

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.04
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Кинетика и катализ

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

04.06.01 Химические науки

направленность (профиль)

Кинетика и катализ

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	8	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	4	4
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация		
Контактная работа	8	8
Самостоятельная работа	64	64
Контроль	36	36
Итого	108	108

Рабочую программу составил(и):

Доцент, доцент, к.п.н., Кравцова М.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Преподаватель, ученое звание отсутствует, ученая степень отсутствует, Гущина Т.П.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 04.06.01 Химические науки

Срок действия рабочей программы дисциплины до «01» сентября 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 2 от «19» сентября 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование представления о промышленных каталитических процессах и катализаторах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Методика постановки и проведения эксперимента», «Системный подход в диссертационном исследовании».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Промышленная экология в химической технологии», «Научно-исследовательская деятельность», «Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1 – способность ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области	-	Знать: - основные методы приготовления и определения свойств катализаторов; - современные достижения в области каталитической химии.
		Уметь: - обобщать и анализировать результаты исследований в области катализа; - представлять результаты научных исследований - находить нужную информацию в области промышленного катализа.
		Владеть: - методами обобщения и публичного представления данных исследовательской работы; - навыками публичного представления результатов работы; - способами поиска информации в области каталитических процессов и катализаторов технологий неорганических веществ.
ПК-2 – способность к разработке учебно-методической документации для	-	Знать: - нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования.

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
реализации учебного процесса в области химии и смежных наук		Уметь: - осуществлять отбор материала характеризующего достижения науки с учетом специфики направления подготовки.
		Владеть: - навыками организации работы исследовательского коллектива.
УК-1 – способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	-	Знать: - теоретические основы гомогенного, гетерогенного и ферментативного видов катализа; - методы получения катализаторов; - основные каталитические процессы; - аппаратное оформление каталитических процессов.
		Уметь: - применять катализаторы для проведения каталитических органических и неорганических реакций; - описывать механизмы каталитических реакций на примере кислотно-основного катализа и окислительно-восстановительного катализа; - проводить расчеты кинетических параметров для каталитических реакций; - применять и использовать полученные знания в профессиональной деятельности.
		Владеть: - понятийным аппаратом и теоретическими представлениями катализа; – методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Гетерогенный катализ	Лекция № 1	Катализаторы в промышленных процессах и их значение для химической промышленности. Каталитические процессы на химических предприятиях г. Тольятти. Классификация катализаторов	8	2	-	-	
	Самостоятельная работа № 1	Физическая адсорбция. Критерии физической и химической адсорбции. Адсорбционная теория Лэнгмюра. Нелэнгмюровские изотермы сорбции. Десорбция. Кинетика десорбции. Термодесорбция.	8	6	-	-	
	Лекция № 2	Кинетика гетерогенно-каталитических процессов. Модель Лэнгмюра-Хиншелвуда и Или-Ридиела. Макрокинетика гетерогенных процессов. Внешняя и внутренняя диффузия	8	2	-	-	
	Самостоятельная работа № 2	Теория абсолютных скоростей. ППЭ. Активированный комплекс. Теория абсолютных скоростей для реакции на поверхности. Число активных центров	8	8	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Самостоятельная работа № 3	Приготовление и функционирование катализаторов. Основные требования к промышленному катализатору. Методы исследования активности катализаторов. Кислотно-основной катализ. Цеолиты и другие молекулярные сита. Иониты. Сверхкислоты и сверхоснования	8	6	-	-	
	Самостоятельная работа № 4	Катализ соединениями переходных металлов. Имобилизованные комплексы переходных металлов. Катализ на оксидах и каталитическое окисление. Катализ на металлах и реакции с участием водорода. Простейшие каталитические реакции на переходных металлах. Сплавы. Нанесенные металлы. Каталитическое гидрирование	8	10	-	-	
Модуль 2. Металло-комплексный катализ	Самостоятельная работа № 5	Комплексные соединения и природа химической связи. Стадии и кинетика металлокомплексного катализа	8	6	-	-	
	Самостоятельная работа № 6	Реакции гомогенного металлокомплексного катализа	8	8	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3. Типовые каталитические промышленные процессы	Самостоятельная работа № 7	Каталитические процессы производства аммиака. Каталитическое гидрирование сернистых соединений. Каталитическая конверсия оксида углерода. Синтез аммиака	8	6	-	-	
	Лабораторное занятие №1	Определение константы скорости реакции гидролиза сложного эфира, катализируемой ионами гидроксидов	8	4	-	-	Отчет по лабораторному занятию № 1
	Самостоятельная работа № 8	Катализ в технологиях получения азотной и серной кислот	8	8	-	-	
	Самостоятельная работа № 9.	Важнейшие каталитические процессы нефтепереработки и нефтехимии. Каталитический крекинг, риформинг углеводородов, изомеризация, алкилирование и гидрокрекинг	8	6	-	-	
	Подготовка к экзамену		8	36	-	-	Экзамен
Итого:				108	-		

5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используется технология традиционного обучения, включающая лекции, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Применяются лекция с элементами дискуссии.

6. Методические указания по освоению дисциплины

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по базовым каталитическим процессам, реализованных на промышленных предприятиях г. Тольятти;
- акцентировать внимание студентов на кинетических закономерностях в катализе и роли активированного комплекса в ускорении химических реакций;
- выполнить задание по составлению принципиальной технологической схемы каталитического получения синтез-газа в трубчатом реакторе со съемом тепла реакции.

Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы:

1. Изучение теоретического материала по изучаемой теме, изложенного в учебно-методическом пособии.

2. Вопросы для самостоятельной работы студентов:

2.1. Аппаратурное оформление процесса конверсии низших углеводородов с водяным паром. Пассивация серой: селективное отравление катализатора меркаптанами и сульфидами.

2.2. Носители катализаторов. Кремнезем. Оксид алюминия. Углеродные носители. Формование носителей катализаторов.

2.3. Тестирование катализаторов. Десять заповедей по тестированию катализаторов. Измерение активности..

2.4. Методы исследования катализаторов.

2.5. Промоторы и ингибиторы каталитических систем.

2.6. Цеолиты в катализе.

3. Подготовка к лабораторным занятиям и выполнение соответствующих заданий;

4. Самостоятельное прочтение, просмотр, Интернет-ресурсы, повторение учебного материала.

5. Подготовка сообщений, докладов, выступлений на семинарских, практических и лабораторных занятиях, подбор литературы по дисциплинарным проблемам.

6. Самостоятельная работа с решением прикладных, расчетных и ситуационных задач, обсуждение результатов деятельности.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
8	ПК-1, ПК-2, УК-1	Отчеты по лабораторным занятиям № 1. Вопросы к экзамену 1-40.

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1 Отчет по лабораторному занятию (наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

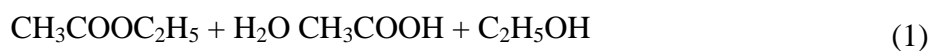
Лабораторное занятие № 1. Определение константы скорости реакции гидролиза сложного эфира, катализируемой ионами гидроксила.

Цель работы: рассчитать константу скорости и энергию активации реакции гидролиза уксусноэтилового эфира.

Приборы и реактивы: пипетки Мора на 50 и 2 мл, две конических колбы на 100 мл, бюретка, секундомер, термостат, 1.0 Н соляная кислота, 0,1 Н раствор гидроксида бария (барита), фенолфталеин, дистиллированная вода.

Методика эксперимента:

Модельной для изучения служит реакция 1 гидролиза уксусноэтилового эфира:



При большом избытке воды реакция протекает по первому порядку.

Так как при комнатных температурах скорость этой реакции мала, процесс ускоряют введением катализатора, которым в данном случае являются ионы водорода.

В ходе реакции, как следует из уравнения, количество уксусной кислоты должно непрерывно возрастать, в то время как количество кислоты – катализатора должно оставаться неизменным. Поэтому объём щёлочи, используемой для титрования, должен непрерывно увеличиваться.

Для опыта в небольшую колбу заливают 50 мл 1.0 Н раствора соляной кислоты и колбу на 30 мин помещают в термостат. В это время готовят всё необходимое для титрования. В коническую колбу емкостью 100 мл наливают 50 мл дистиллированной воды, прибавляют 3 капли фенолфталеина и ставят колбу на лёд. Уровень 0,1 Н барита, используемого для титрования, устанавливают в бюретке на нулевой отметке и подготавливают сухую пипетку Мора на 2 мл.

Когда приготовления закончены, и кислота в реакционной колбе приняла температуру термостата, пипеткой отбирают 2 мл уксусноэтилового эфира и вливают в колбу с кислотой. В момент падения первой капли пускают секундомер. Колбу закрывают, сильно взбалтывают и оставляют в термостате до конца опыта.

Первая проба реакционной смеси титруется через 10 мин после начала реакции. Поэтому за 1 мин до срока, то есть через 9 мин после начала реакции набирают пипеткой 2 мл реакционной смеси и вливают в колбу с охлаждённой водой в тот момент, когда стрелка секундомера остановится на 10 мин. Охлажденную и разбавленную пробу титруют 0,1 Н раствором Ва(ОН)₂.

Следующие пробы титруют через 20, 30, 45, 60 и 90 мин после начала реакции, каждый раз повторяя описанную процедуру. Результаты титрования заносят в таблицу 1. Поскольку за 90 мин реакция не заканчивается, а скорость её становится очень малой, склянку с реакционной смесью оставляют на ночь, и проводят последнее титрование через сутки.

Таблица 1. Экспериментальные и расчётные данные для реакции гидролиза уксусноэтилового эфира

T, К	t, мин	Объём титранта, V _i , мл	V -V _i , мл	k	k _{ср.}	E, кДж/ <i>моль</i>
T ₁	10					
	20					
	30					
	45					
	60					
	90					
	∞					
T ₂	10					
	20					
	30					
	45					
	60					
	90					
	∞					

Расчёт константы скорости производят на основе соотношения 2:

$$k = (t_2 - t_1)^{-1} \cdot \ln(C_1/C_2) \quad (2)$$

Отношение концентраций этилацетата C₁ и C₂, остающихся к моментам времени t₁ и t₂, может быть заменено равным ему отношением разностей объёмов барита, израсходованного на последнее титрование (V_∞) и на титрование в момент t (V_t). В самом деле, V_∞ пропорционально суммарному количеству кислоты – катализатора и всей образовавшейся уксусной кислоты, V_t –тому же количеству катализатора и уксусной кислоты, образовавшейся к моменту времени t, поэтому их разность пропорциональна ещё не образовавшейся уксусной кислоте к моменту времени t, а следовательно – количеству ещё не прореагировавшего уксусноэтилового эфира к моменту времени t. Заменяв в уравнении концентрации на соответствующие разности объёмов, получим уравнение 3:

$$k = (t_2 - t_1)^{-1} \cdot \ln (V_{\infty} - V_1) \cdot (V_{\infty} - V_2)^{-1} \quad (3)$$

По уравнению (3) вычисляют константу скорости для промежутков времени: 10 – 20, 10 – 30, 10 – 45, 10 – 60, 10 – 90, 20 – 30, 20 – 45, 20 – 60, 20 – 90, 30 – 45, 30 – 60, 30 – 90, 45 – 60, 45 – 90, и 60 – 90 мин и вычисляют её среднее значение.

Опыт повторяют при другой температуре, отличающейся от первой на 10 – 15 град., и по двум значениям констант скорости находят энергию активации реакции.

Темы письменных работ

Письменные работы учебным планом не предусмотрены.

Краткое описание и регламент выполнения

Алгоритм выполнения лабораторной работы:

1. Изучить теоретический материал.
 2. Провести лабораторную работу.
 3. Рассчитать константу скорости и энергию активации реакции гидролиза уксусноэтилового эфира.
 4. Ответить на контрольные вопросы:
 - 1) Классификация каталитических химических процессов.
 - 2) Зависимость скорости реакций от температуры. Кажущаяся энергия активации.
 - 3) Биокатализ.
 - 4) Механизм кислотно-основного катализа и его использование в промышленности.
 - 5) Уравнение скорости реакций и порядки реакций.
 - 6) Каталитические реакции и термодинамическое равновесие. Синтез аммиака.
 - 7) Химическое равновесие для неидеальных газов.
 - 8) Изотермы адсорбции Ленгмюра. Ассоциативная адсорбция. Диссоциативная адсорбция. Конкурентная адсорбция.
 - 9) Энтропия, автокатализ, колебательные реакции.
 - 10) Кинетика реакций, катализируемых энзимами.
 - 11) Теория переходных состояний для поверхностных реакций.
 - 12) Кинетика поверхностных реакций. Интермедианты в поверхностных реакциях.
 - 13) Микрокинетическое моделирование:
 - Схема реакции и выражение для скорости реакции;
 - Энергия активации и порядки реакции;
 - Катализатор синтеза аммиака в рабочих условиях.
 - 14) Химическая адсорбция в катализе. Модель Ньюиса – Андерсона.
 - 15) Требования, предъявляемые к эффективным катализаторам. Структура металлов, оксидов, сульфидов и их поверхностей.
 - 16) Технология получения нанесенных катализаторов. Соосаждение. Импрегнация. Ионный обмен.
 - 17) Катализаторы без носителей.
 5. Подготовить отчет по лабораторному занятию.
 6. Форма отчета по лабораторной работе
- Номер и название лабораторного занятия

Цель и задачи

Теоретическая часть работы

Реактивы, оборудование, материалы

Ход работы

Результаты расчетов и наблюдений

Выводы по работе

Критерии оценки:

«зачтено» – отчет по лабораторной работе выполнен в полном объеме в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Студент отвечает на два заданных вопроса по теме лабораторной работы.

«не зачтено» – отчет по лабораторной работе включает менее 50 % от требуемого объема или отсутствует, или при наличии отчета студент не отвечает ни на один вопрос по теме выполненной работы.

7.3.Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 8

№ п/п	Вопросы
1	Элементы молекулярно-кинетической теории газов.
2	Теория активных столкновений.
3	Мономолекулярные и бимолекулярные реакции.
4	Статистический аспект теории активированного комплекса.
5	Термодинамический аспект теории активированного комплекса.
6	Основные положения в катализе. Понятия и определения.
7	Теория промежуточных соединений в катализе.
8	Термодинамические аспекты в катализе.
9	Кинетические аспекты в катализе.
10	Автокатализ.
11	Ферментативный катализ.
12	Кинетика ферментативной реакции с одним субстратом.
13	Способы определения кинетических параметров.
14	Ингибирование ферментативных реакций..
15	Активность ферментов
16	Кислотно-основной катализ.
17	Теория кислот и оснований.
18	Типы кислотно-основного катализа.
19	Кинетика реакций кислотно-основного катализа.
20	Расчет солевых эффектов в катализе.
21	Применение корреляционных соотношений в катализе.
22	Функции кислотности Гаммета.
23	Гетерогенный катализ. Общие положения.
24	Катализаторы в промышленных процессах.
25	Физическая адсорбция и хемосорбция.
26	Адсорбционная теория Лэнгмюра.
27	Нелэнгмюровские изотермы адсорбции.
28	Кинетика гетерогенных каталитических реакций.
29	Макрокинетика гетерогенных каталитических реакций.
30	Природные катализаторы разрушения озона в атмосфере.
31	Энергетика химических каталитических реакций.
32	Реакция, заложенная в технологии получения уксусной кислоты.
33	Критерии термодинамического равновесия.
34	Влияние температуры на скорость химической реакции.
35	Катализ окисления диоксида серы кислородом воздуха.
36	Химические реакции, протекающие при контакте метанола-воздушной смеси с железомолибденовым катализатором.
37	Катализаторы Циглер-Натта.
38	Каталитические яды.
39	Стадии гетерогенно-каталитических реакций.
40	Промышленные катализаторы крекинга нефтепродуктов.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
8	Экзамен (устно)	«отлично»	Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом и отвечает на один дополнительный вопрос с пониманием, приводит примеры
		«хорошо»	Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом, ответ на теоретический материал одного из вопросов экзаменационного билета неполный, отвечает на один дополнительный вопрос, приводит примеры
		«удовлетворительно»	Ответ на теоретический материал по одному из двух теоретических вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому экзаменационному материалу билета должны быть близкими к теории
		«неудовлетворительно»	Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Сибаров Д.А., Смирнова Д.А.	Катализ, каталитические процессы и реакторы	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
2	Журавлева М.В., Климентова Г.Ю., Зиннурова О.В., Фирсин А.А.	Катализ в органической технологии	учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»
3	Лефедова О.В., Шаронов Н.Ю., Романенко Ю.Е.	Химическая кинетика и катализ	учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»
4	Аветисов А.К., Брук Л.Г.	Прикладной катализ	учебник	2020	ЭБС «Лань»
5	Шлыков С.А.	Катализ в промышленности. Теория и прикладные каталитические процессы:	учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Гамеева О.С.	Физическая и коллоидная химия	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– **American Journal of Engineering and Applied Sciences.** Рецензируемый журнал - публикует результаты исследований в области инженерных наук (прикладная физика и прикладная математика, автоматизация и управление, химическая технология, компьютерная техника, информатику, инженерные данные и разработка программного обеспечения, экологическая инженерия, электротехника, промышленная инженерия, информационные технологии и информатика, материаловедение, измерение и метрология, машиностроение, медицинская физика, энергетика, обработка сигналов и телекоммуникации: <http://thescipub.com/journals/ajeas>

– **Philosophical Transactions.** Журнал предоставляет свободный доступ к научным публикациям по следующим темам: инженерные, физические, математические науки: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/>

– **Journal of Engineering and Applied Sciences (Medwell Journals).** Журнал представляет статьи с результатами научных исследований в области инженерных наук (математика, электротехника, машиностроение, энергетика, автомобилестроение, биохимическая инженерия, строительная инженерия и т.д.): <http://www.medwelljournals.com/archive.php?jid=1816-949x>

– **DOAJ.** Ресурс, который обеспечивает доступ к полнотекстовым электронным журналам предназначен для поиска по названию статьи (журнала) или по теме. DOAJ ставит целью всестороннее освещение научной периодики, находящейся в открытом доступе и использующей определенные меры, гарантирующие достойное качество их содержания: <https://doaj.org/>

– **Теоретические основы химической технологии.** Журнал публикует сообщения о новых технологических процессах в обрабатывающей промышленности с точки зрения фундаментальной науки. Статьи в журнале посвящены основам тепломассообмена, процессам разделения, межфазным явлениям, течению сыпучих материалов, биотехнологии, оптимизации, автоматизации и управлению, экономии энергии, металлов и сырья, защите окружающей среды и смежным темам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей Научной электронной библиотеки (eLibrary) доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8244>

– **Chemical and Process Engineering Research.** Журнал на английском языке Международного института по науке, технологиям и образованию (International Institute for Science, Technology and Education) (США, Великобритания, Гонконг). Публикует оригинальные статьи, касающиеся различных аспектов химического машиностроения, в том числе, управление процессами и контрольно-измерительными приборами данного производства. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/CPER/issue/archive>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия, бессрочный
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия, бессрочный; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия, бессрочный

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория «Процессы и аппараты защиты окружающей среды». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (А-409)	Столы ученические моноблоки, столы, стулья, доска аудиторная (меловая), проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве., установка, позволяющая создать аэродинамическую тягу
2	Лаборатория «Высокомолекулярные соединения». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (А-220)	Столы лабораторные островные, столы лабораторные пристенные, столы лабораторные; шкаф вытяжной; шкаф вытяжной 1500ШВ, весы аналитические ВЛР200, сушильный шкаф Sno1 58/350, стол виброустойчивый, стол письменный, шкафы для хим.реактивов, тумба для посуды и хим.реактивов, холодильник «Орск», регулятор напряжения БП2100, магнитная мешалка ММ02, термостат UTU4, автоклав, полимеризатор, штатив лабораторный, доска аудиторная трехсекционная, табуреты лабораторные, химическая посуда
3	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (А-415)	Столы ученические, стулья ученические, доска аудиторная (меловая), ПК, проектор, экран переносной, рабочий стол, письменный угловой стол, преподават. стол
4	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Г-401)	