

Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение
дополнительного образования детей
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»

Принято на заседании
Экспертного совета
Регионального центра
29.05.2023

Принято на заседании
методического совета
КОГАОУ ДО ЦДООШ
19.06.2023

УТВЕРЖДАЮ

директор ЦДООШ
Перминова Е.Н.
31.07.2023

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
«ХИМИЯ», 10 КЛАСС ГРУППА «ПОЛУПРОФИ»**

Направленность программы – естественно-научная
Срок реализации – 1 год

АВТОРЫ-СОСТАВИТЕЛИ:
Бакулева Марина Александровна,
методист ЦДООШ;
Ханжина Екатерина Геннадьевна,
педагог дополнительного образования ЦДООШ;

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОГРАММЫ:
Бакулева Марина Александровна,
методист ЦДООШ

Киров
2023

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность

Направленность программы – естественно-научная.

Актуальность, новизна, педагогическая целесообразность

Актуальность представленной программы обусловлена потребностью учащихся: в углублении и расширении школьных знаний по химии, в освоении дополнительных практических умений при проведении химического эксперимента, в умении решать задачи по химии различного уровня сложности, а также в умении решать задачи открытого типа, (т.е. не имеющие окончательного и однозначного решения), допускающие огромное разнообразие подходов к решению и как правило, требующие постановки учебного исследования.

Педагогическая целесообразность объясняется формированием комфортной образовательной среды в контексте мотивации подростков к углубленному изучению химии, к повышению своей конкурентоспособности и к более раннему самоопределению в продолжение образования по химическому или естественнонаучному направлению.

Новизна настоящей программы заключается в специфике методики обучения школьников решению задач разного уровня сложности по химии и специфике подготовки и проведения исследовательского эксперимента естественнонаучного характера.

Цели и задачи дополнительной образовательной программы

Обучение нацелено на формирование и поддержание интереса к химии, углубление и расширение знаний по химии, полученных при освоении учащимися общеобразовательной программы «Химия», 9 класс группа «полупрофи», а также самостоятельно или при изучении курса химии в школе. Кроме того, обучение направлено на отработку и формирование практических навыков по решению химических задач и проведению химического эксперимента школьников 10-х классов.

При отборе содержания занятий, уровня сложности задач учитывается общий уровень подготовки школьников, показанный на входящей аттестации. Решение задач по химии и химический эксперимент – одни из основных методов обучения предмету. С помощью решения задач, а также при постановке учебного эксперимента, учащиеся получают знания о конкретных объектах и явлениях. При этом создаются и решаются проблемные ситуации, формируются практические и интеллектуальные умения, сообщаются знания по истории науки и химической технологии, формируются такие качества личности, как целеустремленность, настойчивость, аккуратность, внимательность, дисциплинированность, развиваются эстетические чувства, формируются творческие способности. При подборе содержания занятий учитываются индивидуальные особенности кружковцев, в частности, всегда подбираются как простые задачи на овладение ключевыми понятиями и методами решения, так и более сложные задачи для более сильных/подготовленных школьников, требующие значительной работы при выполнении решения.

Цель реализации программы — образовательная компетентность, обеспечивающая всестороннее развитие и воспитание личности средствами предмета, способность и успешность выступления школьника на соревнованиях по

предмету и творческих конкурсах по химии высокого уровня; реализация деловых качеств: самостоятельности, ответственности, активности, креативности в общественной жизни и научно-практической работе.

Исходя из поставленной цели и организационных особенностей кружка ставятся следующие *задачи* кружка:

- развитие мыслительных процессов учащихся;
- развитие интереса к химии, к решению химических задач, к выполнению химического эксперимента;
- совершенствование и углубление полученных в основном курсе химии знаний и умений, в частности, умения решать задачи по химии, умения ставить проблему и реализовывать пути её решения;
- формирование представлений о постановке, классификации, приёмах и методах решения задач по химии разного уровня сложности;
- развитие экспериментальных умений и навыков.

Отличительные особенности данной образовательной программы от уже существующих образовательных программ

Отличительные особенности данной программы заключаются в том, что усвоение системных знаний и овладение практическими умениями формирует систему учебных действий, необходимую для продолжения образования по естественно-научному направлению; определяет совершенствование творческих способностей и развитие психических качеств школьника необходимых для его конкурентоспособности, мотивации и успешности участия в соревнованиях и конкурсах естественно-научного и химического направления различного уровня.

Программа кружков согласована с содержанием программы основного курса. Она предполагает дальнейшее совершенствование школьником уже усвоенных знаний и умений. Полученные ранее навыки решения задач и экспериментальные умения отрабатываются для новых учебно-научных ситуаций.

Программа построена на основе межпредметных связей, прежде всего, с курсом физики, биологии, географии, математики. Междисциплинарный характер решаемых практических и теоретических задач способствует формированию академической культуры.

В работе кружка преподаватель использует разнообразные приёмы и методы: рассказ и беседу, организацию выступления учеников, выполнение демонстрационного и лабораторного эксперимента. Чаще всего данные методы реализуются при объяснении преподавателем примеров решения задач, при организации индивидуальной и коллективной работы по решению задач, при показе демонстрационного эксперимента и выполнении самостоятельных экспериментальных работ и др. Чтобы обучение происходило наиболее эффективно, оно ориентировано на развитие и поддержание интереса учащихся к решению задач повышенного уровня сложности, в том числе олимпиадного уровня, на формирование осознанной познавательной деятельности при решении теоретических и экспериментальных задач.

Укрепление познавательного интереса и развитие мотивации школьников достигается как подбором задач, так и методикой работы с ними. На занятиях применяются коллективные и индивидуальные формы работы. Предполагается также выполнение домашних заданий по решению задач. Для успешного освоения курса химии и выработки необходимых теоретических навыков самостоятельная

домашняя работа категорически необходима. Достаточно большое многообразие свойств веществ требует не столько запоминания, сколько насмотренности, которая приобретается в ходе решения задач. В итоге школьники должны выйти на методологический уровень работы с химической задачей: решать по спроектированному плану, владеть, подбирать и использовать основные приёмы решения, осознанно выполнять математические преобразования и пр.

При решении задач всех разделов химии (химия углеводов, химия кислород- и азотсодержащих органических соединений, химия полимеров) ключевое внимание обращается на накопление опыта решения задач различной трудности, на развитие отношения к задаче как на описание конкретного явления химическими законами.

Задачи и эксперимент подобраны так, чтобы у обучающихся формировались ключевые компетенции, такие как умение работать с информацией, сравнивать, делать выводы, использовать приобретенные знания в практической деятельности. Например, при изучении темы «Теория строения органических веществ А.М. Бутлерова» учащиеся знакомятся с основным понятием - понятие «химического строения», под которым понимают влияние атомов друг на друга в составе молекулы. В главе «Углеводороды» учащиеся подробно изучают наиболее простые органические вещества и на их примерах начинают формировать важнейшие понятия об органических веществах такие, как «гибридизация», «пространственное и электронное строение», «гомология», «изомерия». Кроме этого, учащиеся знакомятся с различными типами номенклатуры органических соединений (систематической, тривиальной, рациональной).

Учебный материал изучается в основном по авторским разработкам, подготовленным специально для занятий кружка. Рассматривается ряд вопросов, не входящих в школьную программу (например, механизмы и закономерности протекания химических реакций, окислительно-восстановительные реакции с участием органических соединений и их практическое применение, а также экспериментальная работа с органическими веществами).

В ходе реализации программы, как правило, не практикуется замена преподавателя. При этом предусмотрена возможность проведения занятия двумя преподавателями сразу. Количество часов на изучение конкретной темы может варьироваться, но не может быть ниже определённого учебно-тематическим планом значения. По ходу занятий автор может вносить в программу оперативные изменения.

Формы и режим занятий

Программа «Химия» рассчитана на школьников 10-х классов. Формы организации занятий – лекции, лабораторные работы и практические занятия по решению теоретических и экспериментальных задач повышенной трудности, в том числе с использованием различных образовательных технологий, например модульной, информационно-коммуникационной, проблемного обучения, игровой и других.

Работа кружка заканчивается не позднее 31 мая. С разрешения администрации Центра и с согласия родителей (законных представителей) для выполнения программы работа кружка также может продолжаться и в каникулярное время.

Продолжительность занятий составляет по 3 академических часа один раз в неделю.

Количественный и списочный состав кружка в ходе его работы может изменяться.

Правила и критерии отбора обучающихся

Для обучения на кружке школьник должен получить приглашение. Для этого он должен принять участие в конкурсном отборе. Зачисление в кружки Центра производится по заявлению родителей школьника или его законных представителей. Для зачисления, обучающегося необходимо подать заявку, сформировав заявление на сайте ЦДООШ.

Сроки подачи заявки

Подача заявления осуществляется в личном кабинете родителя/законного представителя на сайте ЦДООШ в соответствии с датами, утвержденными приказом директора и опубликованными на официальном сайте ЦДООШ.

Правила регистрации

Для регистрации нужно заполнить анкету для программы на странице «Ваши заявки» личного кабинета. Вход в личный кабинет расположен на странице <http://lk.cdoosh.ru/>. При подаче заявления необходимо проверить (при отсутствии – указать) номер сертификата персонифицированного дополнительного образования. Чтобы подать заявление, необходимо перейти в раздел «Подать заявку» и выбрать данную программу.

Количество участников

Общее количество учащихся в одной группе, а также максимальное количество групп для данной программы утверждается приказом директора и публикуется на официальном сайте ЦДООШ.

Правила отбора обучающихся

Набор в кружок группы «Полупрофи» проводится по персональным приглашениям педагога.

Зачисление в кружки Центра производится по заявлению родителей школьника или его законных представителей. Для зачисления, обучающегося необходимо подать заявку, сформировав заявление на сайте ЦДООШ.

Ожидаемые результаты и способы определения их результативности

Результатами занятий выступает повышение уровня знаний, развитие мыслительных процессов и умений учащихся, формирование воспитанности. Основными средствами диагностики являются работы учащихся, оцениваемые по рейтинговой системе оценки, внутрикружковые командные и личные соревнования, а также результаты участия школьников в массовых мероприятиях по химии. Система оценок определяется педагогом.

Программа рассчитана на 32 групповых занятия по 3 академических часа, всего 96 часов.

II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебно-тематический план

№ п/п	Темы	Количество часов		
		Теория	Лабораторная работа	Решение задач
1.	Введение. Современная теория строения органических соединений. Электронные эффекты.	3	-	-
2.	Классификация химических реакций в органической химии. Номенклатура органических соединений.	2	-	1
3.	Изомерия органических соединений.	2	-	1
4-5.	Алканы.	3	2	1
6.	Циклоалканы.	2	-	1
7-8.	Алкены.	3	2	1
9-10.	Алкины.	3	2	1
11.	Алкадиены. Каучуки.	2	-	1
12.	Галогенпроизводные углеводородов.	2	1	-
13-14.	Арены.	3	2	1
15-16.	Одноатомные и многоатомные спирты. Простые эфиры.	3	2	1
17-18.	Фенолы. Ароматические спирты.	3	2	1
19.	Элементарорганические соединения.	2	-	1
20-21.	Альдегиды и кетоны.	3	2	1
22-23.	Монокарбоновые кислоты.	3	2	1
24.	Сложные эфиры.	1	1	1
25.	Дикарбоновые кислоты. Непредельные кислоты. Аминокислоты.	1	1	1
26.	Особенности расстановки коэффициентов в уравнениях с участием органических веществ.	2	-	1
27.	Оксикарбоновые кислоты и оптическая изомерия. Альдегидо- и кетокислоты. Ацетоуксусный эфир.	2	1	-
28.	Алифатические и ароматические амины. Азо- и диазосоединения.	1	2	-
29.	Гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты	2	-	1
30.	Моносахариды.	2	1	-
31.	Ди- и полисахариды.	2	1	-
32.	Высокомолекулярные соединения.	2	1	-
	Итого: 96	54	25	17

2.2. Учебная программа

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Основы строения органических веществ

Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Особенности электронного строения атома углерода, обуславливающие уникальную способность этого элемента образовывать углерод-углеродные связи различной кратности и связи с атомами других элементов неметаллов. Способы изображения молекул органических соединений, структурные и электронные формулы (Г.Льюис). Типы углеродного скелета, ациклические, циклические и гетероциклические соединения. Основные положения теории строения органических соединений (А.М. Бутлеров). Валентность атомов. Типы гибридизации атома углерода в органических соединениях. Геометрия органических молекул, σ и π связи. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи.

Классификация реагентов и реакций: Электронные эффекты заместителей. Индуктивный и мезомерный эффекты и способы изображения этих эффектов. Примеры групп с $+I$, $-I$, $+M$ и $-M$ эффектами. Эффект гиперконъюгации (сверхсопряжения). Влияние электронных эффектов заместителей на стабильность и реакционную способность органических соединений и промежуточных частиц. Резонансные структуры, правила их построения.

Изомерия органических веществ

Изомерия и ее виды. Гомология. Основы стереохимии. Геометрическая изомерия соединений с двойной связью. Цис- и транс-изомеры. Способы изображения пространственного строения молекул с sp -гибридизованным углеродом: клиновидные проекции, "лесопильные козлы", проекции Ньюмена. Асимметрический атом углерода. Хиральность, условия, необходимые для возникновения хиральности. Конфигурация, отличие от конформации. Оптическая изомерия, оптическая активность. Энантиомеры. Рацематы. Принцип R, S номенклатуры. Определение порядка старшинства заместителей у хирального центра (правило Кана-Ингольда-Прелога).

Абсолютная и относительная конфигурации. Проекционные формулы (Э. Фишер). Соединения с двумя хиральными центрами. Построение проекций Фишера. Диастереомеры. Мезоформы.

Эритро- и трео-номенклатура. Представление об оптической изомерии соединений, не содержащих асимметрического атома углерода. Z-, E- и син-, анти-номенклатура.

Классификация и номенклатура органических веществ

Основные функциональные группы. Классификация органических соединений. Заместительная номенклатура, ИЮПАК. Понятия родоначальной структуры, характеристических групп. Названия нефункциональных заместителей, функциональных групп, предельных, непредельных, ароматических радикалов. Старшинство функциональных групп. Основные правила составления заместительных названий органических соединений, выбор и нумерация главной цепи, правило наименьших локантов. Названия основных классов органических соединений, сложных поли и гетеро-функциональных соединений.

Алканы и циклоалканы

Гомологический ряд, общая молекулярная формула. Изомерия и номенклатура. Физические свойства. Химические свойства: реакции галогенирования, механизм радикального замещения (*SR*). Природные источники алканов. Методы синтеза: получение метана из простых веществ (условия протекания реакции), гидрирование непредельных углеводородов. Получение метана из карбида алюминия. Получение алканов: электролиз солей карбоновых кислот, восстановление карбонильных соединений, из галогеналканов (реакция Вюрца). Нитрование (М.И. Коновалов), сульфохлорирование, горение и окисление. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг. Циклоалканы и их производные. Классификация алициклов. Энергия напряжения циклоалканов и ее количественная оценка на основании сравнения теплот образования и теплот сгорания циклоалканов и соответствующих алканов. Типы напряжения в циклоалканах и подразделение циклов на малые, средние циклы и макроциклы. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Методы синтеза циклопропана, циклобутана и их производных. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана.

Конформационный анализ циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана.

Алкены

Гомологический ряд, общая молекулярная формула, изомерия и номенклатура. Природа двойной связи. Методы синтеза: дегидрирование алканов, элиминирование галогеноводорода из алкилгалогенидов, воды из спиртов, дегалогенирование виц-дигалогеналканов. Химические свойства алкенов. Ряд стабильности алкенов, выведенный на основе теплот гидрирования.

Гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов. Электрофильное присоединение (*Adi*): гидрогалогенирование, гидратация, гидрирование. Правило В.В. Марковникова. Окисление алкенов до диолов по Вагнеру (KMnO_4). Исчерпывающее окисление алкенов с помощью KMnO_4 . Радикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харацу (механизм), аллильное галогенирование. Реакция Виттига, стереоселективное восстановление алкинов.

Алкины

Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Общая молекулярная формула. Природа тройной связи. Получение ацетилена из карбида кальция и пиролизом метана. Химические свойства алкинов. Горение. Окисление перманганатом или бихроматом. Электрофильное присоединение к алкинам. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов.

Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация алкинов (М.Г. Кучеров), присоединение карбоновых кислот. Восстановление алкинов до цис- и транс-алкенов. Методы синтеза алкинов с помощью реакций отщепления. CN -кислотность ацетилена, алкилирование терминальных ацетиленов. Ацетилениды натрия и меди. Магнийорганические производные алкинов (Ж.И. Иоцич): их получение и использование в органическом синтезе. Гидроборирование алкинов. Конденсация терминальных алкинов с кетонами и альдегидами (А.Е. Фаворский, В.Реппе).

Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение. Окислительная конденсация терминальных алкинов в присутствии солей меди.

Диеновые углеводороды

Типы диенов. Изолированные, кумулированные и сопряженные диены. Изомерия и номенклатура. Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, получение бутадиена по Лебедеву.

Бутадиен-1,3, особенности строения. Химические свойства 1,3-Диенов. Галогенирование, гидрирование и гидрогалогенирование 1,3-диенов. 1,2- и 1,4-присоединение.

Реакция Дильса-Альдера с алкенами и алкинами, стереохимия реакции и ее применение в органическом синтезе.

Общая характеристика высокомолекулярных соединений. Общая формула. Средняя молекулярная масса. Структура полимеров: линейная, разветвленная и сетчатая, регулярная и нерегулярная.

Получение полимеров. Мономер, структурные звенья, полимер. Катионная, анионная, радикальная полимеризация и поликонденсация. Степень полимеризации. Пластмассы.

Получение, химические и физические свойства полиэтилена, полипропилена, полистирола, поливинилхлорида, полиметилметакрилата, фенолформальдегидной смолы. Синтетические волокна: лавсан, капрон, нейлон, нитрон, энант. Каучуки: получение, химические и физические свойства. Природные волокна. Стереорегулярность. Синдиотактические, изотактические и атактические полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры.

Ароматические углеводороды

Ароматичность. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Ароматические катионы и анионы. Строение бензола. Формула Кекуле. Получение: каталитическое дегидрирование циклогексана и гексана (Н.Д. Зелинский). Свойства аренов. Горение. Каталитическое гидрирование аренов, фотохимическое хлорирование бензола. Радикальное галогенирование гомологов бензола в боковую цепь. Окисление алкилбензолов и конденсированных ароматических углеводородов до карбоновых кислот, альдегидов и кетонов. Физические свойства. Получение ароматических углеводородов в промышленности: каталитический риформинг нефти, переработка коксового газа и каменноугольной смолы. Реакции кросс-сочетания в ароматическом ряду.

Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен и др. Аннулены. Аннулены ароматические и неароматические. Гетероциклические пяти и шестичленные ароматические соединения (пиррол, фуран, тиофен, пиридин). Антиароматичность на примере циклобутадиена, циклопропениланиона, катиона циклопентадиенилия. Электрофильное замещение. Нитрование. Нитрующие агенты. Нитрование бензола и его производных. Галогенирование. Галогенирующие агенты. Сульфирование. Сульфирующие агенты. Алкилирование аренов по Фриделю Крафтсу. Алкилирующие агенты. Ацилирование аренов по Фриделю Крафтсу. Ацилирующие агенты.

Общие представления о механизме реакций электрофильного замещения (S_g). Представление о σ -комплексах. Влияние природы заместителя на ориентацию и скорость реакции электрофильного замещения. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Согласованная и несогласованная ориентация двух или нескольких заместителей в ароматическом кольце.

Нуклеофильное замещение и элиминирование

Нуклеофильное замещение. Общие представления о механизмах нуклеофильного замещения (S_N). Механизм присоединения и отщепления S_NAr , примеры реакций и активирующее влияние электроноакцепторных заместителей. Анионные комплексы Мейзенгеймера и их строение.

Реакции элиминирования. Направление элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана. Классификация механизмов элиминирования: $E1$, $E2$ и Ecb . Влияние природы основания и уходящей группы на направление отщепления. Конкуренция процессов нуклеофильного замещения и элиминирования.

Карбены - частицы с двухкоординированным атомом углерода. Понятие о карбеноидах.

Алкил- и арилгалогениды

Методы синтеза алкилгалогенидов: радикальное галогенирование алканов, присоединение галогеноводородов к алкенам, гидроборирование с последующим замещением, замещение ОН-группы в спиртах, реакция Бородина-Хунсдиккера.

Методы синтеза арилгалогенидов: ароматическое электрофильное замещение, реакция Бородина—Хунсдиккера, превращения солей диазония (реакции Шимана, Зандаймера, Гаттермна).

Металлорганические соединения

Литий и магнийорганические соединения. Методы синтеза: взаимодействие металла с алкил или арилгалогенидами. Протолиз алкил- и арилмагний галогенидов. Представление о шкале СН-кислотности углеводородов. Литий и магнийорганические соединения в синтезе углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Диалкил и диарилкупраты. Получение и применение этих комплексных соединений, в том числе, в ароматическом синтезе.

Оксипроизводные

Одноатомные спирты. Гомологический ряд, классификация, изомерия и номенклатура. Методы получения: из алкенов, карбонильных соединений, галогеналканов, сложных эфиров и карбоновых кислот. Промышленные методы получения спиртов.

Свойства спиртов. Спирты, как слабые ОН-кислоты. Спирты, как основания Льюиса. Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила). Горение спиртов. Окисление первичных спиртов до альдегидов и карбоновых кислот, вторичных спиртов до кетонов.

Механизмы S_N1 , S_N2 и стереохимия замещения. Дегидратация спиртов. Двухатомные спирты.

Методы синтеза. Свойства: окисление, ацилирование, дегидратация. Окислительное расщепление 1,2-диолов (йодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка.

Трехатомные спирты. Глицерин. Получение и свойства.

Фенолы. Кумольный способ получения фенола в промышленности.

Получение фенолов методами щелочного плавления аренсульфонатов, замещения галогена на гидроксил, гидролизом солей арилдиазония. Свойства фенолов. Фенолы как ОН-кислоты.

Сравнение кислотного характера фенолов и спиртов, влияние заместителей на кислотность фенолов. Образование простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов. Перегруппировка сложных эфиров фенолов в 2- и 4-ацилфенолы (перегруппировка Фриса). Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов диоксидом углерода (реакция Кольбе-Шмитта). Формулирование фенолов: действие хлороформом в щелочной среде (реакция Реймера-Тимана), действие диметилформамида в присутствии $POCl_3$ (реакция Вильсмайера-Хаака). Перегруппировка аллиловых эфиров фенолов (реакция Кляйзена).

Простые эфиры. Получение эфиров методом межмолекулярной дегидратация спиртов. Свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами. Получение эфиров по реакции Вильямсона и алкоксимеркурированием алкенов. Циклические эфиры. Оксираны. Способы получения. Раскрытие оксиранового цикла под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.

Алифатические и ароматические амины

Нитроалканы. Методы синтеза из алкилгалогенидов (амбидентный характер нитрит-иона), нитрование алканов по Коновалову.

Строение нитрогруппы. Свойства нитроалканов: кислотность и таутомерия нитроалканов, реакции нитроалканов с азотистой кислотой, галогенами, конденсация с карбонильными соединениями, восстановление в амины. Ароматические нитросоединения. Восстановление нитроаренов в кислой и щелочной среде. Промежуточные продукты восстановления нитрогруппы (нитрозосоединения, арилгидроксиламины, азокси-, азо- и гидразо-соединения). Бензидиновая перегруппировка.

Классификация, изомерия, номенклатура аминов. Методы получения: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия (Габриэль), восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, нитросоединений, алкилазидов.

Перегруппировки Гофмана и Курциуса. Восстановительное аминирование карбонильных соединений. Взаимодействие альдегидов и кетонов с формиатом аммония (Лейкарт).

Строение аминов. Химические свойства. Амины как основания. Сравнение основных свойств первичных, вторичных, третичных алифатических и ароматических аминов. Влияние на основность аминов заместителей в ароматическом ядре. Алкилирование и ацилирование аминов. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Идентификация и разделение первичных, вторичных и третичных аминов с помощью бензолсульфохлорида (проба Хинсберга).

Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов, защита аминогруппы.

Дiazosоединения. Общие представления об алифатических diazosоединениях. Diazометан, diaзоуксусный эфир. Ароматические diazosоединения. Реакции diaзотирования первичных ароматических аминов.

Реакции diazosоединений с выделением азота: замена diaзогруппы на гидроксил, галоген, циан, нитрогруппу и водород. Реакции diazosоединений без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание. Азокрасители.

Карбонильные соединения

Альдегиды и кетоны. Изомерия и номенклатура. Строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость. Влияние природы и строения радикала на активность карбонильной группы.

Методы получения альдегидов и кетонов из спиртов, производных карбоновых кислот, алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование, гидратация по Кучерову), на основе металлорганических соединений. Ацилирование и формилирование ароматических соединений. Промышленное получение формальдегида, ацетальдегида (Вакер-процесс) и высших альдегидов (гидроформилирование).

Химические свойства. Общие представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов. Кислотный и основной катализ. Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления; восстановление C=O группы до CH₂ группы: реакции Кижнера-Вольфа и Клемменсена.

Кето-енольная таутомерия. Енолизация альдегидов и кетонов в реакциях галогенирования. Кислотный и основной катализ енолизации. Кето-енольная таутомерия кетонов, 1,3-дикетонов и 1,3-кетозэфиров. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Алкилирование и ацилирование енаминов.

Ион-радикальная димеризация альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов, реагенты окисления. Окисление кетонов перкислотами по Байеру-Виллигеру. Диспропорционирование альдегидов по Канниццаро (прямая и перекрестная реакции). Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов в кислой и щелочной среде, механизм реакций. Направленная альдольная конденсация разноименных альдегидов с использованием литиевых енолятов. Конденсация альдегидов и кетонов с малоновым эфиром и другими соединениями с активной метиленовой группой. Аминометилирование альдегидов и кетонов (реакция Манниха). Бензоиновая конденсация.

Непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения; конденсации, окисление аллиловых спиртов. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения. Сопряженное присоединение енолятов и енаминов (Михаэль). Восстановление непредельных карбонильных соединений.

Карбоновые кислоты

Карбоновые кислоты. Классификация, номенклатура, изомерия. Методы синтеза: окисление первичных спиртов и альдегидов, алкенов, алкинов, алкилбензолов; гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот. Получение муравьиной и уксусной кислот.

Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, диссоциация. Кислотность, ее зависимость от индуктивных эффектов заместителей, от характера и положения заместителей в алкильной цепи и бензольном ядре.

Галогенирование кислот по Гелю-Фольгарду-Зелинскому. Пиролитическая кетонизация, электролиз солей карбоновых кислот по Кольбе, декарбоксилирование по Бородипу-Хунсдиккеру.

Синтез на основе металлоорганических соединений; синтезы на основе малонового и ацетоуксусного эфиров.

Производные карбоновых кислот

Получение галогенангидридов с помощью галогенидов фосфора, тионилхлорида, оксалилхлорида. Свойства: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин, металлоорганические соединения). Восстановление до альдегидов по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие диазометана с галогенангидридами карбоновых кислот - гомологизация карбоновых кислот (реакция Арндта-Айстерта).

Ангидриды. Методы получения: дегидратация кислот с помощью P_2O_5 ; ацилирование солей карбоновых кислот хлорангидридами. Реакции ангидридов кислот с нуклеофилами.

Реакция Перкина. Дегидратация кислот с помощью фталевого ангидрида. Кетен. Получение и свойства.

Сложные эфиры. Методы получения: этерификация карбоновых кислот (механизм), ацилирование спиртов и их алколюлятов ацилгалогенидами и ангидридами, алкилирование карбоксилат ионов, реакции кислот с диазометаном. Реакции сложных эфиров: гидролиз (механизм кислотного и основного катализа), аммонолиз, переэтерификация.

Взаимодействие сложных эфиров с магнием и литийорганическими соединениями, восстановление до спиртов и альдегидов комплексными гидридами металлов; сложноэфирная (Л.Кляйзен) и ацилоиновая конденсации.

Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе. Кето-енольная таутомерия эфиров 1,3-кетокислот и 1,3-дикетонов, амбидентный характер енолят-иона. Амиды. Строение карбамоильной группы. Методы получения: ацилирование аммиака и аминов, пиролиз карбоксилатов аммония, гидролиз нитрилов, перегруппировка оксимов по Бекману, Свойства: гидролиз, восстановление до аминов, дегидратация амидов.

Понятие о секстетных перегруппировках (Гофмана, Курциуса, Шмидта).

Нитрилы. Методы получения нитрилов: дегидратация амидов кислот (с помощью P_2O_5 , $SOCl_2$, $POCl_3$), алкилирование цианид-иона. Свойства: гидролиз, аммонолиз, восстановление до аминов, взаимодействие с магнием и литийорганическими соединениями. Реакция Риттера.

Двухосновные кислоты. Методы синтеза: окислительное расщепление циклоолефинов и циклических кетонов, окисление полиалкилбензолов. Щавелевая кислота, диэтилоксалат в сложноэфирной конденсации. Малоновая кислота: синтезы с малоновым эфиром. Адишшовая кислота. Конденсация Дикмана. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот как метод синтеза средних циклов и макроциклов. Фталевая и терефталевая кислоты, промышленные методы получения. Фталевый ангидрид, фталимид и его использование в синтезе.

Непредельные кислоты. Методы синтеза: дегидратация оксикислот, реакция Кнёвенагеля, реакция Виттига, реакция Перкина. Фумаровая и малеиновая кислоты. Ацетилендикарбоновая кислота.

Жиры

Липиды и их биологическая роль. Классификация липидов: жирные кислоты, воска, стероиды, фосфолипиды. Структура фосфолипидов: глицерин, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, полярные группы.

Свойства (в том числе амфифильность) и распространение в природе. Основные представители триацилглицеридов, фосфолипидов, стероидов и восков. Самоорганизация амфифильных липидов в водных растворах: мицелла, мембранный бислой, липосома. Синтетические аналоги природных липидов - ПАВ.

Аминокислоты и белки

Номенклатура α -аминокислот. Природные α -аминокислоты. Структура и свойства боковых радикалов. Хиральность аминокислот, образующих белки. Кислотно-основные свойства, амфотерность природных аминокислот. Изоэлектрическая точка. Химический синтез α -аминокислот и разделение рацемических форм.

Химические реакции α -аминокислот: реакции аминогрупп, реакции карбоксильных групп, окисление аминокислот. Пептидная связь. Номенклатура пептидов. Белки. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Основные принципы химического синтеза полипептидов: защита аминогруппы и активация карбоксильной группы. Твердофазный синтез пептидов. Общие принципы определения первичной структуры пептидов и белков.

Ферменты

Понятие о ферментах и ферментативном катализе. Каталитическая активность. Типы реакций, катализируемых ферментами. Основы классификации ферментов. Основы кинетики ферментативного катализа. Ингибиторы: обратимые и необратимые, конкурентные и неконкурентные.

Углеводы

Моносахариды и полисахариды. Классификация и стереохимия моносахаридов. Альдозы и кетозы. Представление альдоз и кетоз в проекции Фишера. Циклические полуацетали альдоз и полукетали кетоз - пиранозы и фуранозы. Проекция Хеуорса для циклических моносахаридов. Таутомерия циклических и открытых форм в растворах моносахаридов, мутаротация глюкозы, конформации пиранозного цикла. Реакции моносахаридов.

Получение гликозидов. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. Окисление альдоз до альдоновых, альдуруновых и сахарных кислот, лактонизация альдоновых кислот. Исчерпывающее окисление моносахаридов йодной кислотой. Образование озаонов при взаимодействии с фенилгидразином. Синтез моносахаридов по Килиани-Фишеру и деградация по Волю и Руффу. Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Полисахариды — целлюлоза, крахмал, гликоген.

Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты. Первичная структура ДНК и РНК. Строение нуклеотидов и нуклеозидов. Рибоза и дезоксирибоза. Гетероциклические основания, входящие в состав нуклеотидов: пурины и пиримидины. 5'-3'-Фосфодиэфирная связь между остатками нуклеотидов.

АТФ - основная энергетическая «валюта» клетки. Макроэргическая связь. Представление о секвенировании (определении нуклеотидной последовательности) нуклеиновых кислот. Макромолекулярная (вторичная и третичная) структура ДНК.

Двойная спираль Уотсона и Крига. Комплементарные взаимодействия нуклеотидов в ДНК.

Витамины

Витамины - специальный класс биологически важных соединений. Основные представители класса (тиамин, рибофлавин, никотинамид, пантотеновая кислота, цианкобаламин, L-аскорбиновая кислота, витамины А, D, Е и К). Деление витаминов на водо- и жирорастворимые.

III. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Вид аттестации	Формы контроля	Виды оценочных материалов
Входящая	Результаты выполнения конкурсной работы или рейтинг на основе индивидуальных достижений	Решение задач конкурсного отбора, результаты личных достижений
Текущая	Участие в решении задач, в выполнении практических работ	Сдача задач, отчётов по выполненным работам
Итоговая	Рейтинг участника, участие в заключительной олимпиаде	Баллы за решение задач и выполнение практических работ. Результаты решение задач заключительной олимпиады

IV. ОРГАНИЗАЦИОННО–ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

4.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Органическая химия

1. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4 ч. М.: Бином, 2007
2. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М.: Мир, 1974, перевод с английского Демьянович В.М., Смита В.А., под ред. Коробициной И.К.
3. Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren. Organic Chemistry, Paperback, 1234 pages, 2nd Edition, 2012, Oxford University Press.
4. Харвуд Л., Мак-Кендрик Дж., Уайтхед Р. Наглядная органическая химия. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008
5. Ли Дж.Дж. Именные реакции. Механизмы органических реакций. М.: Бином, 2006.
6. Сайкс П. Механизмы реакции в органической химии. М.: Химия, 1991.
7. Ливанцов М.В., Курц А.Л., Чепраков А.В.: Задачи по органической химии с решениями. М.: Бином, 2014
8. Васильев В. П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина, под ред. В.П. Васильева. М.: Дрофа, 2006. – 414 с.
9. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн.1 Титриметрические и гравиметрические методы анализа. учебн. для студ. вузов, обучающихся по химико-технол. спец. / В.П. Васильев. М.: Дрофа, 2009. – 366 с.
10. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн.2 Физико-химические методы анализа. учебн. для студ. вузов, обучающихся по химико-технол. спец. / В.П. Васильев. М.: Дрофа, 2005. – 383 с.
11. Васильева Н.В., Практические работы по органической химии. Малый практикум. М.: Просвещение, 1978. – 304 с.
12. Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии: Пособие для студ. вузов. М.: Дрофа, 2002. – 352 с.
13. Зонис С. А., Мазуров С.М. Лабораторно-лекционные опыты и демонстрационные материалы по органической химии [Текст] / С. А. Зонис, С. М. Мазуров. - 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. школа, 1961. - 721 с. Ильин М.А., Конев В.Н., Ильина Е.С. Учебно-методическое пособие «Органический синтез. Часть 1.». Новосибирск: Редакционно-издательский центр СУНЦ НГУ, 2007. – 96 с.
14. Органический синтез: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по хим. и биол. спец. / Н.В. Васильева, Т.А. Смолина, В.К. Тимофеева и др. М.: Просвещение, 1986. – 367 с.
15. Основы аналитической химии: практическое руководство / Ю.А. Барблат; под ред. акад. Ю.А. Золотова. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 462 с.
16. Практикум по органической химии / В.И. Теренин [и др.]; под редакцией академика РАН Н.С. Зефирова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 568 с.

17. Харитонов Ю.Я., Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник / Ю.Я. Харитонов. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 688 с.
18. Харитонов Ю.Я., Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник / Ю.Я. Харитонов. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 656 с.
19. Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю., Аналитическая химия. Практикум: учебное пособие. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 296 с.
20. Храмкина М.Н. Практикум по органическому синтезу. Изд. 4-е, испр. Л.: «Химия», 1977. – 320 с.

4.2. Материально-технические условия реализации программы

Перечень необходимого оборудования и материалов для реализации программы.

Доска, мел, периодическая таблица, наборы шаростержневых моделей Molymod неорганический /органический, дополнительные таблицы (тривиальные названия органических веществ, номенклатура радикалов и функциональных групп, энергия связей и т.д.), справочники физико-химических величин, презентации к лекционной части занятий, методические разработки к занятиям.

Цифровое обеспечение для дистанционных занятий: проектор и экран, персональный компьютер (двухъядерный процессор с таковой частотой 2 ГГц; оперативная память 4ГБ; операционная система macOS X с macOS 10.9 или более поздней версии, Windows 10, Windows 8 или 8.1, Windows 7) с возможностью широкополосного подключения к Интернету (минимум 600 кбит/с), аудиокolonки, микрофон, веб-камера.

Программное обеспечение для дистанционных занятий: приложение MS TEAMS или приложение DISCORD (32 bit актуальная версия), браузер Firefox (версия 27+) или Chrome (версия 30+).

Комплект таблиц по химии демонстрационные:

"Химические реакции" (14 табл., формат А1, ламинир.), "Инструктивные таблицы", "Строение вещества. Химическая связь" (16 табл., формат А1, ламинир.), "Строение органических веществ" (16 табл., формат А1, лам.), периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, растворимость солей, кислот и оснований в воде.

Оборудование:

1	ЛТА-НФ Термометр лабораторный электронный
2	pH-метр OHAUS Starter ST10 (карманный)
3	pH-метр pH-150МИ (-1...14 pH, портативный)
4	U-образные трубки
5	Аллонж
6	Банка 40 мл под реактивы с крышкой "Экрос"
7	Банка-капельница 40 мл с крышкой-капельницей
8	Бюкс
9	Бюретка с оливой 25 и 50 мл

10	Вакуумный эксикатор 250 мм с краном
11	Вискозиметр ВПЖ-2 с диаметром капилляра 0,56
12	Воздушный холодильник
13	Воронка Бюхнера, D80 и D130 мм
14	Воронка делительная, 300
15	Воронка для сып. веществ
16	Воронка капельная
17	Воронка лабораторная d=25, 56, 75, 100 и 150 мм
18	Воронка Шотта
19	Газоотводная трубка 45°
20	Газоотводная трубка 90°
21	Груша с воздушным клапаном
22	Груша универсальная для пипеток
23	Грушевидная колба 100 мл
24	Диспенсер переменного объема 1-10 мл на бутылку
25	Диспенсер переменного объема 5-60 мл на бутылку
26	ДИСТИЛЛЯТОР БЫТОВОЙ КОРПУС НЕРЖ 4Л (1Л/Ч) СО СТЕКЛЯННОЙ ЕМКОСТЬЮ
27	Дозатор одноканальный переменного объема 10 -100 и 20 - 200 мкл
28	Емкость для взвешивания, 30 мл
29	ЗАЖИМ ДЛЯ ПРОБИРОК
30	Защитный экран AS-3
31	Кислородная подушка, 40 л
32	Колба Бунзена
33	Колба Вюрца
34	Колба мерная с винтовой крышкой, 50, 100 и 1000 мл
35	Колба Эрленмейера с винтовой крышкой, 100 и 250 мл
36	Комплект фильтродержателя Witeg LF30 с вакуумным насосом
37	Коническая колба 50, 100, 250 и 500 мл
38	Круглодонная колба 100, 250, и 500 мл
39	Кружка фарфоровая с носиком № 2
40	Лабораторный блок питания постоянного напряжения УН-305D 0 - 30 В ток до 5А, с цифровой индикацией
41	Лабораторный комплекс для учебной деятельности по химии и биологии (ЛКХБ)
42	Лабораторный сушильный шкаф СМ 35/200 – 60 ШС
43	ЛБ21-III Баня лабораторная
44	Ложка-шпатель металлический
45	Ложка-шпатель п/п узкий
46	Ложки для сжигания веществ
47	Магнитная мешалка ПЭ-6100 без подогрева
48	Мембранный вакуумный насос Chemker 411
49	Мензурка 100, 250 и 500 мл
50	Мензурка с ручкой 500 мл
51	Мерная колба 25, 50, 100, 200, 250, 500 и 1000 мл
52	Мерная пробирка

53	Многофункциональный автоматический титратор TitroLine 7750-M1 по Карлу Фишеру
54	Муфельная печь объем камеры 5 л, макс температура 1200 Thermconcept KL 05/12 1 200 230 x 240 x 170 5 2,4
55	Набор шаростержневых моделей Molymod® Неорганический/органический набор большой
56	Набор НТХ-УМ универсальный модернизированный (ТУ 9443-001-10141977-93)
57	Ножницы лабораторные
58	Очки защитные открытые РОСОМЗ О85 Arctic, прозрачные (18530)
59	Палочка для извлечения магнитов 300 мм
60	Палочка лабораторная для перемешивания 300 мм
61	Переходник д/трубок с разными диам.,4/6/8-10/12
62	Переходник д/трубок с разными диам.,4/6/8-12/14/16
63	Переходник д/трубок с разными диам.,8/10/12-14/16
64	Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева 100x140см
65	Пикнометр 10 и 100 мл
66	Пинцет анатомический
67	Пипетка градуированная неполный слив 10 мл
68	Пипетка градуированная на полный слив 1, 2, 5 и 10 мл
69	Пипетка Мора 5 мл, 10 мл, 20 мл, 25 мл, 50 мл, 100 мл
70	Пипетка Мора фиксированного объема, 10 мл
71	Пипетка Мора фиксированного объема, 25 мл
72	Планшетка для капельных реакций 14 ячеек
73	Планшеты для реакций п/п
74	Пластины ВЭТСХ, 5x10 см, силикагель 60, УФ 254, на стекле, 25 шт/уп
75	Плоскодонная колба 50, 100, 250, 500 и 1000 мл
76	Поднос пластиковый 262*158*20
77	Подставка с ячейками "Горка"
78	ПОРТАТИВНАЯ ГОРЕЛКА БУНЗЕНА LABOGAZ® 470
79	Портативные электронные весы (200 г, точность 0,01 г)
80	Портативные электронные весы (500 г, точность 0,01 г)
81	Предметные стекла
82	Пробирка лабораторная 10 мл, цилиндрическая,16×100 мм,с винт.крышкой,с дел.
83	Пробирка с газоотводной трубкой
84	Пробирка химическая П-1-14-120, П-1-16-150 и П-1-21-200
85	Пробирка цилиндрическая с винтовой крышкой, 15 мл,16×120 мм
86	Пробиркодержатель
87	Пробка каучуковая
88	Пробка корковая
89	Ротационный испаритель Stegler RI-213b (0-99±0.2 °С, 1 л)
90	СЕКУНДОМЕР МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСПР-2Б-2-000
91	Секундомер СОПр-2а-2-010
92	Сетка асбестовая
93	Сетка латунь

94	Скальпель хирургический
95	Склянка стеклянная со шлифом
96	Смазка силиконовая для шлифов
97	Соединительные трубки
98	Сосуд Дьюара, бл
99	Сосуд ландольта
100	Спектрофотометр уф и видимого диапазона
101	Спиртовка
102	Спиртовка СЛ-2 100 мл
103	Стакан низкий со шкалой 50, 100, 250, 500 и 1000 мл
104	Стакан фарфоровый №2
105	Стеклянная палочка
106	Стеклянная трубочка
107	Стеклянные краны
108	Стеклянные пластинки (круглые)
109	Столик подъемный 200x200 (мм)
110	Ступка с пестиком фарфоровая D=60, 130 и 210 мм
111	Термометр электронный, -50...+200 °С, ±0,05 °С, ЛТА-К
112	Тигель №4 и 5, высокий
113	Тигель высокий 50 мл с крышкой
114	Тигельные щипцы
115	Химический стакан 400 мл батарейный
116	Химический стакан п/п 100, 250, 500 и 1000 мл
117	Химический стакан со шкалой 50, 100, 150, 250, 400 и 1000 мл
118	Хлоркальциевая трубка
119	Центрифуга лабораторная Armed LC-04В (аналог 80-2, 500-4000 об/мин)
120	Цилиндр 10, 25, 50, 100, 250 и 500 мл
121	Цилиндр для ареометров 50, 100 и 200 мл
122	ЦИЛИНДР МЕРНЫЙ, 100 МЛ (12 шт упаковка)
123	Цилиндр п/п 25 мл
124	Часовое стекло
125	Чаша выпарительная №1, 2, 3, 5, 6 и 7
126	Чашка Петри стекл.
127	Шпатель металлический
128	Шпатель-ложка
129	Штатив алюминиевый для пробирок на 10 гнезд 35 мм
130	Штатив для дозаторов
131	Штатив для пипеток
132	Штатив для пипеток вертикальный с основанием
133	Штатив для пробирок (14 гнезд, h=77 мм) и (20 гнезд, h=75 мм)
134	Штатив для пробирок 10'2, 5×2, 5×4
135	Штатив лабораторный ШЛБ демонстрационный
136	ЭКСИКАТОР 2-240 СВЕТЛЫЙ БЕЗ КРАНА
137	ЭКСИКАТОР 2-240 ТЕМНОЕ СТЕКЛО БЕЗ КРАНА
138	Электронные лабораторные весы II класса точности (600 г, точность 0,01 г)

Реактивы:

1	2,4-динитрофенилгидразин
2	5-метилрезорцин (орцин)
3	8-оксихинолин
4	α -нафтиламин
5	α -нафтол
6	DL-аргинин
7	DL-пролин
8	DL-цистеин
9	D-рибоза
10	L-гистидин
11	L-лизин
12	L-триптофан
13	N,N-диметиланилин
14	β -нафтол
15	γ -глобулин (человека)
16	Азотная кислота
17	Альбумин (человека)
18	Аминоуксусная кислота
19	Аммиак водный
20	Анилин
21	Аскорбиновая кислота
22	Ацетат аммония
23	Ацетат калия
24	Ацетат меди
25	Ацетат натрия
26	Ацетат свинца
27	Ацетилцеллюлоза
28	Ацетон
29	Бензидин
30	Бензойная кислота
31	Бензол
32	Борная кислота
33	Бромат калия
34	Бромид калия
35	Бутанол-1
36	Винная кислота
37	Галактоза
38	Гексан
39	Гидрокарбонат натрия
40	Гидроксид калия
41	Гидроксид кальция
42	Гидроксид натрия
43	Гидросульфат калия
44	Гидрохинон

45	Глицерин
46	Глюкоза
47	Дигидрофосфат калия
48	Дигидрофосфат натрия
49	Диметилглиоксим
50	Дифениламин
51	Дихромат калия
52	Диэтиловый эфир
53	Желатин
54	Изоамиловый спирт
55	Индиго
56	Иодид калия
57	Йод
58	Йодат калия
59	Карбонат натрия
60	Кварцевый песок
61	Крахмал
62	Ксилоза
63	Лактоза
64	Лимонная кислота
65	Малоновая кислота
66	Мальтоза
67	Метиловый оранжевый
68	Молочная кислота
69	Мочевина
70	Муравьиная кислота
71	Нингидрин
72	Нитрат серебра
73	Нитрит натрия
74	Нитроанилин орто
75	Нитроацетанилид
76	Нитропруссид натрия
77	Оксалат натрия
78	о-ксилол
79	Олеиновая кислота
80	Парафин
81	Перманганат калия
82	Пирокатехин
83	Резорцин
84	Салициловая кислота
85	Сахароза
86	Серная кислота
87	Соляная кислота
88	Сорбиновая кислота
89	Спирт этиловый

90	СТ Дихромат калия 0,1 н	116	Фенол
91	СТ Йод 0,05 н	117	Фенолфталиин
92	СТ Кислота серная 0,1 н	118	Формалин
93	СТ Кислота соляная 0,05 н	119	Фруктоза
94	СТ Кислота щавелевая 0,1 н	120	Фталевая кислота
95	СТ Натрий гидроокись 0,1 н	121	Фталевый ангидрид
96	СТ Оксалат натрия 0,1 н	122	Фуксин
97	СТ Перманганат калия 0,1 н	123	Хлорат калия
98	СТ Тиосульфат натрия 0,1 н	124	Хлорид алюминия
99	Стеариновая кислота	125	Хлорид аммония
100	Сульфаниламид (стрептоцид)	126	Хлорид бария
101	Сульфаниловая кислота	127	Хлорид железа (III)
102	Сульфат меди	128	Хлорид кальция
103	Сульфид натрия	129	Хлорид меди
104	Сульфосалициловая кислота	130	Хлорид натрия
105	Тетраборат натрия	131	Хлорид никеля (II)
106	Тимолфталейн	132	Хлорид цинка
107	Тиомочевина	133	Хромат калия
108	Тиосульфат натрия	134	Цинк (гранулы)
109	Толуол	135	Цитрат натрия
110	Трилон Б	136	Щавелевая кислота
111	Трихлорметан	137	Эйконоген
112	Триэтаноламин	138	Эриохром черный Т
113	Уголь активированный (табл.)	139	Этилацетат
114	Уксусная кислота	140	Янтарная кислота
115	Уротропин		

Материалы:

1	Аквадистиллятор ДЭ-10М
2	Баллон аргоновый
3	Баллон кислородный
4	Баллон для газ. горелки
5	Ерш для мытья посуды большой нат. щетина
6	Ерш для мытья посуды средний нат. щетина
7	Ерш для пеницилиновых флаконов нат. щетина
8	Лабораторная посудомоечная машина Аугога-2
9	Маркер черный
10	Молоток
11	Наждачный камень
12	Напильник квадратный
13	Напильник треугольный
14	Нож для точки сверел
15	Отвертка крестовая

16	Отвертка плоская
17	Отвертка с набором бит
18	Пакет с замком
19	Пасатижи
20	Пластины ТСХ, sorbifil
21	Пробкомялка
22	Редуктор аргоновый
23	Редуктор кислородный
24	Резиновая трубка
25	Сверла для пробок
26	Силиконовая трубка
27	Спички
28	Стеклорез
29	Сушилка для посуды п/с, 72 шт. Kartell 450x115x630 мм
30	Узкогубцы
31	Универс. индикаторная бумага
32	Фильтровальная бумага, листы
33	Фильтры белая лента, d = 11 см
34	Фильтры синяя лента, d = 9 и 11 см
35	Фитили для спиртовок
36	Шило