|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

Кафедра «Химические технологии нефтегазового комплекса»

»

**Методические указания**

по освоению и выполнению контрольных работ дисциплины

«Основы проектной деятельности - проект

Синтез неорганических и органических веществ»

для очного и заочного обучения студентов направления

18.03.01 Химическая технология

Ростов-на-Дону

2025

УДК: 001.891

Составители: д.т.н. Жукова И.Ю., к. т. н Шубина Е.Н., к. т. н Демьян В.В.

Методические указания по освоению дисциплины «Основы проектной деятельности - проект "Синтез неорганических и органических веществ".

ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, 2025\_ г.

В методических указаниях содержатся рекомендации по деятельности обучающегося в ходе освоения дисциплины «Основы проектной деятельности - проект "Синтез неорганических и органических веществ», в том числе, проведения различных видов учебных занятий, выполнения самостоятельной работы, контрольные задания для выполнения контрольных работ, а также используемым в учебном процессе техническим средствам, информационно-коммуникационным и образовательным технологиям. Рассмотрены теоретические основы синтеза, основные приемы выделения и очистки химических веществ, методы анализа синтезированных веществ.

Предназначено для обучающихся очного и заочного обучения по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

УДК 001.891\_\_\_

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Донского государственного технического университета

Ответственный за выпуск:

зав. кафедрой ХТНГК Жукова Ирина Юрьевна

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

В печать \_\_.\_\_.20\_\_ г.

Формат 60×84/16. Объем \_\_ усл. п. л.

Тираж \_\_ экз. Заказ № \_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный

технический университет, 2025\_\_

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Введение … | 4 |
| 1 | Особенности организации самостоятельной работы при заочном обучении | 5 |
| 2 | Содержание теоретического курса | 7 |
|  | Тема 1. Общие правила работы в химических лабораториях, основные виды лабораторного оборудования | 8 |
|  | Тема 2. Синтез неорганических веществ… | 25 |
|  | Тема 3. Синтез органических веществ | 31 |
|  | Тема 4. Физико-химические методы анализа  химических соединений | 39 |
| 3 | Требования к выполнению контрольных работ | 41 |
| 4. | Варианты контрольных заданий | 43 |
| 5 | Вопросы к зачету | 47 |
|  | 1. Рекомендуемая литература | 51 |

**ВВЕДЕНИЕ**

Проектная работа – это специфический метод обучения и организации работы, который включает в себя планирование, выполнение и анализ проектов. Она активно используется в образовании, чтобы развивать практические навыки, критическое мышление и творческий подход к решению проблемы.

Проектная работа по синтетической химии – это учебное задание, которое предполагает самостоятельное углубленное изучение какой-либо темы, проведение исследований, экспериментов, анализ данных и представление результатов в виде структурированного письменного отчета с презентацией. Это не просто выполнение лабораторных работ, а комплексный процесс, включающий в себя планирование, реализацию и оценку результатов. Обычно проект направлен на развитие познавательного интереса и совершенствование интеллектуальных способностей в области химии.

Основные цели проектной работы по синтетической химии:

– развитие познавательного интереса к предмету и углубление знаний в конкретной области химии;

– формирование навыков самостоятельной работы, исследовательской деятельности, критического мышления и решения проблем;

– обучение планированию, организации и проведению эксперимента, анализу полученных данных и представлению результатов;

– развитие навыков публичного выступления и защиты своей работы.

Учебное пособие к выполнению самостоятельной и контрольных работ по курсу «Основы проектной деятельности - проект "Синтез неорганических и органических веществ"» предназначено для студентов-бакалавров направления 18.03.01 Химическая технология всех форм обучения.

Программа базируется на знаниях, полученных студентами при изучении фундаментальных курсов физики, математики, специальной дисциплины «Общая и неорганическая химия».

В теоретической части пособия рассмотрены общие правила работы в химических лабораториях, основные виды лабораторного оборудования, рассмотрены теоретические основы синтеза, основные приемы выделения и очистки химических веществ, методы анализа синтезированных веществ.

В результате изучения дисциплины студенты должны ознакомиться с методическим подходом к синтезу химических веществ и к работе с научной литературой; приобрести навыки работы с химическими веществами, посудой, установками, приборами. Студенты должны знать круг задач в соответствии с поставленной целью и представлять способы решения задач, ожидаемые результаты, теоретические основы синтеза веществ; уметь выбрать тему проектной работы, находить решения в коллективе, анализировать информацию, организовать эксперимент, спрогнозировать результаты, обосновать выбор методов исследования, проанализировать и оформить полученные результаты.

Проектная работа позволит обучающимся не только получить новые знания, но и развить важные навыки, которые пригодятся им в дальнейшей учебе и профессиональной деятельности.

Учебным планом по данному курсу предусмотрены практические занятия и самостоятельная работа. В процессе изучения теоретического материала студенты заочной формы обучения выполняют 1 контрольную работу. По окончании изучения дисциплины студенты сдают зачет с оценкой.

Данное учебное пособие включает теоретический материал, который могут использовать обучающиеся всех форм обучения; контрольные вопросы к каждой теме; темы, указанные в учебно-методическом пособии остаются предметом самостоятельной работы обучающихся; практическое руководство к выполнению самостоятельной и контрольной работ для студентов заочной формы обучения; задание по контрольной работе и указания по его выполнению, а также рекомендуемую для освоения курса литературу.

Предлагаемое учебное пособие предназначено для наиболее целесообразной организации самостоятельной работы. В первую очередь, пособие адресовано студентам-заочникам.

Студент-заочник по данной дисциплине выполняет контрольную работу, состоящую из письменного ответа на задание, представленное в соответствующем варианте.

Варианты и задания представлены в таблице 4.1 (смотри раздел 4 в данном учебно-методическом пособии).

**1 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ЗАОЧНОМ ОБУЧЕНИИ**

Учебные материалы для самостоятельной работы со студентами-заочниками методически организуются таким образом, чтобы компенсировать отсутствие контакта с преподавателем и, следовательно, возложить на них функции управления самостоятельной работой студентов. Набор заданий должен обеспечивать возможность индивидуального выбора и определения объема материала, необходимого для достижения учебной цели.

Различают следующие *виды самостоятельной работы студентов-заочников:*

- лабораторная работа,

- самостоятельная работа в аудитории,

- домашнее задание,

- домашнее чтение и др.

Широкие возможности в самостоятельной работе над учебным материалом открываются с использованием компьютеров и сети Интернет. Их использование в самостоятельной работе студентами заочного обучения позволяет, во-первых, расширить информационную базу студентов; во-вторых, повысить их активность, из пассивных «поглотителей информации» превратить в ее «добытчиков»; в-третьих, развивать их способности к анализу и обобщению, улучшать связанность, широту и глубину мышления; в-четвертых, облегчить усвоение абстрактного материала, представить его в виде конкретных образов; в-пятых, приучить студентов к точности, аккуратности, последовательности действий и, наконец, развивать самостоятельность.

В целом ориентация учебного процесса в вузе на самостоятельную работу обучающихся на заочном отделении и повышение ее эффективности предполагает:

- увеличение часов на самообразование студентов;

- организацию постоянных консультаций, выдачу комплектов заданий на самостоятельную работу заранее или поэтапно;

- создание учебно-методической и материально-технической базы вуза (учебники, учебные и учебно-методические пособия, компьютерные классы и т. п.), позволяющие самостоятельно осваивать дисциплину;

- развитие систем дистанционного и открытого образования;

-доступность лабораторий и специальных аудиторий для самостоятельной работы студентов-заочников и др.

При разработке заданий для самостоятельной работы студентов заочного отделения преподаватели должны руководствоваться требованием профилирования своей дисциплины в соответствии с направленностью обучения студента. Это позволяет сформулировать ряд четких требований к профессиональной ориентации дисциплины в вузе:

- отбор и подача материала должны обеспечивать достижение целей, изложенных в квалификационной характеристике, и понимание значения данной дисциплины для будущей профессии;

- материал заданий должен быть методолoгичен, осознаваем и служить средством выработки обобщенных умений;

- в теоретической части любой дисциплины должно быть выделено фундаментальное ядро знаний. Выявление и демонстрация множественных связей между «ядрами» помогут создать в сознании студентов научную картину мира и современную методологию познания;

- при составлении задач и заданий следует формулировать их содержание в контексте специальности, а также учить студентов формированию мысленной модели объекта и обоснованию выбора расчетной схемы.

В процессе самостоятельного изучения тем дисциплины студентам-заочникам рекомендуется:

- более глубоко изучить понятийно-категориальный аппарат (основные общие и частные понятия, с помощью которых описываются изучаемые явления);

- изучаемые феномены точно классифицировать и выявить зависимости между ними;

- обобщить и представить эти зависимости в наиболее рациональном для восприятия и запоминания виде (наглядное изображение систематизированных представлений дает возможность более продуктивно и на длительный срок запечатлеть в сознании усвоенные знания);

- закреплять знания в области изучаемой дисциплины практическим их применением в процессе коммуникативного общения, принятия решений.

**2 СОДЕРЖАНИЕ КУРСА**

В данном разделе излагается основное содержание программы курса «Основы проектной деятельности - проект "Синтез неорганических и органических веществ"» для студентов направления 18.03.01 «Химическая технология» очной и заочной форм обучения. В конце каждой темы даются вопросы для самостоятельной проверки знаний.

*Задание по теме* курса может заключаться в следующем:

– выявить основные методы синтеза неорганических и/или органических веществ и их применение в различных отраслях, а также исследовать влияние условий синтеза на свойства получаемых соединений;

– изучение современных методов синтеза неорганических и/или органических веществ, включая их классификацию и применение в различных отраслях;

– организация экспериментов по синтезу неорганических и/или органических веществ с использованием различных методологических подходов, с последующим анализом литературных источников по данной теме;

– оценка влияния различных условий синтеза на свойства получаемых неорганических и/или органических веществ на основе полученных экспериментальных данных;

– ***разработка алгоритма практической реализации синтеза неорганических и/или органических веществ, включая выбор реактивов, условий реакции, а также методов анализа полученных соединений****.*

Выполняемая по заданию преподавателя работа, как правило, носит реферативный характер. Кроме выполнения теоретической части работы по синтезу студенты могут выполнить так называемый зачетный синтез, суть которого заключается в том, чтобы найти в литературе методики получения определенного соединения, проанализировать их, выбрать наиболее подходящий для учебной лаборатории вариант, синтезировать вещество и исследовать его свойства.

Очевидно, что, если реферат на заданную тему (особенности определенного класса соединений, материалов, процессов), объединить с синтезом и изучением свойств подходящего соединения, получается уже полноценный исследовательский проект. Такие проекты могут быть индивидуальными, парными и групповыми. Темой практической части индивидуального проекта может быть поиск или собственная разработка методики и практическое осуществление синтеза достаточно сложного либо малоустойчивого в обычных условиях соединения. Например, при выполнении работы «Соединения марганца в неустойчивых степенях окисления» студентом было проведено экспериментальное сравнение нескольких методов синтеза соединений Mn(V) и Mn(III), выбран оптимальный метод и получены соответствующие вещества в количестве, позволившем детально исследовать их свойства. В особых случаях, когда студент первого курса уже занимается научной работой в каком-либо научном коллективе, его индивидуальный курсовой проект может являться составной частью проекта, выполняемого в рамках конкретной программы исследований. Обычно такие работы носят преимущественно поисковый исследовательский характер.

Цель научного исследования – всестороннее, достоверное изучение объекта, процесса или явления; их структуры, связей и отношений на основе разработанных в науке принципов и методов познания, а также получение и внедрение в производство (практику) полезных для человека результатов.

# Любое научное исследование имеет свой объект и предмет. *Объектом* научного исследования является материальная или идеальная система. *Предмет* – это структура системы, закономерности взаимодействия элементов внутри системы и вне ее, закономерности развития, различные свойства, качества и т.д.

Очень важно правильно выбрать объект научного исследования. Объектами исследования в области химии и химических технологий могут быть:

– образцы химических веществ, отобранные в процессе их синтеза, или образцы химической продукции, взятые у производителя (для проведения их химического анализа);

– химические реакции (их механизм, энергетика или кинетика);

– химическая лаборатория, химическое предприятие или завод (при изучении их деятельности, работы химика-аналитика, химика-технолога, других специалистов и т.д.);

– сырье для производства химических веществ и материалов (при разработке новых химических соединений и продукции);

– экологические аспекты производства химических веществ, при исследовании эффективной безопасности новых химических соединений);

– документы: нормативная документация, техническая документация, протоколы испытаний проб (образцов) химических веществ и т.д.;

– контролирующая организация, осуществляющая деятельность по обеспечению качества и безопасности химической продукции (центры Госсанэпиднадзора, центры Стандартизации, метрологии и сертификации, Органы по сертификации продукции и услуг, Аккредитованные испытательные лаборатории и т.д.).

Выбор объекта исследования зависит от темы исследования, поставленной цели и задач. Одним из основных требований, предъявляемых к выбору объектов исследования, является обеспечение их достаточной количественной и качественной представительности.

**Тема 1. Общие правила работы в химических лабораториях, основные виды лабораторного оборудования**

*Целью* данного раздела является ознакомление студентов с лабораторным оборудованием, измерительными и исследовательскими приборами, а также с техникой проведения синтеза химических веществ и безопасной работой при проведении основных лабораторных операций.

**1.1 Химическая посуда**

Для проведения опытов в химических лабораториях применяют посуду, изготовленную из тонкостенного или толстостенного стекла. Она должна быть инертна к химическому воздействию, устойчива к изменениям температуры. При проведении реакций при повышенных температурах используют посуду, изготовленную измолибденового (до 400 оС), пирексного (до 600 оС) или кварцевого (до 1500 оС) стекла.

Химическая посуда, применяемая в лаборатории, может быть условно разделена на ряд групп: общего назначения, мерная, специального назначения.

*1.1.1 Посуда общего назначения*

К группе общего назначения относятся пробирки, воронки, стаканы, колбы (рис. 1).

*Пробирки* предназначены для проведения лабораторных работ и представляют собой сосуды цилиндрической формы с закругленным дном.

*Воронки* предназначены для переливания жидкостей и фильтрования.

*Лабораторные стаканы* представляют собой тонкостенные цилиндры различной емкости.

*Колбы* предназначены для проведения различных препаративных и аналитических работ. Они бывают круглодонные, плоскодонные, конические.



Рис. 1. Стеклянная посуда общего назначения:

а) пробирки; б) воронки; в) стаканы; г) колбы

*1.1.2 Мерная посуда*

К этой группе относится посуда, употребляемая для грубого измерения объемов – цилиндры, мензурки, а также посуда для точного измерения определенных объемов – мерные колбы, пипетки, бюретки (рис. 2).

*Мерные цилиндры* – сосуды цилиндрической формы с нанесенными на стенке делениями, указывающими объем в миллилитрах.

*Мензурки* – сосуды конической формы, на наружной поверхности которых, как и у мерных цилиндров, нанесены деления в миллилитрах.

*Колбы мерные* служат для приготовления растворов точной концентрации. Они имеют плоское дно и длинное узкое горло, на котором нанесена метка, указывающая уровень жидкости, при котором объем ее будет соответствовать указанному на колбе.



Рис. 2. Мерная химическая посуда из стекла:

а) пипетки; б) цилиндры; в) мензурки; г) бюретки; д) мерные колбы

*Пипетки* предназначены для точного отмеривания определенного объема жидкости и представляют собой тонкую стеклянную трубку с оттянутым концом. На верхней части пипетки нанесена метка, соответствующая уровню жидкости, при котором объем ее будет соответствовать указанному на пипетке. Пипетки, рассчитанные на объем 5–100 мл*,* имеют посредине расширение.

*Бюретки* применяют для отмеривания точных объемов жидкостей. Они представляют собой стеклянные трубки с нанесенными на них делениями. С их помощью можно измерять объемы жидкостей с точностью до 0,05 мл, а в микробюретках – до 0,005 мл.

*1.1.2 Посуда специального назначения*

К группе специального назначения относятся эксикаторы, капельницы, бюксы (рис. 3).

*Эксикаторы* применяют в лабораторной практике для высушивания и хранения веществ*,* легко поглощающих влагу из воздуха.

*Капельницы* предназначены для дозировки жидкостей, например, индикаторов. Они бывают с баллоном, с колпачком, с клювом.

*Бюксы* предназначены для взвешивания и хранения веществ.

Рис. 3. Посуда специального назначения:

а) капельницы; б) бюксы; в) эксикаторы

*1.1.3 Посуда из фарфора*

Фарфоровые изделия по сравнению со стеклянными характеризуются большей химической и термической стойкостью. К ним можно отнести тигли, стаканы, чашки для выпаривания, ступки с пестиками, ложки, воронки Бюхнера (рис. 4).

*Тигли* применяют для сушки и прокаливания твердых веществ.

*Стаканы* применяют для растворения, перемешивания и нагревания жидкостей.

*Кружки* с ручками и с носиком используют для разливки и приготовления растворов кислот, щелочей.

*Чашки* применяют для выпаривания жидкости до сухого остатка.

*Ступки с пестиками* используют для тонкого измельчения небольшого количества твердого вещества или тщательного перемешивания нескольких твердых порошкообразных веществ.

*Ложки* служат для отбора веществ при взвешивании, для снятия осадков с фильтров.

*Воронки Бюхнера* применяют при фильтровании растворов в горячем или холодном состоянии с применением вакуума.

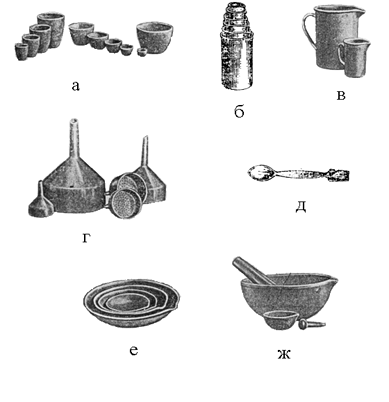


Рис. 4. Посуда из фарфора:

а) тигли; б) стаканы; в) кружки;

г) воронки Бюхнера;

д) ложка; е) чашки; ж) ступки с пестиками.

**1.2 Лабораторное оборудование**

***1.2.1 Нагревательные приборы***

К числу нагревательных приборов, используемых при выполнении лабораторных работ в данном практикуме, относятся газовые горелки, электрические плитки, сушильные шкафы, муфельные печи, бани (рис. 5).

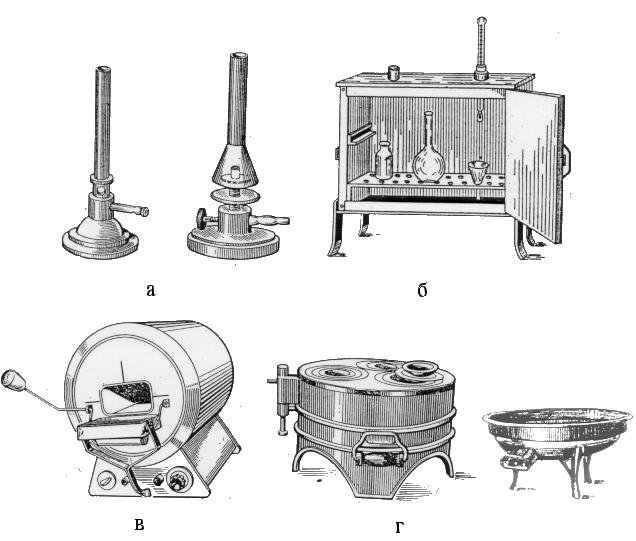


Рис. 5. Нагревательные приборы: а) горелки;

б) сушильный шкаф; в) муфельная печь; г) бани

*Газовые горелки* применяют двух типов – Бунзена и Теклю. Последняя наиболее удобна в обращении. Ее конструкция позволяет регулировать поток воздуха и газа. Подачу газа регулируют винтом, а воздуха – диском. При закрытом диске получают коптящее пламя. Отворачивая диск, увеличивают приток воздуха и получают голубоватое, прозрачное и несветящееся пламя. Горелки Бунзена имеют регулировочную муфту с отверстием. Поворачивая ее, можно закрыть или открыть отверстие, имеющееся в нижней части горелки, и тем самым регулировать приток воздуха.

*Электрические плитки* применяют двух типов: c открытым или закрытым нагревательным элементом. Плитки с открытым элементом – спиралью – используют тогда, когда отсутствует опасность попадания на него нагреваемого вещества.

*Сушильные шкафы* предназначены для высушивания посуды и реактивов при температуре не более 150оС.

*Муфельные печи* используют для прокаливания твердых веществ, сплавления и других работ, требующих применения высоких температур (500оС и более).

*Водяные бани* используют для нагреваниия до 100оС. Они представляют собой металлический сосуд, который закрывается сверху концентрическими, налегающими одно на другое кольцами. Для получения более высоких температур в баню заливают жидкости с большей температурой кипения (глицерин, парафин).

*Песчаная баня* может быть использована для нагревания до 200– 300оС. Нагревание песка производят пламенем газовой горелки или электроплиткой.

*Термостаты* предназначены для автоматического поддержания постоянной температуры при проведении опытов.

***1.2.2 Электрические и электроизмерительные приборы***

*Мультиметры* используют для измерения напряжения, сопротивления, силы тока. При замере той или иной физической величины необходимо следить за тем, чтобызначение измеряемой величины не выходило за указанный на шкале диапазон. При измерении постоянного напряжения и силы тока необходимо соблюдать полярность подключения.

*Выпрямитель* является источником постоянного напряжения и позволяет ступенчато или плавно изменять его. При подключении нагрузки необходимо соблюдать полярность.

*рН–метры* предназначены для определения рН растворов. Измерение основано на определении ЭДС электрохимической цепи, составленной из хлорсеребрянного и стеклянного электродов, опущенных в исследуемый раствор. ЭДС цепи выводится на шкалу прибора в виде численных значений рН данного раствора. Так как рН–метры бывают различных модификаций, правила работы описаны в прилагаемой к конкретному прибору инструкции.

**1.3 Основные приемы работы в химической лаборатории**

***Взвешивание***

При взвешивании могут использоваться технохимические, аналитические и микровесы. Основное отличие этих весов состоит в точности взвешивания.

Технические весы позволяют производить взвешивание с нагрузкой до десятка килограммов, технохимические с нагрузкой до 1 килограмма. Погрешность взвешивания на таких весах составляет ± 0,01г. Аналитические весы различной конструкции имеют предельную нагрузку от 20 до 200г, а погрешность взвешивания на них составляет ± 0,0001г. К аналитическим весам прилагается набор гирь – разновес. Масса гирь в разновесе (от 1 до 100г) обозначена цифрами на каждой гирьке. Гири одного номинала различают по точке, выбитой рядом с цифрой.

ВЛА-200г-М – аналитические демпферные весы с предельно допустимой нагрузкой 200г представлены на рисунке 6. Весы смонтированы на базисной доске 10 и помещены в корпус для защиты от пыли и колебаний воздуха. Установочные винты 7 позволяют установить базисную доску строго горизонтально.



Рис. 6. Общий вид и основные узлы весов ВЛА-200г-М

1 – миллиграммовая гиря – «колечко» (показана только одна); 2 – большой

лимб; 3 – малый лимб; 4 – стрелка весов; 5 – экран; 6 – чашки весов;

7 –установочные винты; 8 – регулировочная ручка; 9 – арретир; 10 – базисная

доска; 11 – демпферы; 12 – дверца; 13 – коромысло.

Аналитические весы смонтированы в специальном стеклянном шкафчике с открывающимися боковыми дверцами. Аналитические весы являются очень чувствительным прибором, поэтому, чтобы избежать случайных сотрясений, их устанавливают в специальной комнате на тяжёлом мраморном столе или на кронштейнах, вмонтированных в капитальную стену. Аналитические весы требуют очень аккуратного обращения. Работать на них можно только в присутствии преподавателя.

Взвешивание на технохимических весах производят в следующем порядке.

1. Перед взвешиванием на аналитических весах навеску предварительно взвешивают на технохимических.

2. Включают весы и проверяют установку нулевого деления по световой шкале. В случае отклонения от нулевого деления производят установку нуля регулировочным винтом.

3. Навеску кладут на левую чашку весов. На правую чашку при необходимости кладут разновесы. Все указанные операции производятся при отключённых весах.

4. При помощи нимбов навешивают гири, периодически включая весы и проверяя показания световой шкалы.

5. После того как показания световой шкалы установятся на определённом значении, снимают показания весов. Число граммов снимают по разновесам, десятые и сотые доли снимают по показаниям нимбов, тысячные и десятитысячные доли граммов снимают по показаниям световой шкалы.

Например, на правой чашке весов находятся разновесы общей массой 5г. Большой нимб имеет значение 3, малый 2. Световая шкала установилась на значении +2,4. Следовательно, масса навески составляет 5,3224г. Если световая шкала установилась на отрицательном значении, то из показаний нимбов необходимо вычесть указанное значение. Например, в рассмотренном выше примере, если световая шкала установилась на значении –2,4, то масса навески составляет 5,3176г.

В последнее время всё большее распространение получают электронные технические и аналитические весы различных конструкций. Несмотря на большую стоимость, они постепенно вытесняют механические весы, поскольку процедура взвешивания на них значительно проще и благодаря этому достигается большая производительность труда.

***Фильтрование***

Фильтрование применяют для разделения твердой и жидкой фаз системы. В качестве фильтрующего материала используют бумагу, ткань, стекло различной пористости. Наименее плотные фильтры – быстро фильтрующие – предназначены для аморфных осадков. Фильтры средней плотности предназначены для кристаллических осадков, а наиболее плотные – для мелкокристаллических осадков. Для фильтрования наиболее часто используют простые и складчатые бумажные фильтры. У складчатого фильтра больше фильтрующая поверхность. Размер фильтра должен быть таков, чтобы верхний край его не доходил до края стеклянной воронки на 3–5 мм.

При фильтровании (рис. 7) воронку с фильтром укрепляют в кольце штатива, фарфоровом треугольнике, иногда вставляют непосредственно в горло колбы. Воронку устанавливают так, чтобы скошенный конец ее касался стенки сосуда, в который собирают фильтрат. Вливать смесь жидкости с твердым веществом следует по стеклянной палочке. Воронку нужно заполнять жидкостью так, чтобы уровень ее был на 2–3 мм ниже края фильтра.

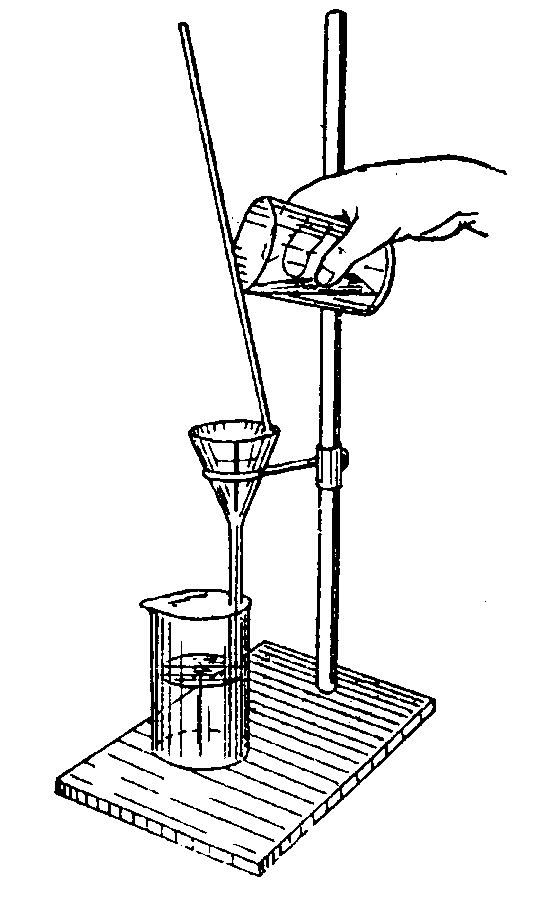


Рис. 7. Фильтрование осадков

***Нагревание***

Нагревание растворов или твердых веществ можно проводить в пробирке, стакане, круглодонной колбе. В качестве нагревателя используют газовые горелки, электроплитки, водяные и песчаные бани.

*Нагревание в пробирке.* В пробирку наливают 2–3 мл раствора. Пробирку закрепляют в пробиркодержателе. Отверстие пробирки направляют в сторону от себя и окружающих. Нагревают на газовой горелке или электрической плите равномерно, перемещая заполненную часть пробирки вдоль пламени или нагревательной поверхности, не перегревая в одном месте.

*Нагревание в стакане*. Стакан должен быть наполнен раствором на 1/3 – 2/3 объема. Раствор перемешивают стеклянной палочкой. Перемешивание особенно важно, если нагревается раствор с осадком.

*Нагревание в круглодонной колбе.* Колбу укрепляют в штативе, зажав лапкой горло колбы или поставив на кольцо с железной сеткой. Наливают раствор (не более 2/3 объема колбы) и для равномерного кипения помещают в колбу кусочки пористой керамики или стеклянные капилляры.

*Нагревание органических веществ.* При проведении реакций не рекомендуется нагревать реакционный сосуд непосредственно пламенем горелки, так как стеклянная посуда при этом легко может лопнуть; кроме того, вследствие местного нагрева может произойти разложение части вещества. При нагревании до температуры 100 °С пользуются водяной баней. Если ведут нагревание до температур выше 100 °С, то нагревают реакционный сосуд на асбестовой сетке, также можно пользоваться воздушными банями и электроплитками. Для обеспечения большей равномерности нагревания применяют песчаные, масляные или парафиновые бани (до температур не выше 250 0С).

***Охлаждение***

При проведении экзотермических реакций часто в результате выделения значительных количеств тепла может произойти перегрев реакционной смеси, связанный или с потерей летучих соединений, или с разложением вещества. В таких случаях приходится принимать меры для отвода избыточного тепла. Простейшим способом является погружение сосуда с реагирующей смесью в холодную воду со льдом.

Некоторые реакции, например, диазотирование ароматических аминов, необходимо проводить при температуре около 0 0С. В этих случаях прибегают к охлаждению льдом или снегом.

***Перемешивание***

Тем или иным способом приходится добиваться интенсивного перемешивания реакционной смеси в случае, если одно из реагирующих веществ добавляют постепенно в процессе реакции, и местное повышение концентрации может изменить ход процесса. При работе с малыми количествами вещества часто оказывается достаточным перемешивания от руки (стеклянной палочкой) или встряхивания реакционного сосуда. При работе с большими количествами и при реакциях, протекающих в течение длительного времени, приходится прибегать к механическому перемешиванию. Для этого пользуются стеклянной винтовой мешалкой или мешалкой с лопастями, приводимой в движение маленьким электромотором.

***Сушка***

*Сушка посуды.* Химическая посуда никогда не вытирается изнутри, высушивание производится в сушильном шкафу*.* Мерную посуду, имеющую утолщенное дно, во избежание растрескивания никогда не сушат нагреванием. Ее сушат на специальных подставках.

*Высушивание осадков.* Сырой продукт отжимают между листами фильтровальной бумаги. Вначале сушат на воздухе. Этот способ может быть применен к веществам негигроскопичным. Для ускорения процесс сушки проводят при повышенной температуре в сушильных шкафах. Этот метод рекомендуется только для устойчивых соединений с высокой температурой плавления. Вещество, помещенное в чашку Петри или бюкс, ставят на полку сушильного шкафа и включают обогрев, настроенный на нужную температуру. Гигроскопичные вещества сушат в эксикаторе. Осушаемое вещество в открытом сосуде ставят на вкладыш эксикатора. На дно эксикатора помещают поглотитель воды – безводный хлорид кальция, оксид фосфора(V).

***Измерение температуры***

*Термометры* используют для измерения температур в интервале 0–500оС. Они представляют собой стеклянные трубки с капилляром внутри и с резервуаром, заполненным различными жидкостями в зависимости от соответствующего интервала измеряемых температур. Наибольшее применение нашли ртутные и спиртовые термометры.

При измерении температуры какой–либо жидкости термометр погружают в нее таким образом, чтобы он находился на одинаковом расстоянии от стенок сосуда и ни в коем случае не касался их. Резервуар термометра полностью погружают в жидкость. Термометр в жидкости держат до тех пор, пока не перестанет подниматься или опускаться столбик ртути или спирта.

*Термисторы* – это полупроводниковые приборы, которые способны изменять свою электропроводность при изменении температуры. При повышении температуры сопротивление термистора уменьшается. По калибровочной кривой к данному термистору определяют температуру среды.

***Наполнение сосудов газом***

Наполнение сосудов газом производят методом вытеснения воздуха (рис. 8). Пробирку–приемник закрепляют в штативе отверстием вверх для газов тяжелее воздуха (рис. 8а) и отверстием вниз (рис. 8б) – для газов легче воздуха. Газы с плотностью близкой к плотности воздуха и практически нерастворимые в воде собирают методом вытеснения воды (рис. 8в).

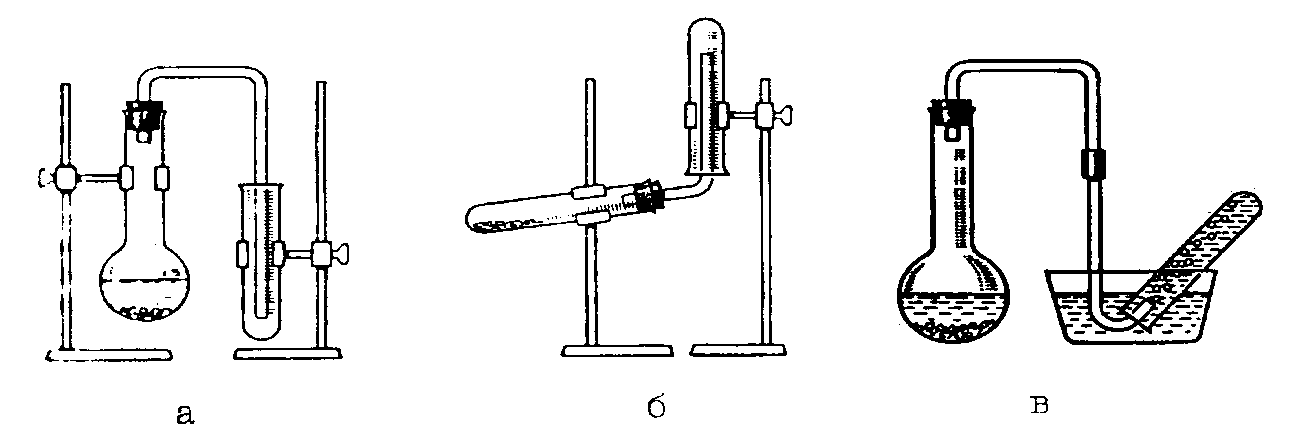


Рис. 8. Наполнение сосудов газом:

а) газ тяжелее воздуха;

б) газ легче воздуха;

в) плотности газа и воздуха близки

***Мытье посуды***

Все опыты в химической лаборатории нужно проводить только в чистой посуде. Даже ничтожные количества загрязнений могут повлиять на ход химических процессов. Обычно стеклянная посуда считается чистой, если при внимательном осмотре не обнаружено никаких загрязнений, а вода после ополаскивания образует на стенках сплошную тонкую пленку.

*Мытье теплой водой* целесообрано в тех случаях, когда химическая посуда не загрязнена жировыми и другими не растворяющимися в воде веществами*.*

Если на стенках посуды имеется налет каких–либо веществ, которые не отмываются водой, посуду вначале очищают ершом. Во избежание повреждений посуды при работе с ершом нужно следить, чтобы нижний конец его не ударялся о дно и стенки посуды. Хорошо вымытую посуду обязательно ополаскивают 2–3 раза дистиллированной водой для удаления солей, содержащихся в водопроводной воде.

*Для мытья посуды моющими средствами* можно использовать мыло, 10%–ный раствор ортофосфата натрия или соды. При мытье колб в них помещают кусочки чистой фильтровальной или другой мягкой бумаги. При встряхивании колбы бумага механически удаляет со стенок приставшие к ним загр*я*знения. Удаление загрязнений может быть достигнуто и химическим путем – промыванием посуды хромовой смесью (смесь концентрированной серной кислоты и хромового ангидрида). После промывания посуды хромовую смесь выливают обратно в предназначенную для нее склянку. Посуду тщательно моют водопроводной и ополаскивают дистиллированной водой. Иногда для мытья посуды используют спиртовый раствор щелочи.***Мыть посуду необходимо сразу после ее использования****.*

**1.4 Методы очистки органических соединений и определение их физических констант**

*1.4.1 Синтез органических соединений* состоит из двух частей:

1 – проведение синтеза (реакции);

2 – очистка полученного вещества.

Часто очистка требует больше труда и времени,нежели сама реакция, т.к. полученное органическое соединение бывает сильно загрязнено продуктами побочных реакций, остатками исходных веществ и т.д. Твердые вещества обычно перекристаллизовывают или возгоняют, жидкости - перегоняют. Существуют и другие способы очистки.

Критерием чистоты органического соединения являются его физические константы (для жидких – температура кипения, для твердых – температура плавления):

*Температура кипения.* Определение температуры кипения вещества обычно проводят путем перегонки. При падении первой капли дистиллята отмечают температуру и считают ее температурой кипения данного вещества. Чистое вещество перегоняется в интервале 1°С почти полностью. Однако температура кипения в отличие от температуры плавления сильно зависит от давления паров, и ее точное определение связано со значительными трудностями. Часто температурой кипения вещества считают интервал температур кипения, наблюдаемый при перегонке.

*Точка плавления.* Небольшое количествотонко измельченного и сухого вещества забирают открытым концом стеклянного капилляра и осторожным постукиванием переводят в запаянный конец. Для уплотнения слоя кристаллов капилляр бросают запаянным концом вниз в вертикально поставленную на стеклянную пластину стеклянную трубку диаметром 1-1,5 м. При падении капилляра вещество в нем уплотняется. Высота слоя вещества в капилляре должна быть 3-4 мм. Заполненный капилляр укрепляют на термометре при помощи резинового колечка, при этом вещество должно находиться у середины ртутногошарика. Собранный прибор медленно нагревают, наблюдая за поведением вещества в капилляре. Отмечают температуру начала и конца плавления. Чистое вещество плавится в интервале 1-2 0С. По температуре плавления можно судить о чистоте вещества: пониженная температура, по сравнению с указанной в справочнике, растянутый интервал температуры плавления или нерезкий характер плавления говорят о наличии в веществе примесей. Определение температуры плавления следует проводить в защитных очках.

*1.4.2 Выделение и очистка органических соединений*

Синтезируемое вещество, получаемое в результате какой-либо реакции, обычно находится в реакционной смеси совместно с другими веществами. Поэтому возникает задача выделения нужного вещества из сложной смеси. Между методами выделения вещества из сложной реакционной смеси и методами его последующей очистки нет резкой разницы. Обычно используют различие в растворимости или в летучести веществ, имеющихся в смеси. Для очистки пользуются различной способностью разных веществ поглощаться адсорбентами, например активированным углем.

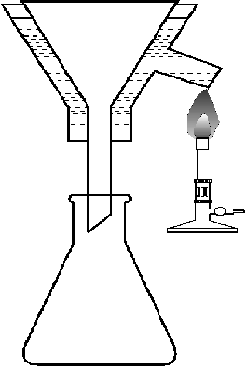
***Перекристаллизация***

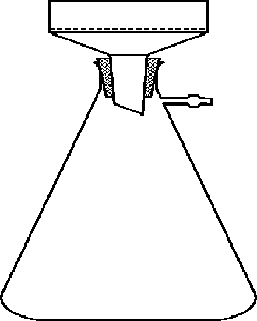
Перекристаллизация основана на растворении очищаемого вещества в подходящем растворителе до насыщения при нагревании, фильтровании горячего раствора от нерастворившихся примесей и последующем охлаждении фильтрата, в результате чего из раствора выкристаллизовывается более чистое вещество.

Перекристаллизация проводится следующим образом: подлежащее очистке вещество помещают в колбу, добавляют небольшое количество растворителя, нагревают колбу до кипения (до полного растворения вещества). Полученный концентрированный раствор необходимо отфильтровать на воронке Бюхнера, которая вставляется в толстостенную коническую колбу Бунзена (рис. 9а).

Фильтр, вкладываемый в воронку Бюхнера, должен быть несколько меньшего размера, чем воронка, полностью закрывать все отверстия воронки и не прилегать к ее стенкам. Перед фильтрованием фильтр нужно смочить растворителем и затем включить насос. Кристаллы из сосуда, в котором производилась кристаллизация, переносят на фильтр с помощью стеклянной палочки, а оставшиеся кристаллы на стенках сосуда смывают небольшими порциями отфильтрованного маточного раствора или воды.

Во избежание кристаллизации во время фильтрования можно также пользоваться воронкой для горячего фильтрования (рис. 9б). Эта воронка имеет двойные стенки, между которыми наливается вода, подогреваемая горелкой. Внутрь этой воронки вставляется обычная стеклянная воронка с фильтром. Очищаемое вещество должно плохо растворяться в холодном растворителе и хорошо при нагревании. Растворитель не должен реагировать с кристаллизуемым веществом, должен легко удаляться с поверхности кристаллов при высушивании. С целью удаления окрашенных примесей в раствор добавляют адсорбент (активированный уголь). Большое значение для успеха работы имеет правильный выбор растворителя.





а) б)

Рисуок 9 – а) Воронка Бюхнера с конической колбой Бунзена;

б) Воронка для горячего фильтрования

***Экстракция***

Экстракция, так же, как и кристаллизация, основана на использовании различия в растворимости выделяемого вещества и сопутствующих ему примесей. Выделяемое вещество можно экстрагировать как из примеси твердых веществ, так и из растворов. Для экстракции легкорастворимого продукта из смеси твердых веществ можно применить простое промывание смеси растворителем на фильтре.

В случае малорастворимого продукта пользуются специальными приборами - экстракторами.

Для извлечения органических веществ, находящихся в водном растворе, пользуются делительной воронкой (рис.10), в которой взбалтывают раствор с органическим растворителем, не смешивающимся с водой, и после отстаивания отделяют разделившиеся слои.

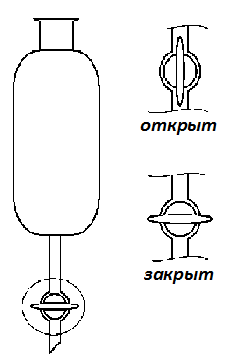


Рисунок 10 - Делительная воронка

***Высушивание жидкостей***

Перед тем как отгонять вещество и подвергать его дальнейшей очистке, необходимо освободить раствор от содержащейся в нем влаги. В качестве высушивающих средств чаще всего применяют:

1. Хлорид кальция (применяют для высушивания углеводородов, галогенпроизводных углеводородов, простых эфиров и многих других органических соединений);

2. Металлический натрий (применяют для высушивания углеводородов и простых эфиров, не содержащих воду);

3. Гидроксид калия (твердое кали) или гидроксид натрия (едкий натр) (применяют для высушиванияаминов и других азотистых органических оснований);

4. Карбонат (углекислый) калий (применяют для высушивания спиртов, кетонов и легко окисляющихся органических оснований, которые не рекомендуется сушить щелочами);

5. Сульфат (сернокислый) натрий, обезвоженный прокаливанием (применяют для высушивания органических кислот, фенолов и сложных эфиров);

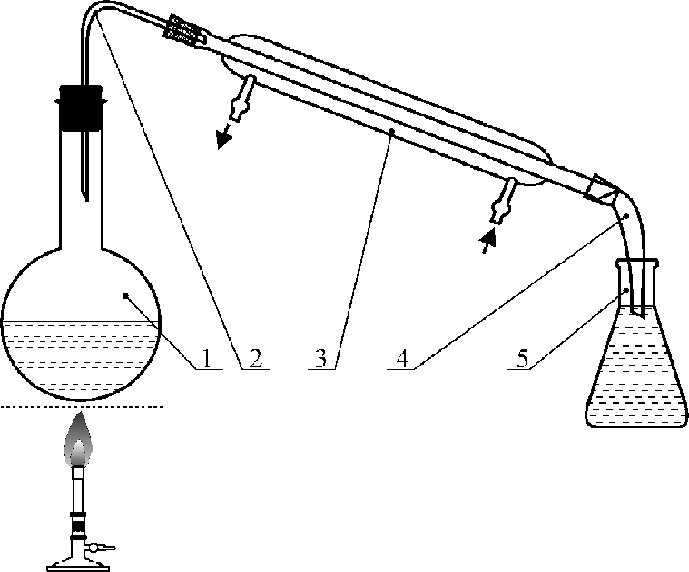
6. Оксид кальция или обезвоженный сульфат меди (применяют для высушивания этилового спирта, трудно отдающего воду).

***Перегонка***

Перегонка или дистилляция является важнейшим методом очистки жидкостей, основанным на различиях их температур кипения (рисунки 11 а, б).

*Перегонка (или дистилляция)* заключается в нагревании жидкости до кипения и конденсации ее паров в виде дистиллята в холодильнике, откуда дистиллят стекает в колбу-приемник. Для низкокипящих жидкостей применяется холодильник с водяным охлаждением. Обычную перегонку целесообразно применять для жидкостей с температурой кипения от 40 до 200 0С, так как свыше 200 0С – многие вещества заметно разлагаются, а ниже 40 0С – происходят значительные потери.

Для перегонки применяются круглодонные колбы с газоотводными трубками – (рис. 11а).

******Рисунок 11а – Установка фракционной перегонки:

1 - круглодонная колба;

2 - переходник;

3 - прямой холодильник;

4 - аллонж;

5 - колба-приемник

Если жидкость кипит при температуре выше 1300С, используется холодильник с воздушным охлаждением.

Наиболее простым и удобным сосудом для перегонки является перегонная колба Вюрца, в шейке которой при помощи пробки укрепляют термометр так, чтобы верхняя часть шарика термометра была на одном уровне с нижним краем отверстия, к которому припаяна отводная трубка (рис. 11 б). Колбу соединяют с холодильником, размер и тип выбирают в зависимости от скорости перегонки и температуры кипения отгоняемой жидкости – чтобы обеспечить полную конденсацию паров.

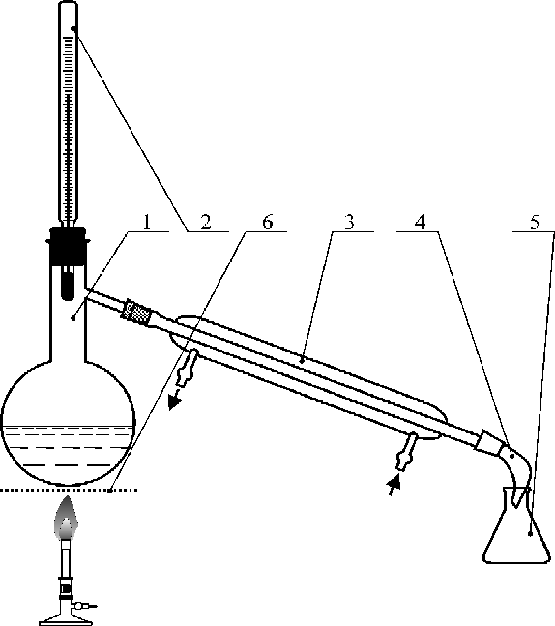
**

Рисунок 11б - Установка фракционной перегонки:

1- колба Вюрца;

2– ртутный термометр;

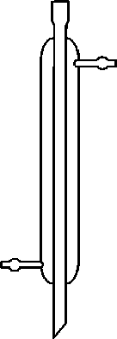
3 – прямой холодильник;

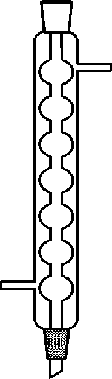
4– аллонж;

5- колба-приемник;

6 - асбестовая сетка

Для низкокипящих жидкостей применяют холодильник с водяным охлаждением. При перегонке веществ, имеющих высокую температуру кипения (свыше 130 0С), пользуются воздушным холодильником, представляющим собой обычную стеклянную трубку с тонкими стенками диаметром 12-16 мм (рис. 12).

* а б в*

**

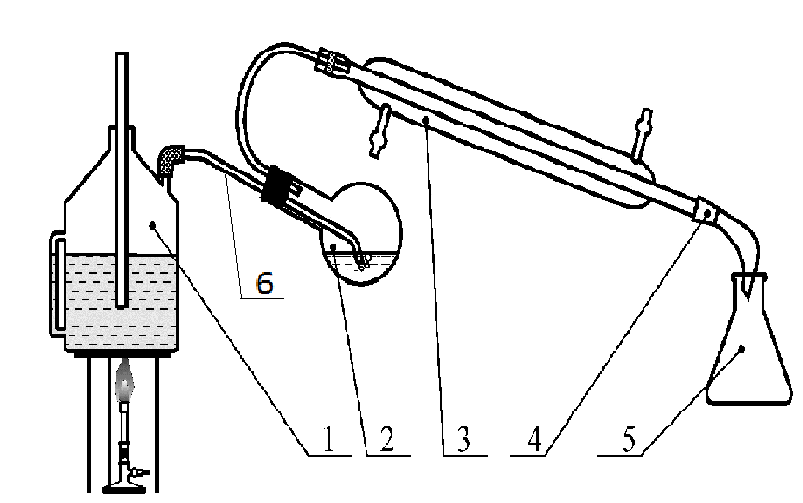
*Прямой Обратный Воздушный*

Рисунок 12 - Типы холодильников

Многие высококипящие органические соединения разлагаются при температурах своего кипения, такое разложение усиливается в присутствии щелочей, кислот и других веществ, реагирующих с основным продуктом. В целях снижения температуры кипения применяют перегонку под уменьшенным давлением или с водяным паром (рис. 13).

С водяным паром можно перегонять органические вещества, химически не взаимодействующие и не смешивающиеся с водой или ограничено смешивающиеся с водой при температуре кипения.

Перегонку с водяным паром производят на приборе, состоящем из парообразователя (паровика), снабженного опущенной почти до самого дна предохранительной трубкой, перегонной колбы, водяного холодильника и приемника.

**Рисунок 13 - Перегонка с водяным паром:

1- паровик;

2-круглодонная колба;

3- прямой холодильник;

4 – аллонж;

5 - колба-приемник;

6 - переходник.

Во избежание перебросав перегоняемой жидкости в приемник, следует пользоваться колбами с длинным горлом и располагать ее наклонно, чтобы летящие вверх брызги не попадали в пароотводящую трубку; последняя должна лишь на немного выступать из пробки. Колбу наполняют жидкостью не более чем на 1/3. На боковой отросток надевают короткую резиновую трубку. Паровик подогревают горелкой и одновременно через асбестовую сетку подогревают перегонную колбу для того, чтобы избежать значительного увеличения объема жидкости за счет конденсации водяных паров; подогревание колбы продолжают вести все время перегонки. После того как вода в паровике закипит, начинается перегонка. Перегонку заканчивают, когда капли дистиллята будут содержать только воду. По окончании перегонки гасят горелки, тем самым устраняется опасность втягивания жидкости из колбы в паровик. Дистиллят, состоящий из двух слоев, разделяют согласно методике проводимого синтеза.

***Возгонка***

Многие твердые органические вещества можно превратить в пар, не расплавляя, и пар непосредственно сконденсировать с образованием твердого вещества. Такое явление называется возгонкой или сублимацией (рис. 14).

Простой прибор для возгонки состоит из фарфоровой чашки, закрытой сверху круглым бумажным фильтром с множеством отверстий, фильтр кладут гладкой стороной вниз, чтобы сублимат-продукт не попадал обратно в чашку; накрывают стеклянной воронкой, с вложенным в нее сухим фильтром. Воронка должна иметь меньше сечение, чем чашка. Собранный прибор ставят на асбестовую сетку, воронку закрепляют лапкой и нагревают на медленном огне до тех пор, пока на воронке не исчезнут появившиеся при нагревании капли воды, после чего нагревание продолжают еще 10-15 минут.

Затем горелку убирают и дают прибору остыть, не снимая воронки с чашки. Возогнанное вещество аккуратно собирают и взвешивают.

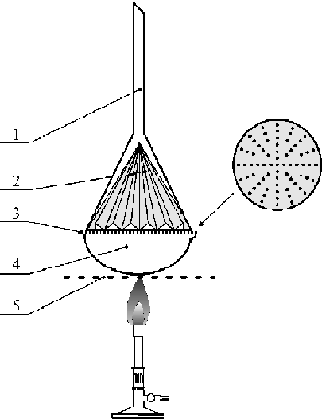


Рисунок 14 - Установка для возгонки:

1-стеклянная воронка;

2- складчатый фильтр;

3- фильтр с отверстиями;

4 - фарфоровая чашка;

5 - асбестовая сетка

**1.5 Общие правила выполнения лабораторных работ**

1. Работать в лаборатории можно только после разрешения преподавателя и под наблюдением лаборанта/инженера.

2. Опыты необходимо выполнять в соответствии с методическими указаниями к практической работе.

3. В химической лаборатории рекомендуется работать в халате для защиты одежды от действия химических реактивов и защитных очках!

4. Студенту в лаборатории отводится рабочее место, и он обязан поддерживать его в чистоте и порядке. Не следует загромождать рабочее место предметами, не относящимися к выполняемой работе.

5. Все синтезы следует проводить в чистой посуде, при необходимости предварительно ополоснув ее дистиллированной водой.

6. Результаты каждого проделанного синтеза необходимо показать преподавателю и, получив от него разрешение, приступить к выполнению последующих аналитических исследований.

7. После каждого опыта содержимое колбы следует вылить в раковину или (по указанию преподавателя) в специальный сосуд, предназначенный для сбора отработанных реактивов. Нельзя выбрасывать в раковину кусочки металлов и другие твердые вещества, оставшиеся после опытов.

8. Посуду (пробирку, колбу и др.) после выполнения синтеза необходимо тщательно вымыть водопроводной водой с применением ершика, ополоснуть дистиллированной водой.

9. Запрещается набирать растворы в пипетки, засасывая их ртом. Для этой цели применяют резиновую грушу или другие приспособления для отбора жидкостей.

10. Склянки с реактивами нужно закрывать пробками и ставить на место. Не следует путать пробки от разных склянок. Чтобы внутренняя сторона пробки оставалась чистой, пробку кладут на стол внешней поверхностью, которая не соприкасается с реактивами.

11. Во избежание загрязнения этикеток или их порчи при наливании растворов склянки необходимо держать этикеткой вверх. Избыток реактивов нельзя высыпать или сливать в склянку обратно! Нельзя пользоваться реактивами, если на склянке нет этикетки!

12. Все опыты с кислотами и щелочами следует проводить в вытяжном шкафу. Склянки с этими веществами из вытяжного шкафа выносить нельзя!

13. Для приготовления водных растворов и ополаскивания вымытой стеклянной посуды используют дистиллированную воду.

**1.6 Техника безопасности при работе в химической лаборатории**

*1.5.1 Техника безопасности при работе со стеклянной посудой*

1. Посуду, имеющую трещины или отбитые края, нельзя использовать для выполнения лабораторных работ.

2. При работе со стеклянной посудой нельзя прилагать большое усилие при разъединении заклинивших шлифов, вынимании пробок, надевании резиновых шлангов.

3. Не допускается нагревание жидкостей в закрытых колбах, не имеющих сообщения с атмосферой.

*1.5.2 Техника безопасности при работе с растворами кислот и щелочей*

1. При приготовлении разбавленных растворов щелочей и кислот их необходимо приливать в воду тонкой струей при непрерывном перемешивании. Приливать воду в кислоту запрещается!

2. Если кислота или щелочь случайно пролиты, их вначале засыпают песком*.* Затем песок убирают, нейтрализуют кислоту раствором соды, а щелочь – слабым раствором уксусной кислоты. После этого место пролива промывают водой и вытирают насухо.

3. Отработанные кислоты и щелочи следует собирать в специальную посуду.

4. При ожоге кислотами обожженное место следует промыть большим количеством воды, затем обработать 2%- ным раствором гидрокарбоната натрия (пищевой соды), смазать вазелином и перевязать. При ожогах глаз промыть их водой, 2%-ным раствором соды и обратиться к врачу.

5. При ожоге щелочью пораженное место промыть водой, а затем 2%-ным раствором уксусной или борной кислоты, смазать вазелином или 5%-ным раствором пермарганата калия и перевязать. При ожоге глаз промыть их 1%-ным раствором борной кислоты.

6. При термическом ожоге смочить пострадавший участок 10%-ным раствором перманганата калия, затем смазать мазью от ожогов, вазелином или раствором пищевой соды, перевязать.

*1.5.3 Противопожарная техника и правила работы с газовыми горелками*

1. Необходимо правильно зажигать газовую горелку. Вначале закрывают доступ воздуха в горелку, зажигают спичку, открывают газовый кран и по истечении 2–3 с подносят зажженную спичку к краю отверстия горелки. Увеличивая приток воздуха, получают несветящееся пламя. Если пламя проскакивает внутрь горелки, то следует немедленно закрыть кран для газа и сообщить об этом преподавателю или лаборанту.

2. При проведении опытов, в которых может произойти самовозгорание, необходимо иметь под руками песок или другие средства тушения огня.

3. В случае воспламенения горючих веществ нужно быстро погасить горелку, отставить сосуд с огнеопасным веществом и тушить пожар.

4. При появлении запаха газа в аудитории немедленно перекрыть газовый кран на вводе в лабораторию, открыть окна, покинуть аудиторию и проветрить помещение.

*1.5.4 Техника безопасности при работе с электрооборудованием*

1. Разрешается проводить все работы только с заземленными электроприборами.

2. Запрещается работать вблизи открытых токопроводящих частей оборудования.

3. Запрещается вешать на розетки, выключатели и электропровода различные вещи.

4. В случае перерыва в подаче тока все электроприборы и другое электрооборудование должны быть отключены.

5. При загорании проводов или электроприборов необходимо их немедленно обесточить и гасить огонь при помощи сухого углекислотного огнетушителя.

**Тема 2. Синтез неорганических веществ**

Актуальность направления «Синтез неорганических веществ» обусловлена несколькими ключевыми факторами, которые подчеркивают важность и необходимость глубокого изучения данной темы в химии.

Во-первых, неорганические вещества составляют основу большинства материалов, используемых в промышленности и быту. По данным Всемирной организации здравоохранения, более 80% всех химических соединений, применяемых в производстве, являются неорганическими. Это включает в себя такие важные категории, как катализаторы, пигменты, строительные материалы и удобрения. Учитывая растущий спрос на высококачественные материалы в условиях глобализации и индустриализации, синтез новых неорганических соединений становится критически важным.

Во-вторых, синтез неорганических веществ играет ключевую роль в разработке новых технологий, включая экологически чистые методы производства. Например, по данным Международного энергетического агентства, переход к устойчивым источникам энергии требует разработки новых неорганических материалов, таких как перовскиты для солнечных панелей и катализаторы для водородной энергетики. Это подчеркивает необходимость исследований в области синтеза неорганических соединений для достижения целей устойчивого развития.

В-третьих, неорганическая химия активно развивается в контексте медицины и биотехнологий. Синтез неорганических веществ, таких как наночастицы металлов и оксидов, открывает новые горизонты в области диагностики и лечения заболеваний. По данным научных публикаций, использование неорганических наноматериалов в медицине демонстрирует значительное улучшение в целевой доставке лекарств и в диагностике заболеваний на ранних стадиях.

Таким образом, актуальность темы "Синтез неорганических веществ" подтверждается необходимостью разработки новых материалов для различных отраслей, стремлением к устойчивому развитию и применением неорганических соединений в медицине. Эти факторы подчеркивают важность исследований и разработок в данной области, что делает данную тему "Синтез неорганических веществ" особенно актуальной в современных условиях.

Синтез неорганических веществ представляет собой процесс создания новых химических соединений, состоящих из элементов, не содержащих углерод в их основной структуре. Этот процесс включает в себя различные методы, такие как осаждение, реакция в растворе, термическое разложение и электролиз. Синтез неорганических веществ имеет широкое применение в химической промышленности, материаловедении и экологии, а также играет ключевую роль в создании катализаторов, пигментов, удобрений и других важных химических продуктов. Исследование и/или разработка синтеза неорганических веществ способствует пониманию химических реакций, взаимодействий между элементами и разработке новых технологий для получения необходимых материалов.

При выполнении задания по разделу «Синтез неорганических веществ» обучающийся должен показать умения и навыки по обобщению теоретического материала по описания физико-химических и химических свойств неорганических соединений, методам их получения и областям использования. Задание включает в себя следующие виды работ:

– литературный поиск данных по свойствам и методам синтеза заданного соединения;

– выбор методики выполнения синтеза заданного соединения;

– подготовка прописи методики синтеза и выполнение синтеза;

– характеристика полученного вещества (его физические свойства, выход в %);

– итоговое оформление работы (с учетом пояснений к оформлению работы).

***Получение простых веществ***

Получение водорода, азота и кислорода. Электрохимическое получение хлора. Электролиз расплавов и растворов. Получение других галогенов. Техника безопасности при работе с бромом и йодом. Техника безопасности при работе с фосфором. Восстановительные способы получения металлов. Металлотермические способы получения металлов. Получение алюминия.

***Синтез бинарных соединений***

Получение сульфидов, селенидов, нитридов, карбидов. Хлорирование, бромирование, иодирование металлов, неметаллов Получение аммиака. Получение оксидов азота. Получение оксидов серы. Получение оксидов металлов.

***Получение солей***

Получение соединений с использованием ионного обмена. Механизм и условия протекания реакций в растворах электролитов. Направленность реакций в растворах электролитов. Образование труднорастворимых веществ. Условия образования и растворения осадков. Солеобразование в результате реакции нейтрализации. Характеристика некоторых кислот и оснований, применяемых в синтезе веществ. Реакции гидролиза, используемые для получения основных и кислых солей. Получение двойных солей, кристаллогидратов и комплексных солей. Устойчивость кристаллогидратов и комплексных соединений и условия их получения.

***Синтез соединений других классов***

Электрохимическое получение щелочей. Получение серной кислоты. Получение азотной кислоты. Получение соляной кислоты. Термическое разложение кристаллических веществ, гидроксидов, оксидов, карбонатов, сульфатов, нитратов, сульфитов.

***Перечень примерных практических заданий для проектной работы:***

1) Перекристаллизация медного купороса

2) Получение меди из раствора ее соли

3) Получение водорода

4) Получение оксида магния

5) Синтез диоксида свинца

6) Синтез алюмокалиевых квасцов

7) Синтез хромокалиевых квасцов

8) Синтез хлорид цинк аммония

9) Синтез сульфата тетраамминмеди (II)

10) Синтез хромата калия

11) Синтез хлорида свинца

12) Синтез нитрата меди (II)

13) Синтез карбоната бария

14) Синтез сульфата бария

15) Синтез пероксобората натрия

16) Синтез хлорида меди (II).

17) Синтез борной кислоты

18) Синтез гидроксида алюминия

***Пример практического задания***

Проектное задание «Синтез алюмокалиевых квасцов»

Цель работы: получить алюмокалиевые квасцы и определить выход.

Оборудование: химические стаканы, мерная посуда, капельная воронка, водяная баня, воронка Бюхнера.

Ход работы: Алюмокалиевые квасцы KAl(SO4)2·12H2O можно получить, сливая растворы сернокислого алюминия и сернокислого калия. Растворяют 100 г Al2(SO4)3·18H2O (техн.) в 200-300 мл воды и отфильтровывают.

Отдельно готовят раствор 28-30 г K2SO4 (техн.) в 300 мл воды. Растворы сливают, упаривают на водяной бане до начала кристаллизации и быстро охлаждают при перемешивании. Выпавшие кристаллы отсасывают на воронке Бюхнера, растворяют в минимальном количестве горячей воды и охлаждают.

Препарат перекристаллизовывают еще 3 раза. Если исходным сырьем является Al2(SO4)3·18H2O реактивной квалификации, перекристаллизация необязательна.

При использовании маточных растворов выход составляет 100-110 г препарата,

соответствующего реактиву квалификации ч. д. а.

***Самостоятельная работа***

Самостоятельная работа студентов осуществляется в процессе подготовки к зачету. Включает изучение учебной и методической литературы, в т.ч. поиск информации в электронных сетях и базах данных, подготовку докладов-презентаций.

*Вопросы для самопроверки*

Раздел 1. Введение

1. Понятие неорганического синтеза.

2. Основные задачи, решаемые химическим синтезом.

3. Виды неорганического синтеза.

4. Связь неорганического синтеза с другими науками.

5. Краткая история развития неорганического синтеза.

6. Возникновение и развитие отечественного неорганического синтеза.

7. Значение неорганического синтеза

8. Лабораторные приёмы и операции, используемые при синтезе неорганических веществ.

9. Правила техники безопасности при работе в лаборатории неорганического синтеза.

10. Основные методы очистки веществ.

Раздел 2. Получение простых веществ.

1. Лабораторное оборудование и приемы работы, используемые при получении простых веществ.

2. Способы получения галогенов.

3. Электролитические методы получения простых веществ (газов, металлов).

4. Способы получения кислорода и водорода.

5. Получение азота.

Раздел 3. Синтез бинарных соединений.

1. Получение сульфидов, селенидов, нитридов, карбидов.

2. Хлорирование, бромирование, иодирование металлов и неметаллов.

3. Получение аммиака.

4. Получение оксидов азота.

5. Получение оксидов серы.

6. Получение оксидов металлов.

Раздел 4. Получение солей.

1. Получение солей с использованием ионного обмена.

2. Механизм и условия протекания реакций в растворах электролитов.

3. Условия образования и растворения осадков.

4. Солеобразование в результате реакции нейтрализации.

5. Реакции гидролиза, используемые для получения основных и кислых солей.

6. Получение двойных солей, кристаллогидратов и комплексных солей.

7. Устойчивость кристаллогидратов и комплексных соединений

Раздел 5 Синтез соединений других классов.

1. Электрохимическое получение щелочей.

2. Получение серной кислоты.

3. Получение азотной кислоты.

4. Получение соляной кислоты.

5. Термическое разложение кристаллических веществ.

*Пример тестового задания*

1. Выделение теплоты фазового перехода наблюдается при

А) возгонке;

Б) перегонке

В) кристаллизации\*

2. Одно из представленных условий является обязательным для начала кристаллизации

вещества из раствора:

А) Вводят вещества, способствующие протеканию транспортных химических реакций

Б) Исходную фазу переохлаждают, перегревают или пересыщают кристаллизуемым

веществом\*

В) применяют индифферентные газы.

3. Если растворимость вещества мало изменяется с изменением температуры (NaCl в воде),

то его кристаллизацию из раствора лучше провести:

а) частичным или полным выпариванием растворителя из насыщенного раствора при

почти постоянной температуре (изотермическая К.)\*

б) ) использованием одновременно охлаждения и выпаривания

в) охлаждением горячих растворов

4. Для лучшей кристаллизации FeSO4 из раствора в данный раствор необходимо добавить:

а) Fe(NO3)2;

б)AgNO3;

в)Fe(NO3)3;

г)H2SO4\*

5. Лучшими осадительными свойствами солей из растворов обладает

а) пропанол;\*

б) метанол;

в) этанол.

6. Для выделения кристаллогидрата из раствора перед синтезом необходимо выяснить:

а) температуру растворения вещества в кристаллизационной воде,

б) прочность кристаллогидратов (и возможность выветривания на воздухе,

в) теплоту фазового перехода кристаллогидрата.\*

г) возможность потери кристаллизационной воды при нагревании вещества

Одно из указанных необходимых справочных значений – лишнее. Укажите его.

7. Выберите из списка кристаллогидрат, который невозможно кристаллизовать из раствора при его пересыщении:

А) Na2CO3·7H2O

Б) Na2CO3·10H2O

В) CaCl2· 6 H2O\*

Г) Na2CO3·H2O

8. ………- это раствор, в котором жидкая (растворитель) и твёрдая фаза (растворённое вещество) находятся в равновесии. Речь идёт о:

а) пересыщенном растворе

б) насыщенном растворе\*

в) ненасыщенном растворе.

9. Для ускоренного фильтрования и более полного освобождения осадка от раствора используют:

а) горячее фильтрование

б) обычное фильтрование при н.у.

в) фильтровальная посуда

г) вакуумное фильтрование\*

10. При подборе твёрдого осушителя для газов учитывается:

а) дальнейшее применение газов, т.к. нежелательные примеси в осушителе могут вступить в химическое взаимодействие с осушаемым газом;

б) необходимость кристаллизации газов\*

в) примеси в осушителе, которые при неправильном подборе осушителя могут взаимодействовать с полученным газом.

Одна из особенностей является лишней. Укажите её.

11. В лабораторных осушительных системах для осушки газов используют:

а) твёрдые и жидкие осушители;\*

б) твёрдые осушители;

в) жидкие осушители.

12. Гигроскопичные вещества, не дающие кристаллогидраты, сушат при:

а) в сушильном шкафу при 60-100оС.

б) в сушильном шкафу ниже 60оС

в) сушильном шкафу – 100-150оС \*

13. При подборе растворителя для перекристаллизации вещества необходимо учитывать следующие требования к растворителю:

а) должен быть химически инертен к растворяемому веществу при любой

температуре;

б) не должен удаляться с поверхности очищаемого вещества\*

в) должен хорошо растворять очищаемое вещество при высокой температуре и плохо при комнатной и пониженной температуре;

г) должен хорошо растворять примеси при пониженной температуре, либо не растворять их при кипячении

В данном списке присутствует лишнее требование. Укажите его.

14. Возгонка наиболее приемлема для очистки веществ с кристаллической решёткой:

а) молекулярной \*

б) ионной;

в) ионно-ковалентной.

15. Преимущества возгонки:

а) отличается более низкими температурами и

б) отсутствие контакта с растворителем

в) ограниченность применения\*

г) хороший выход вещества

Один из признаков лишний. Укажите его.

**Тема 3. Синтез органических веществ**

При выполнении задания по разделу «Синтез органических веществ» обучающийся должен показать умения и навыки по обобщению теоретического материала по описанию физико-химических и химических свойств органических соединений, методам их синтеза и областям использования. Задание включает в себя следующие виды работ:

– литературный поиск данных по свойствам и методам синтеза заданного соединения;

– выбор методики выполнения синтеза заданного соединения;

– подготовка прописи методики синтеза и выполнение синтеза (по заданию преподавателя);

– характеристика полученного вещества (его физические свойства, выход в %);

– итоговое оформление работы (с учетом пояснений к оформлению работы).

**Основные аспекты проектной работы по синтезу органических веществ**

***1 Выбор целевого соединения***

Определение конкретного органического вещества, которое планируется синтезировать. Это может быть новое соединение, обладающее уникальными свойствами, или уже известное вещество, которое необходимо получить более эффективным или экологичным способом.

***2 Разработка стратегии синтеза***

Планирование последовательности химических реакций, необходимых для получения целевого соединения. Этот процесс может включать ретросинтетический анализ, то есть обратный ход рассуждений для определения исходных веществ и промежуточных соединений.

***3 Выбор реактивов и условий проведения реакций***

Определение подходящих реагентов, катализаторов и условий (температура, давление, растворитель), обеспечивающих протекание реакций с высокой селективностью и выходом.

***4 Синтез целевого соединения***

Проведение химических реакций в лабораторных условиях, согласно разработанной стратегии.

***5 Очистка и идентификация***

Очистка синтезированного вещества от примесей и его идентификация с помощью различных методов, таких как хроматография, спектроскопия (ЯМР, ИК, масс-спектрометрия).

***6 Изучение свойств***

Изучение физических и химических свойств синтезированного вещества, таких как температура плавления, растворимость, реакционная способность и т.п.

***7 Применение***

Поиск возможных областей применения полученного вещества.

**Теоретическая часть проектной работы**

В теоретическую часть итогового отчета по проектной работе входят:

1. Формула соединения и его названия (тривиальное и по номенклатуре IUPAC)

2. Физические свойства соединения. При описании физических свойств приводятся константы данного соединения (Тпл, Ткип, показатель преломления, плотность). Описывается агрегатное состояние, цвет, растворимость вещества в различных растворителях. В каждом случае дается ссылка на литературный источник (указывается в скобках номер литературного источника в списке использованной литературы).

*Пример: температура кипения вещества 72оС [3].*

3. Химические свойства соединения. В данном разделе приводятся химические свойства вещества, проиллюстрированные соответствующими уравнениями реакций, и даются ссылки на литературный источник.

*Пример: при действии на йодистый этил AgCl в спирте или ацетоне происходит реакция замещения йода на хлор с образованием хлористого этила, AgI выпадает в осадок [5]: CH3-CH2I + AgCl → CH3-CH2Cl + AgI*

В случае, если в научной литературе на найдено описание химических свойств заданного вещества, следует привести предполагаемые реакции, исходя из химического строения данного соединения, наличия тех или иных функциональных групп.

4. Методы получения соединения. Приводится краткое описание найденных в литературе методик получения и основное уравнение реакции с указанием литературного источника. Пример: йодистый этил может быть получен из этилового спирта при действии йода в присутствии красного фосфора [7]. Данная методика является общей для получения алкилиодидов.

*Основная реакция: СН3СН2-ОН + I2 (Р красный) → СН3СН2-I*

В колбу, содержащую спирт (0,1 моль) и красный фосфор (1 г) постепенно при охлаждении (10-20оС) добавляют мелкорастертый иод (12.7 г). Колбу с реакционной смесью и обратным холодильником нагревают на водяной бане (80оС) при перемешивании 5 часов. Полученный этил иодид отгоняют с водяным паром, отделяют от воды, промывают 2М раствором NaOH, сушат и перегоняют. Выход: 55-65%.

5. Обоснование выбора методики синтеза. При выборе методики синтеза заданного соединения необходимо оценить возможность проведения синтеза в условиях лабораторного практикума, в том числе доступность реагентов, продолжительность синтеза, точнее стадий синтеза, которые нельзя прерывать и выход продукта реакции. С учетом названных условий из перечня методик, приведенных в п. 4 выбирается наиболее доступная, с наибольшим выходом целевого продукта.

**Экспериментальная часть проектной работы**

Оформляется так же, как оформляются работы в любом лабораторном практикуме. Исходя из задания, сначала производятся необходимые предварительные расчеты. Предварительные расчеты должны быть обсуждены с преподавателем и затем студент получает допуск выполнению работы. В конце экспериментальной части должно быть приведено обсуждение полученных результатов, где указать о возможных отклонениях от методики проведения синтеза, анализ качества и количества полученного продукта.

*Пример: Экспериментальная часть*

1. Синтез « Название….»

2. Уравнение реакции

3. Расчет и таблица характеристик и количества исходных реагентов и продуктов реакции

4. Схема установки и описание синтеза

5. Константы и выход продукта реакции

6. Общие выводы по синтезу

В конце отчета приводится список использованной литературы, включающий учебники, справочники, статьи, которые послужили в качестве источника материала для подготовки проектной работы: литературные источники, из которых взяты физические константы заданного соединения, его химические свойства, методики синтеза. Порядковый номер источника в списке литературы указывается в соответствующем месте отчета. В квадратных скобках. Список литературы должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.

**Перечень примерных практических заданий для проектной работы:**

1) Синтез сложного эфира

2) Синтез бромистого алкила

3) Синтез бензойной кислоты

4) Синтез аспирина

5) Синтез п-нитроанилинового красного

6) Синтез азометинов

7) Синтез антрахинона

8) Синтез сульфаниловой кислоты

9) Синтез ацетанилида

10) Синтез флуоресцеина

11) Методы идентификации твердых органических веществ: определение температуры плавления в капиллярах

12) Методы идентификации жидких органических веществ: определение показателя преломления

13) Методы выделения и очистки твердых органических веществ: перекристаллизация

14) Методы выделения и очистки жидких органических веществ: фракционированная перегонка

15) Современные методы анализа органических веществ: ИК-спектроскопия, газовая хроматография, хромато-масс-спектрометрия

***Пример практического задания***

Проектное задание «Синтез азометинов»

Цель работы: получить азометин, описать физические свойства продукта, определить выход.

Материалы, посуда, оборудование: бензальдегид, анилин, изопропиловый или этиловый спирт, химический стакан емкостью 100 мл, стеклянная палочка, воронка Бюхнера.

**

Ход работы: В сухой стакан помещают 5,3 г бензальдегида. К нему при энергичном перемешивании добавляют 4,7 г анилина. Через несколько минут начинается экзотермическая реакция. Массе дают отстояться в течение 15 минут до выпадения осадка, затем при постоянном перемешивании добавляют 15 мл спирта. Раствор оставляют на 10 минут при комнатной температуре, после чего в течение 30 минут охлаждают на льду. Полученные кристаллы отделяют фильтрованием на воронке Бюхнера, сушат на воздухе, взвешивают и вычисляют выход в процентах.

Азометины: маслообразные кристаллические вещества; нерастворимы в воде, растворимы в органических растворителях.

**Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студентов осуществляется в процессе подготовки к зачету. Включает изучение учебной и методической литературы, в т.ч. поиск информации в электронных сетях и базах данных, подготовку докладов-презентаций.

*Вопросы для самопроверки*

Раздел 1. Введение

1. Понятие органического синтеза.

2. Основные задачи, решаемые химическим органическим синтезом.

3. Виды органического синтеза.

4. Связь органического синтеза с другими науками.

5. Краткая история развития органического синтеза.

6. Возникновение и развитие отечественного органического синтеза.

7. Значение органического синтеза

8. Лабораторные приёмы и операции, используемые при синтезе органических веществ.

9. Правила техники безопасности при работе в лаборатории органического синтеза.

10. Основные методы очистки веществ.

Раздел 2. Синтез жидких веществ.

1. Лабораторное оборудование и приемы работы, используемые при получении жидких веществ.

2. Способы получения галогеналкилов.

3. Способы получения сложных эфиров.

4. Способы получения анилина.

5. Получение бензилового спирта.

Раздел 3. Синтез кристаллических веществ.

1. Лабораторное оборудование и приемы работы, используемые при получении кристаллических веществ.

2. Синтез йодоформа.

3. Синтез антрахинона.

4. Синтез бензойной кислоты.

5. Синтез *п-*нитроанилинового красного.

6. Синтез флуоресцеина.

7. Синтез ацетанилида.

*Пример тестового задания*

1. Выделение теплоты фазового перехода наблюдается при

а) возгонке;

б) перегонке

в) кристаллизации\*

2. Одно из представленных условий является обязательным для начала кристаллизации вещества из раствора:

а) Вводят вещества, способствующие протеканию транспортных химических реакций

б) Исходную фазу переохлаждают, перегревают или пересыщают кристаллизуемым веществом\*

в) применяют индифферентные газы.

3. Если растворимость вещества мало изменяется с изменением температуры, то его кристаллизацию из раствора лучше провести:

а) частичным или полным выпариванием растворителя из насыщенного раствора при почти постоянной температуре (изотермическая К.)\*

б) использованием одновременно охлаждения и выпаривания

в) охлаждением горячих растворов

4. Для ускоренного фильтрования и более полного освобождения осадка от раствора используют:

а) горячее фильтрование

б) обычное фильтрование при н.у.

в) фильтровальная посуда

г) вакуумное фильтрование\*

5. В лабораторных осушительных системах для осушки газов используют:

а) твёрдые и жидкие осушители;\*

б) твёрдые осушители;

в) жидкие осушители.

6. При подборе растворителя для перекристаллизации вещества необходимо учитывать следующие требования к растворителю:

а) должен быть химически инертен к растворяемому веществу при любой

температуре;

б) не должен удаляться с поверхности очищаемого вещества\*

в) должен хорошо растворять очищаемое вещество при высокой температуре и плохо при комнатной и пониженной температуре;

г) должен хорошо растворять примеси при пониженной температуре, либо не растворять их при кипячении

В данном списке присутствует лишнее требование. Укажите его.

7. Возгонка наиболее приемлема для очистки веществ с кристаллической решёткой:

а) молекулярной \*

б) ионной;

в) ионно-ковалентной.

8. Преимущества возгонки:

а) отличается более низкими температурами и

б) отсутствие контакта с растворителем

в) ограниченность применения\*

г) хороший выход вещества

Один из признаков лишний. Укажите его.

9. При подборе твёрдого осушителя для газов учитывается:

а) дальнейшее применение газов, т.к. нежелательные примеси в осушителе могут вступить в химическое взаимодействие с осушаемым газом;

б) необходимость кристаллизации газов\*

в) примеси в осушителе, которые при неправильном подборе осушителя могут взаимодействовать с полученным газом.

Одна из особенностей является лишней. Укажите её.

10. Гигроскопичные вещества, не дающие кристаллогидраты, сушат:

а) в сушильном шкафу при 60-100оС.

б) в сушильном шкафу ниже 60оС

в) сушильном шкафу – 100-150оС \*

11.Во время перегонки бензилового спирта произошло воспламенение бензола. Ваши действия:

Поскорей покину лабораторию;

Отключу газовые горелки;

Потушу воспламенение при помощи кошмы и песка;

Буду кричать и звать на помощь;

Использую любой огнетушитель, не смотря на маркировку;

Сообщу о несчастном случае преподавателю и инженеру.

12. Тушить небольшие очаги возгорания водой из водопроводного крана можно:

Дерево, бумагу, резину, ткань;

Низшие спирты;

Органические кислоты;

Электрооборудование под напряжением;

Масляные бани;

Щелочные и щелочно-земельные металлы;

Ацетон;

Алюминийорганические соединения;

Карбид кальция.

13. Основным компонентом порошковых огнетушителей, используемых для тушения металлического натрия, является:

Бикарбонат натрия;

Карбонат натрия;

Аммофос;

Хлориды щелочных металлов;

Крупнопористый силикагель, насыщенный тетрафтордибромэтаном;

Диаммонийфосфат.

14. При работе со стеклянной посудой большая часть несчастных случаев связана с неправильным обращением со стеклом. Во время выполнения лабораторной работы необходимо:

При нагревании необходимо использовать только термостойкую посуду, рассмотрев специальную маркировку на стекле;

Нагревать стеклянные стаканы и колбы на открытом огне;

Сразу охладить холодной водой колбу или стакан после нагревания;

Закреплять колбу в лапке штатива в любом удобном для вас месте.

15. К общим правилам работы в лаборатории относятся:

Запрет на прием пищи и воды в лаборатории;

Что хочу, то и делаю!

Изучение свойств органических веществ и методики выполнения работы;

При удачном получении своего вещества бурно проявлять радость;

Работать в лаборатории без допуска преподавателя и вводного инструктажа;

Работать только в хлопчатобумажных халатах и защитных очках;

Выбрасывать отходы химических веществ в мусорные баки;

Оставлять без присмотра работающие установки, газовые горелки;

Работать без включенной вентиляции с сильнотоксичными и ядовитыми веществами.

16. Ваши действия оказания первой помощи товарищу:

При ожогах кислотами\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

При ожогах щелочами\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

При порезах стеклянной посудой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

Отравления через дыхательные пути\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

При попадании веществ в глаза*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.*

17. Опишите все возможные опасные ситуации, которые могут возникнуть при выполнении синтеза:

Бромистых алкилов \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

Анилина \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

Орто и паранитрофенолов \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

Антрахинона \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

Флуоресцеина *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.*

18. Основные принципы при работе с легковоспламеняющимися жидкостями:

При использовании ЛВЖ в качестве растворителей синтез проводят в колбе с обратным холодильником;

Применение химических стаканов, фарфоровых чашек, прикрытых часовым стеклом;

Нагревание колб с ЛВЖ на асбестовой сетке;

Проводить какие-либо работы с ЛВЖ вне вытяжного шкафа;

Работать с ЛВЖ вблизи открытого пламени горелки;

Разлитые на столе остатки ЛВЖ засыпать песком или деревянными опилками. После полного впитывания жидкости массу собирают совком и выносят в безопасное место для сжигания;

При проведении процессов, связанных с нагреванием ЛВЖ, используют только обратный холодильник;

Все ответы верны;

Нет верных ответов.

19. Выберете правильное утверждение:

Кислоту приливаем в воду;

Воду приливаем в кислоту;

Щелочь добавляем в воду;

Воду приливаем в щелочь;

Раствор K2Cr2O7 приливаем к концентрированной H2SO4;

Концентрированную H2SO4 добавляем к раствору K2Cr2O7.

20. Какие средства индивидуальной защиты должен использовать студент при работе:

С фенолом;

С концентрированными кислотами;

С разбавленными растворами солей;

С растворителями.

Дать полный ответ для предотвращения чего используется выбранные вами средства индивидуальной защиты.

**Тема 4. Физико-химические методы анализа химических соединений**

Данный раздел является вспомогательным при выполнении проектной работы. Он посвящен изучению методов, основанных на измерении физических свойств веществ, изменяющихся при химических реакциях, для определения их состава и структуры. Эти методы, часто называемые инструментальными, позволяют проводить количественный анализ с использованием различных приборов.

Цели раздела:

– освоение теоретических основ физико-химических методов анализа.

– ознакомление с принципами работы, устройством и характеристиками различных приборов.

– формирование навыков практического применения методов для решения аналитических задач.

– оценка преимуществ и недостатков различных методов.

– обучение интерпретации результатов анализа.

**Основные подразделы**

1. Введение в физико-химические методы анализа:

Определение и классификация методов.

Связь физико-химических свойств с химическим составом.

Роль физико-химических методов в анализе веществ.

Основные понятия и терминология.

2. Спектральные методы анализа:

Основы спектроскопии: поглощение, испускание, рассеяние излучения.

Атомно-эмиссионная спектрометрия.

Атомно-абсорбционная спектрометрия.

Молекулярная спектроскопия (ИК, УФ-видимая).

Масс-спектрометрия.

Рамановская спектроскопия.

3. Электрохимические методы анализа:

Потенциометрия.

Кулонометрия.

Вольтамперометрия.

Кондуктометрия.

Электрогравиметрия.

4. Хроматографические методы анализа:

Газовая хроматография.

Жидкостная хроматография.

Тонкослойная хроматография.

Ионообменная хроматография.

5. Термические методы анализа:

Термогравиметрия.

Дифференциальная сканирующая калориметрия.

6. Другие физико-химические методы:

Рентгеноструктурный анализ.

Ядерный магнитный резонанс (ЯМР).

**3 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ - ПРОЕКТ "СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ"»**

Проектная работа должна быть построена по определенной структуре. Основными элементами этой структуры в порядке их расположения являются:

Титульный лист.

Паспорт проектной работы.

Оглавление.

Введение (цели, задачи, актуальность, объект и предмет исследования).

Основная часть (теоретическая часть, методика синтеза, результаты и их обсуждение).

Заключение (выводы по рассматриваемой теме, проблеме).

Библиографический список.

Приложения (таблицы, графики, фотографии, схемы, чертежи).

Основные этапы проектной работы:

1. Выбор объекта исследования:

Определение конкретного неорганического или органического вещества, которое будет синтезировано (например, соль, оксид, кислота, эфир и т.д.).

2. Изучение теоретических основ:

Анализ литературных данных, описание свойств вещества, его состава, структуры и возможных способов получения. Изучение химических реакций, необходимых для синтеза.

3. Выбор метода синтеза:

Определение наиболее подходящего способа получения вещества, исходя из его свойств, доступности реагентов и оборудования.

4. Подготовка к эксперименту:

Подбор необходимого оборудования, реактивов, проведение расчетов для определения количества веществ, подготовка рабочей зоны.

5. Проведение синтеза:

Осуществление химической реакции в соответствии с выбранным методом, соблюдение техники безопасности.

6. Анализ полученного вещества:

Определение чистоты, состава и структуры синтезированного вещества. Использование физико-химических методов: спектроскопии, хроматографии, рентгенофазового анализа и т.д.

7. Оформление результатов:

Подготовка отчета, включающего описание цели работы, теоретическую часть, методику синтеза, результаты анализа, выводы и список литературы.

Выполнение контрольной работы следует начинать с изучения теоретического материала. Затем нужно продумать поставленный вопрос и изложить его письменно. Работу следует писать разборчиво и аккуратно, оставляя поля для замечаний преподавателя. Обязательно указывается номер варианта, полностью записывается вопрос. Номер варианта определяется по последней цифре зачетки. Каждый вариант содержит два вопроса.

Ответы на вопросы, не проработанные студентом, а механически переписанные целиком из учебника засчитываться не будут. Ответы должны соответствовать поставленным вопросам. Оценивается не обширность ответа, а его суть, полнота и конкретность. В конце работы следует привести перечень учебников, учебных пособий, журналов, использованных при выполнении.

Обучающийся должен написать на предлагаемую тему реферат (объем 10-20 страниц) и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ по теме, приведенной в каждом варианте задания. Список должен включать не менее 3-5 наименований учебников, учебных, научных пособий и/или статей из научных, научно-теоретических и научно-производственных журналов по соответствующей тематике за последние 5-8 лет.

Перечень журналов для выполнения этого задания: «Журнал общей химии», «Известия вузов. Серия «химия и химическая технология»», «Журнал органической химии», «Журнал прикладной химии», «Электрохимия», «Коррозия: материалы, защита», «Нефтехимия», «Известия высших учебных заведений. Нефть и газ», «Нефть. Газ. Новации» и другие.

Ссылки на используемую литературу оформляют в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008. Пример правильного оформления ссылок на учебники – в библиографическом списке, приведенном в конце учебного пособия.

*Пример правильного оформления ссылок на журнальные статьи:*

1. Препаративная органическая электрохимия: учебник для ВУЗов / А.П. Томилов [и др.] – Новочеркасск: Изд-во Юж. Рос. гос. техн. ун-та, 2002. - 153 с

2. Каган Е.Ш., Кашпарова В.П., Жукова И.Ю., Кашпаров И.И. Окисление спиртов электрохимически генерируемым иодом в присутствии нитроксильного радикала // Журн. прикладной химии. 2010. Т. 83, Вып. 4. С. 693 – 695

3. Miller R.A., Hoerrner R.S., Iodine as a chemoselective reoxidant of TEMPO: Application to the oxidation of alcohols to aldehydes and ketones // Organic Letters. 2003. V.5. № 3. P. 285-287.

**4 ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ОСНОВЫ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ - ПРОЕКТ "СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ"»**

Выбор варианта задания для контрольной работы приведен в таблице 4.1, перечень заданий по вариантам представлен ниже.

Таблица 4.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *Последние цифры номера зачетной книжки,* ***где Х*** *– это любая цифра* ***от 0 до 4*** | | | | | | | | | |
| **Х0** | **Х1** | **Х2** | **Х3** | **Х4** | **Х5** | **Х6** | **Х7** | **Х8** | **Х9** |
| Вариант задания | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
|  | *Последние цифры номера зачетной книжки,* ***где Х*** *– это любая цифра* ***от 5 до 9*** | | | | | | | | | |
| **Х0** | **Х1** | **Х2** | **Х3** | **Х4** | **Х5** | **Х6** | **Х7** | **Х8** | **Х9** |
| Вариант задания | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |

Вариант 1

1. Синтез и характеристика монокристаллов перовскитов для солнечных элементов. Описать физические свойства полученных соединений и предложить физико-химические методы анализа их структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 2

1. Разработка методики получения наночастиц оксида цинка с заданным размером и формой для использования в фотокатализе. Описать физические свойства наночастиц и предложить физико-химические методы анализа их структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 3

1. Синтез новых координационных соединений на основе редкоземельных элементов для светодиодов. Описать физические свойства получаемых соединений и предложить физико-химические методы анализа их структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 4

1 Оптимизация процесса получения серной кислоты в промышленности с использованием новых катализаторов. Описать физические свойства катализаторов и предложить физико-химические методы анализа их структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 5

1. Разработка методики получения пористого алюмосиликатного материала для использования в качестве сорбента в процессах очистки воды. Описать физические свойства продукта и предложить физико-химические методы анализа его структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 6

1. Синтез наночастиц: разработка методики получения наночастиц определенного размера и формы с заданными свойствами (например, магнитные наночастицы, наночастицы для катализа, нанокомпозиты). Предложить физико-химические методы анализа их структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 7

# 1 Получение новых координационных соединений металлов с органическими лигандами и изучение их свойств (например, люминесцентные свойства, каталитическая активность). Описать физические свойства полученных соединений и предложить физико-химические методы анализа их структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 8

1. Синтез слоистых материалов: разработка методики получения слоистых материалов с заданными свойствами (например, оксиды металлов, интерметаллиды). Описать физические свойства слоистых материалов и предложить физико-химические методы анализа их структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 9

1. Синтез неорганических пигментов: получение неорганических пигментов с высокой светостойкостью, термостойкостью и другими заданными свойствами. Описать физические свойства пигментов и предложить физико-химические методы анализа их структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 10

1. Синтез соединений для электроники: разработка методик получения неорганических соединений, перспективных для использования в электронике (например, полупроводники, диэлектрики). Предложить физико-химические методы анализа их структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 11

1. Синтез новых сорбентов: получение новых сорбентов для очистки воды, воздуха или других сред. Описать физические свойства сорбентов и предложить физико-химические методы анализа его структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 12

1. Разработка и оптимизация метода синтеза аспирина из салициловой кислоты и уксусного ангидрида. Определить оптимальную температуру, время реакции, соотношение реагентов, а также метод очистки и выделения целевого продукта. Описать физические свойства продукта и предложить физико-химические методы анализа его структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 13

# 1. Синтез красителя индиго из предшественников, таких как анилин и хлоруксусная кислота. Исследовать различные методы синтеза, включая окисление анилина и циклизацию промежуточных соединений. Определить оптимальные условия реакции и методы очистки красителя. Описать физические свойства продукта и предложить физико-химические методы анализа его структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 14

1. Синтез полимера (например, полиэтилена). Определить катализатор, условия полимеризации (температура, давление, концентрация мономера), а также методы контроля молекулярного веса и свойств полимера. Описать физические свойства продукта и предложить физико-химические методы анализа его структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 15

# 1. Синтез аланина из 2-бромпропановой кислоты. Определить оптимальную температуру, время реакции, соотношение реагентов, а также метод очистки и выделения целевого продукта. Описать физические свойства продукта и предложить физико-химические методы анализа его структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

# Вариант 16

# 1. Синтез N-фенилглицина из анилина и хлоруксусной кислоты. Определить оптимальные условия проведения синтеза, а также метод очистки и выделения целевого продукта. Описать физические свойства продукта и предложить физико-химические методы анализа его структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 17

# 1. Синтез мексамина. Определить оптимальные условия проведения синтеза, а также метод очистки и выделения целевого продукта. Описать физические свойства продукта и предложить физико-химические методы анализа его структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 18

# 1. Синтез адипиновой кислоты. Определить оптимальные условия проведения синтеза, а также метод очистки и выделения целевого продукта. Описать физические свойства продукта и предложить физико-химические методы анализа его структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 19

# 1. Синтез метилсалицилата (метиловый эфир салициловой кислоты, метилорто-гидроксибензоат). Определить оптимальные условия проведения синтеза, а также метод очистки и выделения целевого продукта. Описать физические свойства продукта и предложить физико-химические методы анализа его структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Вариант 20

# 1. Синтез 2,4-дигидроксибензойной кислоты (β-резорциловая кислота). Определить оптимальные условия проведения синтеза, а также метод очистки и выделения целевого продукта. Описать физические свойства продукта и предложить физико-химические методы анализа его структуры. Написать реферат по данной теме и составить список литературы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008.

**5 ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ - ПРОЕКТ "СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ"»**

***Перечень вопросов к разделу «Синтез неорганических веществ»***

1. Понятие неорганического синтеза. Основные задачи, решаемые неорганическим синтезом. Виды неорганического синтеза. Связь химического синтеза с другими науками. Краткая история развития неорганического синтеза.

2. Правила техники безопасности в химической лаборатории. Лабораторное оборудование и приемы работы, используемые при получении веществ.

3. Основные стадии химического синтеза. Экспериментальная техника неорганического синтеза. Идентификация химических соединений, определение основных констант. Основные закономерности и управление химическими процессами. Реакции в газовой, жидкой и твердой фазах.

4. Лабораторные приемы, используемые при получении веществ.

5. Основные методы очистки веществ.

6. Очистка твердых веществ (перекристаллизация, сублимация, выделение металлов из смесей). Очистка жидкостей (перегонка, фильтрование, ионный обмен). Методы очистки и высушивание газов. Характеристика осушителей.

7. Металлотермические методы получения металлов и неметаллов восстановлением из оксидов.

8. Получение металлов и неметаллов из водных растворов солей: электрохимические методы, восстановление порошкообразными металлами, амальгамами и другими восстановителями.

9. Получение галогенидов: хлорированием металлов, неметаллов, оксидов; бромированием металлов, неметаллов, оксидов; иодированием металлов, неметаллов, оксидов.

10. Получение сульфидов и селенидов путем непосредственного соединения веществ и другими методами.

11. Получение нитридов взаимодействием некоторых металлов и неметаллов с азотом или аммиаком, взаимодействием оксидов металлов с аммиаком, взаимодействием хлоридов с аммиаком.

12. Получение карбидов взаимодействием металлов и неметаллов с углем, взаимодействием метана с металлами и их оксидами и другими методами.

13. Получение оксидов термическим разложением веществ на воздухе и в атмосфере индифферентных газов.

14. Получение солей в водных растворах. Выделение веществ из раствора.

15. Методы синтеза безводных неорганических соединений. Обезвоживание кристаллогидратов галогенидов и солей кислородсодержащих кислот. Особенности сушки кристаллогидратов.

16. Получение водорода.

17. Получение гидроксидов из солей в водных растворах и другими методами.

18. Получение кислородных кислот различными способами.

19. Восстановление водородом: металлов и некоторых неметаллов из оксидов. Получение оксидов с низшей степенью окисления, реакции гидрирования.

20. Электролитическое получение металлов, неметаллов, солей.

21. Металлотермические методы получения металлов и сплавов.

22. Восстановление веществ амальгамами и металлами в водных растворах.

23. Методы термического разложения веществ (карбонатов, нитратов, гидроксидов).

24. Важнейшие информационные источники синтеза неорганических и координационных соединений.

25. Использование неорганического синтеза в проектной деятельности обучающихся.

***Перечень вопросов к разделу «Синтез органических веществ»***

1. Понятие органического синтеза. Основные задачи, решаемые органическим синтезом. Виды органического синтеза. Связь химического органического синтеза с другими науками. Краткая история развития органического синтеза.

2. Основные цели и задачи органического синтеза.

3. Разница между прямым и обратным синтезом.

4. Наиболее часто синтезируемые классы органических соединений. Укажите для чего.

5. Методы очистки и идентификации продуктов органического синтеза.

6. Классификация методов органического синтеза. (Например, по типу используемых реагентов, по типу образующейся связи, по типу реакции и т.д.)

7. Опишите методы синтеза на основе реакций замещения, присоединения, элиминирования, перегруппировки.

8. Охарактеризуйте роль катализаторов в органическом синтезе.

9. Методы синтеза используются для получения углеводородов (алканов, алкенов, алкинов, аренов)

10. Опишите методы получения спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, аминов и других функциональных групп.

11. Особенности реакций синтеза с участием металлоорганических соединений.

12. Синтез полимеров.

13. Опишите механизм реакций окисления и восстановления в органической химии.

14. Условия синтеза и практическое применение: влияние температуры, давления, растворителя и других условий на ход реакции.

15. Факторы, которые необходимо учитывать при выборе того или иного метода синтеза.

16. Условия оптимизации проведения реакции для достижения максимального выхода продукта.

17. Приведите примеры промышленного получения важных органических веществ.

18. Как применяются знания об органическом синтезе в различных областях (фармацевтика, производство полимеров, пищевая промышленность и т.д.)?

19. Методы синтеза и реакции спиртов.

20. Методы синтеза и реакции простых эфиров.

21. Методы синтеза и реакции альдегидов.

22. Методы синтеза и реакции кетонов.

23. Методы синтеза и реакции карбоновых кислот.

24. Синтетическое использование реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду.

25. Методы синтеза и реакции пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом.

***Дополнотельные вопросы. Раздел «Физико-химические методы анализа химических соединений»***

1. Современные тенденции развития физико-химических методов анализа.

2. Классификация физико-химических методов: по каким признакам можно классифицировать методы.

3. Основные этапы физико-химического анализа: как строится процесс анализа.

4. Применение физико-химических методов для определения структуры веществ. Применение физико-химических методов для определения концентрации веществ.

5. Основные понятия: аналитический сигнал, градуировочный график, стандартный образец.

6. Влияние различных факторов на результаты физико-химических методов.

Спектральные методы:

7. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), теоретические основы, устройство и принцип работы ЭПР-спектрометра.

8. Атомно-эмиссионная спектроскопия: Принцип, применение, достоинства и недостатки.

9. Атомно-абсорбционная спектроскопия: Принцип, применение, достоинства и недостатки.

10. Инфракрасная спектроскопия: Принцип, применение, достоинства и недостатки.

11. Ультрафиолетовая и видимая спектроскопия: Принцип, применение, достоинства и недостатки.

12. ЯМР-спектроскопия: Принцип, применение, достоинства и недостатки. Протонный магнитный резонанс (ПМР). Теоретические основы метода. Устройство и принцип работы ЯМР-спектрометра.

13. Масс-спектрометрия: Принцип, применение, достоинства и недостатки. Устройство и принцип работы масс-спектрометра.

Хроматографические методы:

14. Газовая хроматография: Принцип, применение, достоинства и недостатки. Теоретические основы ГЖХ. Устройство и принцип работы газо-жидкостного хроматографа.

15. Жидкостная хроматография: Принцип, применение, достоинства и недостатки. Адсорбционная хроматография. Распределительная хроматография. Гель-хроматография. Ионообменная хроматография. Тонкослойная хроматография (ТСХ). Колоночная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Теоретические основы метода. Устройство и принцип работы жидкостного хроматографа.

Термические методы:

16. Дифференциальный термический анализ (ДТА): Принцип, применение, достоинства и недостатки.

17. Термогравиметрический анализ (ТГА): Принцип, применение, достоинства и недостатки.

Рентгеноструктурный анализ:

18. Рентгенофазный анализ. Теоретические основы метода. Принцип, применение, достоинства и недостатки.

Электрохимические методы:

19. Потенциометрия: Принцип, применение, достоинства и недостатки.

20. Кулонометрия: Принцип, применение, достоинства и недостатки.

21. Вольтамперометрия: Принцип, применение, достоинки и недостатки. Циклическая вольтамперометрия.

22. Кондуктометрия: Принцип, применение, достоинства и недостатки.

Экстракция.

23. Экстракция в системе «твердое вещество – жидкость». Экстракция в системе жидкость – жидкость. Экстрагирование. Непрерывная экстракция (перфорация).

Неспектроскопические оптические методы анализа.

24. Рефрактометрия (общие сведения).

25. Поляриметрия. Теоретические основы методов.

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Глинка, Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 1: учебник для вузов / Н. Л. Глинка; под редакцией В. А. Попкова, А. В. Бабкова. — 20-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 353 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9353-0. — Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. —URL: <https://www.urait.ru/bcode/490493>

2. Глинка, Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 2: учебник для вузов /Н. Л. Глинка; под редакцией В. А. Попкова, А. В. Бабкова. — 20-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 379 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9355-4. — Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. —URL: <https://www.urait.ru/bcode/490494>

3. Гаршин, А. П. Химические термины. Словарь: учебное пособие для вузов /А. П. Гаршин, В. В. Морковкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 452 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534- 04639-7. — Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/492823>

4. Химическая технология лекарственных веществ. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ: учеб. пособие / А.А. Иозеп. - Изд. 2-е , стер. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2017. - 356 с.

5. Мицкевич, Е. Н. Синтезы неорганических веществ: лабораторный практикум / Е. Н. Мицкевич, Е. Б. Окаев, С. Ю. Елисеев; Мво образования РБ, УО "БГПУ им. М. Танка". - Минск: БГПУ, 2010. - 99 с.

6. Синтез неорганических соединений: учеб. пособие для студ. учреждений высш. образования по спец. "Химия (по напр.)", "Химия лекарственных соединений", "Фундаментальная химия", "Химия высоких энергий" / [авт.: Д. В. Свиридов и др.]; БГУ. - Минск: БГУ, 2018. - 235 с.

7. Титце, Лутц Ф. Препаративная органическая химия: реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории / Л. Титце, Т. Айхер; пер. с нем. К. В. Аванесян [и др.] под ред. Ю. Е. Алексеева. - Москва: Мир, 2013. - 704 с.

­ 8. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. ВПО 020101.65 – химия / В. А. Смит, А. Д. Дильман. - 3-е изд. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 750 с.

9. Ласло, П. Логика органического синтеза: В 2 т. Т. 1: Теоретические представления и основные факты / пер. с фр. Е.А. Ивановой; под ред. М. Г. Гольдфельда. - М.: Мир, 1998. - 229 с.

10. Ласло, П. Логика органического синтеза: В 2 т. Т. 2: Примеры и иллюстрации / пер. с фр. Е. А. Ивановой; под ред. М. Г. Гольдфельда. - М.: Мир, 1998. - 200 с. 23. Сачек М.Г. Научно-исследовательская работа студентов. – М., 1989. – 112 с.

11. Дмитревич, И.Н. Физико-химические методы анализа. Ч.I. Электрохимические методы анализа [Текст]: учебное пособие для студентов заочной формы обучения/ И.Н. Дмитревич, Г.Ф. Пругло, О.В. Фёдорова, А.А. Комиссаренков.- СПб.: СПбГТУРП, 2014.-78с.

12. Нечипоренко, А.П. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Электрохимические методы. Потенциометрия и кондуктометрия [Текст]: учеб.-метод. пособие / под ред. В.В. Кириллова. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 34 с.

13. Клюев, Н.А. Современные методы масс-спектрометрического анализа органических соединений [Текст] / Н. А. Клюев, Е. С. Бродский// Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ваим. Д.И. Менделеева), 2002. Т. XLVI. № 4.

14. Бранд, Дж. Применение спектроскопии в органической химии [Текст]: учебное пособие для студентов химических вузов / Дж. Бранд, Г. Эглинтон,под ред. Ю.Н. Шейнкера. -М.: Мир, 1967.- 279 с.

15. Морозова, Ю.П. Методы УФ- и ИК-спектроскопии в анализе лекарственных препаратов и растительных масел [Текст]: учебно-методическое пособие/ сост. Ю.П. Морозова, Т.Ю. Титова, Д.О. Зятьков -Томск: изд-кий дом ТГУ, 2017.- 44 с.

16. Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии [Текст] / А. Т. Лебедев. − М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. − 493 с.

14. Бейзель, Н.Ф. Атомно-абсорбционная спектрометрия [Текст]: учеб. пособие / Н.Ф. Бейзель. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2008.- 72 с.

17. Стифатов, Б.М. Рефрактометрия [Текст]: метод. указ. к лаб. работе. / сост. Б.М. Стифатов, Ю.В. Рублинецкая. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2013. -16 с.

18. Дулов, Е.Н. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ [Текст]: учебно – метод. пособие для студентов физического факультета/ Е.Н. Дулов, Н.Г. Ивойлов. - Казань: Изд-во Казан. гос. унив., 2008. – 50 с.

19. Нифантьев И.Э. практический курс спектроскопии ядерного магнитного резонанса [Текст]: метод. разраб. / И.Э.Нифантьев, П.В. Ивченко. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2006.- 200 с.

20. Гюнтер, Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР [Текст] / Х. Гюнтер. пер. с англ. – М: Мир, 1984.- 478 с.

21. Дероум, Э. Современные методы ЯМР для химических исследований [Текст] / Э. Дероум. – М.: Мир,1992 – 403 с.

22. Чакчир, Б.А. Фотометрические методы анализа [Текст]: метод. указания / Б.А. Чакчир, Г.М, Алексеева. — СПб.: Изд- во СПХФА, 2002. -44 с.

23. Бегунов, А.А. Методы и средства аналитических измерений [Текст]: учеб. пособие/ А.А. Бегунов, А.А. Коваль. − СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2012. − 128 с.

24. Брель, А.К. Радиологические методы анализа. Нефелометрия. Турбидеметрия. ЧастьV [Текст]: учебно-метод. пособие / А.К. Брель, Н.А. Танкабекян, Е.Н. Жогло.– Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2017. – 68 с.

25. Шаповалова, Е. Н. Хроматографические методы анализа [Текст]: метод. пособие для специального курса */* Е. Н Шаповалова, А. В.Пирогов. *-* М: МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет Москва, 2010. - С. 211.

26. Ёсида, К. [Yoshida K.]­Электроокисление в органической химии. Роль катион- радикалов как интермедиатов в синтезе: пер. с англ. М.: Мир, 1987. ­ -336 с.

27. ГОСТ Р 7.0.5–2008 Система стандартов по информации, библиотечному издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.