18.03.01.01.Б1.О-2021-РП

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»
Институт химических и нефтегазовых технологий

ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ
Подразделение: институт химических и нефтегазовых технологий
Должность: директор института
Дата: 16.05.2022 07:17:44

Черкасова Татьяна Григорьевна

Рабочая программа дисциплины

Коллоидная химия

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) 01 Химическая технология неорганических веществ

Присваиваемая квалификация
"Бакалавр"

Формы обучения
очная,заочная

Кемерово 2022 г.

1632427751

Рабочую программу составил:

ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ
Подразделение: кафедра углехимии, пластмасс и инженерной защиты окружающей среды
Должность: доцент (к.н.)
Дата: 14.06.2022 09:55:35

Цалко Елена Викторовна

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры углехимии, пластмасс и инженерной защиты окружающей среды

Протокол № 3/1 от 14.03.2022

ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ
Подразделение: кафедра углехимии, пластмасс и инженерной защиты окружающей среды
Должность: доцент (к.н.)
Дата: 14.06.2022 10:54:18

Третьяков Владимир Никифорович

Согласовано учебно-методической комиссией по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология

Протокол № 4/1 от 04.04.2022

ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ
Подразделение: кафедра технологии органических веществ и нефтехимии
Должность: заведующий кафедрой (к.н)
Дата: 04.04.2022 22:06:18

Пучков Сергей Вениаминович

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине "Коллоидная химия", соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины направлено на формирование:

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-1 - Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов

Результаты обучения по дисциплине определяются индикаторами достижения компетенций

Индикатор(ы) достижения:

Использует знание химии простых веществ и соединений для получения дисперсных систем, изучения свойств материалов и механизмов химических реакций, протекающих в технологических процессах и окружающем мире

Результаты обучения по дисциплине:

Знать способы получения дисперсных систем, способы стабилизацмм дисперсных систем

Уметь объяснять явления седиментации, коагуляции, описывать процессы, протекающие при формировании двойного электрического слоя

Владеть методами изучения свойств материалов и механизмов химических процессов, протекающих в окружающем мире

2 Место дисциплины "Коллоидная химия" в структуре ОПОП бакалавриата

Для освоения дисциплины необходимы знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности, полученные в рамках изучения следующих дисциплин: Общая и неорганическая химия, Органическая химия, Физика, Физическая химия.

По содержанию дисциплина «Коллоидная химия» является физической химией гетерогенных дисперсных систем и поверхностных явлений. К поверхностным явлениям относятся процессы, происходящие на границе раздела фаз, в межфазном поверхностном слое и возникающие в результате взаимодействия сопряженных фаз. Практически нет такой технологии, тем более химической, где бы не играли решающей роли поверхностные явления и дисперсные системы. Адсорбция и адгезия, смачивание и растекание, коагуляция, структурообразование – все эти поверхностные явления сопровождают многие технологические процессы. Как правило, все гетерогенные процессы химической технологии для увеличения их скоростей ведутся в условиях максимальной поверхности контакта фаз, а это значит, что системы в аппаратах находятся в виде суспензий, паст, пульп, эмульсий, пен, порошков – гетерогенных дисперсных систем, свойства которых изучает данная дисциплина. Наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах является теоретической основой технологических процессов, а также получения новых материалов: керамики, цементов, сорбентов, катализаторов, пеноматериалов, наполненных материалов.

1 Общая и неорганическая химия

- Строение атомов. Периодическая система элементов и периодический закон.
- Природа химической связи (ХС). Основные свойства ХС и ее виды.

2 Органическая химия

- Классификация органических соединений, их строение и название.

3 Физическая химия

- Основы термодинамики.
- Первое, второе и третье начало термодинамики.
- Направление химической реакции.
- Химическое равновесие в гетерогенных системах.
- Твердые растворы

4 Физика

- Физические свойства веществ (механические, электрические, оптические и др.)

Дисциплина входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП. Цель дисциплины - получение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, необходимых для формирования компетенций, указанных в пункте 1.

3 Объем дисциплины "Коллоидная химия" в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины "Коллоидная химия" составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Форма обучения	**Количество часов**		
	ОФ	**ЗФ**	**ОЗФ**
Курс 3/Семестр 5			
Всего часов	108		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):			
Аудиторная работа			
Лекции	16		
Лабораторные занятия	32		
Практические занятия			
Внеаудиторная работа			
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Консультация и иные виды учебной деятельности			
Самостоятельная работа	24		
Форма промежуточной аттестации	экзамен /36		
Курс 3/Семестр 6			
Всего часов		108	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):			
Аудиторная работа			
Лекции		4	
Лабораторные занятия		6	
Практические занятия			
Внеаудиторная работа			
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Консультация и иные виды учебной деятельности			
Самостоятельная работа		89	
Форма промежуточной аттестации		экзамен /9	

4 Содержание дисциплины "Коллоидная химия", структурированное по разделам (темам)

4.1. Лекционные занятия

Раздел дисциплины, темы лекций и их содержание	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Раздел 1. Дисперсные системы и адсорбционные процессы	**10**	**4**	
1.1. Дисперсные (коллоидные) системы. Основные понятия и определения. Задачи коллоидной химии. Поверхностные явления. Классификация дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные коллоидные системы. Получение и очистка коллоидных систем	2	1	

1.2. Термодинамика поверхностных явлений. Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Методы определения и факторы, влияющие на него. Термодинамические параметры поверхностного слоя. Внутренняя (полная) удельная поверхностная энергия. Зависимость энергетических параметров поверхности от температуры. Механизм самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии и формирование поверхностного слоя	2	1	
1.3. Межмолекулярные и межфазные взаимодействия. Когезия и работа когези. Адгезия и работа адгезии. Механизм процессов адгезии. Уравнение Дюпре. Смачивание. Смачивание и краевой угол смачивания. Связь работы адгезии с краевым углом смачивания. Уравнение Юнга. Флотация	2	1	
1.4. Адсорбция как поверхностное явление. Основные закономерности адсорбции. Количественная характеристика адсорбции. Физическая и химическая адсорбция. Адсорбция на границе жидкость–газ, ее особенности. Поверхностно-активные вещества. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Уравнение Шишковского. Строение и свойства адсорбционных слоев. Адсорбция газов на твердых поверхностях. Особенности адсорбции на твердых адсорбентах. Природа адсорбционных сил: энергия молекулярного ионного и ион-дипольного взаимодействия. Уравнение Леннарда Джонса. Закон Генри. Теория мономолекулярной адсорбции. Вывод и анализ уравнения Ленгмюра. Связь уравнений Гиббса, Ленгмюра и Шишковского. Физический смысл констант уравнения Шишковского. Уравнение Фрейндлиха	2	1	
1.4. Теория полимолекулярной адсорбции (БЭТ). Вывод и анализ уравнения изотермы полимолекулярной адсорбции. Определение удельной поверхности адсорбента. Энергетические параметры адсорбции на однородной поверхности. Теплота адсорбции. Кинетика мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Адсорбция на пористых адсорбентах. Пористые тела. Количественная характеристика пористых тел. Потенциальная теория Поляни. Капиллярные явления. Теория капиллярной конденсации. Теория объемного заполнения микропор. Влияние структуры пористого тела на адсорбцию. Практическое использование адсорбции газов и паров. Адсорбция на границе твердое тело – жидкость. Молекулярная адсорбция из растворов, ее особенности. Влияние природы адсорбента, растворителя и растворенного вещества, концентрации раствора на адсорбцию, ее особенности. Ионообменная адсорбция. Классификация ионитов и методы их получения. Основные физико-химические характеристики ионитов. Уравнение константы ионного обмена	2		
Раздел 2. Электрические и оптические свойства дисперсных систем	**6**		

1632427751

2.1. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации. Причины их возникновения. Механизм образования двойного электрического слоя (ДЭС). Классические теории строения ДЭС: Гельмгольца-Перрена, Гуи-Чепмена, Штерна. Электрокинетический потенциал и методы его определения. Факторы, влияющие на величину электрокинетического потенциала. Явление перезарядки коллоидных частиц. Строение мицеллы. 2.2. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение, его тепловая природа. Средний сдвиг как характеристика интенсивности броуновского движения. Диффузия, закон Фика. Уравнение Эйнштейна для коэффициента диффузии. Диффузия в гетерогенных процессах. Связь между средним сдвигом и коэффициентом диффузии (уравнение Эйнштейна-Смолуховского). Диффузионно-седиментационное равновесие. Уравнение Лапласа. Седиментационная устойчивость. Седиментационный анализ. Осмотическое давление. Особенности осмотического давления в коллоидных растворах по сравнению с истинными растворами	2		
2.3. Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние и поглощение света в коллоидных системах. Уравнение Рэлея для светорассеяния и его анализ. Влияние дисперсности на рассеяние света. Опалесценция. Уравнение Ламберта-Бугера-Бэра. Оптическая плотность. 2.4. Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Понятие агрегативной устойчивости. Основы теории устойчивости и коагуляции ДЛФО (Дерягина, Ландау, Фервея, Овербека). Факторы агрегативной устойчивости дисперсных систем. Коагуляция коллоидных систем электролитами. Порог коагуляции. Правила электролитной коагуляции (правило Шульца-Гарди). Концентрационная и нейтрализационная коагуляция. Кинетика коагуляции. Быстрая и медленная коагуляция. Вывод уравнения скорости быстрой коагуляции. Медленная коагуляция, фактор замедления	2		
2.5. Растворы коллоидных поверхностно-активных веществ. Классификация ПАВ. Образование и свойства растворов коллоидных ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Механизм мицеллообразования. Строение мицеллы. ПАВ. Солюбилизация. Факторы, влияющие на ККМ. Методы определения ККМ. Применение ПАВ 2.6. Образование и свойства растворов высокомолекулярных соединений (ВМС). Общая характеристика высокомолекулярных соединений. Растворы полимеров как коллоидные системы. Набухание и растворение ВМС. Свойства растворов ВМС	2		

4.2. Лабораторные занятия

Наименование работы	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
	32	**6**	
Лабораторная работа № 1. Тема: Техника безопасности в химической лаборатории. Адсорбция на поверхности раздела жидкость-газ	4		
Лабораторная работа № 2. Тема: Адсорбция органической кислоты из водного раствора на угле	4	3	
Лабораторная работа № 3. Тема: Смачивание. Определение краевого угла смачивания и работы адгезии	4	3	

1632427751

Лабораторная работа № 4. Тема: Седиментационный анализ суспензий	4		
Лабораторная работа № 5. Тема: Коагуляция золей электролитами	4		
Лабораторная работа № 6. Тема: Электрокинетические явления. Определение электрокинетического потенциала	4		
Лабораторная работа № 7. Тема: Сдача отчетов по лабораторным работам. Сдача индивидуального домашнего задания	4		
Лабораторная работа № 8. Тема: Сдача отчетов по лабораторным работам. Сдача индивидуального домашнего задания	4		

4.3 Практические (семинарские) занятия

Тема занятия	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ

4.4 Самостоятельная работа студента и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Вид СРС	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
	60	**98**	
Раздел 1. Проработка литературы по разделам: Классификация дисперсных систем. Термодинамика поверхностных явлений. Межмолекулярные и межфазные взаимодействия. Адсорбция на границе жидкость–газ. Адсорбция газов на твердых поверхностях. Теория полимолекулярной адсорбции. Адсорбция на границе твердое тело – жидкость. Ионообменная адсорбция.	8	40	
Раздел 2. Проработка литературы по разделам: Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Оптические свойства дисперсных систем. Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Классификация ПАВ. Растворы полимеров как коллоидные системы.	8	40	
Защита лабораторных работ	8	9	
Подготовка к промежуточной аттестации	36	9	

4.5 Курсовое проектирование

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Коллоидная химия"

5.1 Паспорт фонда оценочных средств

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника:

Форма(ы) текущего контроля	Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Уровень
Защита отчетов по лабораторным работам, проверка решения задач	ОПК-1	Использует знание химии простых веществ и соединений для получения дисперсных систем, изучения свойств материалов и механизмов химических реакций, протекающих в технологических процессах и окружающем мире	**Знать** способы получения дисперсных систем, способы стабилизацмм дисперсных систем **Уметь** объяснять явления седиментации, коагуляции, описывать процессы, протекающие при формировании двойного электрического слоя **Владеть** методами изучения свойств материалов и механизмов химических процессов, протекающих в окружающем мире	Высокий или средний
Высокий уровень результатов обучения – знания, умения и навыки соотносятся с индикаторами достижения компетенции, рекомендованные оценки: отлично; хорошо; зачтено. **Средний уровень результатов обучения** – знания, умения и навыки соотносятся с индикаторами достижения компетенции, рекомендованные оценки: хорошо; удовлетворительно; зачтено. **Низкий уровень результатов обучения** – знания, умения и навыки не соотносятся с индикаторами достижения компетенции, оценивается неудовлетворительно или не зачтено.				

5.2. Контрольные задания или иные материалы

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут проводиться как при непосредственном взаимодействии педагогического работника с обучающимися, так и с использованием ресурсов ЭИОС КузГТУ..

5.2.1.Оценочные средства при текущем контроле

Текущий контроль выполнения лабораторных работ проводится в виде письменной защите лабораторных работ.

Защита проводится по индивидуальным вопросам и по контрольным вопросам, приведенным для каждой лабораторной работы в методических указаниях.

Лабораторная работа № 1.

«Адсорбция на поверхности раздела жидкость-газ»

Индивидуальное письменное задание:

1. Определите энергию Гиббса G^s капель водяного тумана массой m при 293 К, если поверхностное натяжение воды σ = 72,7·10^{-3} Дж/м^2, плотность воды ρ = 0,998 г/см^3, дисперсность частиц D (см. табл. 1).

Таблица 1

Значения массы и дисперсности

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m, г	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
D·10^{-7} , м$^{-1}$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5

2. Зависимость поверхностного натяжения водного раствора масляной кислоты σ от концентрации c при 298 К описывается уравнением $\sigma = \sigma_0$ – 0,0129 In(1+0,01964·c), где σ_0 – поверхностное натяжение воды, равное 72,56·10^{-3} Дж/моль. Вычислить с помощью уравнения Гиббса

адсорбцию масляной кислоты при концентрации ***c*** (см. табл. 2).

Таблица 2

Значения концентраций

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
c, моль/м^3	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55

Контрольные вопросы:

1. Понятие об адсорбции.
2. Поверхностное натяжение растворов.
3. Поверхностно-активные вещества (ПАВ).
4. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ в растворе.
5. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса, уравнение Ленгмюра и их анализ.
6. Методы нахождения предельного значения адсорбции.
7. Порядок выполнения работы.

Лабораторная работа № 2.

«Адсорбция органической кислоты из водного раствора на угле»

Индивидуальное письменное задание:

1. Рассчитать удельную адсорбцию по уравнению Гиббса и построить изотерму адсорбции вещества ***A*** по зависимости поверхностного натяжения его водных растворов от концентрации при температуре ***T*** (см. табл.3). Определить величину предельной адсорбции ***Г∞*** и константу ***K*** в уравнении Ленгмюра.

Таблица 3

Значения концентрации и поверхностного натяжения

Вариант	Вещество ***A***	***c***, моль/м^3	***σ***·10^3, Дж/м^2	***T***, К
1	2	3	4	5
1	Пентанол	0 1,00 2,51 6,31 10,00 15,80	72,75 70,20 69,40 67,20 64,80 64,20	293
2	Бутадиол	0 0,144 0,337 0,536 0,882 1,242	71,15 60,10 54,56 50,91 48,49 45,51	303
3	Гексанол	0 0,20 0,63 2,51 6,31 10,00	72,75 70,80 69,40 64,40 55,40 50,20	293
4	Пентен	0 2,50 5,15 7,13 11,00 14,20	72,75 69,00 67,90 66,60 64,20 63,00	293
5	Пентанол	0 1,58 3,98 7,95 12,60	72,75 69,90 63,60 66,00 63,60	293

1632427751

6	Октанол	0 0,04 0,16 0,36 1,00	72,75 70,60 67,80 64,20 60,60	293
7	Гексанол	0 0,10 0,39 1.26 3,98 6,31	72,75 71,30 70,00 67,90 60,50 55,40	293
9	Нонанол	0 0,016 0,039 0,063 0,100	72,75 70,40 66,00 63,50 61,10	293
10	Октанол	0 0,016 0,100 0,251 0,631	72,75 71,60 69,00 66,00 62,40	300

2. Определить константы в уравнении Фрейндлиха по экспериментальным данным (см. табл. 4).

Таблица 4

Значения концентрации (давления) и величины адсорбции

Вариант	Адсорбат	Адсорбент	c, моль/м^3	$\boldsymbol{A}$, моль/кг	$\boldsymbol{T}$, К
1	Уксусная кислота	Уголь	36 62 124 252	0,934 1,248 1,602 2,220	298
2	Уксусная кислота	Уголь	55 90 122 185	0,525 0,690 0,364 1,205	298
3	Уксусная кислота	Уголь	50 90 120 180	0,52 0,69 0,86 1,20	298
4	Уксусная кислота	Уголь	18 31 62 126	0,467 0,624 0,801 1,110	298
Вариант	Адсорбат	Адсорбент	$c\cdot10^2$, моль/м^3	$\boldsymbol{A}$, кг/кг	
5	Стеариновая кислота	Порошок стали	1 4 10 20 25	0,78 1,00 1,30 1,60 1,70	298
Вариант	Адсорбат	Адсорбент	$P\cdot10^{-3}$, Па	$\boldsymbol{A}\cdot10^2$, кг/кг	
6	Двуокись углерода	Активный уголь	2,00 5,48 11,00 15,15 26,00	3,93 7,37 10,32 12,42 15,20	293
7	Диоксид углерода	Активный уголь	1,00 4,48 10,00 14,40 25,00 45,20	3,23 6,67 9,62 11,72 14,50 17,70	293

1632427751

Вариант	Адсорбат	Адсорбент	P, Па	$A \cdot 10^2$, моль/кг	
8	Бензол	Непористая сажа	1,03 1,29 1,74 2,50 6,67	1,57 1,94 2,55 3,51 7,58	293
Вариант	Адсорбат	Адсорбент	$P \cdot 10^{-3}$, Па,	, моль/кг	
9	Пары воды	Макро-пористый силикагель	3,04 4,68 7,72 11,69 14,03 17,77	4,44 6,28 9,22 11,67 13,22 14,89	298
Вариант	Адсорбат	Адсорбент	$P \cdot 10^{-3}$, Па,	$A \cdot 10^3$, м^3/кг	
10	Азот	Активный уголь	1,86 6,12 17,96 33,65 68,89	5,08 14,24 23,61 32,56 40,83	194

Контрольные вопросы:

1. Адсорбция из раствора на твёрдом адсорбенте, её особенности.
2. Количественная характеристика адсорбции.
3. Уравнение Фрейндлиха, нахождение констант этого уравнения.
4. Нахождение предельной адсорбции и расчёт удельной поверхности адсорбента.
5. Порядок выполнения работы.

Лабораторная работа № 3.

«Смачивание. Определение краевого угла смачивания и работы адгезии»

Индивидуальное письменное задание:

Рассчитать работу адгезии W_α для жидкости A, смачивающей поверхность фторопласта, если известны поверхностное натяжение σ и угол смачивания θ (см. табл. 5).

Таблица 5

Значения поверхностного натяжения и угла смачивания

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\sigma \cdot 10^3$, Дж/моль	72,0	72,5	72,7	63,0	63,3	63,5	29,3	29,5	29,7	475
θ	108	109	110	99	100	101	43	44	45	130

Для 1, 2 и 3 вариантов жидкостью A является вода. Для 4, 5 и 6 вариантов – глицерин; для 7, 8 и 9 вариантов – бензол. Для 10 варианта жидкостью является ртуть.

Контрольные вопросы:

1. Когезия. Работа когезии.
2. Адгезия и работа адгезии.
3. Смачивание, краевой угол смачивания.
4. Связь работы адгезии с краевым углом смачивания.
5. Влияние ПАВ на смачивание твердых тел.

Лабораторная работа № 4.

«Седиментационный анализ суспензий»

Индивидуальное письменное задание:

Построить седиментационную кривую. Рассчитать и построить интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц дисперсной фазы в дисперсионной среде по экспериментальным данным (см. табл. 6). Сделать вывод о фракционном составе системы, используя значения времени t, массы осадка m, высоты оседания H плотности дисперсионной фазы ρ, дисперсионной среды ρ_0 и вязкости дисперсной системы η.

Таблица 6

Значения времени и массы осадка

Вариант	t, мин	m, кг	H, м	η, Па·с	ρ, кг/м^3	ρ_0, кг/м^3

1632427751

1 Глина в воде	0,5 2,0 6,0 12,0 20,0 24,0	8 18 26 34 40 40	0,09	$1,0\cdot10^{-3}$	$2,72\cdot10^{3}$	$1,0\cdot10^{3}$
2 Тальк в воде	0,25 1,00 7,00 8,00 10,00	3,0 8,0 12,0 13,5 13,5	0,09	$1,0\cdot10^{-3}$	$2,72\cdot10^{3}$	$1,0\cdot10^{3}$
3 Глина в растворе уксусной кислоты	0,5 2,0 5,0 9,0 15,0	8 15 25 33 35	0,093	$1,0\cdot10^{-3}$	$2,72\cdot10^{3}$	$1,0\cdot10^{3}$
4 Оксид алюминия в этаноле	2 5 20 50 120 150	19 46 65 74 80 80	0,08	$1,2\cdot10^{-3}$	$3,9\cdot10^{3}$	$0,79\cdot10^{3}$
5 Песок в воде	0,25 1,00 4,00 12,00 24,00 26,00	2 11 22 45 50 50	0,1	$1,0\cdot10^{-3}$	$2,73\cdot10^{3}$	$1,0\cdot10^{3}$
6 Глина в воде	1 4 8 16 24	11 21 29 38 40	0,09	$1,0\cdot10^{-3}$	$2,72\cdot10^{3}$	$1,0\cdot10^{3}$
7 Оксид алюминия в этаноле	3 10 30 80 150	31 57 69 78 80	0,08	$1,2\cdot10^{-3}$	$3,9\cdot10^{3}$	$0,79\cdot10^{3}$
8 Глина в растворе уксусной кислоты	1 3 7 12 15	12 18 30 35 37	0,093	$1,0\cdot10^{-3}$	$2,76\cdot10^{3}$	$1,1\cdot10^{3}$
9 Глина в воде	0,75 3,00 7,00 10,0 14,0 18,0	9,5 19,5 28 32 36 39	0,09	$1,0\cdot10^{-3}$	$2,72\cdot10^{3}$	$1,0\cdot10^{3}$
10 Тальк в воде	0,5 2,0 6,0 7,0 9,0	6,0 9,0 13,0 13,25 13,5	0,15	$1,0\cdot10^{-3}$	$2,74\cdot10^{3}$	$1,0\cdot10^{3}$

Контрольные вопросы:

1. Седиментация, седиментационная устойчивость коллоидных систем.
2. Седиментационный анализ дисперсных систем (расчёт радиусов частиц).
3. Построение интегральной и дифференциальной кривых распределения и их анализ.
4. Суспензии, их свойства.
5. Стабилизация суспензий.

1632427751

Лабораторная работа № 5.

«Коагуляция золей электролитами»

Индивидуальное письменное задание:

1. Написать формулу мицеллы золя, образованного в результате реакции ***A*** (см. табл. 7), определить заряд коллоидной частицы. Представить на рисунке строение двойного электрического слоя, определить знак заряда коагулирующего иона.

Таблица 7

Реакции, приводящие к образованию золя

Вариант	Реакция ***A***
1	$3H_3AsO + 3H_2S_{(избыток)} = As_2S_{3\,(осадок)} + 6H_2O$
2	$FeCl_3 + 3H_2O_{(избыток)} = Fe(OH)_{3\,(осадок)} + 3HCl$
3	$BaCl_2 + H_2SO_{4\,(избыток)} = BaSO_{4\,(осадок)} + 2HCl$
4	$CuSO_{4\,(избыток)} + H_2S = CuS_{(осадок)} + H_2SO_4$
5	$AgNO_{3\,(избыток)} + KCl = AgCl_{(осадок)} + KNO_3$
6	$Pb(NO_3)_2 + K_2S_{(избыток)} = PbS_{(осадок)} + 2KNO_3$
7	$AgNO_3 + HBr_{(избыток)} = AgBr_{(осадок)} + HNO_3$
8	$3H_3AsO_{(избыток)} + 3H_2S = As_2S_{3\,(осадок)} + 6H_2O$
9	$Pb(NO_3)_{2\,(избыток)} + K_2SO_4 = PbSO_{4\,(осадок)} + 2\,KNO_3$
10	$BaCl_{2\,(избыток)} + H_2SO_4 = BaSO_{4\,(осадок)} + 2HCl$

2. Для коагуляции золя ***A***, объемом V_1, потребовалось V_2 объема электролита ***B*** с концентрацией ***c*** (см. табл. 8). Найти порог коагуляции C_k и коагулирующую способность β электролита.

Таблица 8

Значения объемов и концентрации

Вариант	***A***	V_1, см^3	***B***	V_2, см^3	***c***, моль/дм^3
1	$Fe(OH)_3$	10	KCl	1,05	$7{,}45\cdot10^{-2}$
2	$Fe(OH)_3$	10	Na_2SO_4	6,25	$7{,}1\cdot10^{-4}$
3	$Fe(OH)_3$	10	Na_3PO_4	3,7	$5{,}47\cdot10^{-5}$
4	$Al(OH)_3$	10	$K_2Cr_2O_7$	630	0,01
5	AgI	10	KCl	465	5,5
6	AgI	10	$Ba(NO_3)_2$	80	0,75
7	AgI	10	$Al(NO_3)_3$	191,4	$3{,}5\cdot10^{-3}$
8	$Al(OH)_3$	10	$K_2Cr_2O_7$	101,6	$6{,}2\cdot10^{-2}$
9	AgI	10	NaCl	294,3	8,7
10	AgI	10	$Cu(NO_3)_2$	13,3	4,5

Контрольные вопросы:

1. Получение коллоидных систем. Строение мицеллы.
2. Понятие агрегативной и седиментационной устойчивости. Роль стабилизатора.
3. Факторы устойчивости дисперсных систем.
4. Коагуляция коллоидных систем электролита.
5. Оптические свойства коллоидных растворов.

Лабораторная работа № 6.

«Электрокинетические явления.

Определение электрокинетического потенциала»

Индивидуальное письменное задание:

1. Рассчитать величину дзета-потенциала (ζ-потенциала) для латекса полистирола, если при электрофорезе смещение границы золя и боковой жидкости за время ***t***, составило величину α. Напряжение, приложенное к электродам, равно E = 110 В, расстояние между электродами l = 0,6 м, (см. табл. 9). Диэлектрическая проницаемость воды равна 81, диэлектрическая постоянная $\varepsilon = 8{,}85\cdot10^{-12}$ Ф/м, вязкость среды $\eta = 1{,}0\cdot10^{-3}$Па·с. Для расчета дзета-потенциала время нужно перевести в секунды.

Таблица 9

Значения времени и величины смещения границы
золя и боковой жидкости при электрофорезе

Вариант	***t***, мин	$\alpha\cdot10^2$,м
1	60	5,00

1632427751

2	55	4,51
3	50	4,20
4	45	3,75
5	40	3,25
6	35	2,58
7	30	2,50
8	25	2,00
9	20	1,52
10	15	1,25

2. Определить вязкость суспензии по уравнению Эйнштейна при температуре , если концентрация дисперсной фазы $\boldsymbol{c}$ (% об.). Определить относительную вязкость (см. табл. 10). Плотность частиц дисперсной фазы $\boldsymbol{\rho}$, плотность дисперсионной среды $\boldsymbol{\rho_0}$, вязкость дисперсионной среды $\boldsymbol{\eta_0}$ (для частиц сферической формы $\boldsymbol{\alpha}$ = 2,5).

Таблица 10

Значения концентрации, плотностей, вязкости и температуры

Вариант	Вещество	$\boldsymbol{c}$ %(об.)	$\boldsymbol{\rho}$, г/см^3	$\boldsymbol{\rho_0}$, г/см^3	$\boldsymbol{\eta_0}\cdot10^3$,Па·с	$\boldsymbol{T}$, К
1	Крахмал	5	3,5	1,0	1,20	293
2	Крахмал	8	3,5	1,0	1,10	298
3	Крахмал	7	3,5	1,0	1,15	295
4	Каолин	4	3,2	1,0	1,20	293
5	Каолин	6	3,2	1,0	1,10	298
6	Каолин	5	3,2	1,0	1.15	295
7	Глина	7	3,75	1,0	1,20	293
8	Глина	5	3,75	1,0	1,10	298
9	Глина	6	3,75	1,0	1,15	295
10	Глина	8	3,75	1,0	1,12	293

Контрольные вопросы:

1. Понятие об электрокинетических явлениях.
2. Образование и строение двойного электрического слоя.
3. Электрокинетический потенциал.
4. Строение мицеллы.

Отчеты по лабораторным работам:

По каждой работе обучающиеся самостоятельно оформляют отчеты в электронном формате (согласно перечню лабораторных работ п.4 рабочей программы).

Содержание отчета:

1.Тема работы.

2. Задачи работы.

3. Краткое описание хода выполнения работы.

4. Ответы на задания или полученные результаты по окончании выполнения работы (в зависимости от задач, поставленных в п. 2).

5. Выводы

Критерии оценивания:

- 75 – 100 баллов – при раскрытии всех разделов в полном объеме

- 0 – 74 баллов – при раскрытии не всех разделов, либо при оформлении разделов в неполном объеме.

Количество баллов	0–74	75–100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено

Критерии оценки решения задач:

2 балла выставляется, если студент верно решил предложенную задачу, продемонстрировал знание терминологии, обозначений, формул.

1 балл выставляется, если студент решил предложенную задачу с незначительными ошибками, и/или были допущены грубые ошибки в терминологии, обозначениях, формулах.

1632427751

0 баллов - если студент не решил предложенную задачу или неверно указал варианты решения.

Количество баллов	0	1	2
Шкала оценивания	не зачтено	зачтено	зачтено

5.2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации является ***экзамен***, в процессе которого оцениваются результаты обучения по дисциплине и соотносятся с установленными в рабочей программе индикаторами достижения компетенций.

Инструментом измерения результатов обучения по дисциплине является:

- письменный или устный ответ обучающегося на 2 теоретических вопроса, выбранных случайным образом:

- решение расчетной задачи, выбранной случайным образом.

Примерный перечень экзаменационных билетов

1. Исторический обзор развития коллоидной химии. Значение коллоидной химии.
2. Количественные характеристики дисперсных систем, формулы для их расчета.
3. Классификация дисперсных систем в зависимости от признака, по которому их можно классифицировать.
4. Сущность и причины возникновения поверхностного натяжения.
5. Адсорбция: определение, виды адсорбции.
6. Понятия «избыточная» адсорбция и «полное содержание».
7. Особенности физической и химической адсорбции.
8. Классификация изотерм адсорбции.
9. Адсорбция на границе раствор – газ.
10. Адсорбция на границе газ – твердое вещество.
11. Адсорбция на границе твердое тело – раствор.
12. Определение ПАВ и ПИВ.
13. От чего зависит поверхностная активность ПАВ.
14. Сущность теории мономолекулярной теории адсорбции Ленгмюра.
15. Уравнение Генри, Гиббса, БЭТ.
16. Основные положения теории БЭТ.
17. Факторы, влияющие на адсорбцию газов (паров) на твердом адсорбенте.
18. Факторы, влияющие на молекулярную адсорбцию.
19. Сущность явления смачивания. Угол смачивания, его определение.
20. Адгезия и когезия. Работа адгезии.
21. Сущность методов получения коллоидных растворов.
22. Основные методы очистки золей.
23. Оптические явления коллоидных систем.
24. Поглощение света и окраска золей.
25. Основы теории строения ДЭС.
26. Сущность электрокинетических явлений.
27. Влияние электролитов на строение ДЭС и величину ζ-потенциала.
28. Строение мицелл лиофобных золей.
29. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем
30. Сущность диффузии, осмоса, факторы, влияющие на эти величины.
31. Факторы агрегативной устойчивости золей.
32. Правило Шульце-Гарди.
33. Классификация коллоидных ПАВ.
34. Физико-химические методы действия моющих средств.
35. Методы получения и разрушения суспензий.
36. Классификация пен.
37. Классификация аэрозолей.
38. Коагуляция дисперсных систем.

39. Факторы агрегативной устойчивости.
40. Теория коагуляции электролитами.

Критерии оценки письменного ответа на экзаменационные вопросы:

- 85...100 - вопросы из теоретического блока отвечены в полном объёме, вопрос из практического блока решен правильно;
- 75…84 - вопросы из теоретического блока отвечены в полном объёме с незначительными замечаниями, вопрос из практического блока решен правильно с незначительными замечаниями;
- 65...74 - вопросы из теоретического блока отвечены не в полном объёме с замечаниями, вопрос из практического блока решен правильно с замечаниями;
- 0...64 - вопросы из теоретического блока отвечены не в полном объёме или не отвечены, вопрос из практического блока не решен, а также, если обучающийся при подготовке воспользовался любой печатной или рукописной продукцией, любыми техническими средствами.

Количество баллов	0...64	65...74	75...84	85...100
Шкала оценивания	неуд	удовл	хорошо	отл

5.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

При проведении текущего контроля успеваемости в форме защиты отчета по лабораторным работам по распоряжению педагогического работника обучающиеся убирают все личные вещи, электронные средства связи, печатные и (или) рукописные источники информации, достают чистый лист бумаги любого размера и ручку. На листе бумаги записываются Фамилия, Имя, Отчество (при наличии), номер учебной группы и дата проведения текущего контроля успеваемости. Педагогический работник задает вопросы, которые могут быть записаны на подготовленный для ответа лист бумаги. В течение установленного педагогическим работником времени обучающиеся письменно формулируют ответы на заданные вопросы. По истечении установленного времени лист бумаги с подготовленными ответами обучающиеся передают педагогическому работнику для последующего оценивания результатов текущего контроля успеваемости.

Научно-педагогический работник, после проведения оценочных процедур, имеет право вернуть обучающемуся отчет для последующей корректировки с указанием перечня несоответствий. Обучающийся обязан устранить все указанные несоответствия и направить отчет научно-педагогическому работнику в срок, не превышающий трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Обучающиеся, которые не прошли текущий контроль успеваемости в установленные сроки, обязаны пройти его в срок до начала процедуры промежуточной аттестации по дисциплине в соответствии с расписанием промежуточной аттестации.

Результаты прохождения процедур текущего контроля успеваемости обучающихся учитываются при оценивании результатов промежуточной аттестации обучающихся. Промежуточная аттестация обучающихся проводится после завершения обучения по дисциплине в семестре в соответствии с календарным учебным графиком и расписанием промежуточной аттестации.

Для успешного прохождения процедуры промежуточной аттестации по дисциплине обучающиеся должны:

1. получить положительные результаты по всем предусмотренным рабочей программой формам текущего контроля успеваемости;
2. получить положительные результаты аттестационного испытания.

Для успешного прохождения аттестационного испытания обучающийся в течение времени, установленного научно-педагогическим работником, осуществляет подготовку ответов на два вопроса, выбранных в случайном порядке.

При подготовке ответов на вопросы при проведении текущего контроля успеваемости и при прохождении промежуточной аттестации обучающимся запрещается использование любых

электронных средств связи, печатных и (или) рукописных источников информации. В случае обнаружения педагогическим работником факта использования обучающимся при подготовке ответов на вопросы указанных источников информации – оценка результатов текущего контроля успеваемости и (или) промежуточной аттестации соответствует 0 баллов и назначается дата повторного прохождения аттестационного испытания.

Результаты текущего контроля успеваемости доводятся до сведения обучающихся в течение трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости, и могут быть учтены педагогическим работником при промежуточной аттестации. Результаты промежуточной аттестации доводятся до сведения обучающихся в день проведения промежуточной аттестации.

При прохождении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающимися с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами, допускается присутствие в помещении лиц, оказывающим таким обучающимся соответствующую помощь, а для подготовки ими ответов отводится дополнительное время с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут быть организованы с использованием ЭИОС КузГТУ, порядок и формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся при этом не меняется.

6 Учебно-методическое обеспечение

6.1 Основная литература

1. Гельфман, М. И. Коллоидная химия : учебник / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-5699-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145851 (дата обращения: 24.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ким, Н. М. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебное пособие для студентов дневной формы обучения специальностей 240401 «Химическая технология органических веществ», 240301 «Химическая технология неорганических веществ», 240403 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», 240502 «Технология переработки пластических масс и эластомеров», 240801 «Машины и аппараты химических производств» / Н. М. Ким ; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. технологии перераб. пластмасс. – Кемерово : КузГТУ, 2010. – 151 с. – URL: http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90407&type=utchposob:common (дата обращения: 24.05.2021). – Текст : электронный.

3. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг. – 4-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-8114-1070-5. – URL: https://e.lanbook.com/book/4027 (дата обращения: 24.05.2021). – Текст : электронный.

4. Ротова, Г. М. Микрогетерогенные системы : учебное пособие [для студентов вузов, обучающихся по специальностям 240401 "Хим. технология орган. веществ", 240301 "Хим. технология неорган. веществ", 240403 "Хим. технология природ. энергоносителей и углерод. материалов", 240502 "Технология перераб. пласт. масс и эластомеров", 240801 "Машины и аппараты хим. производств", 130405 "Обогащение полез. ископаемых" / Г. М. Ротова, Л. Г. Сивакова; ГОУ ВПО "КузГТУ". – Кемерово : Издательство КузГТУ, 2008. – 82 с. – URL: http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90229&type=utchposob:common. – Текст : непосредственный + электронный.

6.2 Дополнительная литература

1. Ким, Н. М. Поверхностные явления и дисперсные системы. Коллоидная химия : учебное пособие / Н. М. Ким; ГОУ ВПО Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово : Издательство КузГТУ, 2005. – 84 с. – URL: http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90284&type=utchposob:common. – Текст : непосредственный + электронный.

2. Гельфман, М. И. Практикум по коллоидной химии / М. И. Гельфман, Н. В. Кирсанова, О. В. Ковалевич. – Санкт-Петербург : Лань, 2005. – 256 с. – ISBN 5-8114-0603-7. – URL: https://e.lanbook.com/book/4033 (дата обращения: 24.05.2021). – Текст : электронный.

3. Гельфман, М. И. Коллоидная химия : учебник для технологических вузов / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2004. – 336 с. – (Учебники для

вузов. Специальная литература). – Текст : непосредственный.

4. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии: Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. – 3-е изд., стер., испр. Перепечатка с изд. 1989 г. – Москва : Альянс, 2004. – 464 с. – Текст : непосредственный.

5. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / под ред. Ю.Г. Фролова, А. С. Гродского. – Москва : Химия, 1986. – 216 с. – Текст : непосредственный.

6. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии : учебник для хим.-технолог. специальностей вузов / С. С. Воюцкий. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Химия, 1975. – 512 с. – Текст : непосредственный.

7. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии : учебник для вузов / Д. А. Фридрихсберг. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Химия, 1984. – 368 с. – (Для высшей школы). – Текст : непосредственный.

8. Практикум по коллоидной химии : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / В. И. Баранова [и др.] ; под ред. И. С. Лаврова. – Москва : Высшая школа, 1983. – 216 с. – Текст : непосредственный.

6.3 Методическая литература

6.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/
2. Электронная библиотечная система «Лань» http://e.lanbook.com
3. Электронная библиотека КузГТУ https://elib.kuzstu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=230&Itemid=229
4. Электронная библиотечная система Новосибирского государственного технического университета https://clck.ru/UoXpv

6.5 Периодические издания

1. Вестник Кемеровского государственного университета : журнал теоретических и прикладных исследований (печатный)
2. Вестник Кузбасского государственного технического университета : научно-технический журнал (печатный/электронный) https://vestnik.kuzstu.ru/
3. Журнал общей химии : журнал (печатный/электронный) https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7796
4. Журнал прикладной химии : журнал (печатный/электронный) https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7798
5. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология : научно-технический журнал (печатный/электронный) https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7726
6. Успехи химии : обзорный журнал по химии (печатный/электронный) https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7581
7. Химия и жизнь - XXI век : научно-популярный журнал (печатный)

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭИОС КузГТУ:

1. Электронная библиотека КузГТУ. – Текст: электронный // Научно-техническая библиотека Кузбасского государственного технического университета им. Т. Ф. Горбачева : сайт. – Кемерово, 2001 – . – URL: https://elib.kuzstu.ru/. – Текст: электронный.
2. Портал.КузГТУ : Автоматизированная Информационная Система (АИС) : [сайт] / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, [б. г.]. – URL: https://portal.kuzstu.ru/. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
3. Электронное обучение : [сайт] / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, [б. г.]. – URL: https://el.kuzstu.ru/. – Режим доступа: для авториз. пользователей КузГТУ. – Текст: электронный.

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины "Коллоидная химия"

Самостоятельная работа обучающегося является частью его учебной деятельности и организуется следующим образом:

1. До начала освоения дисциплины обучающемуся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (модуля), в следующем порядке:

1.1. с результатами обучения по дисциплине;

1.2. со структурой и содержанием дисциплины;

1.3. с перечнем основной, дополнительной, методической литературы, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, а также периодических изданий, использование которых необходимо при изучении дисциплины.

2. В период освоения дисциплины обучающийся осуществляет самостоятельную работу , включающую:

2.1. подготовку и оформление отчетов по лабораторным работам;

2.2. подготовку к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

В случае затруднений, возникших при выполнении самостоятельной работы, обучающемуся необходимо обратиться за консультацией к педагогическому работнику. Периоды проведения консультаций устанавливаются в расписании консультаций.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине "Коллоидная химия", включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для изучения дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

1. Libre Office
2. Mozilla Firefox
3. Google Chrome
4. 7-zip
5. Microsoft Windows
6. ESET NOD32 Smart Security Business Edition
7. Kaspersky Endpoint Security
8. Браузер Спутник

10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине "Коллоидная химия"

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине предусмотрены специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых консультаций и (или) индивидуальной работы обучающихся с педагогическим работником, оснащенные учебной мебелью (столами, стульями), меловой и (или) маркерной доской, оборудованием для демонстрации слайдов.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные учебной мебелью (столами, стульями), компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КузГТУ.

3. Специализированные аудитории для работы с химической посудой и реактивами.

11 Иные сведения и (или) материалы

1. Образовательный процесс осуществляется с использованием как традиционных так и современных интерактивных технологий.

В рамках аудиторных занятий применяются следующие интерактивные методы:

- разбор конкретных примеров;
- мультимедийная презентация.

2. Проведение групповых и индивидуальных консультаций осуществляется в соответствии с расписанием консультаций по темам, заявленным в рабочей программе дисциплины, в период освоения дисциплины и перед промежуточной аттестацией с учетом результатов текущего контроля.