварца?
7. Определить, за какое время осядет частица бентонита, находящаяся у поверхности жидкости, если высота столба жидкости равна 0,1 м, вязкость среды  $2 \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$ , радиус частицы  $14 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ , плотность частицы  $2,1 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ , плотность жидкости  $1,1 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Во сколько раз быстрее осядут эти частицы, если жидкость центрифугируют в пробирке с угловой скоростью  $600 \text{ с}^{-1}$ ? Начальное расстояние частицы от оси вращения 0,15 м, конечное – 0,25 м.
8. Гидрозо́ль диоксида кремния содержит частицы, радиус которых равен  $2 \cdot 10^{-8} \text{ м}$ . На какой высоте начального уровня концентрация частиц уменьшится вдвое, если плотность частиц –  $2,1 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ , плотность среды –  $1 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ , температура 298 К.

*Вариант 2*

1. Основные этапы развития Ко-химии. Можно ли назвать современный этап развития Ко-Х дисперсоидеологией?
2. На чем основано деление Ко-систем на 2 группы (I и II типа)?
3. Уравнения реакций получения коллоидов методом химической конденсации.
4. Основные принципы классификации лиофобных золей.
5. Молекулярно-кинетические свойства Ко-систем и их специфика по сравнению с молекулярными системами.
6. Определить коэффициент диффузии красителя конго красный в водном растворе, если при градиенте концентрации  $0,5 \text{ кг/м}^3$  за 2 часа через  $25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  проходит  $4,9 \cdot 10^{-7} \text{ кг}$  вещества.
7. Определить радиус частиц золя AgI, используя следующие данные: коэффициент диффузии равен  $1,2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$ , вязкость среды  $10^{-3} \text{ Н·с/м}^2$ , температура 298 К.
8. Рассчитать среднее квадратное смещение аэрозольной частицы за 15 с по следующим данным: радиус частицы –  $10^{-8} \text{ м}$ , вязкость среды  $1,9 \cdot 10^{-7} \text{ Н·с/м}^2$ , температура 298 К.

### *Вариант 3*

1. Вещества, способные исполнять роль стабилизаторов в Ко-системах.
2. Главный и второстепенный признаки Ко-систем.
3. Уравнения реакций получения коллоидов методами пептизации (опосредованной и непосредственной).
4. Основные принципы классификации Ко-систем II типа (полимеров). Определяется ли устойчивость ВМВ только их лиофильными свойствами?
5. Количественные характеристики дисперсности и их соотношения на примере частиц: а) куб с длиной ребра 2 мкм; б) шар с диаметром 2 мкм; в) цилиндр с высотой и диаметром основания 2 мкм.
6. Суспензия кварца содержит сферические частицы, причем 40% массы приходится на частицы радиусом  $2 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ , а масса остальных – на частицы радиуса  $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ . Какова удельная поверхность кварца?
7. Определить коэффициент диффузии красителя в водном растворе, если при градиенте концентрации  $0,2 \text{ кг/м}^3$  за 1 час через  $35 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  проходит  $4,5 \cdot 10^{-7} \text{ кг}$  вещества.
8. Определить, за какое время осядет частица каолина, находящаяся у поверхности жидкости, если высота столба жидкости равна 0,3 м, вязкость среды  $3 \cdot 10^{-3} \text{ Н·с/м}^2$ , радиус частицы  $15 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ , плотность частицы  $2,1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , плотность жидкости  $1,1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Во сколько раз быстрее осядет эта частица, если жидкость центрифугировать в пробирке с угловой скоростью  $600 \text{ с}^{-1}$ ? Начальное расстояние частицы от оси вращения 0,15 м, конечное – 0,25 м.

### *Вариант 4*

1. Главный и второстепенный признаки Ко-систем.
2. Методы получения ВМВ
3. Уравнения реакций при образовании коллоидного раствора мыла (указать стадии образования истинного раствора, опалесценции, седиментации).
4. Молекулярно-кинетические свойства Ко-систем и их специфика по сравнению с молекулярными системами.
5. Определить коэффициент диффузии красителя конго красный в водном растворе, если при градиенте концентрации  $0,5 \text{ кг/м}^3$  за 2 часа через  $25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  проходит  $4,9 \cdot 10^{-7} \text{ кг}$  вещества.
6. Определить радиус частиц золя иодида серебра, используя следующие данные: коэффициент диффузии равен  $1,2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$ , вязкость среды  $10^{-3} \text{ Н·с/м}^2$ , температура 298 К.

7. Определить, за какое время осядет частица бентонита, находящаяся у поверхности жидкости, если высота столба жидкости равна 0,1 м, вязкость среды  $2 \cdot 10^{-3}$  Н·с/м<sup>2</sup>, радиус частицы  $14 \cdot 10^{-6}$  м, плотность частицы  $2,1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, плотность жидкости  $1,1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Во сколько раз быстрее осядут эти частицы, если жидкость центрифугируют в пробирке с угловой скоростью  $600$  с<sup>-1</sup>? Начальное расстояние частицы от оси вращения 0,15 м, конечное – 0,25 м.
8. Гидрозо́ль диоксида кремния содержит частицы, радиус которых равен  $2 \cdot 10^{-8}$  м. На какой высоте начального уровня концентрация частиц уменьшится вдвое, если плотность частиц –  $2,1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, плотность среды –  $1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, температура 298 К.

#### *Вариант 5*

1. Термодинамическая обратимость Ко-систем. Могут ли Ко-системы быть однофазными?
2. Методы физической конденсации
3. Уравнения реакций при образовании коллоидного раствора мыла (указать стадии образования истинного раствора, опалесценции, седиментации).
4. Количественные характеристики дисперсности и их соотношения на примере частиц: а) куб с длиной ребра 1 мкм; б) шар с диаметром 1 мкм; в) цилиндр с высотой и диаметром основания 1 мкм.
5. Суспензия кварца содержит сферические частицы, причем 30% массы приходится на частицы радиусом  $10^{-5}$  м, а масса остальных – на частицы радиуса  $5 \cdot 10^{-5}$  м. Какова удельная поверхность кварца?
6. Определить радиус частиц золя иодида серебра, используя следующие данные: коэффициент диффузии равен  $1,2 \cdot 10^{-10}$  м<sup>2</sup>/с, вязкость среды  $10^{-3}$  Н·с/м<sup>2</sup>,  $T=298$  К.
7. Рассчитать среднее квадратное смещение аэрозольной частицы за 15 сек по следующим данным: радиус частицы –  $10^{-8}$  м, вязкость среды  $1,9 \cdot 10^{-7}$  Н·с/м<sup>2</sup>,  $T=298$  К.
8. Гидрозо́ль диоксида кремния содержит частицы, радиус которых равен  $2 \cdot 10^{-8}$  м. На какой высоте начального уровня концентрация частиц уменьшится вдвое, если плотность частиц –  $2,1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, плотность среды –  $1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, температура 298 К.

#### *Вариант 6*

1. Термодинамическая обратимость Ко-систем. Могут ли Ко-системы быть однофазными?
2. Количественные характеристики дисперсности и их соотношения на примере частиц: а) куб с длиной ребра 2 мкм; б) шар с диаметром 2 мкм; в) цилиндр с высотой и диаметром основания 2 мкм.
3. Молекулярно-кинетические свойства Ко-систем и их специфика по сравнению с молекулярными системами.
4. Суспензия кварца содержит сферические частицы, причем 30% массы приходится на частицы радиусом  $10^{-5}$  м, а масса остальных – на частицы радиуса  $5 \cdot 10^{-5}$  м. Какова удельная поверхность кварца?
5. Определить коэффициент диффузии красителя конго красный в водном растворе, если при градиенте концентрации  $0,5$  кг/м<sup>3</sup> за 2 часа через  $25 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup> проходит  $4,9 \cdot 10^{-7}$  кг вещества.
6. Определить радиус частиц золя иодида серебра, используя следующие данные: коэффициент диффузии равен  $1,2 \cdot 10^{-10}$  м<sup>2</sup>/с, вязкость среды  $10^{-3}$  Н·с/м<sup>2</sup>, температура 298 К.
7. Рассчитать среднее квадратное смещение аэрозольной частицы за 15 сек по следующим данным: радиус частицы –  $10^{-8}$  м, вязкость среды  $1,9 \cdot 10^{-7}$  Н·с/м<sup>2</sup>, температура 298 К.
8. Гидрозо́ль диоксида кремния содержит частицы, радиус которых равен  $2 \cdot 10^{-8}$  м. На какой высоте начального уровня концентрация частиц уменьшится вдвое, если плотность частиц –  $2,1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, плотность среды –  $1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, температура 298 К.



*Оценочное средство № 7.*

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2**  
**«Устойчивость и коагуляция коллоидов»**

*Вариант 1*

1. Для коагуляции 10 мл золя йодида серебра потребовалось 4,5 мл 0,05% -ного раствора нитрата бария. Определить порог коагуляции электролита.
2. Для коагуляции 10 мл золя йодида серебра требуется: а) 0,5 мл 0,2 М раствора нитрата кальция, или б) 0,2 мл 0,03 н. нитрата алюминия, или в) 3 мл 1%-ного раствора нитрата калия. Определить: а) пороги коагуляции электролитов; б) заряд частиц золя; в) отношение коагулирующей способности ионов.
3. Получены два золя йодида серебра: первый – приливанием 16 мл 0,05%-ного нитрата серебра к 20 мл 0,05 М йодида калия, второй – приливанием 16 мл йодида калия к 20 мл нитрата серебра при тех же концентрациях. Произойдет ли коагуляция при сливании золь в общий сосуд?
4. Золь бромида серебра получен реакцией двойного обмена 16 мл 0,05 н. нитрата серебра и 40 мл 0,0025 М бромида калия. Какой из двух электролитов – сульфат магния или гексацианоферрат калия – будет иметь больший порог коагуляции для полученного золя?
5. Даны золи гидроксида железа (III) и золь сульфида сурьмы (III). Для коагуляции этих золь применили растворы одинаковой молярной концентрации следующих солей: нитрат кальция, хлорид алюминия, сульфат натрия, гексацианоферрат калия (III). Какого раствора потребовалось для коагуляции каждого из золь в наименьшем и наибольшем количестве?
6. Как расположатся пороги коагуляции в ряду растворов солей хлорида натрия, хлорида алюминия, сульфата натрия, дигидрофосфата натрия, фосфата кальция для золя гидроксида железа (III), полученного методом гидролиза? Ответ пояснить.
7. Написать формулу мицеллы золя золота, стабилизированного  $\text{KAuO}_2$ . У какого из электролитов: хлорид натрия, хлорид бария, хлорид железа (III) порог коагуляции будет минимален?
8. Для изучения явления коагуляции были взяты золь гидроксида железа и 0,01 н. сульфат калия. Раствор электролита разбавили водой в соответствии 1:1; 1:2; 1:4; 1:6; 1:7; 1:8; 1:15. В семь пробирок отмерили по 10 мл золя и добавили по 5 мл соответствующего разбавленного раствора сульфата калия, взболтали, дали постоять. При этом наблюдали: пробирка №1 – осадок; №2 – осадок; №3 – осадок; №4 – осадок; №5 – муть; №6 – нет изменений; №7 – нет изменений. Вычислить порог коагуляции для сульфата калия (моль/л).

*Вариант 2*

2. В три колбы налито по 100 см<sup>3</sup> некоторого золя. Чтобы вызвать его полную коагуляцию, потребовалось добавить в первую колбу 10,5 мл 1 н.  $\text{KCl}$ , во вторую 62,5 мл 0,01 н.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , в третью – 37 мл 0,001%-ного  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . Вычислить пороги коагуляции и определить знак заряда частиц золя.
2. Во сколько раз коагулирующая способность двухзарядных анионов больше, чем однозарядных, если их пороги коагуляции составили соответственно 0,200 и 10,69 ммоль/л?

3. Написать формулы мицелл золей:  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , стабилизированного  $\text{AlCl}_3$ , и  $\text{SiO}_2$ , стабилизированного  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ . Для какого из указанных золей лучшим коагулятором является: а) раствор хлорида железа; б) сульфата натрия?
5. К 50 мл 0,25%-ного раствора хлорида натрия добавлено 150 мл 0,001 М нитрата серебра. Для получения коагуляции к образовавшемуся золю добавлены следующие электролиты: бромид калия, нитрат бария, хромовокислый калий, сульфат магния, хлорид алюминия. Какой из добавленных электролитов имеет: а) наименьший порог коагуляции; б) наименьшую коагулирующую способность?
5. Золь хлорида серебра получен смешением равных объемов 0,0095 М  $\text{KCl}$  и 0,012% нитрата серебра. Какой из электролитов:  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  или  $\text{MgSO}_4$  – будет обладать наименьшей коагулирующей способностью?
6. Пороги коагуляции электролитов (мМ) для данного золя оказались равными:  $\text{KNO}_3$  – 50;  $\text{MgCl}_2$  – 0,717;  $\text{AlCl}_3$  – 0,093;  $\text{NaCl}$  – 51;  $\text{MgSO}_4$  – 0,810;  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  – 0,095. Определить знак заряда частиц золя и коагулирующую способность каждого из электролитов.
7. Написать формулу мицеллы золя золота, стабилизированного  $\text{KAuO}_2$ . У какого из электролитов: хлорид натрия, хлорид бария, хлорид железа (III) порог коагуляции будет минимален?
8. Для изучения явления коагуляции были взяты золь гидроксида железа и 0,05 н. сульфат калия. Раствор электролита разбавили водой в соответствии 1:1; 1:2; 1:4; 1:6; 1:7; 1:8; 1:15. В семь пробирок отмерили по 20 мл золя и добавили по 5 мл соответствующего разбавленного раствора сульфата калия, взболтали, дали постоять. При этом наблюдали: пробирка №1 – осадок; №2 – муть; в остальных – нет изменений. Вычислить порог коагуляции для сульфата калия (г-экв/л).

### *Вариант 3*

1. К 100 мл 0,03%-ного раствора хлорида натрия добавлено 250 мл 0,001 н. нитрата серебра. Для получения коагуляции к образовавшемуся золю добавлены следующие электролиты: бромид калия, нитрат бария, хромовокислый калий, сульфат магния, хлорид алюминия. Какой из добавленных электролитов имеет: а) наименьший порог коагуляции; б) наименьшую коагулирующую способность?
2. Золь иодида серебра получен смешением равных объемов растворов иодида калия и нитрата серебра. Пороги коагуляции для различных электролитов и данного золя имеют следующие значения (ммоль/л): нитрат кальция – 315; хлорид натрия – 300; хлорид магния – 320; фосфат натрия – 0,6; сульфат натрия – 20; хлорид алюминия – 330. У какого из исходных электролитов -  $\text{KI}$  или  $\text{AgNO}_3$  – концентрация больше? Ответ обосновать.
3. Для положительно заряженного золя гидроксида алюминия коагулирующими ионами являются анионы. Пороги коагуляции солей с однозарядными анионами близки между собой и составляют в среднем 10,69 мМ. Соли с двухзарядными анионами тоже имеют близкие пороги коагуляции – 0,299 мМ. Во сколько раз коагулирующая способность двухзарядных анионов больше, чем у однозарядных?
4. Коагуляция отрицательного золя трехсернистого мышьяка вызывается катионами. Пороги коагуляции для электролитов нитрата калия, хлорида магния и хлорида алюминия соответственно равны: 50; 0,72; 0,093. Как соотносятся коагулирующие способности катионов разной валентности?
5. К 5 мл золя гидроксида железа для начала явной коагуляции необходимо добавить один из следующих растворов: 4 мл 3 н.  $\text{KCl}$ ;  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Вычислить пороги коагуляции и определить, у какого электролита коагулирующая способность максимальна.
6. Для коагуляции 10 мл золя йодида серебра потребовалось 4,5 0,05% раствора нитрата бария. Определить порог коагуляции электролита.

7. Как расположатся пороги коагуляции в ряду растворов солей хлорида натрия, хлорида алюминия, сульфата натрия, дигидрофосфата натрия, фосфата кальция для золя гидроксида железа (III), полученного методом гидролиза? Ответ пояснить.
8. Для изучения явления коагуляции были взяты золь гидроксида железа и 0,1%-ный сульфат калия. Раствор электролита разбавили водой в соответствии 1:1; 1:2; 1:4; 1:6; 1:7; 1:8; 1:15. В семь пробирок отмерили по 10 мл золя и добавили по 5 мл соответствующего разбавленного раствора сульфата калия, взболтали, дали постоять. При этом наблюдали: в пробирке №1 – осадок; №2 – осадок; №3 – муть; в остальных – нет изменений. Вычислить порог коагуляции для сульфата калия (г-экв/л).

#### Вариант 4

1. Для коагуляции 10 мл золя хлорида серебра требуется: 5 мл 0,5%-ного раствора нитрата кальция, или 0,2 мл 0,03%-ного нитрата алюминия, или 1,5 мл 1%-ного раствора нитрата калия. Определить: а) пороги коагуляции электролитов; б) заряд частиц золя; в) отношение коагулирующей способности ионов.
2. В три колбы налито по 50 мл некоторого золя. Чтобы вызвать полную коагуляцию золя, потребовалось добавить в первую колбу 5,3 мл 1 н. KCl, во вторую 31,5 мл 0,01 н. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, в третью – 18,7 мл 0,001 н. Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Вычислить пороги коагуляции и определить знак заряда частиц золя.
3. Для некоторого золя коагулирующими ионами являются анионы. Пороги коагуляции солей с однозарядными анионами близки между собой и составляют в среднем 10,69 мМ. Соли с двухзарядными анионами тоже имеют близкие пороги коагуляции – 0,299 мМ. Во сколько раз коагулирующая способность двухзарядных анионов больше, чем у однозарядных?
4. Пороги коагуляции электролитов для золя иодида серебра (мМ): KCl – 256; Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> – 6,0; Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> – 0,067; KNO<sub>3</sub> – 260; Cr(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> – 7,0. Определить знак заряда частиц золя и вычислить коагулирующую способность каждого из электролитов.
5. Как расположатся пороги коагуляции в ряду растворов хлорида алюминия, сульфата магния, дигидрофосфата натрия, фосфата кальция для отрицательно заряженного золя диоксида кремния? Ответ пояснить.
6. Золь хлорида серебра получен смешением равных объемов 0,0095 М KCl и 0,012% нитрата серебра. Какой из электролитов: K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>], K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] или MgSO<sub>4</sub> – будет обладать наименьшей коагулирующей способностью?
7. К 5 мл золя гидроксида железа для начала явной коагуляции необходимо добавить один из следующих растворов: 4 мл 3 н. KCl; K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]. Вычислить пороги коагуляции и определить, у какого электролита коагулирующая способность максимальна.
8. Для изучения явления коагуляции были взяты золь гидроксида железа и 0,1% сульфат калия. Раствор электролита разбавили водой в соответствии 1:1; 1:2; 1:4; 1:6; 1:7; 1:8; 1:15. В семь пробирок отмерили по 10 мл золя и добавили по 5 мл соответствующего разбавленного раствора сульфата калия, взболтали, дали постоять. При этом наблюдали: в пробирке №1 – осадок; №2 – осадок; №3 – помутнение; в остальных – нет изменений. Вычислить порог коагуляции для сульфата калия (г-экв/л).

### **2.3. Анализ результатов обучения и перечень корректирующих мероприятий по дисциплине «Физическая и коллоидная химия».**

Для проведения анализа усвоения учебных достижений студентов по учебной дисциплине применяются:

1. проверка конспектов лекций,
2. проверка отчетов по лабораторным работам,
3. проверка решений задач по темам,
4. индивидуальные домашнее задания,
5. письменные контрольные работы,
6. рейтинговая оценка.

### Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины на 2017/2018 учебный год

В рабочую программу дисциплины «Физическая и коллоидная химия» были внесены следующие изменения:

1. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами.
2. Обновлен перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.
3. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения.

Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «10» мая 2017 г., протокол № 8.

Внесенные изменения утверждаю

Заведующий кафедрой химии

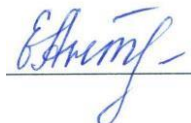


д.х.н., проф. Л.М. Горностаев

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления подготовки)  
факультета БГХ

«16» мая 2017 г. Протокол № 7

Председатель НМСС (Н)



д.б.н., проф. Е.М. Антипова

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины на 2018/2019 учебный год

В рабочую программу дисциплины «Физическая и коллоидная химия» были внесены следующие изменения:

4. На титульном листе РПД и ФОС изменено название ведомственной принадлежности «Министерство науки и высшего образования» на основании приказа «О внесении изменений в сведения о КГПУ им. В.П. Астафьева» от 15.07.2018 № 457 (п).
5. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами.
6. Обновлен перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.
7. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения.
8. Изменено наименование утверждающей кафедры с «кафедра химии» на «кафедра биологии, химии и экологии» в связи с реструктуризацией кафедр.
9. В фонд оценочных средств внесены изменения в соответствии с приказом «Об утверждении Положения о фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой (государственной итоговой) аттестации» от 28.04.2018 № 297 (п).

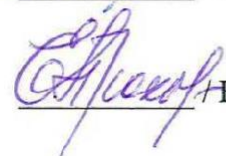
Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «18» мая 2018 г., протокол № 8.

Внесенные изменения утверждаю

Заведующий кафедрой химии

 / Л.М. Горностаев

Декан факультета биологии, географии и химии

 / Е.И. Прохорчук

Одобрено НМСС (н) факультета биологии, географии и химии

«13» июня 2018 г., протокол № 10

Председатель НМСС (н)

 / А.С. Близнецов

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины на 2019/2020 учебный год

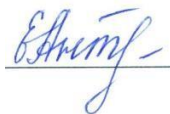
В рабочую программу дисциплины «Физическая и коллоидная химия» были внесены следующие изменения:

1. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами.
2. Обновлен перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.
3. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения.

Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «15» мая 2019 г., протокол № 8.

Внесенные изменения утверждаю

Заведующий кафедрой



/ Е.М. Антипова

Одобрено НМСС (н) факультета биологии, географии и химии

«23» мая 2019 г., протокол № 8

Председатель НМСС (н)



/ А.С. Блинецов

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины на 2020/2021 учебный год

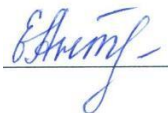
В рабочую программу дисциплины «Физическая и коллоидная химия» были внесены следующие изменения:

1. Обновлено титульные листы рабочей программы, фонда оценочных средств, в связи с изменением ведомственной принадлежности – Министерству просвещения Российской Федерации.
2. Обновлено и согласована с Научной библиотекой КГПУ им. В.П. Астафьева «Карта литературного обеспечения (включая электронные ресурсы)», содержащая основную и дополнительную литературу, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.
3. Обновлено «Карта материально-технической базы дисциплины», включающая аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы обучающихся в КГПУ им. В.П. Астафьева) и комплекс лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «13» мая 2020 г., протокол № 10.

Внесенные изменения утверждаю

Заведующий кафедрой



/ Е.М. Антипова

Одобрено НМСС (н) факультета биологии, географии и химии

«20» мая 2020 г., протокол № 8

Председатель НМСС (н)



/ А.С. Блинецов



## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины  
на 2021/2022 учебный год

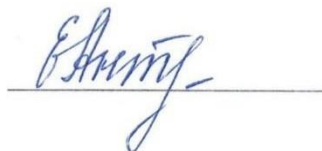
В программу вносятся следующие изменения:

1. Обновлена и согласована с Научной библиотекой КГПУ им. В.П. Астафьева «Карта литературного обеспечения (включая электронные ресурсы)», содержащая основную и дополнительную литературу, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.
2. Обновлена «Карта материально-технической базы дисциплины», включающая аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы обучающихся в КГПУ им. В.П. Астафьева) и комплекс лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Программа одобрена на заседании кафедры-разработчика  
«12» мая 2021г., протокол № 9

Внесенные изменения утверждаю:

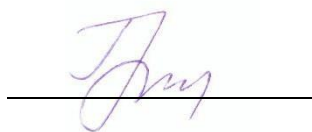
Заведующий кафедрой



Е.М. Антипова

Одобрено научно-методическим советом специальности (направления  
подготовки) факультета БГХ

«21» мая 2021 г. Протокол № 4  
Председатель НМСС (Н)



Н.М. Горленко

### 3. Учебные ресурсы

#### 3.1. Карта литературного обеспечения дисциплины

(включая электронные ресурсы)

для обучающихся по образовательной программе

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы «Биология и химия»

по очной форме обучения, уровень подготовки (степень): бакалавр

№ п/п	Наименование	Место хранения/ электронный адрес	Кол-во экземпляров/точек доступа
	<b>Обязательная литература</b>		
	<b>Модуль № 1, № 2, № 3, № 4</b>		
1	Белик, Валентина Васильевна. Физическая и коллоидная химия [Текст] : учебник / В. В. Белик. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2006. - 288 с. - (Высшее профессиональное образование. Химические технологии).	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	11
2	Гельфман, Марк Иосифович. Коллоидная химия [Текст] : учебник / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2008. - 336 . : ил. - (Учебники для вузов.)	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	20

3	Практикум по коллоидной химии [Текст] : учебное пособие / ред. М. И. Гельфман. - СПб. : Лань, 2005. - 256 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	20
4	Зуев, А.Ю. Физическая химия. Практикум : учебное пособие / А.Ю. Зуев, В.А. Черепанов, Д.С. Цветков ; ред. А.Ю. Зуева. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012. - 124 с. - ISBN 978-5-7996-0787-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=239716">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=239716</a>	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ
	<b>Дополнительная литература</b>		
	<b>Модуль № 1, № 2, № 3, № 4</b>		
1	Ипполитов, Е. Г. Физическая химия: учебник/ Е. Г. Ипполитов, А. В. Артемов, В. В. Батраков ; ред. Е. Г. Ипполитов. - М.: Академия, 2005. - 448 с. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - ISBN 5-7695-1456-6: 489.54, 489.54, р.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	30
4	Кнорре, Д. Г. Физическая химия: учебник для студентов химических и биологических специальностей высших учебных заведений/ Д. Г. Кнорре, Л. Ф. Крылова, В. С. Музыкантов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа, 1990. - 416 с.: ил.. - ISBN 5-06-000655-7: 1.20 р.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	7
5	Стромберг, А. Г. Физическая химия: учебник/ А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; ред. А. Г. Стромберг. - 4-е изд., испр.. - М.: Высшая школа, 2001. - 527 с.: ил. - ISBN 5-06-003627-8: 92.00; 98.00 р.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	15

7	Евстратова, К. И.. Физическая и коллоидная химия: учебник/ К. И. Евстратова, Н. А. Куприна, Е. Е. Малахова. - М.: Высшая школа, 1990. - 487 с.: ил.. - ISBN 5-06-001018-X: 1.40 р.	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	9
8	Базаров, И.П. Методологические проблемы статистической физики и термодинамики / И.П. Базаров. - Москва : Московский университет, 1979. - 88 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=482779">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=482779</a>	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ
9	Байрамов, В. М. Химическая кинетика и катализ : примеры и задачи с решениями: учебное пособие/ В. М. Байрамов. - М.: Академия, 2003. - 320 с. - ISBN 5-7695-1293-8: 410.00,	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	15
<b>Учебно-методическое обеспечение</b>			
<b>для самостоятельной работы</b>			
<b>Модуль № 2, № 3</b>			
1	Горностаев Л.М., Лаврикова Т.И., Булгакова Н.А., Арнольд Е.В. Физико-химические методы исследования хинонов и хиноидных соединений. Методическое пособие – Красноярск: Издат. КГПУ им. В.П. Астафьева, 2007	Научная библиотека КГПУ им. В.П. Астафьева	13
2	Булгакова, Н. А. Лабораторный практикум по физической и коллоидной химии [Электронный ресурс] / Н. А. Булгакова; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева. – Красноярск, 2008. – 34 с. – Режим доступа : <a href="http://elib.kspu.ru/document/5500">http://elib.kspu.ru/document/5500</a> .	ЭБС «КГПУ им. В. П. Астафьева»	Индивидуальный неограниченный доступ

<b>Ресурсы сети Интернет</b>			
1	Справочники по химии и технологии	<a href="http://fptl.ru/biblioteka/spravo4niki.html">http://fptl.ru/biblioteka/spravo4niki.html</a>	Свободный доступ
2	Справочные материалы по химии [Электронный ресурс]	<a href="http://hemi.nsu.ru">hemi.nsu.ru</a>	Свободный доступ
3	Сайт «Академик: химическая энциклопедия» [Электронный ресурс]	<a href="http://dic.academic.ru/contents.nsf/enc_chemistry/">http://dic.academic.ru/contents.nsf/enc_chemistry/</a>	Свободный доступ
<b>Профессиональные Базы данных и информационные справочные системы</b>			
1	Межвузовская электронная библиотека (МЭБ)	<a href="https://icdlib.nspu.ru">https://icdlib.nspu.ru</a>	Индивидуальный неограниченный доступ
2	East View: универсальные базы данных [Электронный ресурс] : периодика России, Украины и стран СНГ . – Электрон.дан. – ООО ИВИС. – 2011	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>	Индивидуальный неограниченный доступ
3	Elibrary.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система : база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000.	<a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>	Индивидуальный неограниченный доступ

Согласовано:

заместитель директора библиотеки \_\_\_\_\_



/ Шулипина С.В.

(должность структурного подразделения)

(подпись)

(Фамилия И.О.)

### 3.2 Карта материально-технической базы дисциплины

#### «Физическая и коллоидная химия»

#### для обучающихся образовательной программы

Направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),

направление (профиль) образовательной программы *Биология и химия*

квалификация: *бакалавр*

по очной форме обучения

Аудитория	Оборудование (наглядные пособия, макеты, модели, лабораторное оборудование, компьютеры, интерактивные доски, информационные технологии, программное обеспечение и др.)
<b>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости лекционного типа</b>	
<b>660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89, ауд. № 5-23</b>	Мультимедиа проектор-1шт., ноутбук -1шт., интерактивная доска -1шт., акустическая система-1шт., учебная доска-1шт., периодическая система химических элементов Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
<b>660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89, ауд. № 5-28</b>	Ноутбук-1шт., проектор-1шт., экран-1шт., электрические плитки-1шт., лабораторная посуда (линейки, пинцеты, спиртовки, чашки Петри), хранилище для химических реактивов-2шт., набор для химических практикумов-9шт., химические реактивы, доска учебная-1шт., вытяжной шкаф-2шт., учебно-методическая литература, лабораторные столы-1шт., учебные таблицы Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
<b>Учебная аудитория для проведения, занятий семинарского типа, лабораторных работ</b>	
<b>660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89, ауд. № 5-11</b>	Перемешивающее устройство-1шт., аквадистиллятор ДЭ-1шт., фотоэлектрокалориметр-1шт., весы-1шт., сушильный шкаф-2шт., химическая посуда, штативы, термостат, хранилище для химических реактивов-1шт., химические реактивы
<b>Помещения для самостоятельной работы</b>	
<b>660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89, 1-05 Центр самостоятельной работы</b>	компьютер- 15 шт., МФУ-5 шт. Microsoft® Windows® Home 10 Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine (ОЕМ лицензия, контракт № Tr000058029 от 27.11.2015); Kaspersky Endpoint Security – Лиц сертификат №1B08-190415-050007-883-951; 7-Zip - (Свободная лицензия GPL); Adobe Acrobat Reader – (Свободная лицензия); Google Chrome – (Свободная лицензия); Mozilla Firefox – (Свободная лицензия); LibreOffice – (Свободная лицензия GPL); XnView – (Свободная лицензия); Java – (Свободная лицензия); VLC – (Свободная лицензия). КонсультантПлюс (договор № 20087400211 от 30.06.2016) ноутбук-10 шт. Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017)