

*Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Северо-Осетинский государственный университет  
имени Коста Левановича Хетагурова»*



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

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

**Направление 44.03.05 Педагогическое образование**

**(с двумя профилями подготовки)**

**Профили Химия, Биология**


**Квалификация (степень) выпускника - бакалавр**

**Владикавказ 2016**

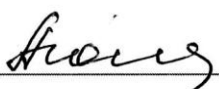
Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.02.2016 г. № 91, учебным планом подготовки бакалавра по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова» от 03.03.2016 г., протокол № 8.

Составитель: доцент Чигорина Т.М.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры органической химии  
(протокол от «29» июня 2016 г. № 10)

Зав. кафедрой  В.Т. Абаев

Одобрена советом факультета химии, биологии и биотехнологии  
(протокол от «01» июля 2016 г. № 14)

Председатель  Ф.А. Агаева

## 1. Структура, и общая трудоемкость дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часов).

	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	2	
Семестр	3	
Лекции	18	
Практические (семинарские) занятия	-	
Лабораторные занятия	18	
Итого аудиторных занятий	36	
Самостоятельная работа	36	
Курсовая работа	-	
Форма контроля		
Зачет	3	
Общее количество часов	72	

## 2. Цели освоения дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Физическая и коллоидная химия», являющейся частью ОПОП по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) профили Химия, Биология и обеспечивающей реализацию ФГОС 3+ по данному направлению, является вооружить студентов системой теоретических знаний. Выделить главные тенденции в развитии физической и коллоидной химии как основного теоретического фундамента современной химической науки, способствовать приобретению студентами знаний по основным вопросам химической термодинамики и кинетики, электрохимии, классификации дисперсных систем, понятия гетерогенность и дисперсность, получение и коагуляция гидрофобных золей, свойств отдельных классов дисперсных систем.

### Задачи изучения дисциплины:

- формирование способности понимать термодинамических систем и дисперсных систем в профессиональной деятельности;
- развитие творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основ физической и коллоидной химии, метода моделирования при проведении практических занятий с последующей обработкой и анализом результатов исследований;
- формирование общего химического мировоззрения и развитие химического мышления, логического и абстрактного мышления, приемов учебной и познавательной деятельности и т.д.;
- изучение основных понятий и положений дисциплины «Физическая и коллоидная химия» в соответствии с образовательной программой;
- показать какими способами и методами изучаются термодинамические системы, условия достижения равновесия в них, поверхностные явления в дисперсных системах, кинетика гомогенных реакций, методы получения гидрофобных золей и их стабилизация, электрические свойства золей коллоидных частиц.

## 3. Место дисциплины в структуре ПООП бакалавриата

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» относится к Вариативной части **Б1.В.25** подготовки бакалавра **44.03.05** – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). Профили Химия. Биология. Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и компетенции,

полученные обучающимися в бакалавриате в результате освоения дисциплины «Неорганическая химия», «Общая химия», «Введение в химию». Также возможна опора на курсы «Органическая химия», «Физика», «Высшая математика», «Аналитическая химия».

Для освоения учебной дисциплины «Физическая и коллоидная химия» у студента, в ходе изучения предшествующих дисциплин, должны быть сформированы следующие, предварительные, компетенции:

**Общекультурные компетенции (ОК):**

- способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве (ОК-3);

**Общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

- готовность сознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности (ОПК-11);

**Профессиональные компетенции (ПК):**

- готовностью 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);

- готовностью к взаимодействию с участниками образовательного процесса (ПК-6);

- готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования (ПК-11);

- способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся (ПК-12).

#### **4. Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля))**

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими общекультурными компетенциями:

- способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве (ОК-3).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата:

педагогическая деятельность:

- готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения (ПК-11).

В результате изучения дисциплины выпускник (специалист) должен приобрести следующие общекультурные, профессиональные знания, умения и навыки:

**Знать:** основы химии и физики по программе общего основного образования;

**Уметь:** проводить расчёты термодинамических величин, констант скоростей различных порядков, поверхностного натяжения, порогов коагуляции зольей, электрофоретической подвижности коллоидных частиц.

**Владеть:** навыками химического эксперимента, навыками самостоятельной работы с учебной, методической и научной литературой в области физической и коллоидной химии.

Общим средством контроля является введенная в университете балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов специалитета и направлений бакалавриата.

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств. Используется проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, материалы

на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» является основой для изучения естественнонаучных дисциплин: «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Коллоидно-дисперсные состояния в природе», «Избранные главы органической химии», «Молекулярная биология», «Химия высокомолекулярных соединений», «Химия окружающей среды».

## 5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

### 3 семестр

Таблица 5.1

№ недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Аудиторные занятия, часы		Самостоятельная работа		Количество баллов текущей работы для аттестации			Литература [ ... ]
		л	лаб	Содержание	Часы	Форма контроля	Мин	Макс	
1	Предмет, задачи и методы физической и химии. Основные термины и понятия термодинамики. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, энтальпия. Теплоемкость и ее зависимость от температуры. Закон Гесса и его следствия. Уравнение Кирхгофа. Значение первого закона термодинамики для изучения процессов в живых системах.	2	-	Зависимость тепловых эффектов от температуры. Закон Гесса. Теплоемкость (изобарная, изохорная). Закон Кирхгофа.	2	Письменные домашние задания (конспект).  Работа с учебной литературой	2	3	[1-6], 7, 8, 9
2		-	2	Тепловые эффекты реакций в растворах.  Подготовка по теме эксперимента.	2	Письменные домашние задания (конспект).  Вопросы к рубежной контр. раб.	2	4	[1-6], 8, 9
3	Второе начало термодинамики. Энтропия и ее свойства. Третий закон термодинамики (постулат Планка, теорема Нернста). Статистический характер второго закона термодинамики. Формула Больцмана	2	-	Зависимость внутренней энергии от температуры и объема. Теплота и работа как формы передачи энергии.	2	Письменные домашние задания (конспект).	2	4	1, 5, 6, 8, 9

4		-	2	Подготовка по теме эксперимента.	2	Письменные домашние задания (конспект).	2	4	[1-6], 8, 9
5	Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Общие условия равновесия, выраженные через характеристические функции. Критерии самопроизвольного протекания процесса и характеристические функции. Химический потенциал идеальных и реальных систем. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процессов в многокомпонентных системах.	2	-	Следствия закона Гесса. Расчет энергии связи. Термодинамические потенциалы.	2	Работа с учебной литературой  Вопросы к рубежной контр. раб.	3	5	[1-6], 8, 15
6		-	2	Термодинамические потенциалы. Стандартные энергии Гиббса образования веществ. Подготовка по теме эксперимента.	2	Письменные домашние задания (конспект).	3	5	[1-6], 8, 9, 14, 18

7	Константа химического равновесия и способы ее выражения. Уравнения изотермы химической реакции, изобары, изохоры. Удельная электропроводность и ее зависимость от концентрации для слабых и сильных электролитов. Эквивалентная электропроводность. Закон Кольрауша независимого движения ионов. Кондуктометрическое титрование и его применение в практике.	2	-	Анализ фундаментальных уравнений для энергии Гиббса и энергии Гельмгольца.	2	Работа с учебной литературой	2	4	[1-6], 8, 16
8		-	2	Термодинамика химического равновесия. Подготовка по теме эксперимента..	2	Коллоквиум, письменные домашние задания (конспект), реферат	8	14	[1-6], 8, 9, 12, 15
9	Электродные процессы. Электродвижущие силы (ЭДС). Электрохимический потенциал. Условия равновесия с участием заряженных частиц. Скачок потенциала на границе металл-раствор. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста для электродного потенциала и ЭДС цепи.	2	-	Уравнение изохоры и изобары. Контактный и диффузионный потенциал. Схема и правила записи электрохимической цепи.	2	Письменные домашние задания (конспект).			[1-6], 8, 9, 17
	<b>ПЕРВАЯ РУБЕЖНАЯ АТТЕСТАЦИЯ (КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТЕСТ)</b>						28	50	[1-6], 8, 9, 12, 13



10	Формальная кинетика простых необратимых реакций.	-	2	Идеальные жидкие растворы. Закон Генри, Рауля. Подготовка по теме эксперимента.	2	Работа с учебной литературой.	3	5	[1-6] 8, 9, 12
11	Предмет химической кинетики. Основные понятия химической кинетики. Истинная и средняя скорость химической реакции. Кинетические уравнения необратимых реакций нулевого, первого, второго, третьего порядков. Определение порядка реакции. Факторы, влияющие на скорость химической реакции. Молекулярность элементарной химической реакции.	2	-	Электрохимическая ячейка. Перенос ионов и числа переноса. Решение задач из задачника.	2	Письменные домашние задания (конспект)	2	4	[1-6] 8, 9, 12
12		-	2	Энергия активации хим. реакции. Подготовка по теме эксперимента.	2	Коллоквиум, письменные домашние задания (конспект)	3	5	[1-6], 8, 9, 11
13	Введение в коллоидную химию. Предмет и задачи науки «Коллоидная химия». Дисперсность, гетерогенность. Особенности коллоидного состояния вещества. Современные тенденции коллоидной химии. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Виды устойчивости. Факторы устойчивости. Гелеобразование. Коллоидная защита.	2	-	Адгезия и когезия. Смачивание и растекание. Равновесие фаз.	2	Коллоквиум, Письменные домашние задания	4	7	[1-6], 8, 9, 13

14		-	2	Капиллярность. Роль капиллярных явлений в биологических системах. Подготовка по теме эксперимента.	2	Письменные домашние задания (конспект)	4	7	[1-6], 8, 9
15	Термодинамика поверхностного слоя. Поверхностная энергия Гиббса. Поверхностное натяжение. Зависимость энергетических параметров поверхности от температуры. Природа, классификация, методы получения дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства. Броуновское движение. Диффузия. Осмос. Седimentация. Оптические свойства дисперсных систем. Строение и электрический заряд коллоидных частиц.	2	-	Электрокинетические явления. Строение мицелл в гидрофобных коллоидных системах.	2	Коллоквиум, письменные домашние задания (конспект), решение задач по нахождению поверхностного натяжения коллоидных растворов	4	7	[1-6], 7, 8, 9, 15
16		-	2	Коагуляция лиофобных золь электролитами. Влияние температуры и глубокого диализа.	2	Вопросы к рубежной контрольной, письменные домашние задания	4	8	[1-6], 8, 10
17	Классы дисперсных систем. Аэрозоли, суспензии, эмульсии, их свойства. Леофильные дисперсные системы, образованные мицеллообразующими поверхностно - активными веществами (МПАВ). Эмульсии, их классификация, методы получения	2	-	Электрокинетические явления. Строение мицелл в гидрофобных коллоидных системах.	2	Коллоквиум, письменные домашние задания (конспект).	4	7	[1-6], 8, 9, 11-14

18	Понятие о ВМС, классификаций. Свойства ВМС. Молекулярные коллоидные системы (растворы ВМС). Набухание и растворение ВМС. Лиотропные ряды ионов. Устойчивость растворов ВМС и ее нарушение. Застуднение. Тиксотропия и синерезис.	-	2	Надмолекулярная структура кристаллических высокомолекулярных соединений. Структурная неоднородность ВМС.	2	Вопросы рубежной контрольной. Защита лаб. раб. Работа с учебной литературой.	к	4	7	[1-6], 8, 9, 12, 19
	<b>ВТОРАЯ РУБЕЖНАЯ АТТЕСТАЦИЯ (КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТЕСТ)</b>							28	50	
<b>Итого</b>		<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>			<b>56</b>	<b>100</b>	

## 6. Образовательные технологии

Лекции, лекции-беседы, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Используются интерактивные методы обучения: творческие задания, разработка проектов, исследовательский метод обучения, круглые столы, диспуты, семинары.

№/п	Тема	Вид занятия	Количество часов	Активные формы	Интерактивные формы
1	Термодинамическая система. Окружающая среда. Изолированная система. Открытая система. Закрытая система.	Лекция, лабораторное	2	Моделирование кластеров и блока проблемных вопросов	Дискуссионные технологии: мозговой штурм, кейс-технология.
2	Внутренняя энергия системы. Энтальпия. Координаты состояния системы. Стандартное состояние системы. Потенциалы.	Лекция, лабораторное	2	Перспективно – опережающее обучение. Проблемное обучение.	Работа в малых группах. Исследовательский метод. Блиц-игры.
3	Химическая переменная. Химический потенциал реагирующего вещества. Полный химический потенциал.	Лекция, лабораторное	2	Перспективно – опережающее обучение. Обучение на основе опыта.	Работа в малых группах. Исследовательский метод. Блиц-игры.
4	Равновесие химическое. Константа химического равновесия.	Лекция, лабораторное	2	Перспективно – опережающее обучение.	Работа в малых группах. Исследовательский метод. Блиц-игры.
5	Идеальный раствор. Предельно разбавленный раствор. Атермальный раствор. Реальный раствор. Регулярный раствор.	Лекция, лабораторное	4	Перспективно – опережающее обучение. Обучение на основе опыта.	Дискуссионные технологии: мозговой штурм, кейс-технология
6	Коэффициент активности. Химический потенциал компонента. Стандартное состояние компонента раствора.	Лекция, лабораторное	2	Обсуждение результатов выполнения домашних заданий	Дистанционного обучения на площадке системы «MOODLE» по ссылке: <a href="http://lms.nosu.ru/">http://lms.nosu.ru/</a>
7	Энергия сольватации. Ион-дипольное взаимодействие. Сильный электролит. Ионная атмосфера. Слабый электролит.	Лекция, лабораторное	2	Лекция-беседа, Лекция-диалог	Проектная разработка. Исследовательский метод. Блиц-игры.
8	Степень диссоциации. Константа диссоциации. Активность компонента.	Лекция, лабораторное	2	Обсуждение результатов выполнения домашних заданий	Дистанционного обучения на площадке системы «MOODLE» по ссылке: <a href="http://lms.nosu.ru/">http://lms.nosu.ru/</a>
9	Удельная электропроводность. Эквивалентная (молярная) электропроводность. Подвижность иона. Предельная подвижность иона.	Лекция, лабораторное	4	Перспективно – опережающее обучение. Обучение на основе опыта.	Дистанционного обучения на площадке системы «MOODLE» по ссылке: <a href="http://lms.nosu.ru/">http://lms.nosu.ru/</a>
10	Дисперсные системы. Получение, коагуляция лиофобных золей. Аэрозоли, эмульсии, суспензии, гели, порошки.	Лекция, лабораторное	4	Лекция-беседа, Лекция-диалог	Дистанционного обучения на площадке системы «MOODLE» по ссылке: <a href="http://lms.nosu.ru/">http://lms.nosu.ru/</a>

Занятия с применением активных методов обучения составляют 85% (интерактивные часы – 36), что соответствует требованиям (ФГОС.3++) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) Профили Химия, Биология.

Для достижения планируемых результатов обучения в дисциплине «Физическая и коллоидная химия» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

Используется анализ, сравнение методов проведения физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной ситуации и его практическая реализация.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем химии координационных соединений на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении домашних работ, решение задач повышенной сложности. При этом используются первые три уровня (из четырех) сложности и самостоятельности: проблемное изложение учебного материала преподавателем; создание преподавателем проблемных ситуаций, а обучаемые вместе с ним включаются в их разрешение; преподаватель лишь создает проблемную ситуацию, а разрешают её обучаемые в ходе самостоятельной деятельности.

4. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при сдаче коллоквиумов, при выполнении домашних индивидуальных заданий, на еженедельных консультациях.

## **7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов проводится в виде письменных домашних заданий (в том числе, разноуровневых заданий), подготовки конспектов по темам практических занятий. Студенты письменно выполняют задания для самостоятельной работы, пользуясь теоретическим материалом (лекции, учебная литература и интернет-ресурсы по данной теме), после чего проводится обсуждение данной темы под руководством преподавателя.

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, а также учебная литература и методический материал по организации самостоятельной работы студентов отражены в Учебно-методической карте дисциплины «Физическая и коллоидная химия» (Табл. 5.1.), а также на сайте дистанционного обучения СОГУ площадка системы «MOODLE» по ссылке: <http://lms.nosu.ru/>

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе, студентам следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.

При подготовке заданий по самостоятельной работе студентам необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы:

проводить поиск в различных системах, таких как общие поисковые системы: [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), а также специальные поисковые системы: [www.chem.msu.su](http://www.chem.msu.su), [www.chemnavigator.hotbox.ru](http://www.chemnavigator.hotbox.ru).

## **8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Текущий контроль знаний проводится путем оценки выполнения письменных заданий к практическим занятиям, а также устных ответов на практических занятиях.

**Формы работы:** лекции, устные опросы, контрольные работы, самостоятельные работы (чтение литературы, работа в библиотеке, рефераты, презентации, дискуссии).

**Виды контроля:** текущий (на лабораторных занятиях), промежуточный (модульное тестирование), итоговый (зачет в 3 семестре).

Проверка качества усвоения знаний осуществляется не только в устной, но и в письменной форме. Проведение разных по форме и по объему устных и письменных работ дисциплинирует студента, даёт преподавателю основания для объективной оценки знаний каждого студента при выведении суммарного балла, позволяет студенту представить уровень собственных знаний по предмету, увидеть свои сильные и слабые стороны, чтобы учесть их при подготовке к зачету.

Виды текущего контроля:

- а) устный фронтальный или индивидуальный опрос;
- б) письменная самостоятельная работа;
- в) устное изложение содержания прочитанного в рамках самостоятельной работы;
- г) устное выступление по теме обсуждения.

Промежуточный контроль

Дисциплина разбита на модули, которые представляют собой логически завершенные части рабочей программы курса и являются тем комплексом знаний и умений, которые подлежат контролю. Контроль освоения модулей включает в себя выполнение письменных контрольных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

В конце семестра проводится контрольное мероприятие, включающее контроль последнего модуля для всех студентов и контроль, который проходят обязательно те студенты, которые имеют задолженность по прошлым модулям, а также те, кто желает улучшить свой рейтинг.

Промежуточный контроль осуществляется по балльно-рейтинговой системе.

### **Методика формирования результирующей оценки.**

Итоговая оценка складывается как средневзвешенная по результатам всех оцениваемых работ на протяжении семестра, куда входят посещение лекций и лабораторных занятий, ответы и дополнения на лабораторных занятиях, контрольные работы (контрольные срезы по итогам модуля), дополнительные оценки по рефератам в сумме с итоговыми результатами балльно-рейтингового тестирования.

### **Вопросы к зачету по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» Раздел «Термодинамика»**

- 1. Основные понятия химической термодинамики. Термины и понятия:** система (открытая, закрытая, изолированная, гомогенная, гетерогенная), состояние и свойства системы.

2. Первый закон термодинамики, формулировка, математическое выражение. Внутренняя энергия, энтальпия. Выражение I-го закона для изотермического, изохорного и изобарного процессов.
3. Теплоемкость. Истинная, молярная теплоемкость. Изохорная, изобарная теплоемкость.
4. Тепловые эффекты. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры (уравнение Кирхгофа).
5. Вычисление тепловых эффектов химических реакций. Калориметрия. Теплоты растворения и нейтрализации.
6. Внутренняя энергия. Энтальпия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса.
7. Второй закон термодинамики. Формулировка II-го закона термодинамики. Энтропия. Зависимость энтропии от температуры. Изменение энтропии в некоторых процессах.
8. Определение молярной массы растворенного вещества криоскопическим, эбуллиоскопическим или осмотическим методом.
9. Идеальные растворы. Законы идеальных растворов. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа, Рауля. Понижение температуры замерзания раствора (криоскопия).
10. Сильные электролиты. Особенности свойств сильных электролитов. Коэффициент активности. Понятие сольватации (гидратации) ионов.
11. Кондуктометрическое титрование. Титрование сильной кислоты сильным основанием. Титрование слабой кислоты сильным основанием.
12. Электрическая проводимость растворов. Скорость движения ионов. Удельная, эквивалентная проводимость электролитов и их зависимость от различных факторов.
13. Термохимия. Теплоты образования и сгорания веществ. Стандартные тепловые эффекты.
14. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
15. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Влияние температуры на химическое равновесие. Смещение равновесия (принцип Ле-Шателье).
16. Второе начало термодинамики. Энтропия. Постулат Планка. Вычисления изменений энтропии в различных процессах.
17. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Критерии самопроизвольности процессов. Условия термодинамического равновесия.
18. Уравнение изотермы химической реакции. Химическое равновесие в гетерогенных системах.
19. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Влияние температуры на химическое равновесие. Смещение равновесия (принцип Ле-Шателье).
20. Эквивалентная электрическая проводимость и зависимость ее от разных факторов.
21. Гомогенные и гетерогенные системы. Правило фаз Гиббса.
22. Термодинамика гальванического элемента. Определение полной, свободной и связанной энергии гальванического элемента.
23. Обратимые и необратимые электроды. Классификация обратимых электродов (электроды первого рода).
24. Определение электрической проводимости растворов. Кондуктометрическая ячейка. Определение степени и константы диссоциации слабого электролита по электрической проводимости раствора.
25. Равновесные электродные процессы и электродвижущие силы. Электрод, электродный потенциал и э.д.с. электрохимической цепи.
26. Теории возникновения скачка потенциала на границе металл – раствор.
27. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния серы.
28. Равновесные электродные процессы и электродвижущие силы. Обратимые и необратимые электроды. Классификация обратимых электродов (электроды второго рода).
29. Гальванический элемент. Химические и концентрационные гальванические элементы. Общие выражения для э.д.с. гальванического элемента.
30. Равновесие между твердой фазой и расплавом в бинарных системах. Термический анализ. Диаграмма состояния бинарных систем с эвтектикой. Правило рычага.
31. Понижение температуры замерзания раствора. Криоскопия. Повышение температуры кипения раствора. Эбуллиоскопия. Осмос. Изотонические растворы.
32. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния воды.

### **Раздел «Химическая кинетика»**

1. Основные понятия и постулаты формальной кинетики. Прямая и обратная кинетические задачи. Параметры кинетических уравнений.
2. Молекулярность и порядок реакции. Методы определения порядка реакции. Реакции переменного порядка (привести примеры).
3. Уравнение Аррениуса. Способы определения опытной энергии активации, и ее связь с энергиями активации элементарных процессов.
4. Кинетическое описание необратимых реакций первого порядка в закрытых системах. Время полупревращения и среднее время жизни исходных молекул.
5. Обратимая реакция первого порядка и определение ее кинетических параметров. Скорость реакции и химическое сродство.
6. Необратимые реакции нулевого и второго порядков, определение константы скорости из опытных данных. Автокаталитическая реакция. Время полупревращения (при одинаковых концентрациях компонентов).
7. Необратимые последовательные реакции первого порядка (точное и приближенное решения кинетической задачи).
8. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение его кинетических параметров из опытных данных. Сопоставление со схемой Лэнгмюра-Хиншельвуда в гетерогенном катализе.
9. Кинетика ферментативных реакций с конкурентным ингибированием.
10. Неразветвленные цепные реакции. Скорость темновой и фотохимической реакции образования  $\text{HBr}$ . Уравнение Боденштейна-Линда.
11. Скорости реакций в открытых системах. Уравнение для стационарной скорости реакции в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения. Скорости реакции первого порядка в реакторе идеального смешения (необратимая и обратимая реакция). Определение констант скорости по стационарным концентрациям исходного вещества и продукта реакции.
12. Использование адиабатического приближения для описания химической реакции частиц: поверхность потенциальной энергии, путь реакции, энергия активации.
13. Теория активированного комплекса и статистический вывод основного уравнения. Взаимосвязь опытной и истинной энергий активации.
14. Применение теории активных соударений к бимолекулярным реакциям.
15. Интерпретация предэкспоненциального множителя в статистическом и термодинамическом аспектах теории активированного комплекса. Энтропия активации.
16. Мономолекулярные реакции и их описание в теории активированного комплекса (в статистическом и термодинамическом аспектах).
17. Кинетические особенности мономолекулярных реакций. Применение теории соударений. Схема Линдемана.
18. Реакции в растворах. Уравнение Смолуховского и его применение в кинетике бимолекулярных реакций.
19. Кинетические характеристики элементарных процессов фотохимии. Принцип Франка-Кондона. Физические и химические свойства молекул в электронно-возбужденном состоянии.
20. Законы фотохимии (законы Буге-Ламберта-Бера, Вант-Гоффа, Эйнштейна). Квантовый выход. Многофотонное поглощение.
21. Основные понятия и классификации в катализе: гетерогенный и гомогенный катализ, ферментативный катализ, автокатализ, активность и селективность катализаторов, число оборотов (TOF и TON). Катализ на наночастицах.
22. Механизмы кислотно-основных каталитических реакций и их классификация. Цеолиты и их свойства. Твердые кислоты как катализаторы.
23. Кинетика реакций общего кислотного и общего основного катализа. Механизмы реакций и лимитирующие стадии процесса. Уравнение Бренстеда и его анализ.
24. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций с диффузионными ограничениями. Внешняя диффузия.
25. Кинетика каталитических реакций во внутренней диффузионной области.



26. Электролитическая диссоциация: экспериментальные проявления и количественные соотношения. Причины устойчивости ионов в растворах электролитов. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля.
27. Удельная и эквивалентная электропроводности электролитов. Подвижности отдельных ионов. Эмпирический закон Кольрауша и его обоснование Онзагера.
28. Числа переноса, ионные электропроводности, подвижности и коэффициенты диффузии, их зависимость от концентрации раствора.
29. Зависимость эквивалентной электропроводности от температуры, природы растворителя и концентрации раствора. Уравнение Онзагера.
30. Процессы диффузии и миграции в растворах электролитов. Формула Нернста-Эйнштейна. Диффузионный потенциал на границе двух растворов.
31. Разности потенциалов в электрохимических системах. Потенциалы Вольта и Гальвани. Поверхностный потенциал.
32. Электрохимический потенциал. Условия равновесия на границе электрода с раствором и в электрохимической цепи. Уравнение Нернста.
33. Стандартные электродные потенциалы. Расчет ЭДС с помощью таблиц стандартных потенциалов. Диаграммы Пурбэ.
34. Классификация электродов и электрохимических цепей.
35. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его применение к электрохимическим системам.
36. Определение методом ЭДС энергии Гиббса, энтальпии и энтропии химической реакции.
37. Определение методом ЭДС коэффициентов активности, pH раствора, произведений растворимости, констант устойчивости комплексных соединений.
38. Электрокапиллярные явления. Потенциал нулевого заряда. Зависимость поверхностного натяжения от потенциала в растворах поверхностно-активных и поверхностно-неактивных электролитов.
39. Модельные представления о строении заряженной межфазной границы (модели Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна и Грэма).
40. Полярография: сущность метода, уравнение полярографической волны. Уравнение Ильковича для ртутного каплюющего электрода.
41. Электрохимические процессы, протекающие при коррозии металлов: стационарный потенциал и ток саморастворения металла. Методы защиты металлов от коррозии.
42. Химические источники тока. Термодинамические и кинетические аспекты их работы. Причины саморазряда.

#### **Разделы «Химическая кинетика», «Электрохимия»**

1. Химическая кинетика. Формальная кинетика. Степень протекания химической реакции. Скорость реакции. Кинетическое уравнение.
2. Химическая кинетика. Константа скорости. Порядок реакции. Реакции нулевого, первого и второго порядка. Период полупревращения.
3. Молекулярная химическая кинетика. Механизмы химических реакций. Молекулярность и порядок реакции. Методы определения порядка химических реакций.
4. Молекулярная химическая кинетика. Сложные реакции. Обратимые химические реакции. Изменение концентрации реагирующих веществ в ходе реакции.
5. Молекулярная химическая кинетика. Сложные реакции. Сопряженные химические реакции. Изменение концентрации реагирующих веществ в ходе реакции.
6. Молекулярная химическая кинетика. Сложные реакции. Параллельные химические реакции. Изменение концентрации реагирующих веществ в ходе реакции.
7. Константа скорости реакции. Влияние температуры на скорость реакции. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Физический смысл величин уравнения Аррениуса.
8. Константа скорости реакции. Влияние температуры на константу скорости реакции. Понятие энергии активации. Экспериментальное определение энергии активации.
9. Константа скорости реакции. Влияние температуры на константу скорости реакции. Понятие энергии активации. Экспериментальное определение энергии активации.
10. Катализ. Общие положения и закономерности катализа. Энергетическая схема реакции с участием катализатора.

11. Гомогенный катализ, примеры. Скорость, константа скорости гомогенного катализа.
12. Гетерогенный катализ, примеры. Скорость, константа скорости гомогенного катализа.
13. Сложные реакции. Классификация сложных реакций в химической кинетике.
14. Кинетика гетерогенных процессов, константа скорости. Законы Фика для описания диффузионных процессов.
15. Сложные реакции. Цепные, фотохимические реакции.
16. Типы электрохимических систем. Сдвоенные химические цепи, пример. Выражение для э.д.с. двойной химической цепи.
17. Теории гетерогенного катализа. Мультиплетная теория (А.А.Баландин). Теория активных ансамблей (Н.И.Кобозев). Электронная теория катализа (С.З.Рогинский, Ф.Ф.Волькенштейн).
18. Электрохимические системы (электрохимические цепи). Принципы классификации электрохимических цепей.
19. Типы электрохимических систем. Физические, аллотропические цепи, примеры.
20. Потенциометрия. Определение и теоретическое обоснование. Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование.
21. Неравновесные электродные процессы. Электролиз и его основные законы. Напряжение при электролизе. Перенапряжение при электролизе. Потенциал разложения (выделения). Перенапряжение на электроде.
22. Типы электрохимических систем. Простые, сложные химические цепи. Примеры. Выражение э.д.с. для водородно-кислородного элемента.
23. Типы электрохимических систем. Концентрационные цепи первого, второго рода. Примеры, выражения для э.д.с. Выражение э.д.с. для элемента Даниеля-Якоби.
24. Неравновесные электродные процессы и их отличия от равновесных. Электродная поляризация. Полярография.

### Раздел «Дисперсные системы»

1. Основные задачи коллоидной химии. Количественная характеристика дисперсных систем. Классификация по размеру частиц (дисперсности).
2. Реологические свойства свобододисперсных систем. Уравнения Ньютона и Эйнштейна.
3. Чтобы вызвать коагуляцию 10 мл золя гидроксида железа (III), в каждом случае потребовалось прилить: 7,6 мл 2 н раствора NaCl, 11 мл 0,01 н раствора Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и 13,5 мл 0,001 н раствора K<sub>3</sub>[Fe (CN)<sub>6</sub>]. Определите знак заряда частиц золя и вычислите порог коагуляции каждого электролита.
4. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз, по взаимодействию между частицами дисперсной фаз, по степени взаимодействия дисперсной фазы с дисперсной средой.
5. Кинетика быстрой коагуляции. Теория Смолуховского.
6. Влияние концентрации, температуры и электролитов на застуднение желатина.
7. Общая характеристика коллоидных систем и методы их получения.
8. Образование лиофобных дисперсных систем при диспергировании; процессы диспергирования в природе и технике.
9. Каков механизм стабилизации эмульсий поверхностно-активными веществами? Разберите на примере эмульсий типа м/в в присутствии эмульгатора олеата натрия.
10. Поверхностное натяжение однокомпонентных жидкостей. Дисперсионные и недисперсионные взаимодействия. Работа когезии.
11. Стабилизация эмульсий и обращение фаз. Принцип подбора эмульгаторов. Коалесценция.
12. Какое явление называется тиксотропией? В каких коллоидных системах оно наблюдается? При каких условиях?
13. Строение мицеллы гидрофобного золя. Влияние концентрации и природы электролита (индифферентные и неиндифферентные электролиты) на величину и знак заряда коллоидных частиц.
14. Методы измерения поверхностного натяжения и свободной поверхностной энергии твердых тел.
15. Поясните механизм солюбилизации. Где в практике используют это явление?
16. Зависимость поверхностного натяжения водных растворов от концентрации ПАВ. Поверхностная активность. Уравнение Шишковского. Правила Дюкло-Траубе.
17. Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем.

18. Напишите формулу мицеллы золя йодида серебра, полученного при взаимодействии разбавленного раствора йодида калия и избытка нитрата серебра. Каков заряд будет иметь гранула?
19. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на электрокинетический потенциал. Строение мицелл гидрофобных золей.
20. Факторы агрегативной устойчивости дисперсных систем.
21. Напишите формулу мицеллы золя бромида серебра, полученного при взаимодействии разбавленного раствора нитрата серебра избытком бромида натрия. Каков заряд будет иметь гранула?
22. Устойчивость и коагуляция коллоидных систем. Взаимная коагуляция золей.
23. Тонкие пленки: пенные и эмульсионные. Природа устойчивости.
24. Золь йодида серебра получен добавлением к 20 мл 0,01 н раствора йодида калия, 28 мл 0,005 н раствора нитрата серебра. Напишите формулу мицеллы полученного золя и определите направление движения гранулы золя йодида серебра при электрофорезе.
25. Теория устойчивости и коагуляции коллоидов (Г.Фрейдлиха, Г.Мюллера, теория ДЛФО).
26. Тонкие пленки: пенные и эмульсионные. Природа устойчивости.
27. Напишите формулу мицеллы сульфата бария, полученного сливанием одинакового объема сильно разбавленного раствора хлорида бария и менее разбавленного раствора серной кислоты.
28. Адсорбционное понижение прочности твердых тел (эффект Ребиндера). Основные формы проявления эффекта.
29. Особенности оптических свойств дисперсных систем. Оптические методы анализа дисперсности.
30. Объясните механизм набухания и растворения полимеров на примере каучука. Что такое избирательность процесса набухания?
31. Отличительные особенности растворов полимеров и коллоидов. Явление аномальной вязкости растворов высокополимеров, чем оно вызвано?
32. Седиментационно-диффузионное равновесие, определение числа Авогадро.
33. Влияние концентрации, температуры и электролитов на застудневание желатина. Почему студни — эластичные, а гели — хрупкие?
34. Термодинамика адсорбции. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.
35. Классификация и методы получения гелей. Приведите примеры. Студни.
36. Пороги коагуляции электролитов для некоторого гидрозоля равны:  $C_{NaNO_3} = 300$  ммоль/л,  $C_{MgCl_2} = 12,5$  ммоль/л,  $C_{Na_2SO_4} = 147,5$  ммоль/л,  $C_{AlCl_3} = 0,17$  ммоль/л. Какой заряд несут частицы золя?
37. Аэрозоли. Классификация. Электрические свойства аэрозолей. Практическое использование.
38. Количественные характеристики дисперсности: дисперсность, радиус кривизны, удельная поверхность. Понятие о лиофильных и лиофобных дисперсных системах.
39. Чтобы вызвать коагуляцию 10 мл золя гидроксида железа (III), в каждом случае потребовалось прилить: 7,6 мл 2 н раствора NaCl, 11 мл 0,01 н раствора  $Na_2SO_4$  и 13,5 мл 0,001 н раствора  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Определите знак заряда частиц золя и вычислите порог коагуляции каждого электролита.
40. Диффузия в коллоидных системах. Связь коэффициента диффузии с размером частиц.
41. Эмульсии. Классификация эмульсий. Методы определения типа эмульсий. Основные применения.
42. Золь бромида серебра получен реакцией двойного обмена 16 мл 0,005 н раствора нитрата серебра и 40 мл 0,0025 н раствора бромида калия. Какой из двух электролитов —  $MgSO_4$  или  $K_3[Fe(CN)_6]$  — будет иметь больший порог коагуляции для полученного золя?
43. Пены. Получение и строение. Устойчивость пен. Основные применения.
44. Теория устойчивости и коагуляции гидрофобных коллоидов растворами электролитов.
45. Как расположатся пороги коагуляции в мг-экв/л в ряду растворов солей  $AlCl_3$ ,  $MgSO_4$ ,  $NaH_2PO_4$  для отрицательно заряженного золя диоксида кремния? Дайте пояснения.
46. Электрокинетические явления. Электрофорез и электроосмос.
47. Седиментация. Седиментационный анализ суспензий. Уравнение Стокса-Энштейна.
48. Дан золь гидроксида железа (III) и золь сульфида сурьмы (III). Для коагуляции этих золей применили растворы одинаковой нормальной концентрации следующих солей:  $Ca(NO_3)_2$ ,  $AlCl_3$ ,  $Na_2SO_4$  и  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Какого раствора потребовалось для коагуляции каждого из золей наименьшее и наибольшее количество?
49. Мицеллообразование в водных и неводных средах. Термодинамика мицеллообразования.
50. Структурообразование в дисперсных системах. Основные типы структур.

51. Как расположатся пороги коагуляции в *мг-экв/л* в ряду растворов солей  $\text{NaCl}$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  для золя гидроксида железа (III), полученного методом гидролиза? Дайте пояснения.
52. Методы получения и очистки дисперсных систем. Получение золь методом пептизации.
53. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем.
54. Золь бромида серебра получен реакцией двойного обмена 20 *мл* 0,005 н раствора нитрата серебра и 20 *мл* 0,0025 н раствора бромида калия. Напишите формулу мицеллы полученного золя и определите направление движения гранулы бромида серебра при электрофорезе.
55. Образование лиофобных дисперсных систем при диспергировании; конденсировании. Примеры. Строение мицеллы коллоидной частицы.
56. Структурно-механический барьер по Ребиндеру - как фактор устойчивости дисперсных систем.
57. Напишите уравнения реакций, выражающих процессы, происходящие при получении золя гидроксида железа (III) методом гидролиза. Изобразите строение мицеллы данного золя.

### Задачи по «Коллоидной химии»»

Чтобы вызвать коагуляцию 10 *мл* гидрозоля сульфида мышьяка (III), потребовалось в каждом случае прилить 0,25 *мл* 2 н. раствора  $\text{NaCl}$ , 1,3 *мл* 0,01 н. раствора  $\text{CaCl}_2$  и 2,76 *мл* 0,001 н. раствора  $\text{AlCl}_3$ . Какой заряд имеют частицы золя? Чему равен порог коагуляции каждого электролита?

70 ( $\text{NaCl}$ ); 0,85 ( $\text{CaCl}_2$ ); 0,902 ммоль/л ( $\text{AlCl}_3$ )

50 ( $\text{NaCl}$ ); 0,65 ( $\text{CaCl}_2$ ); 0,092 ммоль/л ( $\text{AlCl}_3$ )

положительный

отрицательный

Для коагуляции 10 *мл* золя гидроксида железа (III) в каждом случае было добавлено 1,05 *мл* 1 н. раствора  $\text{KCl}$ , 6,25 *мл* 0,01 н. раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и 3,7 *мл* 0,001 н. раствора  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . Определите: а) пороги коагуляции, б) заряд частиц золя, в) отношение коагулирующей способности ионов.

150 ( $\text{KCl}$ ); 15 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ); 2,25 мг-экв/л ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ );

105 ( $\text{KCl}$ ); 6,25 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ); 0,37 мг-экв/л ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ );

Порог коагуляции 0,01 *М* раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  по отношению к золю оксида алюминия равен 630 ммоль/л. Определите количество электролита, необходимое для коагуляции 10 *мл* этого золя.

а). 6,3  $\text{см}^3$ ; б). 12,4  $\text{см}^3$ .

Пороги коагуляции электролитов для золя сульфида мышьяка (III) равны:  $C_{\text{NaCl}} = 60$  ммоль/л,  $C_{\text{MgCl}_2} = 1,44$  ммоль/л,  $C_{\text{AlCl}_3} = 0,1$  ммоль/л,  $C_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 29,3$  ммоль/л. Определите заряд гранул золя сульфида мышьяка (III) и отношение коагулирующей способности ионов.

положительный

отрицательный

1:14:300

1:7:200

Определите энергию Гиббса  $G_s$  поверхности капель водяного тумана массой.  $m = 4$  г при 293 К, если поверхностное натяжение воды  $\sigma = 72,7$  мДж/м<sup>2</sup>, плотность воды  $\rho = 0,998$  г/см<sup>3</sup>, дисперсность частиц  $D = 50$  мкм<sup>-1</sup>.

87,41 Дж

125,3 Дж

Рассчитайте полную поверхностную энергию 5 г эмульсии бензола в воде с концентрацией 75 % (масс.) и дисперсностью  $D = 2 \text{ мкм}^{-1}$  при температуре 313 К. Плотность бензола при этой температуре  $\rho = 0,858 \text{ г/см}^3$ , поверхностное натяжение  $\sigma = 32,0 \text{ мДж/м}^2$ , температурный коэффициент поверхностного натяжения бензола  $d\sigma/dT = -0,13 \text{ мДж/(м}^2 \cdot \text{К)}$ .

3,81 Дж

5,62 Дж

Рассчитайте давление насыщенных паров  $p$  над каплями воды с дисперсностью  $D = 0,1$  при температуре 293 К. Давление паров воды над плоской поверхностью при этой температуре  $p_s = 2338 \text{ Па}$ , плотность воды  $\rho = 0,998 \text{ г/см}^3$ , поверхностное натяжение воды  $\sigma = 72,7 \text{ мДж/м}^2$ .

3786 Па

2875 Па

Определите коэффициент диффузии  $D$  и среднеквадратичный сдвиг  $\bar{\Delta}$  частицы гидрозоля за время  $\tau = 10 \text{ с}$ , если радиус частицы  $r = 50 \text{ нм}$ , температура опыта 293 К, вязкость среды  $\eta = 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ .

12,42 мкм

9,26 мкм

Определите радиус частиц гидрозоля золота, если после установления диффузионно-седиментационного равновесия при 293 К на высоте  $h = 8,56 \text{ см}$  концентрация частиц изменяется в  $e$  раз. Плотность золота  $\rho = 19,3 \text{ г/см}^3$ , плотность воды  $\rho_0 = 1,0 \text{ г/см}^3$ .

3,98 нм

6,32 нм

Поток света с длиной волны  $\lambda = 528 \text{ нм}$ , проходя через эмульсию  $\text{CCl}_4$  в воде толщиной слоя  $l = 5 \text{ см}$ , ослабляется в результате светорассеяния в два раза. Рассчитайте радиус частиц дисперсной фазы, если ее объемное содержание  $c_v = 0,8 \text{ %}$ , показатель преломления  $\text{CCl}_4$   $n_1 = 1,460$ , воды  $n_0 = 1,333$ . Свет рассеивается в соответствии с уравнением Рэлея и ослабляется по закону Бугера — Ламберта — Бера.

25,6 нм

22,3 нм

## Пример лабораторных занятий (3семестр)

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ РАСТВОРЕНИЯ СОЛИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ ОБРАЗОВАНИЯ КРИСТАЛЛОГИДРАТА

- Цель работы.** 1. Ознакомиться с калориметрическим методом измерения тепловых эффектов.  
2. Определить теплоту растворения соли.  
3. Определить теплоту образования кристаллогидратов из безводной соли.

При растворении соли в воде, так же как и при других изменениях состояния вещества, наблюдается либо поглощение, либо выделение теплоты. Изучением тепловых эффектов, происходящих с веществами, занимается наука термохимия. В основе термохимии лежит открытый в 1840 г. акад. Г. И. Гессом закон, согласно которому *тепловой эффект реакции зависит только от начального и конечного состояний реагирующих веществ и не зависит от того, каким путем они перешли от одного состояния к другому*. Закон Гесса является вполне строгим только для процессов, протекающих при постоянном давлении (в этом случае тепловой эффект равен  $\Delta H$  энтальпия) или при постоянном объеме (тогда тепловой эффект будет равен  $Q$ ). Здесь и в следующей работе мы будем рассматривать тепловые эффекты при постоянном объеме  $Q$ .

При помощи этого закона можно рассчитать величину теплового эффекта превращения вещества там, где невозможно произвести точного прямого измерения. Например, при помощи прямого измерения трудно определить точно величину теплоты образования кристаллогидратов, так как реакция образования кристаллогидратов из безводного твердого вещества и воды идет быстро только вначале, пока не прореагируют с водой поверхностные слои кристалликов безводного вещества, а затем реакция сильно замедляется и долго не заканчивается. Кроме того, процесс осложняется растворением вещества в воде. Однако при помощи основного закона термохимии можно определить теплоту образования кристаллогидрата, если измерить теплоту растворения безводной соли и теплоту растворения кристаллогидрата и из первой величины вычесть вторую:

$$Q = Q_{\text{безв}} - Q_{\text{крист}} \quad (1)$$

При растворении соли в воде протекают одновременно два процесса:

1) разрушение кристаллической решетки вещества и диссоциация молекул на ионы; при этом происходит поглощение теплоты в количестве, равном  $Q_1$ ,

2) гидратация ионов; при этом выделяется определенное количество теплоты, равное  $Q_2$ .

Теплота растворения соли равна алгебраической сумме тепловых эффектов этих двух процессов:

$$Q_{\text{раств}} = Q_2 + Q_1.$$

Поэтому вещества, обладающие прочной кристаллической решеткой и слабо гидратирующиеся в растворе, растворяются с поглощением теплоты. Вещества же с непрочной кристаллической решеткой, образующие в растворе сильно гидратированные ионы, например ионы водорода или гидроксид-ионы, растворяются с выделением теплоты.

Теплота растворения вещества увеличивается с увеличением количества растворителя, приходящегося на 1 моль растворяемого вещества. Если же на 1 моль вещества приходится более 100–300 моль растворителя, то дальнейшее разбавление раствора очень слабо изменяет величину теплоты растворения.

*Теплотой растворения принято называть количество теплоты, поглощающейся или выделяющейся при растворении одного моля вещества в таком количестве растворителя, когда дальнейшее его добавление не сопровождается измеримым тепловым эффектом.*

**Принадлежности для работы.** Стекланный сосуд с мешалкой или сосуд Дьюара на 0,5 л; стакан на 0,5 л; термометр Бекмана; ампула для соли; стеклянная палочка; аналитические весы; фарфоровая ступка; технические весы; песочные часы на 1 мин;  $\text{KNO}_3$ ;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; безводная  $\text{CuSO}_4$ .

**Описание прибора.** Для определения теплоты растворения соли можно воспользоваться калориметром (рис. 1). В сосуд Дьюара 1 емкостью 500 мл на пробке 3 укрепляют термометр Бекмана 4 и пробирку 5 (ампулу, рис. 2) для соли со стеклянной палочкой 6. Раствор перемешивают мешалкой 7.

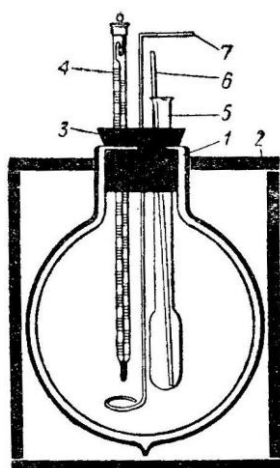


Рис. 1. Схема калориметра:  
1 – сосуд Дьюара; 2 – штатив; 3 – пробка с отверстиями; 4 – термометр Бекмана; 5 – ампула; 6 – стеклянная палочка; 7 – мешалка.



Рис. 2. Ампула со стеклянной палочкой для соли и растворов кислоты или щелочи.

**Определение постоянной калориметра.** Для расчета теплового эффекта процесса, протекающего в калориметре, необходимо знать постоянную калориметра, т.е. количество теплоты в калориях, которое требуется для нагревания калориметра с термометром, мешалкой, пробиркой, водой и солью на  $1^{\circ}\text{C}$ . Для нагревания на  $\Delta t$  потребуется:

$$Q = \frac{K\Delta t}{V}, \quad (2)$$

где  $Q$  – теплота растворения соли;  $V$  – количество соли, моль;  $\Delta t$  – найденное изменение температуры в калориметре;  $K$  – постоянная калориметра.

Постоянную калориметра  $K$  можно определить по известной теплоте растворения какой-нибудь соли, например по теплоте растворения нитрата калия. Для этого тщательно растирают нитрат калия (5–7 г) в фарфоровой ступке. Взвешивают (с точностью до 0,01 г) пустую ампулу с палочкой (рис. 2), насыпают туда около 5 г соли и снова взвешивают. Из разности масс находят массу соли. Взвешивают стеклянный сосуд Дьюара 1 (без пробки) с точностью до 0,1 г на технических весах и наливают в него около 300 мл дистиллированной воды, имеющей температуру  $18^{\circ}\text{C}$ . Снова взвешивают сосуд с водой и по разности масс находят массу воды.

Закрывают калориметр (стеклянный сосуд 1) пробкой и укрепляют в ней термометр Бекмана, мешалку и ампулу с солью (рис. 2). Затем определяют температуру сначала воды, а затем раствора соли при помощи термометра Бекмана. Учитывая, что растворение нитрата калия протекает с поглощением теплоты, термометр Бекмана настраивают так, чтобы мениск ртути находился в верхней его части.

Для учета теплообмена калориметра с окружающей средой и определения истинного изменения температуры во время опыта весь калориметрический процесс делится на три периода:

- 1) предварительный период, продолжающийся 5 мин;
- 2) главный период – процесс растворения соли;
- 3) заключительный период – 5 мин.

Помешивая воду в калориметре, наблюдают за температурой, которая изменяется вследствие теплообмена с окружающей средой. Когда изменения температуры в каждые полминуты станут почти одинаковыми, т.е. когда установится равномерный ход температуры, делают ее отсчеты с точностью до  $0,002^{\circ}\text{C}$  в течение 5 мин, через каждые полминуты. После этого разбивают палочкой ампулу с солью так, чтобы вся соль высыпалась в воду, и, размешивая раствор, наблюдают за изменением температуры (главный период), продолжая отмечать значения ее таким же способом, как и раньше. Если температура падает очень быстро и трудно наблюдать за тысячными и даже сотыми долями градуса, то ее можно отсчитывать (регистрировать) с меньшей точностью (до десятых долей градуса). Если по какой-либо причине отсчет вообще не был произведен, то при записи ставится черта. Это нужно делать потому, что

пропуск отсчета температуры без отметки поведет к сокращению промежутка главного периода, а это отразится на величине поправки на теплообмен калориметра с окружающей средой. Окончанием главного периода и началом заключительного принято считать установление вновь равномерного хода изменения температуры. В заключительном периоде температура отмечается так же, как и в предварительном, – в течение 5 мин.

Для расчета точного измерения температуры растворения соли вычерчивают на миллиметровой бумаге график, где на оси абсцисс откладывают время, а на оси ординат – изменения температуры за каждые 0,5 мин. Если соединить найденные таким образом точки, то для предварительного и заключительного периодов получаются две наклонные прямые, наклон которых будет зависеть от разности температур между калориметром и окружающей средой.

Примерная диаграмма (график), которая может получиться, приведена на рис. 3, где  $AB$  – предварительный период,  $BD$  – главный и  $DC$  – заключительный.

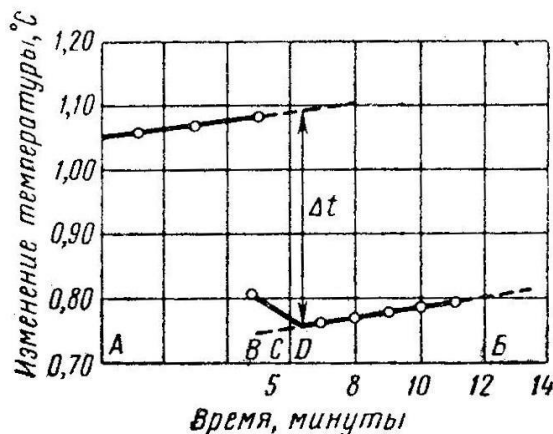


Рис.3. Изменение температуры во времени

Ввиду того, что во время процесса происходит обмен теплотой между калориметром и окружающей средой, необходимо сделать соответствующую поправку, чтобы получить изменение температуры, вызванное растворением соли. Для этого продолжают линию, соединяющую температуру предварительного периода, вправо, а линию заключительного периода – влево (пунктирные прямые на графике). На середине главного периода в точке  $C$  проводят прямую, параллельную оси ординат, до пересечения с пунктирной линией. Расстояние  $\Delta t$  между точками пересечения будет равно исправленному изменению температуры в результате растворения соли.

Определив значение  $\Delta t$ , вычисляют постоянную калориметра по уравнению:

$$K = \frac{Q_{\text{раств}} V}{\Delta t}, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{раств}}$  – известная теплота растворения соли;  $V$  – количество соли, моль;  $\Delta t$  – найденное изменение температуры в калориметре в результате растворения соли. Для нитрата калия теплота растворения при  $18^\circ\text{C}$  равна:

$$Q_{\text{раств}} = -35,62 \text{ кДж/моль} = -8,52 \text{ ккал/моль}$$

### Описание работы

**Опыт.** Для определения теплоты гидратации соли необходимо определить теплоту растворения 1 моль безводной соли и ее кристаллогидрата. При нахождении последних теплот необходимо определить изменение температуры при растворении определенной массы соли. Так как при вычислении теплоты растворения (формула 2) приходится пользоваться постоянной калориметра, которая представляет собой количество теплоты, необходимой для нагревания калориметра на  $1^\circ\text{C}$ , то массу воды во всех опытах надо взять такую же, как при определении постоянной калориметра, т.е. 300 г.

Собирают прибор, как указано на рис. 4. Отвешивают приблизительно 8 г измельченного медного купороса и помещают его в пробирку (ампулу). Вычисляют, сколько безводной соли  $a$  (г) и воды  $b$  (г) содержится во взятой навеске. В предварительно взвешенный стакан наливают 300 г воды и снова



взвешивают с точностью до 0,1 г. Так как растворение медного купороса протекает с поглощением теплоты, то термометр Бекмана настраивают так, чтобы мениск ртути находился в верхней части шкалы. Вставляют пробирку (ампулу) с солью в крышку сосуда. Определяют изменения температуры в предварительный, главный и заключительный периоды и из графика (рис. 6) находят исправленное изменение температуры при растворении соли.

9–10 г растертого в порошок медного купороса помещают в фарфоровую чашку и нагревают при помешивании до тех пор, пока не получится белый порошок безводной соли. Последнюю пересыпают в пробирку, которую сейчас же закрывают резиновой пробкой. После охлаждения берут навеску безводной соли, равную  $a$  (г), и определяют изменение температуры, как описано выше, при растворении ее в 300 г воды.

Принимая во внимание, что при растворении сульфата меди теплота выделяется, термометр Бекмана настраивают так, чтобы мениск ртути термометра находился в нижней части шкалы.

По найденной величине постоянной калориметра  $K$  и результатам опыта вычисляют теплоту растворения безводной соли и ее кристаллогидрата по формуле:

$$Q_{\text{раств}} = K \frac{\Delta t}{V} \quad (4)$$

Чтобы можно было сравнить свои результаты теплоты растворения со справочными данными, следует вычислить количество воды (моль), приходящейся на 1 моль соли.

Теплоту образования  $Q$  кристаллогидрата из безводной соли вычисляют по уравнению (1):

$$Q = Q_{\text{безв}} - Q_{\text{крист}}$$

Форма записи результатов

	KNO <sub>3</sub>	CuSO <sub>4</sub>	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O
Масса пустой пробирки			
» пробирки с солью			
» соли			
» сосуда Дьюара ( $g_1$ )			
» сосуда с водой ( $g_2$ )			
» воды ( $g_2 - g_1$ )			

Измерения (интервал 0,5 мин)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура воды										
» раствора KNO <sub>3</sub>										
» воды в калориметре										
» раствора CuSO <sub>4</sub>										
» воды в калориметре										
» раствора CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O										

**Отчет о работе.** 1. Сделать чертеж схемы калориметра. 2. Составить график изменения температуры во времени. 3. Вычислить постоянную калориметра и температуру растворения соли. 4. Вычислить теплоту образования кристаллогидрата из безводной соли.

### Контрольные вопросы

1. В чем заключается физический смысл основного закона термохимии?
2. В каких случаях применяют основной закон термохимии для расчета тепловых эффектов?
3. Какие процессы протекают при растворении соли?
4. Что называется теплотой растворения вещества?
5. В чем заключается калориметрический метод изменения теплоты растворения?

### Литература

1. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия: Учебник. – М.: Высшая школа, 1990.
2. Практикум по физической и коллоидной химии: Учебное пособие (Бугреева Е.В. и др.). – М.:

Высшая школа, 1990.

3. Балезин С. А. Практикум по физической и коллоидной химии: Учебное пособие. – М.: Просвещение, 1980.

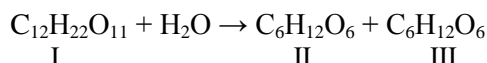
4. Балезин С. А., Ерофеев Б. В., Подобаев Н. И. Основы физической и коллоидной химии. – М., 1973, гл. II.

5. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – М., 1970, гл. VI, §69,70.

## Лабораторная работа 2. СПЕЦИФИЧЕСКИЙ КИСЛОТНО-ОСНОВНОЙ КАТАЛИЗ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ СКОРОСТИ ИНВЕРСИИ САХАРОЗЫ

**Цель работы:** Определить константу скорости инверсии сахара при данной температуре.

**Основы теории.** При реакции гидролиза тростникового сахара (I) образуются глюкоза (II) и фруктоза (III):



Все три вещества обладают асимметрическим атомом углерода и являются оптически активными. Водный раствор тростникового сахара вращает плоскость поляризации проходящего света вправо, раствор продуктов реакции – влево. По мере течения реакции правое вращение сменяется левым. Поэтому приведенную реакцию называют инверсией (обращением).

Для изучения скорости инверсии обычно берут 10–20%-ный водный раствор тростникового сахара. В последнем случае в 100 г раствора содержится  $20/342 = 0,06$  моль сахара и  $80/18 = 4,44$  моль воды. Когда реакция проходит сполна, воды вместо 4,44 моль остается 4,38. Концентрация воды меняется настолько незначительно, что можно считать ее постоянной. Поэтому реакция протекает по первому порядку, хотя в ней участвует два рода молекул.

Если порядок реакции понижен вследствие избытка одного из реагентов, то говорят о псевдопорядке, или ложном порядке, реакции.

Гидролиз тростникового сахара в нейтральном водном растворе практически не идет: его ускоряют прибавлением в качестве катализатора сильной (то есть хорошо ионизированной) кислоты. Константу скорости реакции  $K$  вычисляют по уравнению:

$$k = \frac{2,3}{\tau} \lg \frac{C_0}{C}.$$

Если исходное количество реагирующего вещества равно  $a$ , а к моменту  $\tau$  в реакцию вступает его количество, равное  $x$ , то последнее уравнение приводится к виду или

$$k = \frac{2,3}{\tau} \lg \frac{a}{a-x}, \quad (1)$$

где  $C_0 = a$ ,  $C = a - x$ . Для выражения отношения концентраций в нем пользуются свойством оптической активности растворов.

Как известно, электрические колебания естественного света происходят во всех плоскостях, проходящих через световой луч (рис. 1). Колебания поляризованного света происходят только в одной из таких плоскостей. Плоскость, перпендикулярная к плоскости электрических колебаний поляризованного луча (и также проходящая через луч), называется плоскостью поляризации.

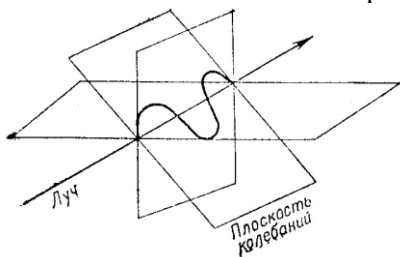


Рис. 1. Распространение электромагнитных колебаний

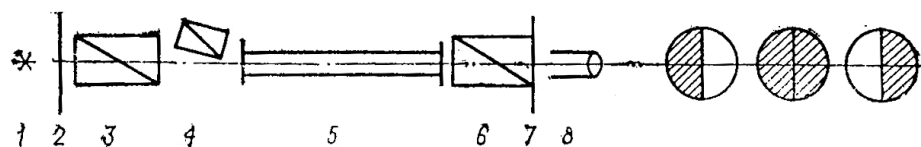


Рис. 2. Схема поляриметра:

1 – источник света; 2 – светофильтр; 3, 4 – поляризаторы; 5 – трубка с раствором;  
6 – анализатор; 7 – шкала; 8 – окуляр.

При пропускании поляризованного света сквозь раствор оптически активного вещества плоскость поляризации поворачивается. Угол вращения плоскости поляризации (кратко – угол вращения)  $\alpha$  связан с концентрацией  $c$  и толщиной слоя  $l$  раствора соотношением:  $\alpha = \pm[\alpha]cl$ .

Величина  $[\alpha]$  при  $c = 1$  г/мл и  $l = 1$  дм называется удельным вращением. Знаки  $+$  и  $-$  отвечают соответственно правому и левому вращению. У тростникового сахара  $\alpha = +66,55^\circ$ , у глюкозы  $[\alpha] = +52,56^\circ$ , у фруктозы  $[\alpha] = -91,9^\circ$ .

Угол вращения смеси оптически активных веществ представляет собой алгебраическую сумму углов вращения отдельных веществ (свойство аддитивности угла вращения смеси).

Угол вращения данного раствора определяют с помощью поляриметра. Существенными его частями (рис. 2) являются поляризаторы 3, 4 и анализатор 6. Поляризатором и анализатором служат призмы Николя (николи), которые лучше всего пропускают свет, поляризованный в плоскости, перпендикулярной плоскости главного сечения призмы (плоскость главного сечения проводят через оптическую ось кристалла и падающий луч; оптическая ось – любая ось, параллельная кристаллографической), и не пропускают свет, поляризованный в плоскости главного сечения.

Если главные сечения в призмах поляризатора и анализатора установлены параллельно (николи параллельны), то свет, поляризованный поляризатором, пройдет через анализатор. Если главные сечения перпендикулярны (николи скрещены), то свет погасится анализатором. При других взаимных расположениях главных сечений интенсивность света меняется от нуля до максимума. Обычно поляризатор составляют из двух призм Николя. Одна из них 3 покрывает все поле зрения, наблюдаемое через окуляр 8, а вторая 4 – его половину. Главное сечение этой призмы установлено под малым углом ( $<3^\circ$ ) по отношению к главному сечению большой призмы. Призма анализатора может вращаться вокруг оптической оси прибора. При ее вращении изменяется освещенность поля зрения.

Если установить главное сечение призмы анализатора перпендикулярно главному сечению большой призмы поляризатора, то половина поля (отвечающая скрещенным призмам) становится темной. Другая же половина будет более светлой, так как наличие малой призмы препятствует скрещению. Если вращать анализатор до затемнения противоположной стороны поля, то осветится первая половина. Можно добиться и промежуточной одинаковой освещенности обоих полей. Тогда установку считают нулевой: небольшой поворот анализатора в ту или иную сторону образует в поле зрения полутень (отсюда и название поляриметра этого типа – полутеневого). В силу чувствительности глаза к контрасту нулевую установку можно воспроизвести с хорошей точностью.

Если после установки нулевого положения поместить между поляризатором и анализатором трубку 5 с раствором оптически деятельного вещества, вращающим на угол  $\alpha$ , то появится полутень. Чтобы вернуться к нулевому положению, следует повернуть анализатор на такой же угол  $\alpha$ . Этот угол отсчитывается с помощью нониуса с точностью до  $0,1^\circ$  на шкале 7, передвигающейся при вращении анализатора. Источник света 1 должен быть монохроматическим. При пользовании белым светом употребляют светофильтр 2, обычно составляющий часть поляриметра.

Существуют и другие типы поляриметров: в них поле зрения состоит из трех частей или двух концентрических частей. Устройство этих поляриметров принципиально не отличается от описанного. У некоторых поляриметров (сахариметры) на шкале непосредственно показаны концентрации тростникового сахара.

**Выполнение работы.** Приготавливают раствор сахара нужной концентрации. Объем раствора должен в 2–3 раза превышать объем поляриметрической трубки. Если раствор мутный, его фильтруют. Находят нулевое положение анализатора. Для этого устанавливают с помощью анализатора ясно видимую разницу освещенности двух полей. Затем, вращая анализатор, добиваются уравнивания освещенности. Нужная резкость изображения достигается выдвиганием окуляра и установкой источника света на

соответствующей высоте и расстоянию от поляризатора. Отсчет на шкале производят с помощью нониуса. Продолжая вращать анализатор, приводят части поля к ясно видимой перемене освещенности. После этого вращением в противоположную сторону вновь приводят части поля к одинаковой освещенности и записывают отсчет. Повторением этих действий (3–5 раз) добиваются хорошей сходимости отсчетов (с точностью до  $\pm 0,1^\circ$ ), после чего берут за нулевой отсчет среднее из полученных значений. При этом нуль шкалы может и не совпадать с нулем нониуса. Разница, т.е. отсчет по шкале в этом случае, представляет собой инструментальную поправку  $\alpha_n$ . Знак поправки считают положительным, если нуль нониуса расположен в положительном направлении от нуля шкалы. Истинные углы вращения получаются вычитанием инструментальной поправки (с ее знаком) из полученных отсчетов. Способ отсчета с помощью нониуса ясен из рис. 3.

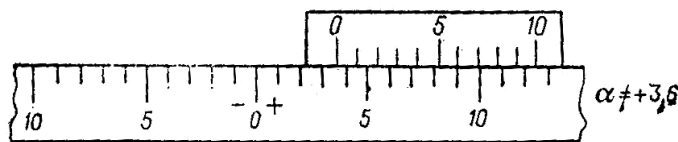


Рис. 3. Отсчет по нониусу

Чистую поляриметрическую трубку споласкивают и наполняют исследуемым раствором; для этого, держа ее вертикально, заполняют так, чтобы образовался выпуклый мениск. Затем сбоку надвигают сухое покровное стекло и навинчивают прижимную обойму. При этом следят за тем, чтобы в трубке не остался большой пузырек воздуха. Присутствие его мешает наблюдениям. Определяют угол вращения  $\alpha_0'$  раствора; как указано выше, он положителен (правый).

После этого в две колбочки наливают известные объемы растворов сахара  $v_c$  и сильной кислоты  $v_k$  нужной концентрации. Выдерживают обе колбочки 10–15 минут при температуре опыта (в водяном термостате), после чего сливают и перемешивают оба раствора, переливая из колбочки в колбочку. Момент смешения отмечают по часам (с точностью до 1 мин); это – момент начала реакции. Ему отвечает начальный угол  $\alpha_0 = (\alpha_0' - a_n)V$ , где  $V$  – объемная доля раствора сахара:  $V = v_c / (v_c + v_k)$ .

Опорожненную от раствора сахара поляриметрическую трубку 2–3 раза споласкивают 3–5 мл полученной смеси, затем заполняют ее этой смесью и термостатируют. Для этого поляриметрическую трубку вводят в муфту, через которую непрерывно пропускают воду из термостата. Нужную температуру таким образом поддерживают в пределах  $\pm 0,1^\circ$ . Если такое устройство отсутствует, трубку погружают в водяной термостат и вынимают ее оттуда на время измерения угла вращения.

Измерения производят через определенные промежутки времени: в начале реакции – через каждые 5–10 мин, в конце – через 15–30 мин. Во время измерений реакция в трубке продолжается, так что при нескольких измерениях не могут получиться одинаковые отсчеты. Для возможно полного устранения влияния этих помех на качество измерений, нужно произвести необходимое количество отсчетов (2–3) за 40–50 с. Это удастся, если техника работы с поляриметром хорошо освоена при установке нуля и определении концентрации раствора чистого сахара. Нужно брать среднее значение из всех отсчетов и отмечать средний из моментов времени первого и последнего отсчетов (с точностью до 1 мин).

Инверсия сахара при комнатной температуре заканчивается (в зависимости от концентрации катализатора) за 1–5 суток. Однако ее можно быстро довести до конца при 60–70°C. Поэтому отдельную порцию реакционной смеси заранее помещают в термостат с температурой 60–70°C (не выше, во избежание разрушения сахара) на 30–40 мин. Смесь нагревают в колбочке с длинной и узкой шейкой, на которой отмечают уровень жидкости. После охлаждения до температуры опыта в колбочку доливают до метки дистиллированной воды той же температуры (так как некоторое количество воды испаряется, отчего изменяется концентрация раствора).

Полученный таким образом предельный (конечный) угол вращения  $\alpha_\infty$  будет отрицательным, так как в растворе находятся глюкоза и фруктоза, вызывающая левое вращение. Всякий промежуточный угол вращения определяется тем, что в растворе содержатся все три вещества.

Положим, что в момент  $t_1$  осталась непроинвертированная доля сахара  $y_1$ . Угол вращения определяется этой долей и равен  $\alpha_0 y_1$ . С другой стороны, доля продуктов инверсии составляет  $1 - y_1$ . В конце реакции угол вращения этих продуктов был бы равен  $\alpha_\infty$ , а в момент  $t_1$  он равен  $\alpha_\infty (1 - y_1)$ .

В силу аддитивности угол вращения в момент  $t_1$  равен  $\alpha_1 = \alpha_0 y_1 + \alpha_\infty (1 - y_1)$ , откуда:  
 $y_1 = (\alpha_1 - \alpha_\infty) / (\alpha_0 - \alpha_\infty)$ .

Аналогично, в момент  $t_2$ :  $y_2 = (\alpha_2 - \alpha_\infty) / (\alpha_0 - \alpha_\infty)$ .

Очевидно, концентрации непроинвертированного сахара в моменты  $t_1$  и  $t_2$  равны  $c_0 y_1$  и  $c_0 y_2$ .  
 Поэтому на основании уравнения (1):

$$\kappa = \frac{2,303}{t_2 - t_1} \lg \frac{\alpha_1 - \alpha_\infty}{\alpha_2 - \alpha_\infty}.$$

Если положить  $\alpha_1 = \alpha_0$  при  $t_1 = 0$  и  $\alpha_2 = \alpha_t$  при  $t_2 = t$ , то:

$$\kappa = \frac{2,303}{t} \lg \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}. \quad (2)$$

Этой последней формулой следует пользоваться для расчета  $\kappa$ .

Все углы вводят с инструментальной поправкой. Инструментальную поправку следует вводить в случае, когда она превышает  $0,2^\circ$ .

### Задания

1. Определить константу скорости инверсии сахара при данной температуре. Вычислить концентрацию сахара в данном растворе через 2 ч. Вычислить, за какое время инверсия пройдет на 50%.
2. Определить константу скорости в зависимости от концентрации ионов водорода (катализировать реакцию сильной и слабой кислотой при одной и той же концентрации или сильной кислотой при двух концентрациях).
3. Найти энергию активации реакции инверсии (на основании измерения скорости реакции при двух температурах).

### Форма отчета

Температура .....  $^\circ\text{C}$

Инструментальная поправка  $\alpha_n =$  .....

Угол вращения раствора сахара  $\alpha_0' =$  .....

Начальный угол вращения смеси  $\alpha_0 =$  .....

Момент смешения ..... час. .... мин.

№ пробы	Время астрономическое	Время от начала реакции $t$ , мин	Найденный угол $\alpha_t'$	Угол $\alpha_t$ с поправкой	$\alpha_t - \alpha_\infty$	$\lg(\alpha_t - \alpha_\infty)$	$\kappa$	$\Delta\kappa$
1							$\kappa_{\text{ср}} \pm \Delta\kappa = \dots$	
2								
...		$\infty$	$\alpha_\infty' = \dots$	$\alpha_\infty = \dots$	$\alpha_0 - \alpha_\infty = \dots$	$\lg(\alpha_0 - \alpha_\infty)$		

Графики:  $(\alpha_t - \alpha_\infty) = f(t)$ ;  $\lg(\alpha_t - \alpha_\infty) = f(t)$ .

### Литература

1. Практические работы по физической химии: Учебное пособие для вузов / Под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. – Л.: Химия, 1982.
2. Практикум по физической и коллоидной химии: Учебное пособие (Бугреева Е.В. и др.). – М.: Высшая школа, 1990.
3. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия: Учебник. – М.: Высшая школа, 1990.

### Лабораторная работа 3. ИЗМЕРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАСТВОРОВ ПАВ

**Цели работы.** 1. Ознакомление с методами измерения поверхностного натяжения. 2. Построение изотермы поверхностного натяжения раствора ПАВ по экспериментальным данным.

Измерение поверхностного натяжения жидкостей, определение зависимости поверхностного натяжения чистых жидкостей от температуры, расчет полной поверхностной энергии и ее составляющих.

#### Вопросы:

1. Что такое поверхностное натяжение и, в каких единицах оно измеряется?
2. Как зависит поверхностное натяжение от природы вещества, образующего поверхность (межмолекулярного взаимодействия)?
3. Какие методы используются для определения поверхностного натяжения жидкостей?
3. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом капиллярного поднятия, методом наибольшего давления пузырька воздуха (метод Ребиндера), методом отрыва кольца и сталагмометрическим методом?
4. Как и почему зависит поверхностное натяжение тел от температуры?
5. По какому уравнению можно рассчитать полную поверхностную энергию?

#### Вариант 1.

#### ИЗМЕРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАСТВОРОВ ПАВ МЕТОДОМ НАИБОЛЬШЕГО ДАВЛЕНИЯ В ПУЗЫРЬКЕ

**Краткие теоретические положения.** Метод заключается в том, что через стеклянный капилляр в жидкость выдувается пузырек воздуха. Так как поверхностное натяжение есть работа образования или разрушения единицы поверхности, то усилие, затраченное на разрыв пленки пузырька, будет пропорционально поверхностному натяжению. Это усилие определяется тем наибольшим давлением ( $P$ ), при котором пузырек отрывается от капилляра. В момент отрыва пузырька выполняется следующее равенство:

$$P = P_{\text{гидр}} + P_{\text{кап}} \quad (1)$$

где  $P_{\text{гидр}}$  – гидростатическое давление столба жидкости в капилляре:

$$P_{\text{гидр}} = h(\rho_2 - \rho_1)g \quad (2)$$

где  $h$  – глубина погружения капилляра в жидкость;  $\rho_2, \rho_1$  – плотности соответственно жидкости и насыщенного пара;  $g$  – ускорение свободного падения.

Капиллярное давление  $P_{\text{кап}}$ , действующее на вогнутую поверхность жидкости:

$$P_{\text{кап}} = \frac{2\sigma}{R}, \quad (3)$$

где  $\sigma$  – поверхностное натяжение;  $R$  – радиус капилляра, равный в момент отрыва пузырька радиусу кривизны его поверхности.

Если капилляр только касается поверхности жидкости, то можно принять, что  $h = 0$ , следовательно,  $P_{\text{гидр}} = 0$ , и тогда

$$P = \frac{2\sigma}{R}. \quad (4)$$

Отсюда

$$\sigma = RP/2. \quad (5)$$

Значение  $R$  можно рассчитать по давлению  $P_0$ , при котором происходит отрыв пузырька воздуха с данного капилляра, соприкасающегося со стандартной жидкостью, поверхностное натяжение ( $\sigma_0$ ) которой хорошо известно:

$$R = \frac{2\sigma_0}{P_0}.$$

Тогда:

$$\sigma = \frac{2\sigma_0 P}{2P_0} = \frac{\sigma_0 P}{P_0}. \quad (5a)$$

Если обозначить  $\frac{\sigma_0}{P_0} = K$ , то

$$\sigma = KP. \quad (6)$$

Схема установки представлена на рис. 1.

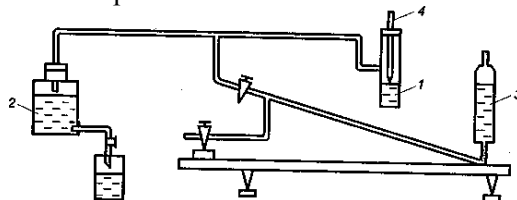


Рис. 1. Схема установки для определения поверхностного натяжения методом наибольшего давления пузырька

Сосуд 1 с исследуемой жидкостью соединяется с источником разряжения – водяным эжектором 2. Давление измеряется наклонным манометром 3. Во время работы в сосуде над поверхностью жидкости создается разрежение в результате того, что из эжектора истекает вода, а над капиллярным кончиком в трубке 4 давление атмосферное, это приводит к тому, что через трубку 4 засасывается воздух и на капиллярном кончике ее образуется воздушный пузырек. При достижении определенной разности давлений ( $\Delta P$ ) происходит отрыв образовавшегося пузырька:

$$\Delta P = P - P_{\text{атм}},$$

где  $P$  – показания манометра в момент отрыва пузырька;  $P_{\text{атм}}$  – показания манометра при атмосферном давлении. Если  $P_{\text{атм}}$  принять за точку отсчета (нулевое значение шкалы), то

$$\Delta P = P,$$

где  $P$  – максимальное давление газового пузырька.

Таким образом, простым умножением  $K$  на значение показания манометра получают величину поверхностного натяжения исследуемой жидкости

$$\sigma_x = KP.$$

Величину  $K$ , как было сказано выше, определяют экспериментально, используя в качестве стандартной жидкости дистиллированную воду, поверхностное натяжение которой ( $\sigma_{H_2O}$ ) хорошо известно:

$$K = \frac{\sigma_{H_2O}}{P_{H_2O}}.$$

**Приборы и реактивы.** 1. Прибор Ребиндера. 2. Водяной эжектор. 3. Манометр. 4. Мерные колбы на 50 см<sup>3</sup> – 8 шт. 5. Мерная пипетка. 6. Исследуемые ПАВ (по указанию преподавателя). 7. Дистиллированная вода.

#### Порядок выполнения работы.

1. В сосуд прибора Ребиндера наливают дистиллированную воду. Ее должно быть столько, чтобы капиллярный кончик трубки только касался жидкости. Избыток жидкости отбирают через капиллярную трубку, как это делается при использовании пипетки.

2. Присоединяют прибор Ребиндера к источнику вакуума, для этого надевают на его патрубок резиновую трубку, идущую от водяного эжектора.

3. Отмечают нулевое показание шкалы манометра ( $P_{\text{атм}}$ ).

4. Проверяют герметичность установки. Для этого тонкой струйкой сливают воду из водяного эжектора, пока в сосуде не начнут выделяться пузырьки воздуха. Тогда кран эжектора закрывают и убеждаются, что в течение 2-3 минут созданное в сосуде разрежение сохраняется (жидкость в манометре не опускается). Если давление в сосуде понижается (т. е. нет герметичности), то надо обратиться к лаборанту.

5. Регулируют слив воды из эжектора так, чтобы в минуту образовалось 2-3 пузырька. Нельзя допускать образования устойчивых гроздьев мелких пузырьков или слишком медленное их образование, это влияет на точность измерения. При образовании пузырька давление постепенно нарастает, достигает

максимума, при отрыве пузырька резко падает и снова медленно нарастает при образовании следующего пузырька. Давление отрыва пузырька соответствует максимальному поднятию жидкости в манометре ( $P$ ).

6. Производят 5 замеров и берут среднее из трех последних ( $P_{cp,0}$ ), два первых замера не учитывают.

7. Рассчитывают константу сосуда ( $K$ ) по формуле:

$$K = \frac{\sigma_0}{P_{cp,0}},$$

где  $\sigma_0$  – поверхностное натяжение воды при данной температуре (табл. Приложения).

8. В мерных колбах на 50 см<sup>3</sup> готовят 8 растворов ПАВ заданной концентрации (по указанию преподавателя).

Таблица 1

Исходные данные и результаты эксперимента

$T_{\text{опыта}} =$				$\sigma_0 =$					
№ р-ра	$c$ , моль/дм <sup>3</sup>	Показания шкалы манометра, мм						$K$	$\sigma$ , Дж/м <sup>2</sup>
		$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_{cp} = (P_3 + P_4 + P_5)/3$		
H <sub>2</sub> O									
1									
2									
...									
8									

9. Измеряют  $P$  для исследуемых растворов, как это было сделано для воды, начиная измерение с наиболее разбавленного раствора. Перед измерениями сосуд тщательно ополаскивают исследуемым раствором. В ходе всех измерений следят за тем, чтобы нулевое показание манометра (точка отсчета) оставалось неизменным.

10. Рассчитывают поверхностное натяжение исследуемых растворов по формуле:  $\sigma = KP_{cp}$ .

11. Полученные данные сводят в таблицу 1.

## Вариант 2.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЕЛИЧИНЫ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Величина поверхностного натяжения зависит не только от природы жидкости, но также и от температуры. С повышением температуры поверхностное натяжение уменьшается. Наблюдать эту зависимость удобно при помощи прибора Ребиндера.

Измерение поверхностного натяжения по методу П. А. Ребиндера основано на том, что в испытуемую жидкость опускают вертикальную трубку с капиллярным кончиком, через который продувают воздух. Измеряют давление  $P$ , при котором из нижнего конца трубки отделяются пузырьки воздуха. Чем больше поверхностное натяжение испытуемой жидкости, тем большее давление требуется для отделения пузырька воздуха.

Таким образом,

$$\sigma = KP, \quad (7)$$

где  $\sigma$  – величина поверхностного натяжения;  $K$  – постоянная прибора, которая зависит от радиуса капиллярного кончика трубки. Давление в момент отрыва пузырька измеряют манометром.

Чтобы определить константу капилляра, в качестве испытуемой жидкости берут сначала жидкость, поверхностное натяжение которой известно, например дистиллированную воду. Если измерить при этом максимальное давление  $P_0$  в момент отрыва пузырька, то константа прибора будет равна:

$$K = \frac{\sigma_0}{P_0}. \quad (8)$$

Вычислив константу по формуле (8), находят величину поверхностного натяжения испытуемой жидкости при различных температурах.

**Принадлежности для работы.** Аспиратор для создания вакуума; широкая пробирка с боковым отростком и пробкой; спиртовой манометр со шкалой; стакан на 800–1000 мл; стакан на 400–500 мл;



термометр (для температур 10–100°C) с делениями в 0,5°C; штатив с широкой лапкой для подвешивания аспиратора.

Описание прибора для измерения поверхностного натяжения по методу Ребиндера. Прибор (рис. 2) состоит из стеклянного сосуда 1 с боковой трубкой 4, к которой припаян манометр 5. Верхнее отверстие сосуда 1 плотно закрывают пробкой 3, через которую проходит стеклянная трубка 2 с оттянутым капиллярным концом. Изогнутый конец трубки 4 пропускают через пробку, плотно закрывающую верхнее отверстие аспиратора 6. Для нагревания жидкости в сосуде до желаемой температуры его погружают в большой стакан с водой (на рисунке не показано), в котором поддерживают требуемую температуру.

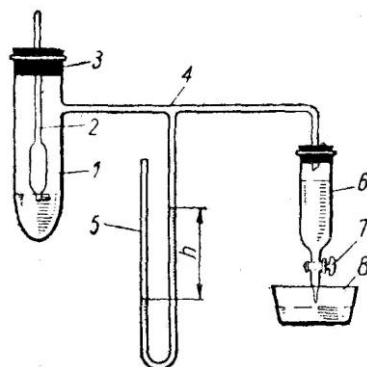


Рис. 2. Прибор для измерения поверхностного натяжения по методу Ребиндера:

1 – сосуд; 2 – трубка с капиллярным концом; 3 – пробка; 4 – боковая трубка; 5 – манометр; 6 – аспиратор; 7 – кран; 8 – чашка.

### Описание работы

**Опыт.** Аспиратор наполняют водой и под него подставляют чашку 8. В начале опыта жидкость в обоих коленах манометра должна находиться на одинаковом уровне. В сосуд 1 наливают на  $\frac{1}{4}$  его высоты дистиллированную воду, вставляют пробку 3 и устанавливают трубку 2 так, чтобы капиллярный конец ее оказался незначительно ниже поверхности воды в сосуде 1. Подставляют стакан с нагреваемой водой так, чтобы сосуд 1 был погружен в него наполовину своей высоты. После того как желаемая температура установится, открывают кран 7 аспиратора настолько, чтобы через капилляр трубки 2 пузырьки воздуха вырывались один за другим со скоростью, допускающей подсчет их. Установив определенную частоту образования пузырьков, производят по манометру не менее трех отсчетов максимальной разности уровней. Выводят среднюю величину из этих отсчетов ( $P_0$ ). Закрывают кран 7 и проверяют температуру в стакане с нагреваемой водой. Находят в таблице (см. приложение) величину поверхностного натяжения воды, соответствующую температуре опыта. По формуле (8) вычисляют постоянную  $K$  капилляра трубки 2 для данного прибора.

Выливают воду из сосуда 1, высушивают его и трубку 2; наливают в сосуд вместо воды исследуемую жидкость, предварительно ополоснув ею сосуд 1 и трубку 2. Нагревают воду в стакане до 30°C, подставляют стакан под сосуд 1 и в течение 10 мин размешивают в нем воду мешалкой, чтобы жидкость в сосуде 1 нагрелась до той же температуры. Приводят в действие аспиратор, измеряют разность уровней  $h$  в манометре, как было указано выше для дистиллированной воды, и, подставив значение  $K$ , вычисляют по формуле (7) величину поверхностного натяжения для исследуемой жидкости при 30°C. То же самое повторяют при температуре 40, 60, 80°C.

## Лабораторная работа 4.

### Электрокинетические свойства коллоидных растворов

**Цели работы.** 1. Ознакомление с явлением электрофореза. 2. Определение скорости движения частиц в электрическом поле. 3. Определение знака заряда и величины электрокинетического потенциала золя берлинской лазури.

**Краткие теоретические положения.** При движении твердой частицы ДЭС разрывается по так называемой плоскости (границе) скольжения с образованием заряженной коллоидной частицы и диффузных противоионов. Величина заряда коллоидной частицы характеризуется величиной электрокинетического потенциала. Все электрокинетические явления в лиофобных золях, а это

электроосмос, электрофорез, потенциал течения, потенциал седиментации, определяются величиной и знаком  $\xi$ -потенциала. Во многом эта величина определяет и устойчивость коллоидного раствора. Эту чрезвычайно важную в практическом отношении величину определяют обычно на основе электрофоретических измерений.

Если в коллоидный раствор опустить электроды и на них создать постоянную разность потенциалов, то коллоидные частицы и диффузные противоионы будут двигаться к противоположно заряженным электродам.

Движение частиц дисперсной фазы относительно дисперсионной среды под действием внешнего электрического поля называется электрофорезом.

Электрофорез обнаруживается экспериментально по выделению на одном из электродов (или около него) дисперсной фазы, а также по смещению границы раздела «коллоидный раствор–дисперсионная среда» к одному из электродов.

Значение  $\xi$ -потенциала (в вольтах) рассчитывается из измеренной в ходе опыта скорости движения частиц по уравнению Гельмгольца-Смолуховского:

$$\xi = \frac{4\pi\eta U}{\varepsilon H} \cdot 300^2, \quad (1)$$

где  $\eta$  и  $\varepsilon$  – вязкость и диэлектрическая проницаемость среды на границе скольжения;  $H$  – градиент потенциала внешнего электрического поля;  $H = E/L$ , здесь  $E$  – приложенная извне разность потенциалов на электродах, В,  $L$  – расстояние между электродами, см;  $U$  – скорость электрофореза;  $300^2$  – переводной множитель для вычисления  $\xi$ -потенциала в вольтах.

Значения  $\eta$  и  $\varepsilon$ , подставляемые в уравнение Гельмгольца-Смолуховского, берутся обычно для дисперсионной среды. При этом, конечно, допускается некоторая ошибка, так как благодаря повышенной концентрации ионов значения  $\eta$  и  $\varepsilon$  в двойном электрическом слое иные, чем для дисперсионной среды. Для воды при комнатной температуре можно с достаточной точностью принять, что  $\varepsilon = 81$ ,  $\eta = 0,01$  П. Эти значения используются при расчете потенциала в данной работе.

Скорость электрофореза определяют, используя метод передвигающейся границы. Он заключается в том, что окрашенный коллоидный раствор помещают в электрофоретическую ячейку, сверху наливают боковую жидкость и наблюдают за скоростью перемещения границы раздела «золь–боковая жидкость» под действием приложенной к электродам разности потенциалов ( $E$ ). В одном колене ячейки граница раздела поднимается, так как коллоидные частицы переходят в боковую жидкость, в другом – опускается, поскольку коллоидные частицы движутся вглубь коллоидного раствора.

Боковая жидкость необходима для создания границы раздела. При выборе боковой жидкости к ней предъявляют следующие требования.

1. Боковая жидкость не должна содержать коагулирующих ионов и по своему составу должна быть близка к дисперсионной среде золя, иначе при переходе частиц золя в боковую жидкость будет меняться толщина диффузного слоя и, следовательно,  $\xi$ -потенциал.

2. Для получения четкой границы раздела необходимо, чтобы электрическая проводимость боковой жидкости была равна или немного больше электрической проводимости золя. Выполнение этого требования важно еще и потому, что облегчает расчеты, так как падение потенциала в электрофоретической трубке будет происходить равномерно и градиент потенциала как в золе, так и в боковой жидкости будет иметь одинаковое постоянное значение. Наилучшей боковой жидкостью является дисперсионная среда изучаемого золя. Ее можно выделить из порции золя с помощью ультрафильтрации, центрифугирования или замораживания.

В несколько упрощенном случае можно приготовить модельную боковую жидкость, основываясь на условиях получения исследуемого золя.

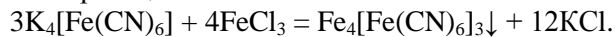
**Приборы и реактивы.** 1. Электрофоретическая ячейка. 2. Источник постоянного тока (напряжения) до 300 В. 3. Колбы на 200 см<sup>3</sup> — 6 шт. 4. Цилиндр на 150 см<sup>3</sup>. 5. Стаканы на 50 см<sup>3</sup> – 2 шт. 6. Пипетки глазные – 2 шт. 7. 20%-ный раствор K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]. 8. Насыщенный на холоде раствор FeCl<sub>3</sub>. 9. Дистиллированная вода.

#### **Порядок выполнения работы.**

**ВНИМАНИЕ!** На ячейку подается высокое напряжение! Во избежание поражения током все подготовительные и регулировочные операции на ячейке проводят только при *отключенном напряжении*.

То же касается разборки ячейки для мытья. Запрещается касаться оголенных частей электродов, соприкасать их, а также укладывать электроды вне изолированных гнезд.

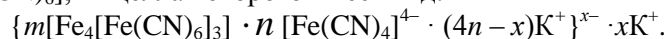
*Приготовление золь берлинской лазури.* Берлинскую лазурь (гексацианоферрат (II) железа (III)) получают в результате химической реакции:



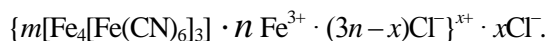
Для того чтобы берлинскую лазурь получить не в виде осадка, так как она не растворима в воде, а в коллоидном состоянии, исходные компоненты необходимо взять в неэквивалентных количествах. Вещество, взятое в избытке, будет образовывать двойной электрический слой мицеллы и определять знак заряда коллоидной частицы.

Необходимо соблюдать порядок в смешивании растворов исходных веществ: к разбавленному раствору вещества, которое будет в избытке, по каплям при интенсивном перемешивании добавляется раствор вещества, которое будет в недостатке.

1. *Получение золь берлинской лазури с отрицательно заряженными коллоидными частицами.* В 3 колбы наливают по 150 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и в каждую добавляют соответственно 8, 9, 10 капель 20%-ного раствора K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]. Затем при интенсивном перемешивании во все три колбы глазной пипеткой вливают по 1 капле насыщенного на холоде раствора FeCl<sub>3</sub>. Получают золь берлинской лазури, стабилизированный K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>], мицелла которого имеет вид:



2. *Получение золь берлинской лазури с положительно заряженными коллоидными частицами.* В 3 колбы наливают по 150 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и в каждую добавляют по 1 капле раствора FeCl<sub>3</sub>. Затем при интенсивном перемешивании в каждую колбу глазной пипеткой вливают по 1, 2, 3 капли раствора K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]. Получают золь берлинской лазури, стабилизированный FeCl<sub>3</sub>, мицелла которого имеет вид:



Полученные золи оставляют на 5-10 мин и в течение этого времени проверяют знак заряда коллоидной частицы с помощью фильтровальной бумаги. Для дальнейшей работы используют один из золь по указанию преподавателя.

Подготовка прибора к работе. Опустив зажимы, снимают и промывают стеклянные части прибора дистиллированной водой.

Готовят боковую жидкость, для этого наливают в колбу 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, добавляют 10 капель 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора KCl, содержимое тщательно перемешивают. Заливают боковую жидкость до половины колен трехколенной ячейки 1 (рис. 1) и устанавливают ячейку вертикально на основании штатива, слегка зажав ее среднее колено в винтовом зажиме (ячейка должна иметь возможность скользить в зажиме). Вставляют электроды 4 в крайние колена ячейки 1. Вспомогательный сосуд 2 и пипетку заполняют исследуемым золем без пузырей и устанавливают его с закрытым зажимом 5 на штативе так, чтобы носик пипетки 3 располагался по оси гнезда и не доходил до его дна на 3-5 мм. Осторожно открывая зажим 5, вводят золь в ячейку так, чтобы скорость подъема жидкости в коленях составляла 0,2-0,3 мм/с. Когда электроды 4 окажутся погруженными в жидкость на 5-7 мм, зажим закрывают. 3 крайних коленах при этом должна быть четкая граница между золем и боковой жидкостью. После этого включают источник питания и подают на электроды 4 напряжение 100-300 В по указанию преподавателя.

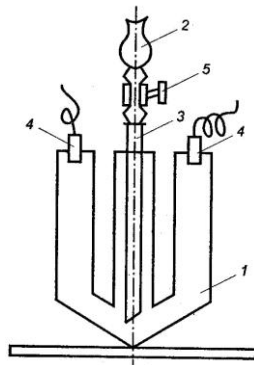


Рис. 1. Прибор для наблюдения электрофореза

**Выполнение опыта.** Определение электрокинетического потенциала золя рассматриваемым методом основано на определении скорости перемещения границы золя под влиянием электрического поля. Поддерживая напряжение на электродах на постоянно заданном уровне, через каждые 5 мин в течение получаса записывают положение границы золя в каждом из крайних колен. Данные наблюдений заносят в таблицу 1. Наблюдают появление пузырьков водорода на одном из электродов. Закончив наблюдения, выключают источник питания и отключают от него электроды.

Таблица 1

Экспериментальные данные электрофоретических измерений

№	$E = \dots \text{В}; L = \dots \text{см}$		
	$\tau$ , мин	Положение границы в правом колене, см	Положение границы в левом колене, см
1	5		
2	10		
3	15		
4	20		
5	25		

По данным таблицы строят график в координатах перемещения границы  $h$  – время для правого и левого колена. Для расчета величины  $\zeta$ -потенциала используют линейный участок графика

$$\xi = \frac{\Delta h \eta L}{\tau \epsilon \epsilon_0 E}, \quad (2)$$

где  $\eta = 0,001 \text{ Па} \cdot \text{с}$  – вязкость воды,  $\Delta h$  – взятое с линейной части графика смещение границы золя за время  $\tau$ , см;  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость воды, при  $20^\circ\text{C}$   $\epsilon = 80,1$ ;  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная,  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ ф/м}$ ;  $E$  – разность потенциалов на электродах, В;  $L$  – расстояние между электродами, измеренное вдоль колен и дуги ячейки, см.

После подстановки постоянных величин и переводных множителей уравнение упрощается:

$$\begin{aligned} \xi &= \frac{0,001 \cdot \Delta h \cdot 10^{-2} \cdot L \cdot 10^{-2}}{60 \cdot \tau \cdot E \cdot 80,1 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}}; \\ \xi &= 2,35 \frac{\Delta h L}{\tau E}, \end{aligned} \quad (3)$$

где 60 – множитель для перевода минут в секунды;  $10^{-2}$  – множитель для перевода  $\Delta h$ ,  $L$  из сантиметров в метры.

В окончательном уравнении  $\Delta h$ ,  $L$  подставляются в сантиметрах,  $\tau$  – в минутах;  $\Delta h / \tau$  – скорость перемещения границы золя, см/мин. Рассчитывают  $\xi$ -потенциал по данным скорости движения плоскости скольжения в правом и левом коленах. По результатам наблюдений и расчетов делают вывод о величине и знаке  $\xi$ -потенциала.

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название работы, описание ее цели, краткий конспект теоретической части, краткую методику проведения опыта, схематический рисунок прибора для наблюдения скорости электрофореза, заполненную таблицу, графики, вычисление  $\xi$ -потенциала, выводы.

### Контрольные вопросы

1. Что называется электрофорезом?
2. Строение мицелл берлинской лазури, стабилизированных  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .
3. Как рассчитать величину электрокинетического потенциала на основе электрофоретических измерений?

### Литература

1. Практикум по коллоидной химии: Учебное пособие / Под ред. М.И. Гельфман. – СПб.: Лань, 2005. – 256 с. (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П. Коллоидная химия. – СПб.: Лань, 2008. – 336 с. (Учебники для вузов. Специальная литература).
3. Балезин С. А., Ерофеев Б. В., Подобаев Н. И. Основы физической и коллоидной химии. М., 1973.

**Тесты к рубежной аттестационной контрольной работе по дисциплине  
«Физическая и коллоидная химия» (образцы)**

В рамках Положения о балльно-рейтинговой системе СОГУ.

**Тест 1**

№	Тема	Число вопросов	Цена вопроса	Сумма баллов
1	Термодинамика (ТД). Основные законы ТД. Внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, теплота, работа. 1-24	24	1	5
2	Термохимия. Закон Гесса. Изобарная, изохорная теплоемкость. Уравнения Кирхгоффа, Вант-Гоффа 25-38	13	1	5
3	Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса, Гельмгольца. 39-53	14	1	5
4	Химическое равновесие. Признаки, типы равновесия. Константа равновесия. 54-105	51	1	5
5	Растворы электролитов, неэлектролитов. Криоскопия, эбуллиоскопия. Ионная сила растворов. 106-132	26	1	5

Общая сумма баллов равна 25

**1 рубежная контрольная работа, 3 семестр**

**Блок 1**

Термодинамика - наука

о взаимопревращениях различных форм работы и законах этих превращений

о взаимопревращениях различных форм химических потенциалов и законах этих превращений

о взаимопревращениях различных форм энергии и законах этих превращений

о взаимопревращениях различных форм теплоты и законах этих превращений

Математическая запись 1-го начала термодинамики

$$dQ = \partial A + \partial U$$

$$\partial U = dQ + \partial A$$

$$dU = dQ - dA$$

$$dU = \partial Q - \partial A$$

Изолированная система -

система, которая обменивается с окружающей средой веществом, но не обменивается энергией

система, которая не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией

система, которая обменивается с окружающей средой энергией, но не обменивается веществом

система, которая обменивается с окружающей средой и веществом, и энергией

Закрытая система -

система, которая не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией

система, которая обменивается с окружающей средой и веществом, и энергией

система, которая обменивается с окружающей средой энергией, но не обменивается веществом

система, которая обменивается с окружающей средой веществом, но не обменивается энергией

Математическая запись 1-го начала термодинамики

$$\partial Q = \partial A + dU$$

$$dQ = \partial A + \partial U$$

$$\partial U = dQ + \partial A$$

$$dU = dQ - dA$$

Формулировка 1-го начала термодинамики:

количество теплоты равно изменению внутренней энергии системы минус количество работы, совершенной системой против внешних сил;

изменение внутренней энергии равно количеству сообщенной системе теплоты *минус* количество работы, совершенной системой против внешних сил;

изменение внутренней энергии равно количеству сообщенной системе теплоты *плюс* количество работы;

количество теплоты равно изменению внутренней энергии системы *плюс* количество работы, совершенной системой против внешних сил.

Выражение 1-го закона термодинамики для изохорного процесса

$$dU = \partial Q_v$$

$$\partial U = \partial H$$

$$dU = Q_p$$

$$\Delta U = Q_v$$

Выражение 1-го закона термодинамики для изобарного процесса

$$\partial Q_p = dH$$

$$\partial Q_p = d(U - P \cdot T)$$

$$\partial Q_p = dH - P \cdot V$$

$$\partial Q_p = d(U + P \cdot V)$$

Математическая запись 2-го начала термодинамики

$$\oint \frac{\partial Q}{T} = 0$$

$$\frac{T}{\partial S} \geq dU$$

$$dS \geq \frac{\partial Q}{T}$$

$$T \cdot dS \cong dH$$

Выражение 1-го закона термодинамики для изотермического процесса

$$Q_T = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}$$

$$Q_T = R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$dQ = R \cdot T \cdot V \cdot \partial V$$

$$\partial Q_T = R \cdot T \cdot \frac{dV}{V}$$

Открытая система -

система, которая не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией

система, которая обменивается с окружающей средой и веществом, и энергией

система, которая обменивается с окружающей средой энергией, но не обменивается веществом

система, которая обменивается с окружающей средой веществом, но не обменивается энергией

Математическая запись 1-го начала термодинамики

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q = A - \Delta U$$

$$\Delta U = Q + A$$

$$\Delta U = Q - A$$

Энергия - это мера способности системы  
совершать работу  
отдавать теплоту во внешнюю среду  
совершать работу и общая качественная мера движения и взаимодействия материи  
отдавать вещество во внешнюю среду

Свойства внутренней энергии системы в общем случае

функция состояния системы

функция процесса

экстенсивная функция

интенсивная функция

функция, равная теплоте процесса

функция, равная работе процесса

абсолютное значение функции неизвестно

Выражения, справедливые для изохорной теплоемкости  $C_v$  одного моля идеального газа

$$\left( \frac{\partial H}{\partial T} \right)_P$$

$$\left( \frac{\partial G}{\partial T} \right)_P$$

$$\left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$$

$$\left( \frac{\partial A}{\partial T} \right)_V$$

$$C_p - R$$

$$\Delta U + W$$

Выражение первого начала термодинамики, записанное с использованием работы системы  $W$  и теплоты процесса  $Q$ , имеет вид

$$Q = \Delta U - W$$

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = Q + W$$

$$\Delta U = Q - W$$

$$W = \Delta U + Q$$

Выражения, справедливые для адиабатического процесса с идеальным газом ( $W$  - работа системы,  $Q$  - теплота процесса)

$$P = \text{const}$$

$$PV^\gamma = \text{const}, \gamma = C_p/C_v$$

$$W = 0$$

$$Q = 0$$

$$\Delta U = -W$$

Процесс обратимого расширения 1 моль идеального газа от объема  $V_1$  до объема  $V_2$ , в котором изменение внутренней энергии газа будет наибольшим:

адиабатический

изотермический

изобарный

изотермический до объема  $V_1 + 0,5V_2$ , затем изобарный до  $V_2$

изобарный до объема  $V_1 + 0,5V_2$ , затем изотермический до  $V_2$

Работа системы при обратимом изобарном расширении  $n$  моль идеального газа от объема  $V_1$  до объема  $V_2$

$$P(V_2 - V_1) \\ nR(\ln V_2 - \ln V_1) \\ 0 \\ -nC_V(T_2 - T_1)$$

Теплота процесса при обратимом изохорном нагревании  $n$  моль идеального газа от температуры  $T_1$  до температуры  $T_2$  выражается как:

$$nR(T_2 - T_1) \\ nR(\ln T_2 - \ln T_1) \\ nC_V(T_2 - T_1) \\ nC_P(T_2 - T_1)$$

Мерой беспорядка термодинамической системы является:

энтропия  
энтальпия  
внутренняя энергия  
температура

Интенсивным свойством термодинамической системы является:

температура  
внутренняя энергия  
объем  
энтропия

Взаимные переходы теплоты и работы изучает

электрохимия  
химическая кинетика  
фотохимия  
термодинамика

## Блок 2

**Термохимия** - раздел химической термодинамики, посвященный исследованиям:

изменения внутренней энергии химических реакций  
изменения количества энтропии химических реакций  
тепловых эффектов химических реакций  
изменения электрической работы химических реакций

Какие процессы протекают при растворении веществ в воде?

химические  
физические  
химические и физические  
механические

Какая термодинамическая функция выражает изобарный тепловой эффект?

$$(\Delta U)_{v,T} \\ (\Delta H)_{p,T} \\ (\Delta U)_{s,v} \\ (\Delta H)_{s,p}$$

Как выражается изобарная теплоемкость?



$$C = \left( \frac{dF}{dT} \right)_v$$

$$C = \left( \frac{dG}{dT} \right)_p$$

$$C = \left( \frac{dH}{dT} \right)_p$$

$$C = \left( \frac{dH}{dT} \right)_v$$

Математическое выражение для энтальпии

$$H = U + pV$$

$$H = U - TS$$

$$H = G + TS$$

$$H = F - TS$$

$$H = G - TS$$

Тепловой эффект химической реакции равен:

сумме теплот образования продуктов реакции и исходных веществ, умноженных на стехиометрические коэффициенты

разности сумм теплот образования исходных и конечных продуктов реакции, умноженных на стехиометрические коэффициенты

разности сумм теплот образования продуктов реакции и исходных веществ, без учета стехиометрических коэффициентов

разности сумм теплот образования *продуктов* реакции и исходных веществ, умноженных на стехиометрические коэффициенты

Тепловой эффект химической реакции определяется по формуле

$$\Delta H = \sum (v_i \Delta H_{обр.})_{исх.} - \sum (v_i \Delta H_{обр.})_{прод.}$$

$$\Delta H = \sum (v_i \Delta H_{обр.})_{прод.} + \sum (v_i \Delta H_{обр.})_{исх.}$$

$$\Delta H = \sum (\Delta H_{обр.})_{прод.} - \sum (\Delta H_{обр.})_{исх.}$$

$$\Delta H = \sum (v_i \Delta H_{обр.})_{прод.} - \sum (v_i \Delta H_{обр.})_{исх.}$$

Изобарная теплоемкость ( $C_p$ ) выражается равенством:

$$\Delta C_v = \frac{d(\Delta H)}{dT}$$

$$\Delta C_v = \frac{d(\Delta U)}{dT}$$

$$\Delta C_p = \frac{d(\Delta H)}{dT}$$

$$\Delta C_p = \frac{d(\Delta U)}{dT}$$

Изобарная теплоемкость ( $C_p$ ) выражается равенством:

$$C_p = \left( \frac{\partial H}{\partial T} \right)_p$$

$$C_v = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_v$$

$$C_p = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_v$$

$$C_v = \left( \frac{\partial H}{\partial T} \right)_p$$

Изохорная теплоемкость ( $C_V$ ) выражается равенством:

$$\Delta C_p = \frac{d(\Delta H)}{dT}$$

$$\Delta C_V = \frac{d(\Delta H)}{dT}$$

$$\Delta C_p = \frac{d(\Delta U)}{dT}$$

$$\Delta C_V = \frac{d(\Delta U)}{dT}$$

В соответствии с законом Дебая, атомная теплоёмкость кристаллов с объёмной решёткой пропорциональна абсолютной температуре в степени  $n$ , укажите число  $n$ :

- 1
- 2
- 3
- 4

При обратимом изобарном нагревании идеального двухатомного газа в количестве 2 моль температура повысилась на 50 К. Теплота этого процесса равна  $n \cdot R$ , где  $R$  – универсальная газовая постоянная. Укажите число  $n$

- 187
- 276
- 320
- 350
- 454

Определите работу системы при обратимом адиабатическом расширении идеального одноатомного газа в количестве 3 моль, если температура при этом уменьшилась на 40 К. Ответ представьте в форме  $n \cdot R$ , где  $R$  – универсальная газовая постоянная. введите число  $n$

- 30
- 125
- 180
- 247
- 264

### Блок 3

Полный дифференциал энергии Гиббса  $dG$  индивидуального вещества имеет вид

$$TdS + VdP$$

$$TdS - PdV$$

$$VdP - SdT$$

$$-PdV - SdT$$

Частная производная энергии Гельмгольца индивидуального вещества по температуре при постоянном объеме равна

$$-P$$

$$V$$

$$-S$$

$$\left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

Изменение энергии Гиббса при изотермическом расширении 1 моль идеального двухатомного газа в интервале объемов  $V_1 - V_2$  при температуре  $T$

$$-\frac{3}{2}RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$-\frac{5}{2}RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$RT \frac{V_2}{V_1}$$

$$RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$- RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Уравнение Гиббса-Гельмгольца может иметь вид (возможно несколько вариантов правильного ответа):

$$dG = VdP - SdT$$

$$\left( \frac{\partial \frac{G}{T}}{\partial T} \right)_P = - \frac{H}{T^2}$$

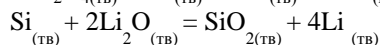
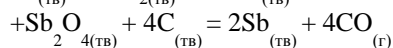
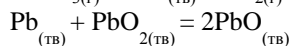
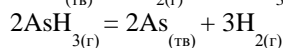
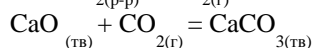
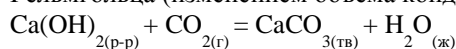
$$G = H + T \left( \frac{\partial G}{\partial T} \right)_P$$

$$\left( \frac{\partial \frac{\Delta G}{T}}{\partial T} \right)_P = - \frac{\Delta H}{T^2}$$

$$\mu_i = \left( \frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_P$$

$$\Delta G = \Delta H + T \left( \frac{\partial \Delta G}{\partial T} \right)_P$$

Химические реакции, для которых стандартное изменение энергии Гиббса больше стандартного изменения энергии Гельмгольца (изменением объема конденсированных фаз пренебречь):



Свойства химического потенциала компонента системы в общем случае:

функция состояния системы

функция процесса

экстенсивная функция

интенсивная функция

функция, равная теплоте процесса

функция, равная работе процесса

абсолютное значение функции равно парциальной мольной энергии Гиббса

Теплосодержание расширенной системы – это -

энтропия

энтальпия

внутренняя энергия

температура

Экстенсивным свойством термодинамической системы является:

температура

давление

объем

концентрация

Взаимные переходы теплоты и работы изучает:

электрохимия  
химическая кинетика  
фотохимия  
термодинамика

Живая клетка является:

открытой термодинамической системой  
закрытой термодинамической системой  
изолированной термодинамической системой  
не является термодинамической системой

При протекании реакции  $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$

$\Delta S > 0$

$\Delta S < 0$

$\Delta S = 0$

$\Delta S = \Delta H$

Тепловой эффект ( $\Delta H$ ) реакции  $2Mg + CO_2 = 2MgO + C$  равен:

237,7 кДж/моль

-345,6 кДж/моль

-541,4 кДж/моль

-809,6 кДж/моль

Рассчитать калорийность продукта, содержащего в 100 г продукта 11,6 г белков, 0,3 г жиров и 5,0 г углеводов. калорийность белков и углеводов – 17,1 кДж/г, жиров – 38,8 кДж/г

228,8 кДж/100г

375,23 кДж/100г

295,5 кДж/100г

669,12 кДж/100г

#### Блок 4

Укажите признаки химического равновесия, если в качестве критерия используется  $C_i = \text{const}$ :

кинетический (динамический);

термодинамический ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ );

термодинамический ( $T = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ );

концентрационный ( $T = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ );

концентрационный ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ ).

Укажите признаки химического равновесия, если в качестве критерия используется  $p_i = \text{const}$ :

кинетический (динамический);

термодинамический ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ );

термодинамический ( $T = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ );

концентрационный ( $T = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ );

концентрационный ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ ).

Укажите признаки химического равновесия, если в качестве критерия используется  $\bar{U} = \bar{U}$ :

кинетический (динамический);

термодинамический ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ );

термодинамический ( $T = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ );

концентрационный ( $T = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ );

концентрационный ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ ).

Укажите признаки химического равновесия, если в качестве критерия используется  $\Delta G_r = 0$ :

кинетический (динамический);

термодинамический ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ );

термодинамический ( $T = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ );  
концентрационный ( $T = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ );  
концентрационный ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ ).

Укажите признаки химического равновесия, если в качестве критерия используется  $\Delta A_r = 0$ :

кинетический (динамический);  
термодинамический ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ );  
термодинамический ( $T = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ );  
концентрационный ( $T = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ );  
концентрационный ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ ).

Типы равновесий в обратимых процессах, протекающих по схеме  $\text{NH}_{3(\text{г})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}_{(\text{р})}$ :

гидратация вещества;  
гидролиз по катиону;  
гетерогенная химическая реакция;  
гомогенная химическая реакция;  
растворение и диссоциация малорастворимого в-ва;

Типы равновесий в обратимых процессах, протекающих по схеме  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \rightarrow 2\text{HCl}_{(\text{г})}$ :

гидратация вещества;  
гетерогенная химическая реакция;  
гомогенная химическая реакция;  
электролитическая диссоциация;  
растворение и диссоциация малорастворимого в-ва.

Типы равновесий в обратимых процессах, протекающих по схеме  $\text{Mg}_{(\text{р})}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} \rightarrow \text{MgOH}_{(\text{р})}^{+} + \text{H}_{(\text{р})}^{+}$ :

гидратация вещества;  
гидролиз по катиону;  
гидролиз по аниону;  
гомогенная химическая реакция;  
растворение и диссоциация малорастворимого в-ва.

Типы равновесий в обратимых процессах, протекающих по схеме  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{к})} \rightarrow \text{CuSO}_{4(\text{к})} + 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ :

гидратация вещества;  
дегидратация вещества;  
гетерогенная химическая реакция;  
гомогенная химическая реакция;  
растворение и диссоциация малорастворимого в-ва.

Типы равновесий в обратимых процессах, протекающих по схеме  $\text{CaCl}_{2(\text{к})} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} \rightarrow \text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{к})}$ :

гидратация вещества;  
дегидратация вещества;  
гетерогенная химическая реакция;  
гомогенная химическая реакция;  
растворение и диссоциация малорастворимого в-ва.

Типы равновесий в обратимых процессах, протекающих по схеме  $\text{H}_3\text{PO}_{4(\text{р})} \rightarrow \text{H}_{(\text{р})}^{+} + \text{H}_2\text{PO}_{4(\text{р})}^{-}$ :

гидратация вещества;  
гетерогенная химическая реакция;  
гомогенная химическая реакция;  
электролитическая диссоциация;  
растворение и диссоциация малорастворимого в-ва.

Типы равновесий в обратимых процессах, протекающих по схеме  $\text{PO}_{4(\text{р})}^{3-} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} \rightarrow \text{HPO}_{4(\text{р})}^{2-} + \text{OH}_{(\text{р})}^{-}$ :

гидратация вещества;  
гидролиз по катиону;  
гидролиз по аниону;

гомогенная химическая реакция;  
электролитическая диссоциация.

Термодинамическое уравнения, отражающие влияние изменение температуры при  $P=\text{const}$ , на состояние химического равновесия:

$$\Delta G_r(T) = -RT \ln K_p + RT \ln \Pi_{p_0}$$

$$\Delta A_r(T) = -RT \ln K_c + RT \ln \Pi_{c_0}$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_x}{dP} = - \frac{\Delta v}{P}$$

Термодинамическое уравнения, отражающие влияние изменение температуры при  $V=\text{const}$ , на состояние химического равновесия:

$$\Delta G_r(T) = -RT \ln K_p + RT \ln \Pi_{p_0}$$

$$\Delta A_r(T) = -RT \ln K_c + RT \ln \Pi_{c_0}$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_x}{dP} = - \frac{\Delta v}{P}$$

Термодинамическое уравнения, отражающие влияние изменение давления при  $T = \text{const}$ , на состояние химического равновесия:

$$\Delta G_r(T) = -RT \ln K_p + RT \ln \Pi_{p_0}$$

$$\Delta A_r(T) = -RT \ln K_c + RT \ln \Pi_{c_0}$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_x}{dP} = - \frac{\Delta v}{P}$$

Термодинамическое уравнения, отражающие влияние изменение состава при  $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ , на состояние химического равновесия:

$$\Delta G_r(T) = -RT \ln K_p + RT \ln \Pi_{p_0}$$

$$\Delta A_r(T) = -RT \ln K_c + RT \ln \Pi_{c_0}$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_x}{dP} = - \frac{\Delta v}{P}$$

Термодинамическое уравнения, отражающие влияние изменение состава при  $T = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$ , на состояние химического равновесия:

$$\Delta G_r(T) = -RT \ln K_p + RT \ln \Pi_{p_0}$$

$$\Delta A_r(T) = -RT \ln K_c + RT \ln \Pi_{c_0}$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_x}{dP} = -\frac{\Delta v}{P}$$

Выражение константы равновесия для реакции  $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\kappa)} + 3\text{H}_{2(\text{r})} \rightarrow 2\text{Fe}_{(\kappa)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$  (типа  $aA + bB \rightarrow qQ + dD$ ):

$$K_p = \frac{P_D^d}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_D}{P_B}$$

$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D^d}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_Q^q}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_D}{P_A}$$

Выражение константы равновесия для реакции  $2\text{CO}_{(\text{r})} + \text{SO}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{S}_{(\text{ромб})} + 2\text{CO}_{2(\text{r})}$  (типа  $aA + bB \rightarrow qQ + dD$ ):

$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D}{P_A \cdot P_B}$$

$$K_p = \frac{P_D^d}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_D^d}{P_A^a P_B}$$

$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D^d}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Выражение константы равновесия для реакции  $\text{CS}_{2(\text{ж})} + 3\text{O}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{r})} + 2\text{SO}_{2(\text{r})}$  (типа  $aA + bB \rightarrow qQ + dD$ ):

$$K_c = \frac{C_Q \cdot C_D}{C_A \cdot C_B}$$

$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D}{P_A \cdot P_B}$$

$$K_p = \frac{P_D^d}{P_A^a P_B}$$

$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D^d}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Выражение константы равновесия для реакции  $2\text{CrCl}_{3(\kappa)} + 3\text{H}_{2(\text{r})} \rightarrow 6\text{HCl}_{(\text{r})} + 2\text{Cr}_{(\kappa)}$  (типа  $aA + bB \rightarrow qQ + dD$ ):

$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D}{P_A \cdot P_B}$$

$$K_p = \frac{P_D^d}{P_B^b}$$

$$K_p = 1$$

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_Q^q}{P_B^b}$$

Выражение константы равновесия для реакции  $4\text{NH}_{3(\text{r})} + 5\text{O}_{2(\text{r})} \rightarrow 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + 4\text{NO}_{(\text{r})}$  (типа  $aA + bB \rightarrow qQ + dD$ ):

$$K_c = \frac{C_Q \cdot C_D}{C_A \cdot C_B}$$

$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D}{P_A \cdot P_B}$$

$$K_p = \frac{P_D^d}{P_A^a P_B^b}$$

$$K_p = 1$$

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Выражение константы равновесия для реакции  $\text{H}_{2(\text{r})} + 3\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{к})} \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_{4(\text{к})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$  (типа  $aA + bB \rightarrow qQ + dD$ ):

$$K_p = \frac{P_D^d}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_D}{P_B}$$

$$K_p = 1$$

$$K_p = \frac{P_Q^q}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_D}{P_A}$$

Выражение константы равновесия для реакции  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + \text{CO}_{(\text{r})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})}$  (типа  $aA + bB \rightarrow qQ + dD$ ):

$$K_c = \frac{C_Q \cdot C_D}{C_A \cdot C_B}$$

$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D}{P_A \cdot P_B}$$

$$K_p = \frac{P_D^d}{P_A^a P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D^d}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Выражение константы равновесия для реакции  $\text{SiO}_{2(\text{к})} + 2\text{Mg}_{(\text{к})} \rightarrow 2\text{MgO}_{(\text{к})} + \text{Si}_{(\text{к})}$  (типа  $aA + bB \rightarrow qQ + dD$ ):

$$K_c = \frac{C_Q \cdot C_D}{C_A \cdot C_B}$$

$$K_p = \frac{P_D^d}{P_A^a P_B^b}$$



$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D^d}{P_B^b}$$

$$K_p = 1$$

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Выражение константы равновесия для реакции  $\text{CH}_3\text{OH}_{(ж)} + \text{CH}_3\text{COOH}_{(ж)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_3_{(р)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$  (типа  $aA + bB \rightarrow qQ + dD$ ):

$$K_c = \frac{C_Q \cdot C_D}{C_A \cdot C_B}$$

$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D}{P_A \cdot P_B}$$

$$K_p = \frac{P_D^d}{P_A^a P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_Q \cdot P_D^d}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Выражение константы равновесия для реакции  $\text{CHCl}_{3(ж)} + \text{Cl}_{2(г)} \rightarrow \text{CCl}_{4(ж)} + \text{HCl}_{(г)}$  (типа  $aA + bB \rightarrow qQ + dD$ ):

$$K_p = \frac{P_D}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_D}{P_B}$$

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_Q^q}{P_B^b}$$

$$K_p = \frac{P_D}{P_A}$$

При некоторой температуре в системе  $A_{(г)} + B_{(г)} \rightleftharpoons C_{(г)} + D_{(г)}$ , находящейся в химическом равновесии, концентрации А, В, С и D составили соответственно 6, 2, 4 и 3 моль/л. Какова константа равновесия при данной температуре

- 1
- 2
- 4
- 0,5

Соотношение между константами равновесия  $K_p$  и  $K_c$  для реакции  $\text{SO}_{2(г)} + \text{Cl}_{2(г)} \rightarrow \text{SO}_2\text{Cl}_{2(г)}$

$$K_p = K_c$$

$$K_p = K_c(RT)^2$$

$$K_p = K_c \cdot RT$$

$$K_c = K_p \cdot RT$$

Соотношение между константами равновесия  $K_p$  и  $K_c$  для реакции  $\text{S}_{(ромб)} + \text{O}_{2(г)} \rightarrow \text{SO}_{2(г)}$ :

$$K_p = K_c$$

$$K_c = K_p(RT)^6$$

$$K_p = K_c \cdot RT$$

$$K_c = K_p \cdot RT$$

Соотношение между константами равновесия  $K_p$  и  $K_c$  для реакции  $3H_{2(r)} + N_{2(r)} \rightarrow 2NH_{3(r)}$ :

$$K_p = K_c$$

$$K_c = K_p (RT)^2$$

$$K_p = K_c \cdot RT$$

$$K_c = K_p \cdot RT$$

Соотношение между константами равновесия  $K_p$  и  $K_c$  для реакции  $PCl_{5(r)} \rightarrow PCl_{3(r)} + Cl_{2(r)}$ :

$$K_p = K_c$$

$$K_c = K_p (RT)^3$$

$$K_p = K_c \cdot RT$$

$$K_c = K_p \cdot RT$$

Соотношение между константами равновесия  $K_p$  и  $K_c$  для реакции  $FeCl_{3(k)} + 6H_2O_{(r)} \rightarrow FeCl_3 \cdot 6H_2O_{(k)}$ :

$$K_p = K_c$$

$$K_p = K_c (RT)^6$$

$$K_c = K_p (RT)^2$$

$$K_c = K_p (RT)^6$$

Соотношение между константами равновесия  $K_p$  и  $K_c$  для реакции  $C_6H_{6(r)} + 3H_{2(r)} \rightarrow C_6H_{12(r)}$ :

$$K_c = K_p (RT)^3$$

$$K_p = K_c (RT)^3$$

$$K_p = K_c \cdot RT$$

$$K_c = K_p \cdot RT$$

Соотношение между константами равновесия  $K_p$  и  $K_c$  для реакции  $C_6H_{6(r)} \rightarrow 3C_2H_{2(r)}$ :

$$K_p = K_c (RT)^6$$

$$K_p = K_c (RT)^2$$

$$K_c = K_p (RT)^2$$

$$K_c = K_p (RT)^6$$

Соотношение между константами равновесия  $K_p$  и  $K_c$  для реакции  $CuSO_4 \cdot 5H_2O_{(k)} \rightarrow CuSO_{4(k)} + 5H_2O_{(r)}$ :

$$K_p = K_c (RT)^6$$

$$K_p = K_c (RT)^5$$

$$K_p = K_c (RT)^3$$

$$K_c = K_p (RT)^6$$

Соотношение между константами равновесия  $K_p$  и  $K_c$  для реакции  $2Fe(OH)_{3(k)} \rightarrow Fe_2O_{3(k)} + 3H_2O_{(r)}$ :

$$K_p = K_c$$

$$K_c = K_p (RT)^3$$

$$K_p = K_c (RT)^3$$

$$K_c = K_p (RT)^6$$

Соотношение между константами равновесия  $K_p$  и  $K_c$  для реакции  $CaCl_2 \cdot 6H_2O_{(k)} \rightarrow CaCl_{2(k)} + 6H_2O_{(r)}$ :

$$K_p = K_c$$

$$K_p = K_c (RT)^6$$

$$K_c = K_p (RT)^6$$

$$K_p = K_c \cdot RT$$

Математическое выражение уравнения **изобары** химической реакции в интегральной форме:

$$\ln \frac{K_{p_2}}{K_{p_1}} = \frac{\Delta H_r}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \frac{K_{c_2}}{K_{c_1}} = \frac{\Delta U_r}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U_r}{RT^2}$$

Математическое уравнение **изобары** химической реакции в дифференциальной форме:

$$\ln \frac{K_{p2}}{K_{p1}} = \frac{\Delta H_r}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U_r}{RT^2}$$

$$\Delta A_r = -RT \ln K_c$$

Математическое выражение **изохоры** химической реакции в интегральной форме:

$$\ln \frac{K_{p2}}{K_{p1}} = \frac{\Delta H_r}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \frac{K_{c2}}{K_{c1}} = \frac{\Delta U_r}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U_r}{RT^2}$$

Математическое выражение **изохоры** химической реакции в дифференциальной форме:

$$\ln \frac{K_{c2}}{K_{c1}} = \frac{\Delta U_r}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H_r}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U_r}{RT^2}$$

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Математическое уравнение **изотермы** химической реакции при P=const:

$$\Delta G = RT \left( \ln \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b} - \ln K_p \right)$$

$$\Delta A_r = -RT \ln K_c$$

$$\Delta G_r = -RT \ln K_p$$

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Математическое выражение уравнения **изотермы** при V=const:

$$\Delta G = RT \left( \ln \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b} - \ln K_p \right)$$

$$\Delta A_r = -RT \ln K_c + RT \ln \frac{C_Q^q \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b}$$

$$\Delta A_r = -RT \ln K_c$$

$$\Delta G_r = -RT \ln K_p$$

Математическое выражение уравнения *изотермы* химической реакции при  $\Delta G_r=0$ :

$$\Delta G = RT \left( \ln \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b} - \ln K_p \right)$$

$$\Delta A_r = -RT \ln K_c + RT \ln \frac{C_Q^q \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b}$$

$$\Delta A_r = -RT \ln K_c$$

$$\Delta G_r = -RT \ln K_p$$

Математическое выражение уравнения *изотермы* химической реакции при  $\Delta A_r=0$ :

$$\Delta A_r = -RT \ln K_c + RT \ln \frac{C_Q^q \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b}$$

$$\Delta G = RT \left( \ln \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b} - \ln K_p \right)$$

$$\Delta A_r = -RT \ln K_c$$

$$\Delta G_r = -RT \ln K_p$$

Математическое выражение уравнения зависимости  $K_x$  от P:

$$\ln \frac{K_{x2}}{K_{x1}} = \Delta v \ln \frac{P_1}{P_2}$$

$$\ln \frac{K_{c2}}{K_{c1}} = \frac{\Delta U_r}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \frac{K_{p2}}{K_{p1}} = \frac{\Delta H_r}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Математическое выражение закона действующих масс для равновесия в идеальных системах:

$$K_p = \frac{P_Q^q \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

$$\ln \frac{K_{p2}}{K_{p1}} = \frac{\Delta H_r}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \frac{K_{c2}}{K_{c1}} = \frac{\Delta U_r}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \frac{K_{x2}}{K_{x1}} = \Delta v \ln \frac{P_1}{P_2}$$

## Блок 5.

Растворы - это

двухкомпонентные гомогенные системы

многокомпонентные гомогенные системы

смеси нескольких веществ

системы, при образовании которых выделяется теплота

Коллигативными свойствами растворов называются такие, которые определяются природой частиц  
концентрацией частиц  
размером частиц  
природой растворителя

Какое уравнение правильно передает связь между изотоническим коэффициентом Вант-Гоффа и степенью диссоциации слабого электролита?

$$i = 1 - (\nu + 1)\alpha$$

$$i = 1 + (\nu + 1)\alpha$$

$$i - 1 = (\nu - 1)\alpha$$

$$i + 1 = (\nu + 1)\alpha$$

Аномальная подвижность ионов гидроксония в водных растворах объясняется:

электрофоретическим эффектом  
релаксационным эффектом  
уменьшением вязкости раствора  
снижением степени диссоциации  
увеличением степени диссоциации  
эстафетным механизмом переноса протона  
увеличением кинетической энергии ионов

Значение, какого свойства должно быть известно для расчета степени диссоциации слабого электролита в растворе данной концентрации?

повышение температуры кипения раствора  
теплота образования раствора  
коэффициент преломления растворителя  
вязкость раствора  
температура замерзания растворителя

Значение, какого свойства должно быть известно для расчета степени диссоциации слабого электролита в растворе данной концентрации?

парциальный мольный объем растворителя  
удельный вес раствора  
температура кипения растворителя  
коэффициент активности растворителя  
понижение температуры замерзания раствора

Значение, какого свойства нужно знать для расчета степени диссоциации слабого электролита в растворе данной концентрации?

удельная теплоемкость  
теплота образования  
осмотическое давление

Раствор кипит при температуре:

большой температуры кипения растворителя  
равной температуре кипения растворителя  
ниже температуры кипения чистого растворителя  
при средней температуре кипения между температурами кипения растворителя и растворенного вещества

Какие величины связаны законом ионной силы?

ионная сила и подвижность  
концентрация и электропроводность  
ионная сила и числа переноса  
заряд иона и концентрация  
ионная сила и коэффициент активности

Разбавленный раствор растворенного вещества замерзает при температуре:  
большей температуры замерзания растворителя  
равной температуре замерзания растворителя  
ниже температуры замерзания чистого растворителя  
при средней температуре замерзания между температурами замерзания растворителя и растворенного вещества

Растворимость – это -  
концентрация раствора  
максимально возможная концентрация раствора  
концентрация насыщенного раствора  
скорость растворения вещества

Давление пара над раствором:  
выше давления пара над чистым растворителем  
ниже давления пара над чистым растворителем  
равно давлению пара над чистым растворителем

Раствор замерзает при температуре:  
большей температуры замерзания растворителя  
равной температуре замерзания растворителя  
ниже температуры замерзания растворителя  
при средней температуре между температурами замерзания растворителя и растворенного вещества

Выберите неверный ответ: электролитами могут быть вещества -  
твердые  
жидкие  
газообразные

Температура кипения – это температура, при которой:  
жидкость испаряется  
жидкость быстро испаряется  
парообразование происходит во всем объеме жидкости  
давление пара жидкости становится равно внешнему давлению

Повышение температуры увеличивает взаимную растворимость веществ:  
во всех случаях  
только когда процесс растворения экзотермический  
только когда процесс растворения эндотермический  
при условии увеличения энтропии

Утверждения, справедливые для эбуллиоскопической константы:  
зависит только от свойств растворителя  
зависит от свойств растворителя и растворенного вещества  
зависит от свойств растворителя и концентрации раствора  
зависит от температуры и концентрации раствора  
увеличивается с ростом соотношения удельной теплоты испарения к квадрату температуры кипения  
уменьшается с ростом соотношения удельной теплоты испарения к квадрату температуры кипения

Метод исследования разбавленных растворов, основанный на сравнении температуры начала кипения раствора и температуры кипения растворителя при постоянном давлении:  
калориметрия  
криоскопия  
осмометрия  
тензиметрия  
эбуллиоскопия  
фотометрия

Метод исследования разбавленных растворов, основанный на измерении избыточного давления, прикладываемого к раствору и останавливающего самопроизвольный переход молекул растворителя через полупроницаемую мембрану в раствор:  
калориметрия

криоскопия  
осмометрия  
тензиметрия  
эбуллиоскопия  
фотометрия

Повышение температуры начала кипения разбавленного раствора нелетучего растворенного вещества в летучем растворителе по сравнению с температурой кипения растворителя выражается формулой  $\Delta T = i E m$ . Буквой  $m$  в этой формуле обозначена:

масса растворителя  
масса растворенного вещества  
масса раствора  
молярная концентрация растворенного вещества  
моляльная концентрация растворенного вещества  
число моль растворенного вещества в растворе

Что означает термин "криоскопия"?

явление повышения температуры кипения раствора электролита  
явление понижения температуры замерзания растворов  
явление кристаллизации растворителя из раствора  
работа охладительной смеси из соли и льда

Изотонический коэффициент Вант-Гоффа это поправка, учитывающая:  
увеличение равновесного давления пара над чистым растворителем при нагревании  
непостоянство давления при нагревании или охлаждении раствора  
различие молярных масс растворителя и растворенного вещества  
изменение числа частиц в растворе при диссоциации или ассоциации молекул  
изменение плотности раствора при диссоциации или ассоциации молекул  
изменение изотопного состава молекул растворенного вещества

Выберите выражение, которое может использоваться для определения кажущейся молярной массы растворенного вещества криоскопическим методом:

$$M = \frac{1000 K \Delta H_{пл}}{R T_{пл}^2}$$

$$M = \frac{1000 E g_2}{g_1 \Delta T_{пл}}$$

$$M = \frac{g_2 R T}{\pi V}$$

$$M = \frac{1000 K g_2}{g_1 \Delta T_{пл}}$$

Ионная сила раствора выражается через моляльности ионов  $m_i$  и их заряды  $z_i$  формулой:

$$\Sigma (m_i z_i)^2$$

$$1/2 \Sigma m_i z_i$$

$$1/2 \Sigma (m_i z_i)^2$$

$$1/2 \Sigma m_i z_i$$

## Раздел «Электрохимия»

Какой из перечисленных типов проводников относится к проводникам второго рода?

металлы  
полупроводники  
ионные проводники  
изоляторы  
электронно-ионные проводники

Каким из приведенных уравнений определяется связь между удельной и эквивалентной электропроводностями?

$$\lambda = \frac{1000 \cdot \chi}{C}$$

$$\lambda = \frac{1000 \cdot C}{\chi}$$

$$\chi = \frac{1000 \cdot \lambda}{C}$$

$$\lambda = \frac{\chi}{1000 \cdot C}$$

Как изменяется удельная электропроводность растворов электролитов с ростом концентрации?

остается постоянной

уменьшается

увеличивается

для одних веществ растет, для других уменьшается

проходит через максимум

Практическое применение электропроводности - определение степени диссоциации электролита по формуле:

$$\alpha = \lambda_v \cdot \lambda_{\infty}$$

$$\alpha = \frac{\lambda_{\infty}}{\lambda_v}$$

$$\alpha = \lambda_v + \lambda_{\infty}$$

$$\alpha = \frac{\lambda_v}{\lambda_{\infty}}$$

Чем объясняется увеличение удельной электропроводности растворов электролитов с ростом концентрации?

увеличение заряда ионов

уменьшением электрического взаимодействия ионов

увеличением степени диссоциации

увеличением числа носителей тока в растворе

уменьшением плотности и вязкости раствора

Как изменяется эквивалентная электропроводность водных растворов электролитов с ростом концентрации?

остается постоянной

уменьшается

увеличивается

для одних веществ растет, для других уменьшается

проходит через максимум

Какой закон лежит в основе одного из методов экспериментального определения  $\lambda_{\infty}$  для слабых электролитов?

закон разбавления Оствальда

закон независимости движения ионов

предельный закон Дебая Кольрауша

закон Фарадея

закон ионной силы

Какое уравнение выражает сущность закона разведения Оствальда?

$$K = \frac{C_+ \cdot C_-}{C}$$



$$\alpha = \frac{\lambda_c}{\lambda_o}$$

$$\alpha_c = \lambda_0 - \alpha \cdot \sqrt{c}$$

$$K = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)V}$$

$$\lambda_{\infty} = l_{+} + l_{-} \quad (l_{+}, l_{-} - \text{подвижности катионов и анионов})$$

Для какой группы ионов, приведенных ниже, приблизительно одинаковы подвижности?

$K^{+}$ ,  $NH_4^{+}$ ,  $NO_3^{-}$ ,  $Cl^{-}$

$K^{+}$ ,  $Li^{+}$ ,  $Na^{+}$ ,  $OH^{-}$

$H^{+}$ ,  $NH_4^{+}$ ,  $Li^{+}$ ,  $OH^{-}$

$CH_3COO^{-}$ ,  $Br^{-}$ ,  $OH^{-}$ ,  $NO_3^{-}$

$Li^{+}$ ,  $Na^{+}$ ,  $K^{+}$ ,  $Rb^{+}$

Для измерения электропроводности растворов используется:

мост постоянного тока

мост переменного тока

мост Кольрауша

потенциометр

Резкое падение электропроводности раствора при нейтрализации кислоты щелочью связано:

с уменьшением суммарной концентрации ионов;

с уменьшением концентрации очень подвижных ионов гидроксония;

с накоплением в системе ионов гидроксила;

с образованием осадка;

Уравнение выражает закон разбавления Оствальда

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{дис.}}{C}}$$

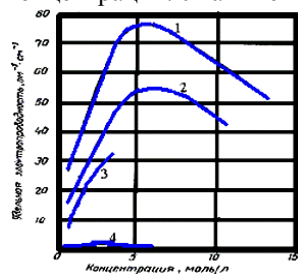
$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}}$$

$$\lambda_{\infty} = F \cdot (v_{\infty}^{+} + v_{\infty}^{-})$$

$$\kappa = \frac{1}{\rho}$$

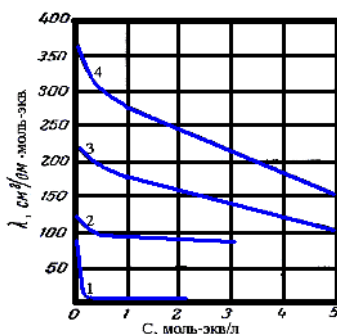
$$K_D = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1-\alpha}$$

Даны графики зависимости удельной электрической проводимости водных  $CH_3COOH$ ,  $KCl$ ,  $KOH$ ,  $HCl$  от концентрации. Укажите номер кривой для водного раствора  $KOH$ .



- 1
- 2
- 3
- 4

Даны графики зависимости эквивалентной электрической проводимости водных растворов  $CH_3COOH$ ,  $KCl$ ,  $KOH$ ,  $HCl$  от концентрации. Укажите номер кривой для водного раствора  $HCl$ .



- 1
- 2
- 3
- 4

Для раствора сильного электролита, диссоциирующего на два однозарядного иона, уравнение закона независимого движения ионов Кольрауша имеет вид:

$$\lambda^{\infty} = \lambda_{+}^{\infty} + \lambda_{-}^{\infty}$$

$$\lambda = \lambda^{\infty} - A\sqrt{c}$$

$$\frac{\lambda}{\lambda^{\infty}} = \alpha$$

$$\lambda^{\infty} = \frac{\lambda + A\sqrt{c}}{1 - B\sqrt{c}} - Dc$$

Увеличение электрической проводимости растворов сильных электролитов с ростом температуры может быть обусловлено:

- электрофоретическим эффектом
- релаксационным эффектом
- уменьшением вязкости раствора
- снижением степени диссоциации
- увеличением степени диссоциации
- эстафетным механизмом переноса протона
- увеличением кинетической энергии ионов

Уменьшение эквивалентной проводимости водного раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  при повышении концентрации электролита обусловлено главным образом:

- электрофоретическим эффектом
- релаксационным эффектом
- уменьшением вязкости раствора
- снижением степени диссоциации
- увеличением степени диссоциации
- увеличением кинетической энергии ионов

Уменьшение эквивалентной проводимости водного раствора  $\text{NaCl}$  при повышении концентрации электролита обусловлено главным образом:

- электрофоретическим эффектом
- релаксационным эффектом
- уменьшением вязкости раствора
- увеличением степени диссоциации
- увеличением кинетической энергии ионов

При бесконечном разведении эквивалентная электропроводность водного раствора электролита равна:

- нулю
- электропроводности воды
- сумме предельных подвижностей ионов
- разности предельных подвижностей ионов

произведению предельных подвижностей ионов

В проводниках первого рода носителями электричества являются:

ионы  
молекулы  
электроны  
радикалы

Величина, равная обратному значению удельного сопротивления называется:

удельной проводимостью  
молярной проводимостью  
предельной электрической проводимостью  
электрической подвижностью

Примером проводника второго рода является:

расплав хлорида натрия  
медь  
алюминий  
вольфрам

Величина, измеряемая обратным значением удельного сопротивления, называется:

электропроводность  
эквивалентная электрическая проводимость  
молярная электрическая проводимость  
удельная электрическая проводимость

Молярная электрическая проводимость:

увеличивается с увеличением концентрации раствора  
не зависит от концентрации раствора  
уменьшается с увеличением концентрации раствора

Скорость движения ионов в растворе не зависит от:

напряженности электрического поля  
температуры  
давления  
вязкости раствора

С увеличением разбавления молярная электрическая проводимость:

увеличивается  
уменьшается  
не изменяется  
равна нулю

Предельную молярную электрическую проводимость можно рассчитать по:

закону Кольрауша  
закону Стокса  
закону Эйнштейна  
закону Фарадея

Условный заряд, который приписывается атому в соединении при условии, что вещество построено из ионов, называется

валентность  
валентное состояние  
степень окисления  
координационное число

### **Раздел «Электродные потенциалы»**

Электролитический ключ, служащий для элиминирования диффузионного потенциала, заполнен дистиллированной водой.

содержит ионы с одинаковой подвижностью.

содержит ионы с аномальной подвижностью.

заполнен исследуемым раствором.  
содержит насыщенный раствор хлористого калия.

Металл, используемый в газовых электродах должен  
участвовать в электродной реакции.  
быть инертным к электродной реакции.  
хорошо сорбировать газы.  
полностью исключать сорбцию газов.  
иметь сильно развитую поверхность.

Используемый в хингидронном электроде хингидрон представляет собой:  
эквимолекулярное соединение хинона и гидроксиламина.  
легко растворимая смесь хинона и гидроокиси хрома.  
малорастворимое соединение.  
малорастворимое соединение хинона со следами гидрохинона.  
эквимолекулярное соединение хинона и гидрохинона.

Образование потенциала стеклянного электрода происходит за счет  
ионообменных процессов.  
окислительно-восстановительных процессов.  
процессов растворимости стекла.  
обмена между ионами в стекле и в растворе.

Каломельный электрод относится к:  
окислительно-восстановительным.  
электродам 1 рода.  
электродам 2 рода.  
электродам сравнения.  
ионообменным электродам.

Хлорсеребряный электрод относится к:  
окислительно-восстановительным.  
электродам 1 рода.  
электродам 2 рода.  
электродам сравнения.  
ионообменным электродам.

Хингидронный электрод относится к:  
окислительно-восстановительным.  
электродам 1 рода.  
электродам 2 рода.  
электродам сравнения.  
индикаторным электродам.

Что называется условным электродным потенциалом?

условным электродным потенциалом называется эдс элемента, составленного из данного электрода и стандартного водородного электрода;  
условным электродным потенциалом называется эдс элемента, составленного из данного электрода и стандартного каломельного электрода;  
условным электродным потенциалом называется потенциал электрода при активности его ионов в растворе, равной единице;  
условным электродным потенциалом называется потенциал электрода либо в Нернстовской, либо в Оствальдовской шкале.

Значения средних ионных коэффициентов активности электролитов:  
берутся из справочника  
рассчитываются по уравнению Нернста  
рассчитываются по уравнению Клаузиуса-Моссотти  
рассчитываются по уравнению Гиббса-Дюгема  
рассчитываются по уравнению Дебая-Гюккеля

Число  $n_e$  входящее в уравнение Нернста, соответствует:  
числу электронов, участвующих в реакции

числу электродных реакций  
зарядовому числу анионов в растворе  
зарядовому числу ионов гидроксония  
произведению зарядовых чисел катионов и анионов

Стандартный потенциал хингидронного электрода при 25<sup>0</sup>С равен +0,699В. Какой из перечисленных ниже электродов следует выбрать для построения гальванического элемента, при работе которого гидрохинон будет окисляться в хинон при 25<sup>0</sup>С?

$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  ( $\alpha_{\text{Cu}^{2+}} = 1$ )     $\varphi^0 \text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = + 0,337 \text{ В}$

$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  ( $\alpha_{\text{Zn}^{2+}} = 1$ )     $\varphi^0 \text{Zn}^{2+}/\text{Zn} = -0,763 \text{ В}$

$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$  ( $\alpha_{\text{Pb}^{2+}} = 1$ )     $\varphi^0 \text{Pb}^{2+}/\text{Pb} = -0,126 \text{ В}$

$\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}$  ( $\alpha_{\text{Hg}^{2+}} = 1$ )     $\varphi^0 \text{Hg}^{2+}/\text{Hg} = + 0,854 \text{ В}$

$\text{Cu}^+/\text{Cu}$  ( $\alpha_{\text{Cu}^+} = 1$ )     $\varphi^0 \text{Cu}^+/\text{Cu} = + 0,521 \text{ В}$

Какой электрод называется каломельным?

$\text{Hg} | \text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

$\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{SO}_4, \text{CdSO}_4$

$\text{Hg} | \text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

$\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Cl}^-$

$\text{Hg}, \text{K} | \text{KCl}$

Какие ионы участвуют в электродном процессе на каломельном электроде?

$\text{Ag}^{2+}$

$\text{Hg}_2^{2+}$

$\text{K}^+$

$\text{Hg}^+$

$\text{Cl}^-$

По какому уравнению рассчитываются равновесные электродные потенциалы и ЭДС гальванических элементов?

уравнению Аррениуса

уравнению Вант – Гоффа

уравнению Нернста

уравнению Гиббса–Гельмгольца

уравнению Гиббса–Дюгема

Как называется потенциал, возникающий на границе раздела электролитов в элементах типа:

$\text{M}, \text{MA}, \text{aq} || \text{aq}, \text{MA}, | \text{M}$  ?

$a_1 < a_2$

мембранный

электродный

фазовый

диффузионный

химический

Какого автора теория двойного электрического слоя объясняет наблюдаемые на опыте перезарядку поверхности и изменение знака электрокинетического потенциала?

Аррениуса

Гельмгольца

Гуи

Штерна

Чапмана

Электрод, потенциал которого зависит от концентрации анализируемого иона, называется...

стандартным электродом;

электродом сравнения;

индикаторным электродом;

водородным электродом.

*Неверно*, что согласно уравнению Нернста потенциал электрода зависит от ...  
его массы;

его природы;  
температуры;  
концентрации электролита.

Электродные потенциалы определяют по ЭДС гальванического элемента, составленного из данного электрода и стандартного ..... электрода.

водородного;  
платинового;  
серебряного;  
медного.

Электродом 1 рода является электрод ...

$\text{Ag} \mid \text{AgCl}, \text{KCl};$   
 $\text{Cu} \mid \text{Cu}^{2+};$   
 $\text{Hg} \mid \text{HgCl}, \text{KCl};$   
 $\text{Pt} \mid \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}.$

Электродом 2 рода является электрод ...

$\text{Ag} \mid \text{Ag}^+;$   
 $\text{Ag} \mid \text{AgCl}, \text{KCl};$   
 $\text{Zn} \mid \text{Zn}^{2+};$   
 $\text{Pt} \mid \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}.$

Окислительно-восстановительным электродом является электрод ...

$\text{Ag} \mid \text{Ag}^+;$   
 $\text{Cu} \mid \text{Cu}^{2+};$   
 $\text{Pt} \mid \text{Co}^{3+}, \text{Co}^{2+};$   
 $\text{Ag} \mid \text{AgCl}, \text{KCl}.$

## ЭДС

Число  $Z$ , входящее в уравнение Нернста соответствует числу моль электронов, участвующих в электродном процессе.  
числу электродных реакций.  
зарядовому числу анионов в растворе.  
зарядовому числу ионов гидроксония.

Для расчета ЭДС с помощью уравнения Нернста необходимо знать стандартную ЭДС элемента и температуру.

ЭДС нормального элемента Вестона.  
стехиометрическое уравнение реакции в элементе.  
электропроводность растворов, входящих в состав элемента.  
атмосферное давление

Величину ЭДС гальванического элемента можно рассчитать

с помощью уравнения Фарадея.  
с помощью уравнения Фрумкина.  
с помощью уравнения Нернста.  
помощью уравнения Гиббса-Дюгема.

Для нормально разомкнутого гальванического элемента электродвижущая сила равна разности электродных потенциалов на выводах ГЭ.  
падению напряжения на внешнем участке цепи с гальваническим элементом.  
напряжению на выводах работающего элемента.  
произведению тока на сумму сопротивлений

Какие гальванические элементы используются для измерения чисел переноса по методу электродвижущих сил?

простые химические элементы  
концентрационные элементы с переносом ионов  
концентрационные элементы без переноса ионов  
сложные химические элементы

амальгамные элементы

Обратимо работающий гальванический элемент выделяет теплоту в окружающую среду. зависит ли и как ЭДС этого элемента от температуры?

- с ростом температуры ЭДС этого элемента растет
- с ростом температуры ЭДС этого элемента падает
- с ростом температуры ЭДС такого элемента не изменяется
- с ростом температуры ЭДС такого элемента проходит через минимум

Какую роль при измерении ЭДС гальванических элементов выполняет элемент Вестона?

- элемент Вестона выполняет роль нормального элемента и используется для определения ЭДС аккумулятора в электрической компенсационной схеме;
- элемент Вестона - стандартный гальванический элемент, необходимый для сравнения его обратимой ЭДС с измеряемой ЭДС исследуемого гальванического элемента;
- элемент Вестона – простая химическая цепь:  $\text{Cd}, \text{Hg}|\text{CdSO}_4, \text{aq}|\text{Hg}_2\text{SO}_4|\text{Hg}$ , которая может служить для определения концентрации ионов  $\text{Cd}^{2+}$  в растворе;
- элемент Вестона – простая химическая цепь, которая может служить для определения произведения растворимости  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$ .

Известны следующие методы измерения ЭДС гальванического элемента:

- потенциометрический
- полярнографический
- метод вольтметра с высоким внутренним сопротивлением
- компенсационный
- кондуктометрический

Величину ЭДС гальванического элемента можно рассчитать:

- с помощью уравнения Фарадея
- с помощью уравнения Фрумкина
- с помощью уравнения Нернста
- с помощью уравнения Гиббса-Дюгема
- как разность электродных потенциалов гальванического элемента

Какое термодинамическое уравнение используется при выводе зависимости ЭДС гальванического элемента от концентрации веществ, участвующих в реакции?

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_p$$

$$-\Delta G = RT \ln K_a - RT \ln \alpha$$

$$\Delta F = \Delta U + T \left( \frac{\partial \Delta F}{\partial T} \right) \nu$$

$$\Delta G = \Delta H + T \left( \frac{\partial \Delta G}{\partial T} \right) \phi$$

$$\Delta F^0 = -RT \ln K_c$$

Какой процесс протекает на левом электроде в цепи  $\text{Ag}|\text{AgCl}, \text{HCl} || \text{HCl}|\text{Cl}_2, \text{Pt}$ , если  $\phi^0 \text{Ag}|\text{AgCl}|\text{Cl}^- = +0,222 \text{ В}$ ,  $\phi^0 \text{Cl}_2/\text{Cl}^- + 1,360 \text{ В}$ :

- восстановление  $\text{H}^+$  - ионов
- окисление  $\text{Cl}^-$  - ионов
- восстановление  $\text{Ag}^+$  -ионов
- окисление  $\text{Cl}_2$
- окисление  $\text{Ag}$

Как правильно записать гальванический элемент в виде формулы?

- $\text{Zn}|\text{Cu}|\text{ZnSO}_4, \text{aq}||\text{CuSO}_4, \text{aq}|\text{Zn}$
- $+\text{Cu}|\text{Zn}|\text{ZnSO}_4, \text{aq}||\text{CuSO}_4, \text{aq}|\text{Cu}|\text{Cu}$
- $\text{ZnSO}_4, \text{aq}|\text{Zn}-\text{Cu}|\text{CuSO}_4, \text{aq}$
- $\text{Cu}|\text{ZnSO}_4, \text{aq}||\text{CuSO}_4, \text{aq}|\text{Zn}|\text{Cu}$
- $\text{Cu}|\text{Cu}|\text{CuSO}_4, \text{aq}, \text{KCl}||\text{ZnSO}_4, \text{aq}, \text{KCl}|\text{Zn}|\text{Cu}$

Уравнение Нернста для расчета эдс гальванических элементов?

$$E = E^0 + \frac{R \cdot T}{n_e \cdot F} \ln \frac{\alpha_{\text{Red}}}{\alpha_{\text{Ox}}}$$

$$E = E^0 - \frac{RT}{n_e F} \ln \frac{\alpha_{\text{Ox}}}{\alpha_{\text{Red}}}$$

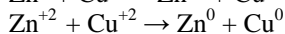
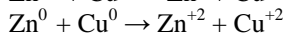
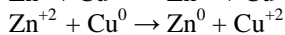
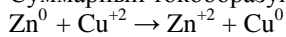
$$E = \frac{RT}{n_e F} \ln \frac{\alpha_{\text{Ox}}}{\alpha_{\text{red}}}$$

$$E = E^0 + \frac{RT}{n_e F} \ln \frac{\alpha_{\text{Ox}}}{\alpha_{\text{Red}}}$$

Для чего нужен «солевой мостик» в гальваническом элементе?

- для возникновения электродных потенциалов
- для возникновения диффузионного потенциала
- для возникновения эдс и работы элемента
- для устранения контактных потенциалов
- для предотвращения протекания реакции в обратном направлении

Суммарный токообразующий процесс, протекающий в гальваническом элементе Даниэля-Якоби



Реакции на электродах в гальваническом элементе?

- на катоде – восстановление
- на катоде – реакция диспропорционирования
- на аноде – гидролиз электролита
- на аноде – окисление

Какова причина возникновения диффузионного потенциала в гальваническом элементе?

- различие в природе и в концентрациях электролитов полуэлементов
- различие в потенциалах электродов
- различие в подвижностях катиона и аниона в электролитах полуэлементов
- различие в подвижностях катионов
- различие в подвижностях анионов

За счет чего возникает э.д.с. в гальваническом элементе?

- за счет суммарной химической энергии
- за счет окислительно-восстановительных реакций на электродах
- за счет пропускания тока через элемент
- за счет пропускания инертного газа через элемент

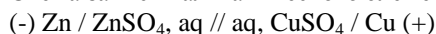
В гальваническом элементе на катоде (+) протекает процесс

- окисления металла
- разложение электролита
- гидролиз электролита
- восстановления ионов электролита

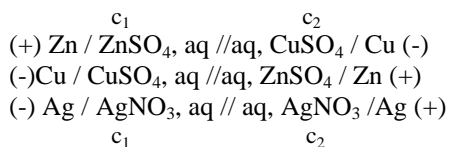
В гальваническом элементе на аноде (-) протекает процесс

- восстановления ионов электролита
- окисления металла
- разложение электролита
- гидролиз электролита

Схема записи гальванического элемента Даниэля-Якоби







Дать понятие электролизу?

процесс, при котором химическая энергия превращается в электрическую;  
 процесс, при котором электрическая энергия превращается в химическую;  
 окислительно-восстановительный процесс на электродах при пропускании электрического тока через электролит;  
 процесс, служащий источником тока.

Химическим гальваническим элементом называют устройство:

из двух электродов, в котором электрическая энергия превращается в химическую;  
 из двух электродов, в котором химическая энергия превращается в электрическую;  
 из двух электродов, в котором химическая энергия превращается в механическую;  
 из одного электродов, в котором протекает реакция самоокисления-самовосстановления.

ЭДС гальванического элемента Даниэля-Якоби вычисляется по формуле

$$E = \varphi_{\text{Ag}^+ / \text{Ag}} - \varphi_{\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}}$$

$$E = \varphi_{\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}} - \varphi_{\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}}$$

$$E = \varphi^0_{\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}} + \varphi^0_{\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}}$$

$$E = \varphi_{\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}} - \varphi_{\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}}$$

Согласно схеме гальванического элемента  $\text{Fe} | \text{Fe}^{2+} || \text{Ni}^{2+} | \text{Ni} \dots$

в процессе работы элемента на электроде осаждается железо;

никелевый электрод является анодом;

никель окисляется;

электроны движутся от железного электрода к никелевому.

Максимальное значение ЭДС (при одинаковых концен-трациях солей) будет у гальванического элемента  $\text{Me} | \text{Me}(\text{NO}_3)_2 || \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 | \text{Cu}$  если стандартный потенциал второго металла равен ...

-2,36 В;

1,5 В;

1,19 В;

-0,76 В.

Если гальванический элемент составлен из двух водородных электродов, один из которых стандартный, то для достижения наибольшего значения ЭДС другой электрод следует погрузить в ...

0,1 М раствор  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;

0,1 М раствор  $\text{HCl}$ ;

0,1 М раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;

0,1 М раствор  $\text{HBr}$ .

Для увеличения ЭДС гальванического элемента, составленного из кадмиевого и цинкового электродов следует:

уменьшить концентрацию ионов кадмия у кадмиевого электрода и увеличить концентрацию ионов цинка у цинкового электрода;

увеличить концентрацию ионов цинка;

увеличить концентрацию ионов кадмия;

уменьшить концентрацию ионов кадмия.

Максимальное значение ЭДС (при одинаковых концентрациях солей) будет у гальванического элемента  $\text{Me} | \text{Me}(\text{NO}_3)_2 || \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 | \text{Cu}$  если стандартный потенциал второго металла равен ...

-0,41 В;

1,5 В;

0,91 В;

-0,76 В.

## **Вопросы ко 2 рубежной контрольной работе по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»**

Вставьте пропущенные выражения: «Тонкий слой, образующийся на поверхности раздела двух фаз из пространственно разделенных электрических зарядов противоположного знака, называется...»

слоем с повышенной вязкостью  
гидратной оболочкой  
пограничным слоем  
адсорбционным слоем неионогенных ПАВ  
двойным электрическим слоем

Какое оптическое явление наиболее ярко проявляется в коллоидных системах?

светопреломление  
отражение света  
люминисценция  
светорассеяние  
светопоглощение

Что из перечисленного не характерно для суспензий

мутность  
твердые частицы дисперсной фазы  
седиментационная неустойчивость  
опалесценция  
флокуляция

Эмульсия – это дисперсная система, в которой

ДФ твердая, а ДС жидкая  
ДФ газовая, а ДС жидкая  
ДФ и ДС твердые  
ДФ и ДС жидкие  
ДФ жидкая, а ДС твердая

Что называется границей скольжения при электрических явлениях

границу между адсорбционным и диффузионным слоями противоионов;  
границу, по которой проходит разрыв ДЭС при тепловом движении частиц  
границу, по которой проходит разрыв ДЭС при наложении внешнего электрического поля  
границу раздела фаз

Какой потенциал называют электрокинетическим?

потенциал на границе раздела фаз  
потенциал на границе скольжения  
потенциал на границе адсорбционного и диффузного слоев  
потенциал ДЭС на расстоянии от границы раздела фаз, равном эффективной толщине диффузной части ДЭС

Закончить определение «Слипание частиц дисперсной фазы в коллоидных системах, происходящее при их столкновениях в результате броуновского движения или перемешивания, называется...»

адсорбция  
когезия  
адгезия  
коагуляция  
пептизация

Как называется твердая основа мицеллы лиофобного золя?

агрегат  
частица  
ядро  
мицелла  
гранула

Как называется электролит, ионы которого образуют ДЭС у поверхности частиц дисперсной фазы и который придает агрегативную устойчивость коллоидным растворам?

коагулятор  
адсорбент  
стабилизатор  
флотореагент

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

1>2>3  
2>1>3  
3>2>1  
3>1>2

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

1>3>4>2  
4>2>1>3  
3>1>2>4  
3>1>4>2

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.

2А  
1Б  
1А  
2Б

Как называются гели, потерявшие жидкую дисперсионную среду в результате высушивания?

лиогеми  
гидрозоли  
лиозоли  
аэрозоли  
ксерогели

Что такое тиксотропия?

способность структур после механического разрушения самопроизвольно восстанавливаться  
уменьшение объема дисперсной фазы

выпрессовывание растворителя из набухшего ВМВ

процесс набухания ВМВ

процесс гелеобразования

Что в коллоидной химии понимается под дисперсной фазой (ДФ):

совокупность частиц, равномерно распределенных в дисперсионной среде (ДС)

совокупность молекул, равномерно распределенных в дисперсионной системе

совокупность ионов, равномерно распределенных в дисперсионной системе

совокупность комплексных соединений, равномерно распределенных в дисперсионной системе

Что происходит при перезарядке золя коллоидного раствора?

перестройка мицеллы в изоэлектрическое состояние.

изменение знака адсорбционного потенциала.

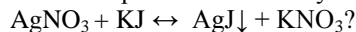
изменение знака дзета-потенциала, [ $\zeta$ -потенциала].

Что такое коагуляция коллоидного раствора?

переход дисперсной фазы из растворенного состояния в осадок.

переход дисперсной фазы из осадка в растворенное состояние.  
помутнение коллоидного раствора за счет слипания мицелл.  
равномерное распределение дисперсной фазы коллоидного раствора в дисперсной среде.

Как экспериментально получить положительно заряженный золь AgJ по реакции:



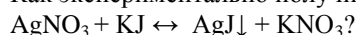
в избытке  $\text{AgNO}_3$ ;

в избытке KJ;

в эквивалентных соотношениях реагентов;

при добавлении одного из продуктов.

Как экспериментально получить отрицательно заряженный золь AgJ по реакции:



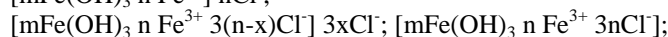
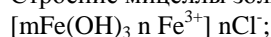
в избытке  $\text{AgNO}_3$ ;

в избытке KJ;

в эквивалентных соотношениях реагентов;

при добавлении одного из продуктов.

Строение мицеллы золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ?



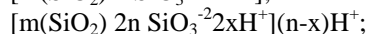
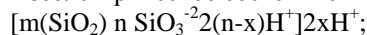
Электрофорез в коллоидной химии?

движение дисперсной фазы коллоидного раствора под влиянием электрического поля к соответствующему электроду;

движение дисперсной среды коллоидного раствора под влиянием электрического поля к соответствующему электроду;

окислительно-восстановительный процесс на электродах для дисперсной фазы и дисперсионной среды;

Изоэлектрическое состояние мицеллы золя кремниевой кислоты?



В каком состоянии коллоидного раствора происходит коагуляция?

в изоэлектрическом состоянии;

когда дзета ( $\zeta$ )–потенциал достигает критического значения;

когда дзета ( $\zeta$ )–потенциал изменит свой знак;

при перезарядке золя.

Что такое седиментация коллоидного раствора?

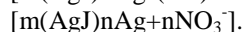
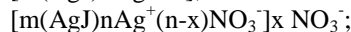
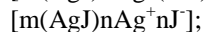
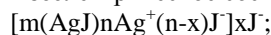
процесс осаждения укрупненных частиц твердой фазы;

переход дисперсной фазы из осадка в растворенное состояние;

помутнение коллоидного раствора за счет слипания мицелл;

равномерное распределение дисперсной фазы коллоидного раствора в дисперсионной среде;

Изоэлектрическое состояние мицеллы коллоидного раствора AgJ?



Что такое пептизация коллоидного раствора?

переход дисперсной фазы из осадка в растворенное состояние;

помутнение коллоидного раствора за счет слипания мицелл;

равномерное распределение дисперсной фазы коллоидного раствора в дисперсной среде.

Что такое изоэлектрическое состояние коллоидного раствора?

нейтральное состояние мицеллы;

изменение знака дзета-потенциала;

изменение величины общего, т.е. термодинамического потенциала.

состояние коллоидной системы, при котором электрокинетический потенциал частиц равен нулю

При получении эмульсии типа «масло в воде» в качестве стабилизаторов использовано гидрохлорид додециламмония.

Каков знак заряда капель?

положительный

отрицательный

нет заряда

Золь AgI получен взаимодействием  $\text{AgNO}_3$  и KI при избытке KI. Какой ион будет потенциалопределяющим?

$\text{Ag}^+$

$\text{I}^-$

$\text{K}^+$

$\text{NO}_3^-$

К какому электроду будут перемещаться макромолекулы белка в кислой среде?

к катоду

к аноду

не будут перемещаться

Гидрозоль сульфида мышьяка (III) получен пропусканием избытка сероводорода через раствор мышьяковистой кислоты:  $2 \text{H}_2\text{AsO}_3 + 3 \text{H}_2\text{S} = \text{As}_2\text{S}_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$ . Заряд частиц будет:

положительный (вследствие адсорбции ионов  $\text{H}^+$ )

отрицательный (вследствие адсорбции ионов  $\text{HS}^-$ )

заряд отсутствует

Гидрозоль иодида серебра получим по реакции  $\text{AgNO}_3 + \text{KI} = \text{AgI} + \text{KNO}_3$  в присутствии избытка  $\text{AgNO}_3$ . Формула мицеллы золя имеет вид:

$\{m[\text{AgI}] \ n\text{Ag}^+ \ (n - x)\text{NO}_3^- \} \ x\text{NO}_3^-$

$\{m[\text{AgI}] \ n\text{I}^- \ (n - x)\text{K}^+ \} \ x\text{K}^+$

$\{m[\text{AgI}] \ n\text{NO}_3^- \ (n - x)\text{Ag}^+ \} \ x\text{Ag}^+$

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

по степени дисперсности;

по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды;

по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды;

по взаимодействию частиц дисперсной фазы.

По какому признаку классифицируют дисперсные системы на лиофильные и лиофобные:

по степени дисперсности;

по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды;

по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды;

по взаимодействию частиц дисперсной фазы.

По какому признаку классифицируют дисперсные системы на свободно – и связнодисперсные:

по степени дисперсности;

по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды;

по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды;

по взаимодействию частиц дисперсной фазы.

Какой размер имеют частицы в ультрамикрогетерогенных (коллоидных) системах?

$10^{-7} - 10^{-5}$  м

$10^{-5} - 10^{-3}$  м

$10^{-9} - 10^{-7}$  м

$10^{-9}$

Какой размер имеют частицы в грубодисперсных системах?

$10^{-7} - 10^{-5}$  м

$10^{-5} - 10^{-3}$  М  
 $>10^{-9} - 10^{-7}$  М  
 $10^{-9}$

Какое из приведенных выражений характеризует поверхностное натяжение?

$(\partial F / \partial n_i)_{T, S, n, j \neq i}$   
 $(\partial F / \partial T)_{S, n, i}$   
 $(\partial U / \partial S)_{S, V, n, i}$

Закончите формулировку правила Шульце-Гарди: «Коагуляцию коллоидного раствора вызывают те ионы электролита, знак заряда которых противоположен знаку заряда...; коагулирующее действие иона тем больше, чем больше его заряд»

агрегата  
 ядра  
 гранулы  
 мицеллы

Укажите катион, обладающий наибольшим коагулирующим действием:

$\text{Ca}^{2+}$   
 $\text{Mg}^{2+}$   
 $\text{K}^{+}$   
 $\text{Na}^{+}$   
 $\text{Al}^{3+}$

Как называется температурный интервал, в котором аморфное ВМВ переходит из высокоэластического в вязкотекучее состояние и обратно?

температура плавления  
 температура испарения  
 температура замерзания  
 температура стеклования  
 температура текучести

Закончите формулировку: «Увеличение объема (массы) полимерного образца в результате поглощения низкомолекулярной жидкости или ее пара называется ...»

набуханием  
 тиксотропией  
 синерезисом  
 застудневанием  
 коацервацией

По какому уравнению рассчитывается удельная поверхность  $S_{\text{уд}}$  (по объему) дисперсной системы с частицами сферической формы ( $r$  – радиус частиц)?

$S_{\text{уд}} = r/3$   
 $S_{\text{уд}} = 3/r$   
 $S_{\text{уд}} = r/6$   
 $S_{\text{уд}} = 6/r$   
 $S_{\text{уд}} = 2r$

Выберите правильную формулу для расчета объемной степени набухания:

$\alpha = \frac{V - V_0}{V_0}$   
 $\alpha = \frac{V_0 - V}{V}$   
 $\alpha = \frac{V}{V_0}$   
 $\alpha = \frac{V_0}{V - V_0}$

Какой размер имеют частицы в истинных (молекулярных) растворах?

- $10^{-7} - 10^{-5}$  м
- $10^{-5} - 10^{-3}$  м
- $<10^{-9} - 10^{-7}$  м
- $10^{-9}$

Среда, содержащая вещества в раздробленном состоянии называется  
дисперсионной  
эмульсионной  
суспензионной  
полимерной

Раздробленное (распределенное) в дисперсионной среде вещество называется  
фазой  
фракцией  
компонентом  
глобулой

Прямые эмульсии ("масло в воде") –  
неполярная (лиофобная, гидрофобная) жидкость распределена в полярной (лиофильной, гидрофильной) жидкости;  
полярная (лиофильная, гидрофильная) жидкость распределена в неполярной (лиофобной, гидрофобной) жидкости;  
неполярная (лиофобная, гидрофобная) твердая фаза распределена в полярной (лиофильной, гидрофильной) твердой фазе;

Обратные эмульсии ("вода в масле") –  
полярная жидкость распределена в неполярной;  
неполярная жидкость распределена в полярной;  
полярная газообразная фаза распределена в неполярной;

Какое ВМВ можно отнести к полиэлектролитам?

- белок
- каучук
- крахмал
- целлюлоза
- полиэтилен

Вставьте пропущенное выражение: «Значение pH среды, при котором число ионизированных основных групп в молекуле белка равно числу ионизированных кислотных групп, называется ...»  
эквивалентной точкой  
буферной ёмкостью  
изоэлектрическим состоянием  
изоэлектрической точкой  
константой диссоциации

Укажите схематическое строение полииона белка в щелочной среде:

- $\text{NH}_3^+ - \text{R} - \text{COOH}$
- $\text{NH}_2 - \text{R} - \text{COO}^-$
- $\text{NH}_3^+ - \text{R} - \text{COO}^-$

Укажите направление движения полиионов желатина при электрофорезе, если его ИЭТ 4,7, а pH среды 4,0?

- к катоду
- к аноду
- перемещение отсутствует

Укажите метод, которым можно определить ИЭТ белков:

- метод наибольшего давления пузырьков воздуха
- электрофоретический
- сталагмометрический

метод падающего шарика  
фотометрический

Какой из перечисленных методов не используется для определения изоэлектрической точки белков?

фотометрический  
по скорости застудневания  
по полноте высаливания  
вискозиметрический  
электрофоретический

Как называется выделение высокомолекулярного вещества из раствора путём введения в раствор другого, хорошо растворимого вещества?

солюбилизация  
коагуляция  
высаливание  
флотация  
высвобождение

Выберите ион, наиболее полно высаливающий белки:

$\text{SCN}^-$   
 $\text{Cs}^+$   
 $\text{J}^-$   
 $\text{Na}^+$   
 $\text{SO}_4^{2-}$

Вставьте пропущенное слово: «Выделение из раствора полимера новой жидкой фазы, обогащенной полимером, (в виде мелких капель), называется. ...»

контракцией  
адсорбцией  
коагуляцией  
коалесценцией  
коацервацией

Укажите ион, препятствующий застудневанию растворов ВМВ:

$\text{Ca}^{2+}$   
 $\text{SO}_4^{2-}$   
 $\text{NO}_3^-$   
 $\text{Na}^+$   
 $\text{SCN}^-$

Что замедляет скорость застудневания растворов ВМВ?

понижение температуры  
повышение концентрации ВМВ  
присутствие ионов  $\text{SO}_4^{2-}$   
присутствие ионов  $\text{Na}^+$   
перемешивание

Как называются структурированные гомогенные системы, состоящие из полимера и растворителя?

коагуляты  
желатинированные эмульсии  
студни  
солюбилизаты  
гели

Закончите определение: «Структурообразование, происходящее в дисперсных системах (коллоидных растворах, суспензиях, пастах и др.) в результате частичной коагуляции и приводящее к образованию пространственного каркаса из твёрдых частиц, называется...»

застудневанием  
синерезисом  
коагуляцией



тиксотропией  
гелеобразованием

Как называются гели, потерявшие жидкую дисперсионную среду в результате высыхания?

лиогели  
гидрозоли  
лиозоли  
аэрозоли  
ксерогели

Что такое тиксотропия?

способность структур после механического разрушения самопроизвольно восстанавливаться  
уменьшение объёма дисперсной фазы  
выпрессовывание растворителя из набухшего ВМВ  
процесс набухания ВМВ  
гелеобразование

Что такое синерезис?

самопроизвольное выделение жидкой среды из студня  
появление текучести у студня  
набухание полимера  
обратимый переход гель ↔ золь в  
растворение полимера

Синерезис – это:

уменьшение объёма и выпрессовывания среды из эластичного студня  
выделение ВМВ под действием органического растворителя  
уменьшение общего объёма системы при набухании  
переход студня в золь  
движение молекул ВМВ под действием электрического тока

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

тепловое движение молекул;  
электростатическое отталкивание;  
нескомпенсированность межмолекулярного взаимодействия со стороны разных фаз;  
кривизна поверхности раздела фаз

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

по степени дисперсности;  
по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды;  
по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды;  
по взаимодействию частиц дисперсной фазы

По какому признаку классифицируют дисперсные системы на лиофильные и лиофобные:

по степени дисперсности;  
по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды;  
по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды;  
по взаимодействию частиц дисперсной фазы

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

по степени дисперсности;  
по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды;  
по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды;  
по взаимодействию частиц дисперсной фазы

Какой размер имеют частицы в ультрамикрогетерогенных (коллоидных) системах?

$10^{-7} - 10^{-5}$  м;

$10^{-5} - 10^{-3}$  м;  
 $10^{-9} - 10^{-7}$  м;  
 $10^{-9}$

Какой размер имеют частицы в микрогетерогенных системах?

$10^{-7} - 10^{-5}$  м;  
 $10^{-5} - 10^{-3}$  м;  
 $10^{-9} - 10^{-7}$  м;  
 $10^{-9}$

Какое из приведенных выражений характеризует поверхностное натяжение?

$(\partial F / \partial n_i)_{T, S, n \ j \neq i}$

$(\partial F / \partial T)_{S, n \ i}$

$(\partial U / \partial s)_{S, V, n \ i}$

В атмосфере водяного пара находится кварцевая кювета с плоскими стенками и тонкий кварцевый капилляр. При повышении давления пара конденсация начинается одновременно на стенках кюветы и капилляра; вначале в кювете (при меньшем значении  $p_s$ ); вначале в капилляре

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.

$1 < 3 < 2$ ;  
 $2 < 3 < 1$ ;  
 $3 < 2 < 1$ ;  
 $3 < 1 < 2$

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

$1 > 2 > 3$ ;  
 $2 > 1 > 3$ ;  
 $3 > 2 > 1$ ;  
 $3 > 1 > 2$

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

$1 > 3 > 4 > 2$ ;  
 $4 > 2 > 1 > 3$ ;  
 $3 > 1 > 2 > 4$ ;  
 $3 > 1 > 4 > 2$

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?

БГВ;  
 АД;  
 ВГА;  
 АГ

В каплю воды на поверхности кварцевой пластинки внесен гидрохлорид додециламмония  $[C_{12}H_{25}N^+H_3]Cl^-$ . В результате произошло  
уменьшение краевого угла смачивания;  
возрастание краевого угла;

краевой угол не изменился

Золь AgI получен взаимодействием AgNO<sub>3</sub> и KI при избытке KI. Какой ион будет потенциалоопределяющим?

Ag<sup>+</sup>;  
Γ;  
K<sup>+</sup>;  
NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Каковы возможные причины возникновения ДЭС на поверхности частиц гидрозоля кремнезема в воде?

адсорбция ионов стабилизатора  
ионизация поверхностного слоя  
доставление кристаллической решетки ионами из раствора

При получении эмульсий типа "масло в воде" в качестве стабилизаторов использованы гидрохлорид додециламмония. Каков знак заряда капель?

положительный;  
отрицательный;  
нет заряда

К какому электроду будут перемещаться макромолекулы белка в кислой среде?

к катоду;  
к аноду;  
не будут перемещаться

Гидрозоль сульфида мышьяка (III) получен пропусканием избытка сероводорода через раствор мышьяковистой кислоты:  $2 \text{H}_2\text{AsO}_3 + 3 \text{H}_2\text{S} = \text{As}_2\text{S}_3\downarrow + 6 \text{H}_2\text{O}$ . Заряд частиц будет

положительный (вследствие адсорбции ионов H<sup>+</sup>);  
отрицательный (вследствие адсорбции ионов HS<sup>-</sup>);  
заряд отсутствует

Гидрозоль хлорида железа (III) получен гидролизом FeCl<sub>3</sub> при кипячении раствора:  $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{HCl}$ . В результате образуется мицелла, строение которой можно выразить формулой  $\{m[\text{Fe}(\text{OH})_3] \ n\text{FeO}^+ \ (n-x)\text{Cl}^-\} \ x\text{Cl}^-$ . Укажите составляющие части мицеллы: 1) ядро мицеллы, 2) потенциалоопределяющие ионы, 3) противоионы от частицы до границы скольжения, 4) противоионы диффузной части ДЭС. а) m[Fe(OH)<sub>3</sub>]; б) xCl<sup>-</sup>; в) (n-x)Cl<sup>-</sup>; г) nFeO<sup>+</sup>.

Варианты ответа:

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

Гидрозоль иодида серебра получен по реакции:  $\text{AgNO}_3 + \text{KI} = \text{AgI} + \text{KNO}_3$  в присутствии избытка AgNO<sub>3</sub>. Формула мицеллы золя имеет вид (Укажите правильный ответ):

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

Что называют границей скольжения при электрокинетических явлениях?

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

Что такое 1) электрофорез 2) электроосмос 3) потенциал седиментации 4) потенциал течения? а) течение жидкости в капилляре под действием электрического поля; б) возникновение ЭДС при оседании частиц; в) движение частиц дисперсной фазы под действием электрического поля; г) возникновение ЭДС при течении жидкости через капиллярно- пористое тело. Выберите правильный ответ:

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

Какой вид имеет уравнение Гельмгольца-Смолуховского, связывающее величину  $\zeta$ -потенциала и скорость электрофореза (электроосмоса)?

$$u = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 \zeta H}{\eta}$$

$$u = \frac{\eta}{\varepsilon \varepsilon_0 \zeta H}$$

$$u = \frac{\zeta H}{\varepsilon \varepsilon_0}$$

Какой потенциал называют электрокинетическим?

потенциал на границе раздела фаз;

потенциал на границе скольжения;

потенциал на границе адсорбционного и диффузионного слоев;

потенциал ДЭС на расстоянии от границы раздела фаз, равном эффективной толщине диффузной части ДЭС.

Какой из перечисленных ионов обладает наибольшей способностью сжимать ДЭС в золе сульфида сурьмы (111)  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , стабилизированном нитратом сурьмы?

$\text{Ca}^{2+}$ ;

$\text{SO}_4^{2-}$ ;

$\text{Na}^+$ .

Почему при возрастании радиуса ионов, имеющих одинаковый заряд, усиливается сжатие ДЭС?

из-за уменьшения гидратации ионов;

из-за возрастания дипольного момента иона;

из-за увеличения адсорбции иона;

из-за увеличения кристаллохимического радиуса иона

Какой электролит называют индифферентным?

один из ионов которого способен достраивать кристаллическую решетку агрегата мицеллы;

не содержащий ионов, способных достраивать кристаллическую решетку агрегата мицеллы и изменять поверхностный потенциал  $\phi_0$ ;

не содержащий ионов, образующих диффузную часть ДЭС

Какой электролит называют неиндифферентным?

содержащий ионы, способные достраивать кристаллическую решетку агрегата мицеллы;

содержащий ионы, одноименные с противоионами мицеллы;

не содержащий ионы, способные достраивать кристаллическую решетку агрегата мицеллы;

не содержащий ионы, входящих в мицеллу золя

Какой из перечисленных ионов обладает наименьшей способностью сжимать ДЭС в золе  $\text{AgI}$ , стабилизированном  $\text{AgNO}_3$ ?

$\text{Na}^+$ ;

$\text{Cl}^-$ ;

$\text{SO}_4^{2-}$ ;

$\text{Ca}^{2+}$

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

Какое действие оказывают на ДЭС индифферентные электролиты?

повышают  $\zeta$ - потенциал;  
не изменяют  $\zeta$ - потенциал;  
увеличивают потенциал границы раздела;  
снижают  $\zeta$ - потенциал

Латекс – это

двухфазная двухкомпонентная система-дисперсия полимера в воде;  
двухфазная трехкомпонентная система-дисперсия полимера в воде, стабилизированная поверхностно-активным веществом (эмульгатором);  
однофазная система – раствор полимера в водной среде, содержащей эмульгатор

Леофобные коллоидные системы принципиально агрегативно неустойчивы, потому что

обладают избытком свободной энергии;  
характеризуются высоким молекулярным сродством между дисперсной фазой и дисперсионной средой;  
образуются в результате самопроизвольного диспергирования

Леофильные коллоидные системы принципиально агрегативно устойчивы, потому что

образуются в результате самопроизвольного диспергирования и характеризуются высоким молекулярным сродством между дисперсной фазой и дисперсионной средой;  
обладают избытком свободной энергии;  
имеют предельно высокую дисперсность

Порог коагуляции – это наименьшая концентрация электролита, при которой

становится возможной коагуляция, т.к. потенциальный барьер отталкивания становится меньше энергии теплового движения;  
все столкновения частиц становятся эффективными;  
справедливы оба утверждения

Какое из оптических явлений невозможно в коллоидно-дисперсных системах?

дифракция света;  
отражение света от поверхности частиц;  
поглощение света

Белый золь освещается монохроматическим светом с длиной волны 400нм (синий) и 700нм (красный). В каком соотношении находятся величины мутности?

$$\tau_{400} = \tau_{700}$$

$$\tau_{400} > \tau_{700}$$

$$\tau_{400} < \tau_{700}$$

Какое из приведенных определений мутности является неправильным?

мутность – это величина, обратная толщине слоя, при которой проходящий свет ослабляется в  $e$  раз;  
мутность – это величина, численно равная логарифму отношения интенсивности падающего и проходящего света через рассеивающую среду;  
мутность – это величина, равная интенсивности света, рассеянного по всем направлениям единицей объема системы при интенсивности падающего света равной 1.

Согласно уравнению Рэлея интенсивность рассеянного света возрастает прямо пропорционально...

кубу диаметра частиц;  
квадрату длины волны падающего света;  
численной концентрации частиц

### Оценивание ответа студента на зачете

<i>Характеристика ответа</i>	<i>баллы</i>
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	56-80
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	51-56
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	36-56
Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1–2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.	31-35
Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	26-30
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	21-25
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.	1-20
Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины.	0

Результатирующая оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов.

**Примеры билетов к зачету по дисциплине  
«Физическая и коллоидная химия»**

**БИЛЕТ № 1**

1. Основные понятия химической термодинамики. Термины и понятия: система (открытая, закрытая, изолированная, гомогенная, гетерогенная), состояние и свойства системы.
2. Окислительно-восстановительные электроды. Хингидронный электрод: устройство, электродная реакция, уравнение Нернста. Потенциометрическое определение pH.
3. Определение и основные задачи коллоидной химии; ее значение для различных отраслей науки и техники. Коллоидное состояние вещества. Дисперсные системы.
4. Калориметрия. Определение теплоты растворения соли. Закон Гесса. Экспериментальное определение тепловых эффектов химической реакции.

**БИЛЕТ № 2**

1. Фотохимические реакции. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход реакции. Сенсибилизаторы.
2. Первый закон термодинамики, формулировка, математическое выражение. Внутренняя энергия, энтальпия. Выражение I-го закона для изотермического, изохорного и изобарного процессов.
3. Классификация дисперсных систем по размеру частиц (дисперсности). Особенности ультрамикроретерогенного состояния (наносостояния).
4. Электрокинетические явления в коллоидной химии. Электрофорез. Определение электрофоретической подвижности золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

**БИЛЕТ № 3**

1. Теплоемкость. Истинная, молярная теплоемкость. Изохорная, изобарная теплоемкость.
2. Классификация электродов и электрохимических цепей. Электроды второго рода. Каломельный электрод: устройство, электродная реакция, уравнение Нернста.
2. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз. Основные типы систем. Примеры.
3. Коагуляция коллоидных растворов. Виды устойчивости коллоидных систем. Определение порога коагуляции золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Защитное число.

**БИЛЕТ № 4**

1. Гетерогенный катализ. Основные стадии гетерогенно-каталитического процесса. Примеры гетерогенно-каталитических процессов в фармации.
2. Тепловые эффекты. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры (уравнение Кирхгофа).
3. Классификация дисперсных систем по степени взаимодействия дисперсной фазы с дисперсной средой.
4. Получение лиофильных и лиофобных коллоидных растворов. Получение золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  посредством гидролиза. Получение золь серы и канифоли.

#### **БИЛЕТ № 5**

1. Сложные реакции (параллельные, последовательные, обратимые, сопряженные). Кинетика последовательных реакций. Частные случаи кинетики сложных реакций.
2. Второй закон термодинамики. Формулировка II-го закона термодинамики. Энтропия. Зависимость энтропии от температуры. Изменение энтропии в некоторых процессах.
3. Образование лиофобных дисперсных систем при диспергировании; процессы диспергирования в природе и технике.
4. Измерение поверхностного (межфазного) натяжения (метод Ребиндера), определение зависимости поверхностного натяжения чистых жидкостей от температуры.

#### **БИЛЕТ № 6**

1. Интегральные кинетические законы (уравнения). Вывод интегрального кинетического закона для реакций 1-го порядка. Вид и анализ кинетических кривых.
2. Определение молярной массы растворенного вещества криоскопическим, эбуллиоскопическим или осмотическим методом.
3. Каков механизм стабилизации эмульсий поверхностно-активными веществами? Разберите на примере эмульсий типа м/в в присутствии эмульгатора олеата натрия.
4. Кинетика гомогенных реакций. Экспериментальное определение константы скорости реакции II порядка на примере реакции взаимодействия персульфата натрия с йодистым калием. Графический и аналитический расчет константы скорости.

#### **БИЛЕТ № 7**

1. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса, его графическая форма. Энергия активации, ее определение.
2. Идеальные растворы. Законы идеальных растворов. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа, Рауля. Понижение температуры замерзания раствора (криоскопия).
3. Количественные характеристики дисперсности: дисперсность, радиус кривизны, удельная поверхность. Понятие о лиофильных и лиофобных дисперсных системах.
4. Измерение удельной и эквивалентной электропроводности растворов электролитов. Изучение зависимости электропроводности от концентрации на примере муравьиной кислоты.

#### **БИЛЕТ № 8**

1. Реакции 2-го порядка. Вывод интегрального кинетического закона для реакций 2-го порядка. Вид и анализ кинетических кривых. Время полупревращения для реакций 2-го порядка.
2. Сильные электролиты. Особенности свойств сильных электролитов. Коэффициент активности. Понятие сольватации (гидратации) ионов.
3. Процесс диффузии. Количественное выражение диффузии (закон Фика).
4. Измерение удельной и эквивалентной электропроводности растворов электролитов. Изучение зависимости электропроводности от концентрации на примере уксусной кислоты.

#### **БИЛЕТ № 9**

1. Процессы обратимые и необратимые в термодинамическом смысле. Самопроизвольные процессы. Энтропия – функция состояния системы, её определение.
2. Кондуктометрическое титрование. Титрование сильной кислоты сильным основанием. Титрование слабой кислоты сильным основанием.
3. Образование и строение частиц дисперсной фазы (золей). Строение золя AgI, если при его получении KI был взят в избытке. Назвать все составные части мицеллы.
4. Метод электропроводности. Определение константы и степени диссоциации электролитов путем измерения электропроводности.



#### **БИЛЕТ № 10**

1. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса.
2. Потенциометрическое титрование. Кислотно-основное (окислительно-восстановительное) потенциометрическое титрование. Интегральные кривые титрования.
3. Образование и строение частиц дисперсной фазы (золей). Строение золя  $\text{AgI}$ , если при его получении  $\text{AgNO}_3$  был взят в избытке. Назвать все составные части мицеллы.
4. Определение pH буферных растворов с помощью водородного, стеклянного, хингидронного электродов.

#### **БИЛЕТ № 11**

1. Уравнение Кирхгофа, его анализ. Интегральные формы уравнения Кирхгофа, их применение.
2. Применение измерений ЭДС гальванических элементов для определения физико-химических величин (определение pH растворов, определение буферной емкости растворов).
3. Получение золей методом пептизации. Непосредственная и посредственная пептизация на примере получения золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .
4. Измерение электродных потенциалов электродов. Расчет потенциала медного электрода.

#### **БИЛЕТ № 12**

1. Химическая кинетика. Основные понятия: скорость химической реакции, константа скорости, кинетическое уравнение, молекулярность, порядок реакции.
2. Электрическая проводимость растворов. Скорость движения ионов. Удельная, эквивалентная проводимость электролитов и их зависимость от различных факторов.
3. Конденсационные (физические, химические) методы получения коллоидных систем.
4. Измерение электродных потенциалов электродов. Расчет потенциала цинкового электрода.

#### **БИЛЕТ № 13**

1. Внутренняя энергия. Энтальпия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса.
2. Равновесные электродные процессы и электродвижущие силы. Электрод, электродный потенциал и э.д.с. электрохимической цепи.
3. Коагуляция коллоидов. Понятие о кинетической и агрегативной устойчивости коллоидно-дисперсных систем. Правило значности Шульце-Гарди.
4. Мицеллярные коллоидные системы. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования, экспериментальные методы ее определения.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. [Белик В.В.](#), [Киенская К.И.](#) Физическая и коллоидная химия. - М.: Издательский центр «Академия», 2010.
2. Мушкамбаров Н.Н. Физическая и коллоидная химия. М.: ГОЭТАР-МЕД, 2012. – 383 с.
3. Кукушкина И.И. Коллоидная химия. / И.И. Кукушкина, А.Ю. Митрофанов. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2010. – 216 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232755>. – ISBN 978-5-8353-1084-5. – Текст : электронный.
4. Зуев, А.Ю. Физическая химия. Практикум / А.Ю. Зуев, В.А. Черепанов, Д.С. Цветков ; ред. А.Ю. Зуев. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012. – 124 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239716>. – ISBN 978-5-7996-0787-6. – Текст : электронный
5. [Агеев Е.П.](#), [Успенская И.А.](#), [Богачев А.Г.](#) *Практикум по физической химии: Термодинамика.* -М.: Издательский центр «Академия», 2010.
6. Винокуров А.И. Физическая химия / А.И.Винокуров, Р.И.Винокурова, О.В.Силкина ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. – 80 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459522>. – Библиогр.: с. 76. – ISBN 978-5-8158-1780-7. – Текст : электронный.

### б) дополнительная литература:

7. Горшков В.И., Кузнецов И.А. Основы физической химии. - М.: Бином, 2010.
8. Краткий курс физической химии. // Под ред. С.Н. Кондратьева. - М.: ВШ. – 1978. - 312 с.
9. Краткий справочник физико-химических величин. //Под редакцией Равделя А.А., Пономаревой А.М. – Ленинград: "Химия", 1983 г.
10. Соловьев Ю.И. "Очерки по истории физической химии". М., 1984.
11. Захарченко В.Н. Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии. М., 1978.
12. А.Д.Зимон, Н.Ф.Лещенко. Коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 2001.
13. Д.А.Фридрихсберг. Курс коллоидной химии. М.: Высшая школа. 1995.
14. В.Н.Захарченко. Коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1989, 238 с.
15. Ю.Г.Фролов Курс коллоидной химии: Поверхностные явления и дисперсные системы. М. «Альянс». 2004.
16. А.И.Русанов. Мицеллообразование в растворах ПАВ. С-Петербург. Химия. 1992.
17. П.Добычин, Л.И.Каданер, В.В.Серпинский и др. Физическая и коллоидная химия. - М.: Просвещение, 1986, 463 с.
18. Балезин С.А. Практикум по физической и коллоидной химии. М., 1972
19. Практикум и задачник по коллоидной химии. // Под ред. проф. В.В.Назарова, М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (библиотека СОГУ):

- **Электронная библиотека диссертаций и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ)**  
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»**  
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»**  
Самостоятельная регистрация на сайте
- **ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом**  
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **ЭБС «Юрайт» — образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям**  
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **SpringerCustomerServiceCenterGmbH** (база данных, содержащие электронные издания издательства SpringerNature за период 2011 — 2017 гг. (полнотекстовая коллекция в количестве 46 332 книг)

Личный кабинет на сайте СОГУ <http://portal.nosu.ru/>

Сайт дистанционного обучения СОГУ <http://lms.nosu.ru/>

#### Рекомендуемые интернет-адреса по химии:

1. Weisberg M., Needham P., Hendry R. Philosophy of Chemistry (First published Mar 14, 2011) // The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Edited by Edward N. Zalta. <http://plato.stanford.edu/entries/chemistry/>
2. HYLE. International Journal for Philosophy of Chemistry. <http://www.hyle.org/journal/concept.htm>

#### Базы данных:

1. Scopus <https://www.scopus.com/>
2. Web of Science <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/>

#### Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины:

пакет *MicrosoftOffice* (*MicrosoftOfficeWord*, *MicrosoftOfficePowerPoint*), *AdobeReader*, *WinDjView*, программное обеспечение для редактирования химических формул *IsisDraw* (см. список ниже).

#### Реестр программного обеспечения СОГУ 2020

№ п/п	Наименование	№ договора(лицензия)
1.	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г
2.	Windows 10 ProforWorkstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г
3.	Windows 8.1 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г
4.	Windows 8.1 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г
5.	Windows 8 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г
6.	Windows 8 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г
7.	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г

8.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г
9.	OfficeStandard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г
10.	OfficeStandard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г
11.	OfficeStandard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г
12.	Система тестирования SunravWEBClass	№468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т.(бессрочно)
13.	Программное обеспечение 1С:Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 (максимум-софт) бессрочно
14.	Система компьютерной верстки MikTex	Лицензия FSF/Debian (Свободное программное обеспечение) бессрочно
15.	Антивирусное программное обеспечение KasperskyTotalSecurity	№17Е0-180222-130819-587-185 от 26.02. 2019 до 14.03.2021г
16.	Система управления базами данных MySQLFireBird	Свободное программное обеспечение(бессрочно)
17.	Интегрированная среда разработки Eclipse	Свободное программное обеспечение(бессрочно)
18.	Программное обеспечение для редактирования химических формул IsisDraw	Свободное программное обеспечение(бессрочно)
19.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»	№795 от 26.12.2018 (действителен до 30.12.2020 г.) с ЗАО «Анти-Плагиат»
20.	Программное обеспечение 1С: Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум»(бессрочно)
21.	Программное обеспечение 1С:зарплата и кадры гос.учреждения8	№СД/93 22.08.2017 г. «МАКСИМУМ-СОФТ» бессрочно
22.	Программное обеспечение 1С:бюджет.	№СД/76 01.03.2017г. «максимум-софт» бессрочно
23.	Офисная система LibreOffice	Лицензия GNU/GPL свободное программное обеспечение (бессрочно)
24.	Автоматизированная система «Управление –Деканат БРС»	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611830 от 06.02.2015(бессрочно)
25.	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015(бессрочно)
26.	Консультант+	№430-2017/614 от11.01.2017 ООО "Фаст-Информ"
27.	гарант	01.2020-12.2020
28.	планы	№5581, от 09.01.2019г. (09.01.2020г. до 08.01.2021г.) ООО ЛММИС
29.	VSDESK	№ 108205/01 от 05.02.2018г. ИП И.А.Сергеевич
30.	«Галактика»	№31907480031 от 25.02.2018г.(бессрочно)

Приложение:

**Электронные ресурсы обеспечивающие реализацию образовательных программ  
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»**

№ №	Наименование Электронного ресурса	Принадлеж- ность	Адрес сайта	Сведения о право- обладателе	№ договора на право использования ЭБС	Срок действия заключенного договора	Кол-во точек доступа/ пользователей	Характеристик а доступа
1	<b>ЭБС "Университетска я библиотека Online"</b>	Сторонняя	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	ООО «Некс- Медиа»	Договор № 135-06/14 от 12.09.2014 г.	12.09.2014 г.-11.09.2015 г.	7000	По IP-адресу безлимитный
					Договор № 167-08/15 от 12.09.2015 г.	12.09.2015 г.-11.03.2016 г.	7000	
					Договор № 58-02/16 от 09.03.2016 г.	12.03.2016 г.-11.09.2016 г.	7000	
					Договор № 202-08/16 от 24.08.2016 г.	12.09.2016 г.-11.03.2017 г.	7000	
					Договор № 069-02/17 от 13.03.2017	12.03.2017 г. -11.03.2018 г.	7000	
					Договор № 184-08/17 от 04.09.2017	12.09.2017 г.-11.03.2018 г.	7000	
					Договор № 056-02/18 от 25.05.2018	16.04.2018 г.- 16.10.2018 г.	7000	
					Договор № 163-10/18 от 30.10.2018	17.10.2018 г.-31.12.2018 г.	7000	
					Договор № 21-02/2019 от 14.02.2019	01.01.2019 г.- 30.06.2019 г.	7000	
					Договор № 75-06/19 от 08.07.2019	01.07.2019 г.-31.12.2019 г.	7000	

#### **10. Материально-техническое оснащение дисциплины:**

**Лаборатории: компьютерные классы для текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся:**

преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска.  
Оборудование: компьютеры для компьютерного класса в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную образовательную среду СОГУ. – 12шт, источники бесперебойного питания, Ippon, коммутатор для класса D-Link DGS-10240, интерактивная доска 78\*1702070/15112/11344/2 – 1шт. проектор BenQ MX503 – 1шт.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free (Свободное ПО); Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Гарант; Cisco Webex; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

**Библиотека, в том числе читальный зал:** столы, стулья; ПК обучающихся, с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную образовательную среду СОГУ.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free (Свободное ПО);

ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» <https://biblioclub.ru>;

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru> студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом;

ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru);

демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

**Лаборатория Общей, физической и коллоидной химии для проведения занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, а также самостоятельной работы обучающихся:**

преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, лабораторные столы, классная доска.

Оборудование: Мультимедийный проектор с экраном (Мультимедийный проектор OPTOMA projector DX32, с потолочным креплением и наб. кабелей – 1 шт. Компьютер д/комп. класса Pentium 4-506 Foxconn 915 GL7MH-S 512 Mb ОЗУ+/клавиат – 1шт. с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Гарант; Cisco Webex; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

Вытяжной шкаф- 1 шт. Ионизатор И-510 стандартный – 2 шт. Колориметр КФК-2МП – 1 шт. Калориметр КЛ-5 – 1шт. Рефрактометр ИРФ 454Б-2М с подсветкой – 1 шт. Поляризатор

круговой СМЗ – 1 шт. Кондуктометр МАРК-603/1 – 1 шт. Весы лабораторные CAS MW120 – 1 шт. Весы лабораторные прецизионные ET-300П – 1 шт. Анализатор «Эксперт-001» – 1 шт. Термостат HUBER – 1 шт. pH-метр «Анион-4100» - 1 шт. pH-метр-милливольтметр pH-150 МИ-1 шт. Весы AND HL- 1 шт. Весы WT-250- 1 шт. Магнитная мешалка ПЭ-6110- 1шт. Баня водяная- 1 шт. Микроскоп «Мир 2»- 1 шт. pH-метр pH-340 – 1 шт. Центрифуга ОПН -3- 1 шт.

**Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся:** преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска.

Оборудование: Интерактивная доска Smart Board – 1 шт. Рабочая станция RU Ergo Home 123/ Keyboard USB/mouse optical USB/400 W 17 – 1 шт. с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную образовательную среду СОГУ. Проекционное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор Optoma Dx 327 с потолочным креплением-кронштейн Kromax PROJOTOR-10 для проекторов 3 ст. наклон; Экран DINON Manual 180x180 MW- 1 шт.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free (Свободное ПО); Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Гарант; Cisco Webex; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

## **11.Лист обновления/актуализации**

Программа актуализирована.

1. Актуализирован список основной и дополнительной литературы.
2. Актуализирован перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Внесенные изменения рассмотрены и утверждены на заседании кафедры органической химии от «20» июня 2018 г. протокол № 11;  
одобрены на заседании совета факультета химии, биологии и биотехнологии от «29» июня 2018 г., протокол № 11/17-18.

Программа актуализирована.

1. Актуализирован список основной и дополнительной литературы.
2. Актуализирован перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Внесенные изменения рассмотрены и утверждены на заседании кафедры органической химии от «28» июня 2019 г. протокол № 11;  
одобрены на заседании совета факультета химии, биологии и биотехнологии от «01» июля 2019 г., протокол № 12/18-19.

Программа актуализирована.

1. Актуализирован список основной и дополнительной литературы.
  2. Актуализирован перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.
- Внесенные изменения рассмотрены и утверждены на заседании кафедры товароведения и технологии продуктов питания от «14» июля 2020 г., протокол № 12;  
одобрены на заседании совета факультета химии, биологии и биотехнологии от «17» июля 2020 г., протокол № 11/19-20.



## 11. Лист обновления/актуализации

Программа обновлена.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры органической химии  
*наименование кафедры*  
от «14» июля 2020 г., протокол № 12.