

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра физической и прикладной химии



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

/ Н.В. Дубив /

«29» сентября 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Направленность:

**Аналитическая химия**

Форма обучения: очная


Курган 2020



Рабочая программа дисциплины «Коллоидная химия» составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета Фундаментальная и прикладная химия (Аналитическая химия), утвержденным для очной формы обучения «28» августа 2020 года.


Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Физическая и прикладная химия» «28» сентября 2020 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил  
доцент кафедры  
«Физическая и прикладная химия»


 А.И. Рыкова

Согласовано:


Зав. кафедрой  
«Физическая и прикладная химия»

 Л.В. Мостальгина

Специалист по учебно-методической работе  
учебно-методического отдела

 Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
образовательной деятельности

 С.Н. Синицын



## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единицы трудоемкости (108 академических часов)

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		8
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>84</b>	<b>84</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	24	24
Лабораторные работы	60	60
Практические занятия	-	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к экзамену	18	18
Курсовая работа	-	-
Другие виды самостоятельной работы	6	6
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>



## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Коллоидная химия» относится к обязательной части дисциплин блока 1. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин: «Физика», «Общая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия».

Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения последующих дисциплин: «Высокомолекулярные соединения», «Методы и средства аналитического контроля», «Хроматографические методы анализа», «Анализ реальных объектов», выполнения курсовых и дипломных работ.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний о дисперсном состоянии вещества, особых свойствах поверхностных слоев и поверхностных явлениях в дисперсных системах.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение фундаментальных понятий, теоретических и экспериментальных основ коллоидной химии,
- овладение методами и приемами решения конкретных задач из различных разделов коллоидной химии,
- формирование навыков проведения химического эксперимента, умения выделять конкретное физико-коллоидное содержание в прикладных задачах учебной и профессиональной деятельности.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности (ОПК-1);
- способность проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности (ОПК-2);
- способность планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач (ОПК-4);
- способность представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе (ОПК-6).



В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать**

- теоретические основы разделов коллоидной химии: поверхностных явлений, образования и устойчивости дисперсных систем, механизмов и закономерностей процессов, протекающих в этих системах;
- роль коллоидной химии в естествознании, ее связь с другими естественными науками, значение в жизни современного общества(ОПК-2);
- классификацию и свойства дисперсных систем, коллоидно-химические основы охраны окружающей среды (ОПК-6);

**уметь**

- планировать и осуществлять химическое исследование (ОПК-1);
- использовать компьютерные технологии для обработки и передачи информации и ее представления в различных формах (ОПК-2);
- осуществлять самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (справочных, научных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета) (ОПК-6);

**владеть**

представлениями о методах радикального изменения свойств границы раздела фаз для направленного регулирования процессов образования и разрушения дисперсных систем, кинетических, реологических и электрических свойств дисперсных систем (ОПК-4).

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Классификация и получение дисперсных систем	2	4
	2	Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхности раздела	4	12
	3	Адсорбционные слои и их влияние на свойства дисперсных систем	4	12
Рубеж 2	4	Свойства дисперсных систем	8	16
	5	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	4	8
	6	Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды	2	8
<b>Всего:</b>			<b>24</b>	<b>60</b>



## 4.2. Содержание лекционных занятий

### Тема 1. Классификация и получение дисперсных систем

Предмет, задачи и содержание курса коллоидной химии. Основные этапы развития коллоидной химии. Отличительные признаки дисперсных систем. Классификация дисперсных систем. Дисперсные системы в промышленности и сельском хозяйстве. Получение дисперсных систем. Основные условия получения. Методы диспергирования. Самопроизвольное диспергирование. Конденсационные методы. Пептизация. Очистка дисперсных систем.

### Тема 2. Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхности раздела фаз

Поверхность раздела фаз. Удельная свободная поверхностная энергия как характеристика силового поля. Свободная поверхностная энергия поверхности раздела фаз; взаимосвязь свободной поверхностной энергии и молекулярных взаимодействий в конденсированной фазе. Основы термодинамики поверхностных явлений. Критическая точка по Менделееву. Межфазное натяжение насыщенных растворов, правило Антонова. Свободная поверхностная энергия твердых тел. Капиллярные явления и смачивание. Термодинамические условия смачивания и растекания. Количественные характеристики смачивания: краевой угол, работа адгезии, теплота смачивания. Смачивание реальных твердых поверхностей.

### Тема 3. Адсорбционные слои и их влияние на свойства дисперсных систем

Адсорбция как самопроизвольное сгущение компонента на границе раздела фаз. ПАВ и поверхностно-инактивные вещества. Классификация ПАВ. Представление о гидрофильно-олеофильном балансе. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ, уравнение Шишковского. Изотерма мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Двумерное состояние вещества в поверхностном слое. Строение адсорбционных слоев поверхностно-активных веществ (ПАВ). Весы Ленгмюра. Определение молекулярных констант органических ПАВ. Коллоидные поверхностно-активные вещества. Мыла и ВМС, способные образовывать лиофильные коллоидные системы. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы ее определения. Основы термодинамики мицеллообразования, роль гидрофобных взаимодействий. Физико-химия моющего действия.

### Тема 4. Свойства дисперсных систем

Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение. Диффузия и осмос в коллоидных растворах. Седиментация, методы седиментационного анализа. Оптические свойства коллоидных растворов. Рассеивание и поглощение света дисперсными системами. Поляризация света, диаграммы Ми. Закон Рэлея. Электрические свойства дисперсных систем. Образование и строение двойного электрического слоя. Теории строения ДЭС. Электроповерхностные явления в дисперсных системах: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал оседания. Структурно-механические свойства дисперсных систем. Основы физико-химической механики. Способы описания механических свойств дисперсных систем. Типы дисперсных структур. Реологические свойства дисперсных систем, уравнение Шведова. Тиксотропные свойства коагуляционных структур. Процессы деформации и разрушения твердых тел.

### Тема 5. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем

Виды устойчивости дисперсных систем. Кинетика коагуляции лиофобных дисперсных систем. Агрегативная и седиментационная устойчивость. Расклинивающее давление по Дерягину. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных



систем. Коагуляция зелей электролитами, правило Шульце-Гарди. Кинетика быстрой и медленной коагуляции. Основы теории ДЛФО. Причины коагуляции. Основы теории Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы, их свойства и применение; устойчивость дисперсных систем. Коагуляция зелей и суспензий в технологических процессах и природе; использование в процессах водоочистки. Коллоидно-химические основы охраны природы.

#### Тема 6. Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды

Способы очистки гидросферы от коллоидных загрязнений, ПАВ и токсичных растворенных веществ. Очистка гидросферы (коагуляция, флокуляция, фильтрование и ультрафильтрация, центрифугирование). Очистка воды от ПАВ (пенная сепарация, адсорбция, ионный обмен, введение зародышей кристаллизации, солубилизация). Способы очистки атмосферы (фильтрация, введение зародышей новой фазы, ионизация, отстаивание).

### 4.3. Лабораторные занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час
1	Классификация и получение дисперсных систем	Получение дисперсных систем (лб)	4
2	Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхности раздела	Адсорбция на границе «раствор – воздух» (лб)	4
		Адсорбция на подвижных границах раздела фаз (решение задач)	4
		Явления капиллярности и смачивания (решение задач)	4
3	Адсорбционные слои и их влияние на свойства дисперсных	Адсорбция на границе «раствор – твердое тело» (лб)	4
		Определение критической концентрации мицеллообразования (лб)	4
		Теории адсорбции и их практическое приложение (решение задач)	2
		Рубежный контроль №1	2
4	Свойства дисперсных систем	Хроматография (лб)	2
		Седиментационный анализ суспензии (лб)	4
		Определение вязкости слабоструктурированных жидкостей (лб)	4
		Свойства дисперсных систем (решение задач)	2
		Свойства высокомолекулярных веществ (лб)	4
5	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	Коагуляция дисперсных систем (лб)	4
		Устойчивость и коагуляция дисперсных систем (решение задач)	4
6	Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды	Выбор наиболее эффективного коагулянта (из предложенных трёх: хлорида железа (III), сульфата алюминия, гидроксохлорида алюминия ГХА) и выбор оптимальной дозы	4



		коагулянта для очистки природной (река Тобол) воды (лб)	
		Охрана окружающей среды, разрушение техногенных гидрозолей и аэрозолей (защита докладов и презентаций)	2
		Рубежный контроль №2	2
<b>Всего:</b>			<b>60</b>

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий развивающего обучения, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ, защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ.

Ряд занятий предусматривают решение расчётных задач. Приветствуется работа в команде, совместная деятельность, направленная на решение общей поставленной задачи, междисциплинарное обучение, подразумевающее использование знаний из разных областей, группируемых и концентрируемых в контексте конкретно решаемой задачи.

Студентам предлагается подготовка докладов и презентаций по отдельным темам курса.

Для текущего контроля успеваемости преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным работам, подготовку к рубежным контролям, подготовку к экзамену.



## Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
Подготовка к лабораторным занятиям (по 0,4 часа на каждое занятие)	4
Подготовка к рубежным контролям (по 1 часу на каждый рубеж)	2
Подготовка к экзамену	18
<b>Всего:</b>	<b>84</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ.
2. Отчеты студентов по лабораторным работам.
3. Банк заданий к рубежным контролям № 1, № 2.
4. Примерные темы докладов.
5. Вопросы к экзамену.

### 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание							
		Распределение баллов							
		Вид УР	Посещение ЛК и ЛБ	Выполнение и защита ЛБ	Решение задач	Подготовка докладов, презентаций	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Балльная оценка	0,5	3	3	3	4	4	30
		Примечания	ЛК0,5* 12 ЛБ0,5* 16 Всего: 14	3*10 Всего: 30	3*5 Всего: 15	3*1 Всего: 3	На 8 лабораторном	На 16 лабораторном	
2	Критерии перерасчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно (не зачтено); 61....73 – удовлетворительно 74....90 – хорошо 91....100 – отлично							



3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к экзамену студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить лабораторные работы.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «удовлетворительно» «автоматически» студенту необходимо набрать за семестр 68 баллов. Студенту, набравшему минимум 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».</p>
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конспектирование материала пропущенных лекций (1-2 балла);</li> <li>- выполнение и защита пропущенных лабораторных работ (2-3 балла) (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 8 баллов;</li> <li>- рубеж 1 (3 балла), рубеж 2 (3 балла);</li> <li>- подготовка доклада и презентации – 3 балла.</li> </ul> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии. Первый рубежный контроль проводится в форме устного коллоквиума или письменного тестирования. Для подготовки к ответу на два вопроса студенту предоставляется не менее 40 минут. На выполнение теста (15 вопросов) отводится не менее 2 академических часов. Второй рубежный контроль подразумевает решение 8 расчётно-графических задач в течение 2 академических часов. Преподаватель оценивает в баллах результаты работы каждого студента и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

На экзамене студент в личной беседе с преподавателем отвечает на два вопроса из предложенного перечня и решает расчетную или расчётно-графическую задачу. При ответе на каждый вопрос студент получает до 10 баллов, в сумме до 30 баллов. Время, отводимое студенту на подготовку к ответу, составляет 1 астрономический час.



Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

#### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

##### Пример тестового задания для рубежного контроля 1

1. Если размер частиц одной из фаз в гетерогенной системе лежит в интервале  $10^{-6} - 10^{-9}$  м, то данная система является:  
а) тонкодисперсной; б) грубодисперсной;  
в) среднедисперсной; г) коллоидной.
2. Удельная поверхность твердого тела **не зависит** от:  
а) массы вещества; б) формы частиц;  
в) размера частиц; г) природы вещества.
3. Коллоидный раствор мыла в воде образуется в результате:  
а) самопроизвольного диспергирования; б) физической конденсации;  
в) пептизации; г) химической конденсации.
4. Суспензия является дисперсной системой типа:  
а) т/ж; б) ж/ж; в) т/г; г) ж/г.
5. Коллоидные растворы отличаются от истинных:  
а) меньшими размерами частиц; в) большими размерами частиц;  
б) природой частиц; г) различной формой частиц.
6. Вязкость системы с коагуляционной структурой с увеличением напряжения сдвига:  
а) остается постоянной;  
б) сначала увеличивается, затем остается постоянной;  
в) сначала уменьшается, затем остается постоянной;  
г) сначала не изменяется, затем уменьшается.
7. Коэффициент диффузии частиц в дисперсных системах зависит:  
а) от размеров частиц; б) внешних сотрясений;  
в) природы частиц; г) концентрации фазы.
8. В коллоидном растворе, полученном при взаимодействии избытка сульфата калия с раствором хлорида бария, потенциалопределяющими ионами являются:  
а) ионы калия; б) ионы бария; в) хлорид-ионы; г) сульфат-ионы.
9. Из перечисленных веществ максимальной поверхностной активностью обладает:  
а)  $C_2H_5OH$  б)  $C_6H_{13}OH$  в)  $C_6H_{13}COOH$  г)  $C_{17}H_{35}COONa$
10. В водном растворе вещество, поверхностное натяжение которого больше, чем у воды, преимущественно находится:  
а) на дне сосуда; б) у стенок сосуда;  
в) во всем объеме раствора; г) на поверхности раствора.
11. Максимальная адгезия и теплота смачивания наблюдается при контакте:



- а) гидрофильной поверхности с полярной жидкостью;
- б) олеофильной поверхности с неполярной жидкостью;
- в) гидрофильной поверхности с неполярной жидкостью;
- г) олеофильной поверхности с полярной жидкостью.

12. Золь  $\text{AgBr}$  получен реакцией двойного обмена: 16мл 0,005М раствора  $\text{AgNO}_3$  и 40мл 0,0025М раствора  $\text{KBr}$ . Какой из электролитов будет обладать максимальной коагулирующей способностью по отношению к полученному золю:

- а)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$
- б)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- в)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- г)  $\text{CaCl}_2$ .

13. В коллоидном растворе, полученном при взаимодействии иодида калия с избытком нитрата серебра потенциалопределяющим ионом является:

- а)  $\text{K}^+$ ;
- б)  $\text{NO}_3^-$ ;
- в)  $\text{I}^-$ ;
- г)  $\text{Ag}^+$ .

14. Активная поверхность 1 г силикагеля составляет  $465 \text{ м}^2$ .  $1 \text{ см}^2$  поверхности адсорбента при адсорбции на 10 г силикагеля 5 мг брома поглощает молекул брома:

- а)  $6 \cdot 10^{13}$ ;
- б)  $4 \cdot 10^{11}$ ;
- в)  $7 \cdot 10^{18}$ ;
- г)  $9 \cdot 10^{15}$ .

15. Определите вязкость водной суспензии при 293 К, если концентрация частиц дисперсной системы составляет 5% от объема дисперсной системы (считать, что частицы имеют сферическую форму, а вязкость воды равна  $1,005 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ ):

- а)  $2,18 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$
- б)  $3,62 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$
- в)  $1,13 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$
- г)  $1,83 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ .

### Вопросы к коллоквиуму для рубежного контроля 1

1. Теория броуновского движения Эйнштейна – Смолуховского. Экспериментальная проверка теории.
2. Диффузия в коллоидных системах. Уравнение Эйнштейна.
3. Осмотические явления в коллоидных системах, их особенности. Роль осмоса в биологических процессах.
4. Седиментация в дисперсных системах. Уравнение Одена.
5. Седиментационно-диффузионное равновесие. Уравнение Перрена–Больцмана. Время установления равновесия.
6. Седиментационный анализ суспензий и эмульсий. Применение центрифуги и ультрацентрифуги.
7. Рассеяние и поляризация света в коллоидных системах. Закон Рэлея и условия его применимости.
8. Поглощение света золями. Применение закона Ламберта–Бэра к мутным средам. Окраска коллоидных систем. Окрашенные коллоиды в природе и технике.
9. Оптические методы исследования дисперсных систем.
10. Теории строения двойного электрического слоя на границе раздела фаз.
11. Влияние различных факторов на дзета-потенциал (температура, концентрация, электролиты). Перезарядка поверхности. Изоэлектрическое состояние.
12. Электрокинетические явления. Уравнение Гельмгольца–Смолуховского. Особенности электрических свойств поверхности в тонкопористых системах.
13. Практическое приложение электрокинетических явлений.
14. Виды устойчивости дисперсных систем (термодинамическая, агрегативная, седиментационная).
15. Расклинивающее давление по Дерягину. Молекулярная и электростатическая составляющие расклинивающего давления.
16. Термодинамические и кинетические факторы устойчивости дисперсных систем.
17. Теория устойчивости ДЛФО. Потенциальные кривые.
18. Кинетика быстрой и медленной коагуляции.
19. Правило Шульце–Гарди. Зоны устойчивости при перезарядке коллоидных частиц. Гетерокоагуляция (взаимная коагуляция, адагуляция). Коагуляция смесью электролитов. Флокуляция зольей полиэлектролитами.



20. Устойчивость и коагуляция золей и суспензий в технологических процессах, в природе, использование в процессах водоочистки.

### Пример задания для рубежного контроля 2

- Опишите все возможные способы получения золя гидроксида алюминия. Для химических способов получения составьте уравнения реакций. Какой знак заряда могут иметь частицы золя  $Al(OH)_3$ ? Составьте формулы мицелл.
- По изотерме адсорбции азота определите удельную поверхность адсорбента ( $T=77\text{ K}$ ,  $\omega_0(N_2) = 16,2 \text{ \AA}^2$ ):

$p/p_s$	0,04	0,09	0,16	0,20	0,30
$a$ , моль/г	2,20	2,62	2,94	3,11	3,58.
- На какую высоту поднимается вода между двумя вертикальными стеклянными пластинками, частично в нее погруженными, если расстояние между ними 0,1 мм, а поверхностное натяжение воды 0,073 н/м?
- Рассчитайте время оседания в воде частиц песка ( $\rho = 2,65 \text{ г/см}^3$ ) с радиусом  $10^{-7}$  м с высоты 10 см. Вязкость дисперсионной среды  $10^{-3}$  Па·с.
- Вычислите скорость электрофореза частиц глины, если электрокинетический потенциал частиц 48,8 мВ; разность потенциалов между электродами 220 В; расстояние между ними 44 см; вязкость среды 0,001 Па·с; диэлектрическая проницаемость среды 81.
- К 100 г 0,03%-ного раствора хлорида натрия добавили 250 мл 0,001 М раствора нитрата серебра. Составьте формулу мицеллы полученного золя и расположите следующие электролиты в порядке увеличения их коагулирующей способности по отношению к данному золю:  $KBr$ ,  $Ba(NO_3)_2$ ,  $K_2CrO_4$ ,  $MgSO_4$ ,  $AlCl_3$ .
- Вычислите расстояние, при сближении на которое частицы объединяются в агрегат, если коэффициент диффузии частиц гидрозоль золота  $4,15 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{с}$  и быстрая коагуляция характеризуется следующими данными:

время, с	0	30	60	120
$v \cdot 10^{11}$ , л <sup>-1</sup>	20,2	14,7	10,8	8,25.
- В три колбы налили по 50 мл золя гидроксида железа (III). Чтобы вызвать коагуляцию золя, потребовалось добавить в первую колбу 5,3 мл 1 М раствора  $KCl$ , во вторую – 31,5 мл 0,01 М раствора  $Na_2SO_4$ , в третью – 18,7 мл 0,001 М раствора  $Na_3PO_4$ . Вычислите пороги коагуляции электролитов, определите знак заряда частиц и соотношение коагулирующих способностей ионов.

### Список вопросов к экзамену

- Определение, основные задачи и направления развития коллоидной химии. Значение поверхностных явлений в дисперсных системах. Краткий исторический обзор развития коллоидной химии. Значение коллоидной химии для биологии, геологии, медицины и других областей науки, техники и сельского хозяйства.
- Классификации дисперсных систем. Сходство и различие между дисперсными системами и растворами ВМС.
- Граница раздела фаз, ее силовое поле. Основы термодинамики поверхностных явлений. Термодинамические функции поверхностного слоя.
- Критическая точка по Менделееву. Межфазное натяжение, правило Антонова. Свободная поверхностная энергия твердых тел, специфика проявления. Определение поверхностного натяжения на подвижных границах раздела фаз. Экспериментальное и теоретическое определение поверхностной энергии твердых тел.
- Явление смачивания. Термодинамические условия смачивания и растекания. Количественные характеристики смачивания: краевой угол, работа адгезии, теплота смачивания. Избирательное смачивание, лиофильные и лиофобные поверхности.
- Смачивание реальных твердых поверхностей. Гистерезис смачивания (влияние химических неоднородностей, микрорельефа). Роль капиллярных явлений и смачивания в промышленности и агротехнике.
- Капиллярное давление. Закон Лапласа. Зависимость давления насыщенного пара и растворимости от кривизны поверхности раздела сосуществующих фаз. Закон Томсона-Кельвина. Самопроизвольные процессы изотермической перегонки и капиллярной конденсации.



8. Адсорбция как самопроизвольное сгущение на границе раздела компонентов, понижающих поверхностное натяжение. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностная активность. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества на разных межфазных границах. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Классификация ПАВ по молекулярному строению и механизму действия. Представления о гидрофильно-олеофильном балансе молекул ПАВ.
9. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ, уравнение Шишковского. Связь уравнений Ленгмюра и Шишковского. Адсорбционная активность. Работа адсорбции. Теоретическое обоснование правила Дюкло-Траубе.
10. Двумерное состояние вещества в адсорбционном слое. Слои малорастворимых ПАВ на поверхности воды. Весы Ленгмюра. Двумерное давление. Уравнение двумерного состояния вещества. Строение адсорбционных слоев; определение молекулярных констант органических ПАВ.
11. Особенности адсорбции молекул и ионов из растворов на твердой поверхности. Понятие об адсорбционной хроматографии. Ионный обмен. Роль обменной адсорбции в почвоведении, при химических способах водоочистки.
12. Лиофобизация и лиофилизация поверхностей. Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смачивание, растекание, адгезию, в том числе в природе, технике, при обогащении полезных ископаемых (физико-химическая сущность флотации), в процессах граничного трения и смазочного действия.
13. Основные методы и условия получения дисперсных систем. Диспергационные методы получения лиофобных золь. Процессы диспергирования в природе, современной технике и химической технологии.
14. Образование дисперсных систем в процессах выделения новой фазы. Основы термодинамической и кинетической теории образования новой (дисперсной) фазы по Гиббсу-Фольмеру. Виды конденсации.
15. Пептизация, правило осадка Оствальда-Бузага. Лиофильные коллоидные системы – термодинамически стабильные ультрамикрорегетерогенные дисперсные системы. Критерий Ребиндера самопроизвольного диспергирования объемных фаз. Очистка дисперсных систем: диализ, электродиализ, ультрафильтрация.
16. Мыла. Критическая концентрация мицеллообразования, методы ее определения. Основы термодинамики мицеллообразования. Солюбилизация в биологических системах и технологических процессах. Физико-химия моющего действия. Мицеллообразование и солюбилизация в обратных системах. Дисперсные системы вблизи критической точки.
17. Пены. Строение и устойчивость, методы получения. Пленки как элемент пен, устойчивость "черных" пленок. Коалесценция в пенах. Отверждение пен. Применение пен, пеногашение.
18. Эмульсии. Строение и устойчивость, методы получения. Классификация эмульсий, определение типа эмульсии. Коалесценция в эмульсиях. Обращение фаз в эмульсиях. Применение эмульсий.
19. Латексы, их устойчивость и коагуляция. Значение в народном хозяйстве и технике.
20. Аэрозоли. Особенности строения и свойств. Устойчивость и разрушение аэрозолей в природе. Методы разрушения и улавливания аэрозолей в технике. Борьба с загрязнением атмосферы.
21. Понятие о физико-химической механике и ее основные задачи. Способы описания механических свойств дисперсных систем. Основы реологии.
22. Реологические модели: упругость, вязкость, пластичность. Понятие о релаксации напряжений и упругом последствии. Вязкопластическое поведение, уравнение Бингама.
23. Структурообразование в дисперсных системах, типы структур. Природа контактов между элементами структуры; прочность дисперсной структуры. Образование конденсационных структур при выделении и срастании частиц новой фазы; твердение минеральных вяжущих. Разрушение твердообразных структур, эффект Ребиндера.
24. Реологические свойства дисперсных систем. Уравнение Эйнштейна. Причины аномалии вязкости дисперсных систем.
25. Полная реологическая кривая дисперсной системы с коагуляционной структурой. Ползучесть, уравнение Шведова, предел текучести. Тиксотропные свойства коагуляционных структур. Роль тиксотропии в природе и технологических процессах.
26. Строение двойного электрического слоя на границе раздела фаз.



27. Влияние различных факторов на дзета-потенциал (температура, концентрация, электролиты). Перезарядка поверхности. Изоэлектрическое состояние.
28. Электрокинетические явления. Уравнение Гельмгольца - Смолуховского. Особенности электрокинетических свойств поверхности в тонкопористых системах.
29. Практическое приложение электрокинетических явлений.
30. Седиментационно-диффузионное равновесие Перрена - Больцмана, время установления равновесия. Значение седиментации.
31. Теория броуновского движения Эйнштейна-Смолуховского. Экспериментальная проверка теории.
32. Осмотические явления в коллоидных системах, их роль в биологических процессах.
33. Седиментационный анализ суспензий и эмульсий. Применение центрифуги и ультрацентрифуги.
34. Диффузия в коллоидных системах. Уравнение Эйнштейна.
35. Седиментация в дисперсных системах. Уравнение Одена.
36. Виды устойчивости дисперсных систем (термодинамическая, агрегативная, седиментационная).
37. Рассеяние и поляризация света в коллоидных системах. Закон Рэлея и условия его применимости.
38. Поглощение света в дисперсных системах. Применение закона Ламберта-Бера к мутным средам. Окраска коллоидных систем. Окрашенные коллоиды в природе и технике.
39. Оптические методы исследования коллоидных систем.
40. Термодинамические и кинетические факторы устойчивости дисперсных систем.
41. Расклинивающее давление по Дерягину. Составляющие расклинивающего давления. Теория устойчивости дисперсных систем ДЛФО. Потенциальные кривые.
42. Кинетика быстрой и медленной коагуляции.
43. Правило Шульце-Гарди. Зоны устойчивости при перезарядке коллоидных частиц. Взаимная коагуляция. Гетерокоагуляция. Коагуляция смесью электролитов. Флокуляция зелей полиэлектролитами.
44. Устойчивость и коагуляция зелей и суспензий в технологических процессах, в природе, использование в процессах водоочистки.

## 6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1. Основная учебная литература

1. Назаров В.В. Коллоидная химия. – М.: ДеЛи плюс, 2015. – 250 с.
2. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 2004. – 445 с.
3. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 2004. – 400 с.
4. Назаров В.В. Практикум и задачник по коллоидной химии. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 374 с.
5. Коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.С. Романенко, Н.Н. Францева, Ю.А. Безгина, Е.В. Волосова. – Ставрополь:



## 7.2. Дополнительная учебная литература:

6. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии: Учебник для вузов. – 3-е изд., исп. – СПб: Химия, 1995. – 400 с.
7. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1975. – 512 с.
8. Фенелонов В.Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 442 с.
9. Методические указания к решению задач по курсу «Физическая и коллоидная химия» [Электронный ресурс] / Ф.З. Бадаев, Е.Е. Гончаренко, М.Б. Степанов и др. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5703828686.html>
10. Практикум по коллоидной химии: Учебно-методическое пособие / Кириченко О.А. – М.: МПГУ, 2012. – 110 с.: ISBN 978-5-7042-2339-9

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Коллоидная химия. Методические указания к выполнению лабораторных работ по коллоидной химии для студентов специальностей 020201.65 – Фундаментальная и прикладная химия. – Курган: Изд-во КГУ, 2017. – 37 с.
2. Коллоидная химия. Методические указания для подготовки к семинарским занятиям по коллоидной химии для студентов специальностей 020201.65 – Фундаментальная и прикладная химия. – Курган: Изд-во КГУ, 2017. – 42 с.

## 9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- <http://elibrary.ru/defaultx.asp> – Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU.
- <http://window.edu.ru/unilib> – ЕДИНОЕ ОКНО доступа к электронным библиотекам вузов России.
- <http://biblioclub.ru> – Университетская библиотека ONLINE.
- <http://znanium.com> – Электронно-библиотечная система «znanium.com»
- <http://virtuallib.intuit.ru> – Виртуальная библиотека «ИНТУИТ».



## **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: WindowsXP, FoxitReaderPro версия 1.3.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины «Коллоидная химия» используются учебные аудитории для проведения занятий (лекции, лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий и промежуточный контроль), укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Лабораторный практикум проводится в специализированной лаборатории кафедры «Физическая и прикладная химия», оснащённой необходимым оборудованием и реактивами.



Аннотация к рабочей программе дисциплины

**«Коллоидная химия»**

Образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Направленность:

**Аналитическая химия**

Трудоемкость дисциплины 3 ЗЕ (108 академических часов)

Семестр: 8 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание дисциплины

Классификация, получение и свойства дисперсных систем. Особые свойства поверхности раздела фаз, свободная поверхностная энергия поверхности раздела фаз, взаимосвязь свободной поверхностной энергии и молекулярных взаимодействий в конденсированной фазе. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем, лиофильные и лиофобные дисперсные системы, их свойства и применение. Капиллярные явления. Строение адсорбционных слоев поверхностно-активных веществ (ПАВ). Электроповерхностные явления в дисперсных системах. Основы физико-химической механики. Отдельные представители дисперсных систем. Коллоидно-химические основы охраны природы.