

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра экологии и химии

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
Ю.А. Устименко
«17» июля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.19 «Прикладная химия»

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование**
Направленность (профиль): **Биология, Химия**
Форма обучения: очная
Курс – 5
Семестр – 10
Всего зачетных единиц – 2
Форма отчетности: зачет – 10 семестр.

Программу разработала: кандидат химических наук, доцент Т.В. Анисимова

Одобрена на заседании кафедры
«10» июля 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой _____

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.19 «Химия окружающей среды» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» (очная форма обучения).

Опирается на имеющиеся у студентов знания общей, неорганической, аналитической химии, экологии; носит научный, общеобразовательный, мировоззренческий и прикладной характер.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-6: Способен использовать научные знания в области химии, владеть навыками опытно-экспериментальной деятельности по химии в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать предмет прикладной химии; особенности химической промышленности; химическое сырьё; основы химического производства; характеристику важнейших химических аппаратов; характеристику важнейших химических производств; состав и свойства бытовых химических средств. Уметь: тесно связывать школьный курс химии с жизнью; качественно подготавливать и проводить экскурсии школьников на промышленные предприятия; проводить профессиональную ориентацию учащихся. Владеть: навыками постановки эксперимента, моделирующего химический производственный процесс; системой знаний о современных проблемах применения химических веществ в быту и на производстве; основами системного подхода к изучаемым и наблюдаемым явлениям; различными способами представления химической информации: описательным, графическим, лабораторным.

3. Содержание дисциплины

Содержание прикладной химии как учебной дисциплины, её связь с другими науками. Задачи курса прикладной химии в системе подготовки учителей химии. Химическая промышленность как отрасль материального производства, её особенности. Современное состояние химической промышленности России. Понятие о химизации народного хозяйства.

Химическое сырьё, энергия, вода. Понятие о сырье, промежуточном продукте, готовом продукте, побочном продукте, отходах производства.

Классификация сырья. Подготовка сырья к переработке: применяемые методы и аппаратура. Обогащение твёрдого сырья. Флотация (принцип метода, флотореагенты, машины). Принципы обогащения жидкого сырья. Принципы рационального использования сырья.

Виды и источники энергии, применяемых в химических производствах. Вода и её использование в химической промышленности. Очистка питьевой воды на водопроводных станциях. Подготовка промышленной (технологической) воды. Химические и физико-химические методы умягчения воды. Устройство, действие и регенерация ионитных фильтров.

Учение о химическом производстве. Технология как наука о методах осуществления производственных процессов. Основные задачи, решаемые химической технологией. Современные экономические, структурные, экологические требования к химическим производствам. Понятие о химико-технологическом процессе.

Равновесие в химическом процессе. Применение принципа Ле-Шателье для выбора параметров технологического режима. Равновесная степень превращения.

Скорость химического процесса. Методы воздействия на скорость гомогенных и гетерогенных процессов. Катализ в химической промышленности. Типы каталитических процессов. Промышленные контактные массы и требования к ним. Отравление катализаторов и борьба с ним.

Современные требования к химическим производствам экономического и структурного характера. Важнейшие принципы рациональной организации химико-технологического процесса.

А. Технология неорганических продуктов

Производство серной кислоты. Свойства, сорта и области применения серной кислоты и олеума. Сырьё сернокислотной промышленности. Получение обжигового газа из серы и колчедана. Физико-химические основы процессов и конструкция аппаратуры. Общая и специальная очистка печного газа. Контактный способ производства серной кислоты. Окисление диоксида серы как пример обратимого гетерогенно-каталитического процесса. Применяемые катализаторы. Устройство контактного аппарата. Хемосорбция триоксида серы. Технологическая схема производства с двойным контактированием и двойной абсорбцией, её экологические и экономические преимущества. Особенности производства серной кислоты из серы (по "короткой" схеме) и из сероводорода (методом "мокрого" катализа). Очистка газовых выбросов и сточных вод производства серной кислоты.

Производство аммиака. Соединения азота и их значение для хозяйства. Промышленные методы "связывания" азота. Сырьё в производстве аммиака. Получение азотоводородной смеси (АВС) конверсией природного газа. Физико-химические основы синтеза аммиака из АВС. Катализаторы синтеза. Влияние основных параметров на степень превращения. Обоснование выбора конструкции и материалов колонны синтеза. Принципиальная схема производства аммиака при среднем давлении.

Производство азотной кислоты. Азотная кислота, её свойства, промышленные сорта и области применения. Основные стадии производства азотной кислоты из аммиака. Физико-химические основы процессов окисления аммиака на платиновом катализаторе и переработки нитрозных газов. Выбор оптимальных условий. Влияние условий на хемосорбцию оксидов азота водой. Принципиальная схема производства разбавленной азотной кислоты комбинированным методом, его преимущества.

Концентрирование азотной кислоты. Прямой синтез концентрированной азотной кислоты (принципиальная схема, выбор условий конденсации и димеризации диоксида азота). Очистка газовых выбросов и сточных вод производства азотной кислоты.

Производство минеральных удобрений. Минеральные удобрения, их общая характеристика и классификация. Фосфорные удобрения, их классификация. Фосфатное сырьё. Производство простого суперфосфата. Теоретические основы процесса сернокислого разложения фторапатита. Технологическая схема производства. Фосфорная кислота, её свойства и применение. Физико-химические основы экстракционного и электротермического производства фосфорной кислоты. Производство двойного суперфосфата. Химизм получения преципитата и аммофоса.

Комплексные минеральные удобрения на основе соединений фосфора. Аммофоска, нитроаммофос, нитроаммофоска.

Азотные удобрения, классификация. Производство аммиачной селитры. Теоретические основы процесса нейтрализации и упаривания. Использование теплоты

нейтрализации в реакторе ИТН, особенности его конструкции. Принципиальная схема производства аммиачной селитры.

Производство карбамида. Свойства и применение карбамида. Физико-химические основы синтеза. Принципиальная схема производства с частичным жидкостным рециклом. Устройство колонны синтеза – реактора идеального вытеснения.

Производство чёрных и цветных металлов. Металлы, их классификация, нахождение в природе. Свойства металлов и их использование в промышленности. Сплавы, их классификация. Сплавы на основе меди и алюминия. Основные способы получения металлов: пиро-, гидро- и электрометаллургия, биотехнологический способ. Теоретические основы процесса восстановления металлов из их соединений.

Алюминий. Руды алюминия. Получение оксидов алюминия из бокситов мокрым щелочным методом и методом спекания. Выделение глинозёма из апатито-нефелиновых руд. Химизм процессов. Производство алюминия из глинозёма. Устройство электролизёра с самообжигающимся анодом. Технологические показатели процесса электролиза. Рафинирование алюминия.

Чёрные металлы. Сплавы на основе железа, их классификация и свойства. Диаграмма состояния "железо-углерод".

Производство чугуна. Железные руды, их состав и подготовка. Агломерация и окатывание. Теоретические основы доменного производства. Химизм процессов. Устройство доменной печи. Кауперы и их назначение. Использование доменных шлаков и доменного газа. Показатели работы доменной печи – коэффициент использования полезного объёма, удельный расход кокса.

Производство стали переделкой чугуна. Сравнительная оценка методов. Химические реакции: окисление углерода и примесей, образование шлаков, раскисление. Кислородно-конверторный метод: сырьё, окислитель, устройство конвертора – реактора идеального смешения, и режим его работы. Особенности мартеновского способа выплавки стали (сырьё, окислитель).. Выплавка стали и ферросплавов в электрических печах. типы печей.

Прямое (бездоменное) восстановление железа из руд.

Производство силикатных материалов. Определение, классификация и характеристика силикатных материалов. Состав и строение силикатов. Сырьё для производства силикатных материалов.

Вяжущие вещества. Производство портландцемента. Физико-химические процессы и принципиальная схема производства. Химизм затвердевания цементной массы. Изделия на основе цемента.

Производство стекла. Состав и строение стёкол, зависимость свойств стекла от его состава. Сырьё стекольной промышленности, его подготовка. Физико-химические процессы, протекающие при варке стекла. Формование стеклянных изделий.

Керамика, виды керамики. Сырьё и основная стадия – обжиг в производстве керамики.

Б. Технология топлива и органических продуктов

Химическая переработка топлива

Виды топлива. Основные характеристики топлива: состав, удельная теплота сгорания, температура горения. Условное топливо. Топливо как сырьё химической промышленности.

Переработка твёрдого топлива. Коксование каменного угля. Коксующиеся угли, состав шихты. Сущность метода и физико-химические процессы, протекающие в шихте при коксовании. Устройство коксовой печи. Улавливание и разделение прямого коксового газа. Обратный коксовый газ. Состав и выход продуктов коксования. Газификация твёрдого топлива (сущность метода, условия проведения и состав образующихся продуктов). Гидрогенизация твёрдого топлива.

Переработка нефти. Состав и физические свойства нефти. Нефтеносные районы России. Первичные и вторичные процессы переработки нефти.

Прямая перегонка нефти. Устройство трубчатой печи и ректификационной колонны. Состав и выход продуктов прямой перегонки нефти. Моторные топлива, октановое и цетановое число.

Крекинг нефтепродуктов. Термический крекинг. Оптимальные условия и оборудование для термического крекинга, получаемые продукты. Каталитический крекинг. Сырьё, катализаторы, химические реакции, протекающие на катализаторе. Оптимальные условия.

Каталитический риформинг нефтепродуктов: цели, сырьё, применяемые катализаторы. Оптимальные условия риформинга на платиновом катализаторе. Основные химические реакции.

Переработка газообразного топлива. Классификация газообразного топлива. Природный газ: состав, месторождения, применение. Состав попутных нефтяных газов и газов нефтепереработки, примеры их использования в качестве топлива и химического сырья.

Промышленный органический синтез

Сырьё органического синтеза, особенности органического синтеза.

Производство метанола. Свойства и применение метанола. Теоретические основы синтеза и принципиальная схема получения из синтез-газа. Применяемые катализаторы, оптимальные условия. Устройство колонны синтеза. Сравнение синтеза метанола с синтезом аммиака.

Производство формальдегида из метанола. Катализаторы, принципиальная схема производства. Применение формальдегида.

Производство этанола. Свойства и применение этанола. Классификация существующих промышленных методов получения и их сравнительная оценка. Производство этанола прямой гидратацией этилена на фосфорном катализаторе, химизм и принципиальная схема. Понятие о гидролизном методе производства этанола.

Производство и переработка ацетилена. Свойства ацетилена и его использование в технике. Методы получения ацетилена, их сравнительная характеристика. Химизм, условия и схема процесса окислительного пиролиза метана. Ацетилен как химическое сырьё. Производство ацетальдегида гидратацией ацетилена (в жидкой и паровой фазе). Преимущества производства ацетальдегида окислением этилена.

Производство уксусной кислоты. Свойства и применение уксусной кислоты. Методы получения. Производство уксусной кислоты и уксусного ангидрида окислением ацетальдегида. Химизм и технологическая схема совместного производства.

Производство высших жирных кислот и высших жирных спиртов. Используемое сырьё, химизм и особенности процесса. Выделение продуктов реакции и их применение.

Химия в быту. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) как основа синтетических моющих средств. Классификация и действие ПАВ. Химический состав синтетических моющих средств, товаров бытовой химии и гигиенических средств (мыла, шампуни, гели, зубные пасты).

4. Тематический план

№ №	Тема или раздел	Всего, часов	Аудиторная работа		Самост. работа, час
			Лекции (часов)	Лаб. работы (час)	
1	Химическое сырьё, энергия, вода. Учение о химическом производстве		2	6	2
2	Производство серной кислоты		2	-	2

3	Производство аммиака		2	-	2
4	Производство азотной кислоты		2	-	2
5	Производство фосфорной кислоты и минеральных удобрений		2	6	4
6	Основные способы получения металлов		-	3	2
7	Производство алюминия		2	-	2
8	Производство чугуна и стали		2	-	2
9	Производство силикатных материалов		-	3	2
10	Переработка твердого, газообразного и жидкого топлива		2	-	2
11	Промышленный органический синтез		2	4	4
12	Химизация экономики и социально-бытовой сферы общества		-	4	2
	Всего	72	18	26	28

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

Содержание лекций строится в полном соответствии с тематическим планом.

Объем и глубина раскрытия лекционного материала соответствует с содержательной части Программы.

Лабораторные занятия

Тематика лабораторных занятий выстраивается в полном соответствии с тематическим планом.

При подготовке к выполнению лабораторного практикума, помимо оформления лабораторного журнала, от студентов требуется проработать содержательный материал по различным источникам, выполнить разработанные к каждому занятию задачи и упражнения. Комплект заданий хранится в кабинете и предоставляется студентам в печатном и электронном виде. Лабораторное занятие начинается с проверки выполнения домашнего задания и ответов на возникшие вопросы. Перед выполнением лабораторных опытов студентам дается конкретная инструкция по ТБ, особенностям проведения того или иного опыта. Завершается занятие оформлением письменного отчета в лабораторном журнале, защитой работы, текущим контролем знаний в форме теста или небольшого письменного задания.

Методика выполнения лабораторных работ изложена в пособии [2].

Примеры заданий к занятиям

Лабораторные занятия

Для выполнения работ студенты объединяются в бригады по два человека.

При подготовке к очередной лабораторной работе студенты должны:

- 1) заполнить лабораторный журнал, занеся в него название работы, цель, названия реактивов, список оборудования, краткое описание методики выполнения работы, схему лабораторной установки;
- 2) предъявить журнал преподавателю и после беседы с ним получить разрешение на выполнение работы: в процессе беседы студенты выясняют непонятные вопросы, преподаватель проверяет их подготовленность, дает рекомендации и указания о возможных изменениях в методике;
- 3) расписаться в журнале по технике безопасности за проведенный на рабочем месте инструктаж.

По окончании работы студенты сдают преподавателю полученные вещества и представляют предварительные результаты работы. Пропущенные работы студенты отрабатывают в дни и часы, установленные преподавателем.

Защита лабораторной работы проводится на следующем лабораторном занятии бригадой студентов, возможна и индивидуальная защита. К защите студент представляет полностью оформленный лабораторный журнал с окончательным оформлением лабораторной работы. Защита работы проводится в форме беседы. Студенты, защищающие работу, должны:

- 1) иметь представление о значении моделируемого в работе химико-технологического процесса для производства;
- 2) знать химизм и теоретические основы протекающих процессов;
- 3) разбираться в технологической схеме производства и схеме лабораторной установки;
- 4) уметь объяснить выбор параметров проведения процесса и их влияние на результаты.

К каждой лабораторной работе студент получает для решения по две задачи из данного практикума или сборников задач по химической технологии. Желательно решенные задачи предъявлять преподавателю к защите работы.

Занятие 1

Инструктаж по технике безопасности.

Лабораторная работа

ФЛОТАЦИОННЫЙ МЕТОД ОБОГАЩЕНИЯ РУД И ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Опыт 1. Изучение действия флотореагентов

Цель работы: изучить сущность метода флотации, ознакомиться с основными флотореагентами и их дозами при флотации различных руд и полезных ископаемых.

Оборудование: пробирки с резиновыми пробками, мерный цилиндр на 20 мл, штатив для пробирок.

Реагенты: медная руда; **собиратели** - этилксантогенат калия, репейное масло, олеиновая кислота; **пенообразователи** - фенол, крезол и др.; **подавители** - $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Na_2SO_3 , Na_2CO_3 ; **регуляторы** - 1н раствор серной кислоты и др.

Ход работы

В 6 пробирок с резиновыми пробками помещают по 0,5 г флотационного колчедана (отвешенного на технических весах) и по 6 мл дистиллированной воды. Нумеруют пробирки. Первая из них будет служить контролем, в остальные добавляют разные флотореагенты:

№ 2 – 10 мг (несколько кристалликов на конце шпателя) этилксантогената калия (коллектора) или 2-3 капли олеиновой кислоты;

№ 3 – 100-150 мг гашеной извести (депрессор для колчедана) и 10 мг собирателя;

№ 4 – 15-20 мг Na_2SO_3 (депрессор) и собиратель;

№ 5 – собиратель и 10-15 мг (несколько кристалликов) фенола (вспениватель);

№ 6 – собиратель, 10-15 мг фенола и несколько капель регулятора – 1н раствора серной кислоты (до слабокислой реакции).

Закрыв пробирки пробками, энергично взбалтывают содержимое в течение 1 мин. Наблюдают полноту оседания или всплывания частиц, образования пены, ставят пробирки в штатив, сравнивают результаты опытов.

Зарисовывают положение колчедана во всех пробирках, объясняют происходящие процессы.

Опыт 2. Флотационное обогащение сульфидных руд

Цель работы: провести флотацию медного колчедана, определить выход концентрата, степень извлечения и степень концентрации сульфидной руды.

Оборудование: сосуд для флотации – колба или цилиндр на 250 мл с пробкой, металлическая и фарфоровая ступки, сито с отверстиями 0,1-0,05 мм, воронка Бюхнера, промывалка, водоструйный насос.

Реактивы: руда, содержащая 10% CuS, репейное или сосновое масло, вода.

Ход работы

Крупные куски руды измельчают в металлической ступке, а затем растирают в фарфоровой до тончайшего порошка. Полученный порошок просеивают через сито. Частицы руды размером 0,1 мм подвергают повторному дроблению. Для флотации берут 2,0 г руды. Руду высыпают в цилиндр на 250-300 мл, наливают 100-150 мл воды и добавляют 2-3 капли флотореагента. Отмечают уровень жидкости в цилиндре. Цилиндр закрывают пробкой и смесь энергично взбалтывают в течение 0,5-1 мин до тех пор, пока некоторая часть сульфидов не всплывет на поверхность водного слоя. Через 1-2 мин из промывалки в цилиндр по стенке наливают воду, которая смывает со стенок цилиндра прилипшие песчинки.

В воронку Бюхнера помещают предварительно взвешенный на аналитических весах вырезанный бумажный фильтр, его поверхность увлажняют, включают водоструйный насос. Всплывшие частицы сульфидов осторожно сливают из цилиндра на воронку с фильтром, не взбалтывая осадок на дне цилиндра. Операцию флотации повторяют еще 2-3 раза, добавив в цилиндр воды до метки.

После флотации воронку с сульфидом меди высушивают при 80-100⁰С в течение 30 мин. Воронку охлаждают, взвешивают бумажный фильтр на аналитических весах. Рассчитывают:

а) выход концентрата:

$$\eta = \frac{m_k}{m_p} \cdot 100\%;$$

б) степень извлечения:

$$\varepsilon = \frac{m(\text{Cu})_k}{m(\text{Cu})_p} \cdot 100\%;$$

в) степень концентрации (степень обогащения):

$$\alpha = \frac{\omega(\text{Cu})_k}{\omega(\text{Cu})_p},$$

где m_k – масса полученного концентрата, г;

m_p – масса исходной руды, г;

$m(\text{Cu})_k$ – масса меди в концентрате, г;

$m(\text{Cu})_p$ – масса меди в руде, г;

$\omega(\text{Cu})_k$ – массовая доля меди в концентрате, %;

$\omega(\text{Cu})_p$ – массовая доля меди в руде, %.

Содержание металла в концентрате рассчитывают, предполагая, что отфильтрованное вещество является чистым сульфидом.

Результаты опыта оформляют в виде таблицы:

Взято руды, г	Получено концентрата, г	Выход концентрата, %	Степень извлечения, %	Степень концентрации, во сколько раз

Теория к защите работы

- ◆ Классификация сырья.
- ◆ Подготовка сырья к переработке.

- ◆ Обогащение твердого сырья.
- ◆ Сущность метода флотации.

Решение задач по теме. Защита лабораторной работы.

Занятие 2.

Инструктаж по технике безопасности.

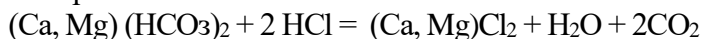
Лабораторная работа

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ

Цель работы: ознакомление с методами анализа воды.

Опыт 1. Определение временной жесткости воды

Временную жесткость (Ж_к) воды определяют титрованием пробы исследуемой воды раствором соляной кислоты.



Рассчитывают по формуле: $Ж_к = V_1 \cdot C \cdot 1000 / V_2$,

где Ж_к - временная жесткость воды (ммоль/л);

V₁ - объем соляной кислоты, пошедшей на титрование (мл);

V₂ - объем воды, взятой для анализа (мл);

C - концентрация раствора HCl (моль/л).

Реактивы: раствор соляной кислоты концентрации 0,1 моль/л, индикатор - метиловый оранжевый.

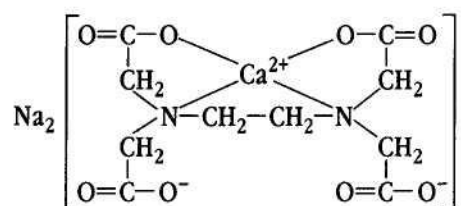
Оборудование: конические колбы на 250 мл (2 шт.), цилиндр мерный на 25мл.

Ход работы

В коническую колбу отбирают 100 мл анализируемой воды и титруют раствором соляной кислоты (C = 0,1 моль/л) с индикатором - метиловым оранжевым - до появления розового окрашивания. Опыт проводят 3 раза до получения сходящихся результатов.

Опыт 2. Определение общей жесткости воды

Общую жесткость воды определяют методом комплексометрического титрования, основанного на образовании прочного соединения трилона Б с ионами кальция и магния. Титрование воды проводят в присутствии индикаторов – хромогенов в слабощелочной среде, которую создают буферным раствором, содержащим NH₄OH и NH₄Cl (аммиачная смесь). При этом ионы кальция и магния связываются трилоном Б в комплексные соединения:



Изменение окраски индикатора от красно-фиолетовой до сине-фиолетовой свидетельствует о полном связывании ионов кальция и магния в воде трилоном Б. Общую жесткость воды рассчитывают по формуле:

$$Ж_о = V_1 \cdot C \cdot 1000 / V_2,$$

где Ж_о - общая жесткость воды (ммоль/л);

V₁ - объем трилона Б, который пошел на титрование (мл);

C - концентрация трилона Б (ммоль/л);

V₂ - объем воды, взятой для определения (мл).

Реактивы: раствор трилона Б (C=0,05 моль/л), буферный раствор, индикатор - хромоген синий или черный.

Оборудование: конические колбы на 250 мл (2 шт.), цилиндр мерный на 25 мл, бюретки на 100 мл, пипетки на 100 мл.

Ход работы

В колбу вносят 100 мл испытуемой воды, затем прибавляют 5 мл буферного раствора, 5 - 7 капель индикатора и сразу титруют при сильном взбалтывании раствором трилона Б до изменения окраски в эквивалентной точке.

Если на титрование израсходовано больше 10 мл раствора трилона Б, это свидетельствует о том, что в отмеренном объеме воды суммарное содержание ионов кальция и магния больше 5 ммоль/л. В таких случаях определение следует повторить, взяв меньший объем воды и доведя его до 100 мл дистиллированной водой.

Опыт 3. Определение содержания оксида углерода (IV)

Растворенный в воде углекислый газ усиливает коррозию сооружений и оборудования. Содержание оксида углерода (IV) определяют титрованием щелочью в присутствии индикатора – фенолфталеина - до появления окраски эталонного раствора (розовой окраски).

Реактивы: раствор гидроксида натрия концентрации 0,1 моль/л, раствор фенолфталеина (1%-й раствор), эталонный раствор.

Оборудование: колбы на 250 мл (2шт), градуированная бюретка.

Ход работы

В коническую колбу отмеривают 200 мл исследуемой воды, прибавляют 0,2 мл раствора фенолфталеина и перемешивают. Сравнивают полученную окраску с контрольным раствором. Если она более интенсивна, то вода не содержит оксида углерода (IV). Если вода не окрасилась или окраска слабее эталона, то раствор титруют раствором гидроксида натрия до окраски контрольного раствора. Содержание оксида углерода (IV) рассчитывают по формуле:

$$m(\text{CO}_2) = (V \cdot C \cdot M \cdot 1000) : V,$$

где $m(\text{CO}_2)$ - содержание оксида углерода (IV), мг/л;

V - объём раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование пробы, мл;

V_1 - объём воды, взятой на анализ, мл;

C - концентрация гидроксида натрия, моль/л;

M - молярная масса оксида углерода (IV), г/моль.

УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА

Цель: ознакомление с методами умягчения воды.

Реактивы: H^+ -катионит, раствор трилона Б ($C=0,05$ моль/л), буферный раствор, индикатор - хромоген синий или черный, раствор NaCl .

Оборудование: ионообменная колонка, конические колбы на 250 мл (2 шт.), цилиндр мерный на 25 мл, бюретки на 100 мл, пипетки на 100 мл.

Ход работы

В начале работы проводят регенерацию катионита. Для этого через ионообменную колонку пропускают 0,7 л 8%-го раствора NaCl . Затем из катионита вымывают выделившиеся соли обессоленной или дистиллированной водой до полного исчезновения ионов хлора (проба AgNO_3). Одновременно с регенерацией и промывкой катионита проводят определение общей жесткости воды. После этого осуществляют процесс умягчения путем медленного пропускания 200 - 250 мл воды через колонку. Умягченную воду собирают в колбу и определяют в ней общую жесткость.

Результаты вносят в таблицу:

Показатель	Общая жесткость воды до умягчения	Общая жесткость воды после умягчения

Теория к защите работ № 2 и 3

- ◆ Применение воды в химической промышленности.
- ◆ Технические показатели воды.
- ◆ Технология подготовки питьевой воды.
- ◆ Технология подготовки промышленной воды.
- ◆ Методы умягчения и обессоливания воды.

Решение задач по теме. Защита лабораторной работы.

Занятие 3.

Инструктаж по технике безопасности.

Лабораторная работа **ПОЛУЧЕНИЕ ПРОСТОГО СУПЕРФОСФАТА**

Цель работы: ознакомиться с методикой получения фосфорных удобрений в лаборатории, получить простой суперфосфат, определить его выход и содержание в нем усвояемого фосфора.

Оборудование: фарфоровая чашка, фарфоровая ступка, мерная колба на 250 мл, набор ареометров.

Реактивы: апатит или фосфорит, раствор серной кислоты.

Ход работы

По уравнению реакции рассчитывают необходимое количество серной кислоты на 10-15 г исходного апатита или фосфорита. Если использовать апатит, то на 3 моль P_2O_5 требуется 7 моль серной кислоты, а если взять фосфорит, то на 1 моль P_2O_5 – 2 моль серной кислоты. Так как в исходных соединениях всегда присутствуют примеси, на разложение которых расходуется серная кислота, то ее берут с 5-10 % избытком по отношению к стехиометрическому количеству. Для получения суперфосфата применяют 62%-й раствор серной кислоты, который готовят разбавлением более концентрированной серной кислоты. Концентрацию исходной кислоты определяют по плотности, измеряемой ареометром; рассчитывают объем воды, необходимый для разбавления.

Рассчитанный объем раствора серной кислоты наливают в предварительно взвешенную на технических весах фарфоровую чашку и нагревают до 50-60°C. Затем при перемешивании в течение 10-12 мин отдельными порциями пересыпают в чашку навеску исходного вещества, после чего перемешивают в течение 10-15 мин, ставят в термостат (сушильный шкаф) и выдерживают 1-1,5 ч при 100-110°C (до постоянной массы).

Все операции по получению суперфосфата производят в вытяжном шкафу.

После охлаждения до комнатной температуры чашку с суперфосфатом взвешивают, по разнице масс определяют количество образовавшегося суперфосфата и выход его от теоретического.

Теория к защите работы

- ◆ Фосфорные удобрения, их классификация. Фосфатное сырье.
- ◆ Производство простого суперфосфата.
- ◆ Производство фосфорной кислоты экстракционным и электротермическим способами.
- ◆ Производство двойного суперфосфата (бескамерный метод).

Лабораторная работа **РАСПОЗНАВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

Цель работы: освоить методику распознавания наиболее важных и распространенных минеральных удобрений.

Оборудование и реактивы: штатив с пробирками, электрическая плитка, угольки, держатели для пробирок, спиртовки, нихромовые проволочки; дистиллированная вода, раствор щелочи, раствор хлорида бария, раствор нитрата серебра, раствор соляной кислоты, раствор азотной кислоты.

Ход работы

Определите цвет, запах, влажность. Характер кристаллов образцов удобрений.

Определите растворимость удобрений. Для этого насыпьте 1-2 г удобрения в чистую пробирку, добавьте в неё 5-7 мл дистиллированной воды, встряхните. Отметьте степень растворимости вещества: растворимо (полностью), заметно растворимо (растворяется половина взятого количества), слабо растворимо (растворяется меньше половины взятого количества), нерастворимо (объем взятого удобрения не меняется).

Раствор *хорошо растворимого удобрения* разлейте в три сухие пробирки.

В первую пробирку прилейте 1%-ый раствор щелочи (половину от объема раствора удобрения) и немного нагрейте. Осторожно понюхайте раствор. Опустите в пробирку, не касаясь её стенок, влажную лакмусовую бумагу. Характерный запах аммиака и посинение красной лакмусовой бумаги свидетельствуют о том, что удобрение представляет собой соль аммония.

Во вторую пробирку внесите 3 капли раствора хлорида бария. Выпадение белого осадка укажет на наличие в составе сульфат-иона. Для окончательного вывода об этом прилейте к осадку соляную кислоту или раствор уксусной кислоты – осадок не должен раствориться.

В третью пробирку прилейте 2-3 капли 2%-го раствора нитрата серебра. Выпадение белого творожистого осадка укажет на присутствие хлорид-ионов, а желтого – на присутствие фосфат-ионов. При добавлении азотной кислоты осадок хлорида серебра не растворяется, а фосфат серебра образует растворимую соль.

Сульфаты тоже дают осадки с нитратом серебра, но они белые, тяжелые, кристаллические, не растворяются при добавлении раствора аммиака.

Частично растворимые в воде удобрения отфильтруйте и проведите с фильтратом описанные выше реакции.

К *нерастворимому удобрению* прибавьте осторожно по каплям 1%-ю соляную кислоту. «Вскипание» укажет на наличие в удобрении карбонат-иона.

Возьмите в петлю проволоки небольшое количество удобрения и внесите его в бесцветную часть пламени горелки. Устойчивое окрашивание пламени в кирпично-красный цвет укажет на присутствие ионов кальция, в желтый цвет – ионов натрия, фиолетовый цвет – ионов калия.

На раскаленный уголь насыпьте немного сухого некрупного кристаллического удобрения и наблюдайте за быстротой сгорания, цветом пламени и дыма. Запахом и остатком после сгорания.

Теория к защите работы

- ◆ Классификация комплексных удобрений.
- ◆ Производство аммофоса.
- ◆ Производство нитроаммофоски.

Решение задач по теме. Защита лабораторной работы.

Занятие 4.

Инструктаж по технике безопасности.

Лабораторная работа

ПОЛУЧЕНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Цель работы: получить нитрат аммония, определить содержание аммонийного азота в образцах удобрений.

Оборудование: круглодонные колбы (2шт.); конические колбы, нейтрализатор; капельная воронка; химический стаканчик; 2 фарфоровые чашки; цилиндры на 25мл (3 шт.) и 200 мл (2 шт.); пипетки на 25 мл и 10 мл; электроплитки (2 шт.); ареометры; колба Бунзена; воронка Бюхнера; водоструйный насос.

Реактивы: азотная кислота (40% - 50%), серная кислота (60% - 70%); аммиак (20–25% водный раствор); формальдегид; 0,1 М раствор NaOH; универсальная индикаторная бумага; фенолфталеин.

Ход работы

Собирают прибор в соответствии с рисунком, отмеряют цилиндром 10 мл раствора азотной кислоты и наливают её в капельную воронку. Одновременно с этим проверяют концентрацию взятой азотной кислоты. Для этого осторожно наливают азотную кислоту в цилиндр и ареометром определяют её плотность. Затем по справочнику находят массовую долю кислоты в растворе.

Далее отмеряют цилиндром 25 мл концентрированного раствора аммиака и помещают его в круглодонную колбу. Колбу осторожно нагревают на электроплитке. Степень нагрева регулируют толщиной зазора между плиткой и дном колбы. При нагревании растворимость аммиака понижается, и он начинает отгоняться в нейтрализатор. Одновременно открывают капельную воронку и спускают азотную кислоту по каплям в нейтрализатор с такой скоростью, чтобы слив её закончился за 10–15 мин. По окончании слива кислоты кран капельной воронки закрывают и продолжают нагревать колбу с аммиаком до слабого кипения. Через 10 мин раствор нитрата аммония сливают из нейтрализатора в химический стакан и проверяют кислотность раствора. Если раствор кислый, его вновь переливают в капельную воронку и продолжают пропускать аммиак. Операцию продолжают до достижения нейтральной или слабощелочной реакции раствора. Если первоначально взятого раствора аммиака оказывается недостаточно, в круглодонную колбу приливают после непродолжительного охлаждения её содержимого ещё 5 мл раствора.

Полученный раствор аммиачной селитры сливают в предварительно взвешенную на технических весах фарфоровую чашку, в неё же сливают промывные воды из воронки и нейтрализатора (2 раза по 5 мл). Чашку с жидкостью устанавливают на песочную баню в вытяжном шкафу, упаривают жидкость, перемешивая стеклянной палочкой. Когда температура расплава достигнет 150°C (**не выше!**), чашку снимают, охлаждают и взвешивают.

Полученную аммиачную селитру сдают преподавателю. Заносят рисунок установки в лабораторный журнал.

Полученные данные оформляют в виде таблицы:

<i>Азотная кислота</i>				Масса NH_4NO_3 теорет., г	Масса NH_4NO_3 практ., г	Выход NH_4NO_3 от теорет., %
объём раствора, мл	плот- ность, г/мл	массовая доля, %	масса HNO_3 , г			

Теория к защите работы

- ◆ Азотные удобрения, классификация.
- ◆ Производство аммиачной селитры.
- ◆ Производство карбамида.

Решение задач по теме. Защита лабораторной работы.

Занятие 5.

Инструктаж по технике безопасности.

Лабораторная работа **ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ ИЗ ИХ ОКСИДОВ**

Опыт 1. Получение металлов и сплавов при восстановлении их оксидов углеродом

Цель работы: получить металл или его сплав при восстановлении соответствующих оксидов твёрдым углеродом и определить выход металла.

Реактивы: порошки оксидов меди (I) и (II), оксидов свинца, цинка, олова или никеля, древесный уголь.

Оборудование: муфельная печь, фарфоровый тигель с крышкой, фарфоровая ступка.

Ход работы

Массу навески оксида металла берут с таким расчётом, чтобы получить 2-5 г металла, а древесный уголь – в полуторном количестве по сравнению со стехиометрическими количествами.

Для получения металла берут соответствующий оксид, а для получения сплавов – смесь оксидов. На дно тигля насыпают слой угля, а затем смесь оксидов и снова слой угля. Сверху смесь засыпают слоем угольной крошки толщиной в 3-4 см. Тигель закрывают крышкой, помещают в муфельную печь и нагревают до температуры 800 – 1000⁰С, выдерживают течение 20-30 мин.

После этого тигельными щипцами осторожно вынимают тигель из печи и оставляют его охлаждаться на керамической подставке до комнатной температуры. Затем высыпают содержимое, отделяют королёк металла и взвешивают. Высчитав теоретическую массу металла или сплава, рассчитывают его выход в процентах.

Опыт 2. Получение металлов и сплавов металлотермическим способом

Цель работы: получить алюмотермическим методом один из металлов или двухкомпонентный сплав. Определить выход металла или сплава от теоретического. Рассчитать теоретический состав сплава и удельный тепловой эффект реакции.

Реактивы: порошки: Fe₂O₃, CuO, SiO₂, CrO₃, Cr₂O₃, NiO, Al, Mg, BaO₂, KNO₃; магниевая лента.

Оборудование: песчаная баня, фарфоровая ступка, бумажный кулёк.

Ход работы

По заданным преподавателем составу и массе исходной смеси оксидов рассчитывают необходимую массу восстановителей. Оксиды тщательно растирают и взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г. Восстанавливаемые оксиды перемешивают с восстановителем (чаще всего алюминием) на листе бумаги.

Готовят зажигательную смесь. Её масса обычно составляет 4-4,5 г. Существует несколько рецептов зажигательной смеси:

- 1) 9 масс. частей растёртого пероксида бария смешивают с 1 масс. частью порошкообразного алюминия;
- 2) берут 2,25 масс. частей растёртой калийной селитры и 1 масс. часть алюминиевой пудры.

После расчёта состава зажигательной смеси её измельченные компоненты отвешивают на технических весах и перемешивают на листе бумаги.

В качестве реактора используют бумажный кулёк. В него помещают смесь оксидов с восстановителем, сверху шихту засыпают слоем зажигательной смеси. Бумажные края осторожно обрезают ножницами и кулёк заглубляют в кварцевый песок, находящийся в стальной ёмкости. **Реакцию проводят в вытяжном шкафу,** откуда убирают все легко воспламеняющиеся материалы, так как реакция происходит с сильным разбрызгиванием раскалённых частичек. Зажигательную смесь поджигают лентой магния или устанавливают в кулёк несколько отрезков ленты магния и аккуратно поджигают их лучиной. Если лента магния покрыта слоем оксида, её следует очистить ножом.

После охлаждения полученных продуктов королёк металла или сплава отбивают молотком на бруске железа от шлака и взвешивают.

Рассчитывают теоретический состав и массу сплава, выход от теоретического и удельный тепловой эффект реакции.

Результаты оформляют в виде таблицы:

Состав исходной смеси		Взято Al, г	Получено сплава, г	Теоретическая масса сплава, г	Выход сплава, %	q реакции, Дж/г
%	г					

Таблица 1

Состав смеси оксидов при алюмотермическом получении сплавов

№ п/п	Состав
1	11% CrO ₃ + 89% Cr ₂ O ₃
2	37% Fe ₂ O ₃ + 63% Cr ₂ O ₃
3	55% NiO + 45% Cr ₂ O ₃
4	75% CuO + 25% SiO ₂
5	80% NiO + 20% SiO ₂

Таблица 2

Стандартная энтальпия образования некоторых веществ (25⁰)

Оксид	$\Delta H^0_{обр.}$, кДж/моль
CuO	- 162,0
CrO ₃	- 590,0
NiO	- 239,7
Fe ₂ O ₃	- 822,0
Cr ₂ O ₃	- 1141,0
SiO ₂	- 905,4
Al ₂ O ₃	- 1676,0
MgO	- 612,2

Теория к защите работы

- ◆ Металлы, их классификация, формы нахождения в природе.
- ◆ Свойства металлов и их использование в промышленности.
- ◆ Основные способы получения металлов: пиро-, гидро-, и электрометаллургия.

Решение задач по теме. Защита лабораторной работы.

Занятие 6.

Инструктаж по технике безопасности.

Лабораторная работа **ПОЛУЧЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ЕЁ ГАШЕНИЯ**

Цель работы: получить воздушную известь и определить скорость гашения.

Реактивы: известняк, мел.

Оборудование: муфельная печь, фарфоровая чашка, ступка, прибор для определения скорости гашения извести.

Ход работы

20 г известняка или мела измельчают в фарфоровой ступке до размера зёрен 5-10 мм и помещают в фарфоровую чашку, которую ставят в муфельную печь, нагретую до 900-1000⁰С, и выдерживают при этой температуре 2 часа. После этого вынимают чашку с готовой известью из печи и охлаждают в эксикаторе. Для определения скорости гашения отбирают навеску массой 10 г.

В зависимости от скорости гашения известь делится на три класса:

- 1) **быстрогасящаяся** – скорость гашения до 8 минут;
- 2) **среднегасящаяся** – скорость гашения 8-25 минут;
- 3) **медленногасящаяся** – скорость гашения свыше 25 минут.

Скорость гашения определяют в специальном приборе, для сборки которого

химический стакан ёмкостью 200-250 мл помещают в стакан большого размера. Пространство между дном и стенками стаканов заполняют теплоизоляционным материалом (асбестом или шлаковатой). Внутренний стакан прибора плотно закрывают пробкой или крышкой с отверстием для термометра, который устанавливают так, чтобы шарик ртути был на 5-10 мм выше дна прибора. В прибор наливают 20 мл воды с температурой 20⁰С, засыпают 10 г воздушной извести, закрывают стакан пробкой, встряхивают его и оставляют стоять, отмечая через каждые 30 с температуру гасящейся извести. Наблюдения ведут до установления максимальной температуры и начала её падения. За скорость гашения принимают время момента достижения максимальной температуры.

Результаты наблюдений оформляют в виде таблицы:

Время от начала опыта, мин.	Температура, ⁰ С	Общее время до достижения максимальной температуры, мин.	Класс извести

ПОЛУЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО СВОЙСТВ

Цель работы: получить строительный гипс, определить количество удалённой воды и время его схватывания.

Реактивы: гипсовый камень.

Оборудование: фарфоровая чашка, ступка, сушильный шкаф, мерная пробирка, керамическая пластинка.

Ход работы

Для приготовления строительного гипса гипсовый камень сначала измельчают молотком, а затем растирают в ступке в тонкий порошок и отвешивают на технических весах 10,0 г. Порошок помещают в фарфоровую чашку, ставят в сушильный шкаф и нагревают при температуре 130-140⁰С, следя, чтобы температура не поднималась выше. Первый раз взвешивают после 30 мин нагревания. Каждый раз взвешивание проводят после охлаждения чашки в эксикаторе. Удаление воды производят до постоянного веса. Определяют массу удаленной воды и выражают в процентах от теоретической массы удалённой воды.

Для определения времени схватывания порошок строительного гипса переносят на керамическую плитку, добавляют 4 мл воды, отмечают время (начало схватывания) и очень быстро тщательно перемешивают. Время от времени к полужатвердевшей массе прикасаются тупым концом ланцета. Гипс считается схватившимся, когда ямка не будет заполняться водой. Отмечают время с момента приливания воды.

ПОЛУЧЕНИЕ ЛЕГКОПЛАВКИХ СТЁКОЛ

В лабораторных условиях получают легкоплавкие стёкла – борсвинцовосиликатные и борсвинцовые.

№ п/п	Состав, % масс.			Температура плавления, ⁰ С
	PbO	B ₂ O ₃	SiO ₂	
1	84,5	11,0	4,5	484
2	87,5	11,4	1,1	488
3	86,6	13,4	-	497
4	75,0	15,0	10,0	540
5	61,4	38,6	-	768

Для получения окрашенного стекла к приготовленной шихте добавляют небольшие количества красителей.

№ п/п	Краситель	Количество красителя, % масс.	Окраска
1	Fe ₂ O ₃	0,3 – 0,5	жёлто-зелёная

2	CoO	0,003 – 0,1	синяя
3	NiO	0,1 – 0,2	сине-зелёная
4	CuO	0,1 – 0,2	голубая до синей
5	MnO ₂	0,01 – 0,05	дымчато-красная
6	тальк	5 – 6	молочное стекло

Цель работы: получить легкоплавкие прозрачные и цветные стёкла.

Реактивы: PbO; V₂O₃ или H₃BO₃; кварцевый песок: Fe₂O₃; CoO; NiO; CuO; MnO₂; тальк.

Оборудование: фарфоровые тигли, ступка, керамическая плитка, муфельная печь.

Ход работы

По заданию преподавателя рассчитывают состав шихты. Все оксиды предварительно тщательно растирают в ступке в тонкий порошок, отвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г и тщательно перемешивают на листе бумаги или в ступке. Полученную шихту делят на две равные по массе части, из одной получают неокрашенное стекло, в другую вводят в необходимом количестве заданный краситель.

Тигли с шихтой щипцами ставят в муфельную печь на подставку и ведут варку в течение 15-20 минут, после чего вынимают щипцами тигли и быстро выливают расплавленное стекло на керамическую плитку.

Теория к защите работы

- ◆ Классификация и характеристика силикатных материалов. Сырьё, типовые процессы и оборудование.
- ◆ Вяжущие вещества. Производство и применение портландцемента.
- ◆ Производство стекла.
- ◆ Керамика.

Решение задач по теме. Защита лабораторной работы.

Занятие 7.

Инструктаж по технике безопасности.

Лабораторная работа *ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МЫЛА ПО ЕГО ЩЕЛОЧНОСТИ*

Реактивы: растворы фенолфталеина и метилового оранжевого, раствор соляной кислоты 0,1N.

Оборудование: технические весы, бюретка, штатив, пипетка на 20 мл, термометр, колба плоскодонная на 400-500 мл, колба коническая или стакан на 200-300 мл, химический стакан на 300-400 мл, штатив с 2 пробирками и стеклянной палочкой.

Ход работы

3 – 4 г мыла взвесьте с точностью до 0,1 г, внесите в колбу или стакан, прибавьте 300 мл горячей воды и, помешивая стеклянной палочкой, растворите при нагревании до 85 – 90°C. Остаток содержит нерастворимые примеси. Пипеткой возьмите 20 мл приготовленного раствора и перенесите в сосуд для титрования, прибавьте 4 – 5 капель раствора фенолфталеина и оттитруйте до обесцвечивания розовой окраски раствором соляной кислоты. Запишите результаты в таблицу.

К мыльному раствору, протитрованному в присутствии фенолфталеина, добавьте 4 – 5 капель метилового оранжевого и снова оттитруйте тем же раствором кислоты до появления первых признаков не исчезающего розового окрашивания. Запишите объем раствора кислоты, затраченного на титрование в присутствии метилового оранжевого. Все операции по титрованию повторите 2 раза. По результатам титрования вычислите средний объем раствора кислоты, который расходуется на титрование с фенолфталеином, с метиловым оранжевым в отдельности.

Повторите эксперимент с другими образцами мыла.

m, масса мыла, г	V _{р-ра} , объем мыльного раствора, мл	V _{пр} , объем пробы на титрование, мл	Объем кислоты на титрование пробы, мл		Содер- жание жирных кислот, %
			с фенол- фтале- ином, V ₁	с метиловым оранжевым, V ₂	

Вычисление щелочности мыла по данным титрования

По объему кислоты, затраченной на титрование с фенолфталеином, вычисляют свободную щелочность мыла, которая определяется наличием в растворе свободных гидроксильных ионов. По объему кислоты, израсходованной на титрование с метиловым оранжевым, вычисляют связанную щелочность мыла, которая создается солями жирных кислот. Сумма объемов раствора кислоты, затраченной на оба титрования, позволяет вычислить общую щелочность мыльного раствора.

Свободная щелочность вычисляется по формуле:

$$\text{Щ}_{\text{своб.}} = \frac{V_{\text{р-ра}} \cdot V_1 \cdot C_{\text{н}} \cdot \text{Э}(\text{NaOH})}{V_{\text{пробы}} \cdot m \cdot 1000} \cdot 100\%.$$

Связанная щелочность вычисляется по формуле:

$$\text{Щ}_{\text{связ.}} = \frac{V_{\text{р-ра}} \cdot V_2 \cdot C_{\text{н}} \cdot \text{Э}(\text{NaOH})}{V_{\text{пробы}} \cdot m \cdot 1000} \cdot 100\%.$$

В формулах:

- m – масса мыла, взятого для испытания (3 г);
- V_{р-ра} – объем всего мыльного раствора (300 мл);
- V_{пробы} – объем отдельной пробы мыльного раствора, взятой на титрование (20 мл);
- C_н – молярная концентрация эквивалентов кислоты (мг-экв/мл);
- V₁ – объем раствора кислоты на титрование пробы с фенолфталеином (мл);
- V₂ – объем раствора кислоты на титрование пробы с метиловым оранжевым (мл).

Вычисление содержания жирных кислот в мыле по связанной щелочности

По величине связанной щелочности, выраженной в миллиграмм-эквивалентах NaOH или KOH в определенной массе мыла, можно вычислить и связанное этой щелочью количество жирных кислот.

Необходимо иметь в виду, что твердые мыла состоят преимущественно из солей стеариновой, олеиновой и пальмитиновой кислот с молекулярными массами 284,47, 282,45 и 256,42. Поэтому можно принять, что эквивалент жирных кислот в составе твердого мыла равняется среднему численному значению суммы молекулярных масс этих трех кислот. В результате получается, что средний (расчетный) эквивалент для кислот, образующих твердые мыла, равняется 274,44. Отсюда следует процентное содержание жирных кислот:

$$X = \frac{274,4 \cdot \text{Щ}_{\text{связ.}}}{m \cdot 1000} \cdot 100\%.$$

Итоговые результаты работы оформите в виде таблицы

Наименование образца мыла	Свободная щелочность	Связанная щелочность	Содержание жирных кислот

Теория к защите работы

- ◆ Поверхностно-активные вещества, их классификация. Теория моющего действия.
- ◆ Состав СМС. Экологические проблемы применения СМС.

- ◆ Средства отбеливания и дезинфекции.
- ◆ Состав хозяйственных паст и порошков.
- ◆ Косметико-гигиенические средства. Состав туалетного мыла, шампуня, зубных паст, дезодорантов.

Решение задач по теме. Защита лабораторной работы.

Занятие 8.

Инструктаж по технике безопасности.

Лабораторная работа

ПОЛУЧЕНИЕ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ СИНТЕТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Цель работы: получить раствор уксусной кислоты, исходя из карбида кальция.

Реактивы: карбид кальция, насыщенный раствор NaCl, раствор КМпО₄, раствор ртутного катализатора в H₂SO₄, раствор FeCl₃.

Оборудование: колба Вюрца с капельной воронкой, коническая колба с газоотводными трубками и термометром, водяная баня, две промывные склянки, газометр, стеклянный стакан и пробирки.

Ход работы

Измельченный карбид кальция помещают в колбу Вюрца. Колбу с раствором катализатора нагревают до 70° С. По каплям к карбиду кальция приливают насыщенный раствор хлорида натрия с такой скоростью, чтобы образующийся ацетилен проходил через промывалку со скоростью один пузырек в секунду. Пары ацетальдегида испаряются из колбы с катализатором и через тройник смешиваются с воздухом, подаваемым из газометра также со скоростью один пузырек в секунду. Смесь газов поступает в стаканчик с разбавленным раствором КМпО₄, где происходит окисление ацетальдегида до уксусной кислоты. Опыт продолжают до исчезновения окраски перманганата калия и образования диоксида марганца. После этого прекращают ток ацетилена и воздуха.

Раствор уксусной кислоты отфильтровывают через бумажный фильтр. Наличие уксусной кислоты определяют по реакции с FeCl₃. Для этого к раствору уксусной кислоты приливают раствор FeCl₃ и полученную окрашенную жидкость разливают в две пробирки. Одна служит для контроля, а вторую нагревают. При наличии уксусной кислоты наблюдают изменение окраски до цвета крепкого чая. По окончании работы необходимо записать уравнения всех протекающих реакций и зарисовать установку.

ПОЛУЧЕНИЕ МЫЛА

Цель работы: получить мыло из пищевого сырья и определить содержание жирных кислот в образце мыла.

Реактивы: жир, гидроксид натрия, этанол или пропанол, хлорид натрия (насыщенный раствор с $\rho = 1,16 - 1,18 \text{ кг/м}^3$), туалетное мыло, соляная кислота.

Оборудование: фарфоровые стаканы на 100 – 150 мл (2 шт.), колбы на 100 – 250 мл, стеклянные палочки.

Ход работы

а) Получение мыла

Проводят гидролиз жиров спиртовым раствором гидроксида натрия. Для этого взвешивают 6 г жира, помещают в фарфоровый стакан и нагревают до расплавления. Готовят раствор гидроксида натрия путем растворения 2,5 г NaOH в 6 мл H₂O и 15 мл этанола или пропанола-1. Спиртовой раствор NaOH приливают при перемешивании к расплавленному жиру. Полученный раствор кипятят в течение 10 -15 мин, добавляют к нему 10 – 15 мл насыщенного раствора NaCl и охлаждают в бане с водой. Образовавшийся на поверхности слой мыла извлекают из стакана, тщательно высушивают фильтровальной бумагой и взвешивают.

б) Определение содержания жирных кислот в мыле

Ход работы

Взвешивают 5 г туалетного или хозяйственного мыла, нарезают его тонкими полосками, помещают в стакан емкостью 100 мл, приливают 50 мл дистиллированной воды и нагревают на закрытой электроплитке до полного растворения мыла. К полученному раствору добавляют 10 мл соляной кислоты (1:1) и продолжают нагревание до образования на поверхности раствора маслянистого слоя (опыт проходит лучше, если в раствор поместить стеклянную палочку). Стакан охлаждают, вынимают палочку и через образовавшееся отверстие сливают жидкость. Оставшиеся в стакане жирные кислоты переносят на фильтровальную бумагу и высушивают. Остатки их снимают со стенок стакана скальпелем. Полученные жирные кислоты взвешивают, а затем, зная первоначальную навеску мыла, вычисляют их процентное содержание в образце.

Теория к защите работы

- ♦ Способы получения ацетилена в промышленности.
- ♦ Синтезы на основе ацетилена.
- ♦ Способы получения уксусной кислоты.
- ♦ Синтез ВЖК и ВЖС окислением парафина.

Решение задач по теме. Защита лабораторной работы.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для *текущей* аттестации

Итогом изучения каждой темы является письменный опрос.

Критерии оценивания:

«Отлично» - ответ правильный на 90-100%;

«Хорошо» - ответ верный на 80-90%;

«Удовлетворительно» - ответ верный на 60-80%;

«Неудовлетворительно» - задания выполнены менее чем на 60%.

Примеры заданий текущего контроля

1. Массовая доля оксида железа (III) в руде 70%, а железа в концентрате 70%. Сколько концентрата может заменить 10 тонн такой руды?
2. Анализ 25 мл природной воды показал наличие в ней 42,5 мг катионов кальция, 6,25 мг катионов магния и 60 мг гидрокарбонат-ионов. Рассчитайте некарбонатную жесткость воды.
3. Какой объем диоксида серы нужно пропустить через контактный аппарат, чтобы получить 210 т 98%-ной серной кислоты? Степень контактирования 98 %.
4. Определите теоретически возможную концентрацию азотной кислоты при полном окислении аммиака.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Текущий контроль проводится в форме защиты лабораторных работ, решения задач.

Теоретические вопросы для защиты лабораторных работ и условия задач приведены в «Практикуме по прикладной химии» [2].

Критерии оценивания:

«Зачтено» выставляется студенту, который:

- выполнял домашние задания для подготовки к занятиям;
- оформил и выполнил лабораторные работы;
- получил положительные оценки за письменные опросы на занятии.

«Не зачтено» выставляется студенту, который:

- систематически не выполнял домашние задания;
- не готовился к проведению лабораторных работ (из-за чего не был к ним допущен);
- не получал положительных оценок по письменным опросам в течение семестра.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Гайдукова, Н. Г. Химия в строительстве: учебное пособие для вузов /Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 256 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05893-2. — Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492904>
2. Конюхов, В. Ю. Физико-химические основы полиграфического производства: учебник для вузов /В. Ю. Конюхов, С. Х. Папикян. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 322 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05339-5. — Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493008>
3. Ким, И. Н. Пищевая химия. Наличие металлов в продуктах: учебное пособие для вузов / И. Н. Ким, Т. И. Штанько, В. В. Кращенко; под общей редакцией И. Н. Кима. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 213 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9930-3. — Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491495>

7.2. Дополнительная литература

1. Анисимова Т.В. О пестицидах в курсе химии. //Совершенствование преподавания химии в школе и вузе. Выпуск 5.- Смоленск, СмолГУ, 2006.
2. Анисимова Т.В. Поверхностно-активные вещества. //Совершенствование преподавания химии в школе и вузе. Выпуск 3.- Смоленск, СмолГУ, 2004.
3. Анисимова Т.В. Химия и энергетика//Совершенствование преподавания химии в школе и вузе. Выпуск 6.- Смоленск, СмолГУ, 2007.
4. Аранская О.С. Сборник задач и упражнений по химической технологии и биотехнологии. – Минск: Университетское, 1989.
5. Беляева И.И. и др. Сборник задач и упражнений по химической технологии. – М.: Просвещение, 1982.
6. Основы химической технологии /Под ред. И.П. Мухлёнова. – М.: Высш. шк., 1983
7. Эпштейн Д.А. Химия в промышленности. – М.: Просвещение, 1976.
8. Нифантьев Э.Е., Парамонова Н.Г. Основы прикладной химии – М: ВЛАДОС, 2002.
9. Практикум по прикладной химии – Смоленск: СмолГУ, 2008.
10. Соколов Р.С. Химическая технология. В 2 т. – М.: ВЛАДОС, 2000, 2003.

7.3. Материалы сети Интернет

1. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) <http://fcior.edu.ru>
3. Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>
4. Химия для всех: иллюстрированные материалы по общей, органической и неорганической химии <http://school-sector.relarn.ru/nsm/>
5. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/> (Электронная библиотека учебных материалов по химии портала “ChemNet”)
6. <http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html> (Сайт химического факультета МГУ)

8. Материально-техническое обеспечение и программное обеспечение

Лекционные занятия проводятся в аудиториях учебного корпуса №1, оборудованных проектором и компьютером.

Лабораторный практикум осуществляется в аудитории 1 учебного корпуса №1, имеющей необходимое оборудование и реактивы. В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства: приборы и оборудование учебного назначения (сушильный шкаф, муфельная печь, электроплитки,

фотоэлектроколориметр, весы технические и аналитические, бюретки для титрования, мерные колбы, конические колбы, химические стаканы, пипетки);

Дидактические материалы:

- 1) комплекты контролирующих заданий по темам курса;
- 2) плакаты и таблицы.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022