**Министерство образования Красноярского края**

**краевое государственное бюджетное**

**профессиональное образовательное учреждение**

**«Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**Методические указания**

**по организации и проведению лабораторных работ**

**по дисциплине ЕН.03. Химия**

**с обучающимися очной формы обучения**

**специальности**

**19.02.03. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий**

**Минусинск, 2015**

Одобрены цикловой комиссией

УТВЕРЖДАЮ

###### Заместитель директора

###### по учебной работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.В. Гуменко

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.

математических и общих

естественнонаучных дисциплин

Протокол №\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015 г.

### Методист ЦК

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

А.А. Грушевская

Методические указания по организации и проведению лабораторных работ предназначены для преподавателей, обучающих студентов специальности 19.02.03. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий по дисциплине ЕН.03. Химия. В методических указаниях в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом и рабочей программой дисциплины ЕН.03. Химия приводятся 42 лабораторные работы по основным современным методам анализа пищевых продуктов. Методические указания содержат основные положения по технике безопасности при работе в лаборатории, образцы оформления отчетов, необходимые справочные материалы для математической обработки результатов анализа, а также подробные рекомендации студентам по подготовке и рациональному выполнению анализа.

Составитель: Грушевская Алена Анатольевна, преподаватель химии высшей

квалификационной категории КГБПОУ «Минусинский

сельскохозяйственный колледж»

Рецензенты: Перфильева Елена Леонидовна, главный технолог ПК

«Губернский хлеб»

Семенюк Елена Юрьевна, преподаватель химии первой

квалификационной категории КГБПОУ «Минусинский

сельскохозяйственный колледж»

Утверждены методическим советом Минусинского сельскохозяйственного колледжа.

Протокол №\_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_\_г.

**ПК «Губернский хлеб»**

**Рецензия**

**на методические указания по организации и проведению лабораторных работ по дисциплине ЕН.03. Химия с обучающимися очной формы обучения специальности 19.02.03. Технология** **хлеба, кондитерских и макаронных изделий,** **составленную преподавателем естественнонаучных дисциплин Грушевской Аленой Анатольевной**

Выполнение лабораторных работ является важным этапом подготовки студентов, позволяющим сформировать общие и профессиональные компетенции, более полно и глубоко обобщить и усвоить теоретический материал. Цикл лабораторных работ, предложенных автором, позволяет сформировать у студентов навыки ведения лабораторного анализа основными химическими и физико-химическими методами, помогает осмыслить основные понятия и законы химии для более эффективного практического их применения.

Методические указания содержат как общие теоретические положения о разных методах анализа сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного и кондитерского производств, их характеристику, так и подробные поэтапные инструкции для студентов по выполнению лабораторных работ данными методами. Представлен материал, охватывающий все разделы дисциплины. Эффективному использованию данных указаний способствует их единая структура, включающая краткое изложение основных дидактических единиц по представленным разделам и темам, методики выполнения того или иного вида анализа, образец оформления выполненной лабораторной работы, перечень необходимой литературы и справочный материал, необходимый для математической обработки результатов анализа, а также для формулирования заключения о соответствии того или иного вида пищевой продукции ГОСТ.

Такое структурирование материала рекомендаций сокращает время, затрачиваемое студентами на выполнение лабораторных работ, способствует формированию у них общеучебных и профессиональных компетенций, а приведенные в рекомендациях критерии оценивания выполняемых работ формируют навыки самооценки и самоконтроля у обучающихся, в этом заключается актуальность данных методических указаний.

Новизна методических указаний заключается в том, что в них представлены профильно-ориентированные лабораторные работы, связанные с анализом сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного и кондитерского производства: сахара, муки, дрожжей, фруктовых соков, хлеба, различных видов печенья, бараночных изделий и т.д.

Методические указания составлены грамотно, отражают ход анализа, рекомендованный соответствующими ГОСТ и адаптированный к выполнению студентами в условиях учебной лаборатории.

Данные указания могут быть рекомендованы для широкого применения преподавателям, ведущим данную дисциплину в группах студентов пищевых специальностей, а также студентам заочной формы обучения.

**Рецензент**

Перфильева Елена Леонидовна,

главный технолог ПК

«Губернский хлеб» **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

*И.О.Фамилия* «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015г.

**КГБПОУ «Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**Рецензия**

**на методические указания по организации и проведению лабораторных работ по дисциплине ЕН.03. Химия с обучающимися очной формы обучения специальности 19.02.03. Технология** **хлеба, кондитерских и макаронных изделий,** **составленную преподавателем естественнонаучных дисциплин Грушевской Аленой Анатольевной**

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ЕН.03. Химия, разработанной на основе федерального государственного образовательного стандарта (от 2014г.) по специальности среднего профессионального образования 19.02.03. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий, входящей в укрупненную группу 19.00.00. Промышленная экология и биотехнологии.

Методические указания составлены грамотно, каждый раздел содержит краткое теоретическое обоснование, все инструкционно-технологические карты выполнены по одной схеме, что позволяет студентам в процессе обучения систематизировать полученные знания и выработать единую методическую схему использования лабораторных приемов. Каждая инструкционно-технологическая карта содержит краткий инструктаж по технике безопасности, что позволяет формировать культуру поведения студентов в химической лаборатории. Методические указания дополняются необходимым справочным материалом, что облегчает математическую обработку результатов анализа.

Выполнение лабораторных работ является важным этапом подготовки студентов, позволяющим сформировать общие и профессиональные компетенции, более полно и глубоко обобщить и усвоить теоретический материал. Цикл лабораторных работ, предложенных автором, позволяет сформировать у студентов навыки ведения лабораторного анализа основными химическими и физико-химическими методами, помогает осмыслить основные понятия и законы химии для более эффективного практического их применения.

Предлагаю автору разработать соответствующие методические указания для студентов очной и заочной формы обучения. Данные указания могут быть рекомендованы для широкого применения преподавателям, ведущим данную дисциплину в группах студентов пищевых специальностей.

**Рецензент**

Семенюк Елена Юрьевна,

преподаватель химии высшей

квалификационной категории

КГБПОУ «Минусинский

сельскохозяйственный колледж» **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

*И.О.Фамилия* «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015г.

#### Содержание

#### Введение ...............................................................................................................7

Тематический план учебной дисциплины........................................................10

#### Правила работы в химической лаборатории…................................................13

Техника безопасности и меры предосторожности..........................................14

Оказание первой медицинской помощи...........................................................17

Общие методические указания..........................................................................20

**Раздел 1. Теоретические основы аналитической, органической, физической и коллоидной химии.**

***Тема 1.1. Классификация химических реакций и закономерности их протекания…………………………………………………………………….*** 33

*Лабораторная работа 1*. Факторы, влияющие на скорость химической

реакции…………………………………………...........................................36

*Лабораторная работа 2*. Условия смещения химического равновесия.. 40

**Раздел 2. Качественный анализ.**

***Тема 2.1. Качественные реакции отдельных ионов***....................................44

*Лабораторная работа 3*. Аналитические реакции некоторых

катионов s-элементов (I аналитическая группа)........................................47

*Лабораторная работа 4*. Аналитические реакции некоторых

катионов s- и d-элементов (II – III аналитические группы)......................50

*Лабораторная работа 5.* Аналитические реакции некоторых

катионов p-элементов (IV аналитическая группа)......................................54

*Лабораторная работа 6*. Аналитические реакции некоторых

катионов d-элементов (V – VI аналитические группы)..............................57

*Лабораторная работа 7*. Аналитические реакции хлорид-,

бромид-, иодид- анионов...............................................................................60

*Лабораторная работа 8*. Аналитические реакции сульфат-,

сульфит-, карбонат- анионов.........................................................................64

*Лабораторная работа 9*. Аналитические реакции нитрат- и ацетат-

анионов............................................................................................................67

***Тема 2.2. Качественные реакции неорганических и органических веществ***

*Лабораторная работа 10*. Анализ соли, растворимой в воде..................70

**Раздел 3. Основные методы классического количественного анализа**

**Тема 3.1. Титриметрический анализ**...............................................................73

***3.1.1. Метод кислотно-основного титрования****..........................................*..75

*Лабораторная работа 11*. Приготовление рабочих растворов для титриметрического анализа...........................................................................76

*Лабораторная работа 12*. Приготовление установочных растворов для титриметрического анализа...........................................................................76

*Лабораторная работа 13*. Стандартизация рабочих растворов щелочи и

кислоты............................................................................................................80

*Лабораторная работа 14*. Определение кислотности пищевых

продуктов. Определение кислотности дрожжей.........................................84

*Лабораторная работа 15*. Определение кислотности муки и

молока..............................................................................................................87

*Лабораторная работа 16.* Определение кислотности хлеба....................90

*Лабораторная работа 17.* Определение щелочности

мучных кондитерских изделий.....................................................................94

***3.1.2. Окислительно – восстановительное титрование.............................***97

*Лабораторная работа 18*. Приготовление рабочего раствора перманганата калия и его стандартизация по щавелевой кислоте.....................................98

*Лабораторная работа 19.* Определение содержания Fe (II)

в соли Мора ...................................................................................................100

***3.1.3. Метод комплексонометрии................................................................*.**104

*Лабораторная работа 20.* Приготовление рабочего раствора

трилона Б и установочного раствора сульфата магния.............................105

*Лабораторная работа 21.* Определение содержания катионов

металла в анализируемом растворе.............................................................109

*Лабораторная работа 22*. Определение общей жесткости воды............109

***Тема 3.2. Гравиметрический анализ....*..........................................................**113

*Лабораторная работа 23.* Определение влажности сырья и готовой продукции........................................................................................................116

*Лабораторная работа 24, 25*. Определение зольности муки …...............120

*Лабораторная работа 26, 27.* Определение содержания бария в кристаллическом хлориде бария ..................................................................124

**Раздел 4. Основные методы физико-химического анализа**

***Тема 4.1.******Фотометрический метод анализа………………………………***129

*Лабораторная работа 28.* Определение оптической плотности

растворов с помощью фотоэлектроколориметра КФК – 2. ……………..132

*Лабораторная работа 29.* Определение содержания меди

в водном растворе сульфата меди ..............................................................132

*Лабораторная работа 30.* Определение содержания железа

в воде методом фотометрии.........................................................................137

*Лабораторная работа 31.* Определение содержания железа

в анализируемой пробе воды методом фотометрии..................................137

***Тема 4.2.******Рефрактометрический метод анализа*.......................................**140

*Лабораторная работа 32.* Определение количественного состава

смеси двух компонентов (сахароза – вода) рефрактометрическим

методом..........................................................................................................144

*Лабораторная работа 33.* Определение массовой доли

сухих веществ в растворе хлорида натрия .................................................148

*Лабораторная работа 34.* Определение содержания сахарозы в сладких

творожных продуктах рефрактометрическим методом………………….150

***Тема 4.3.******Потенциометрический метод анализа*........................................**154

*Лабораторная работа 35.* Определение рН растворов с помощью

рН-метра..........................................................................................................156

*Лабораторная работа 36.* Определение кислотности хлебобулочных изделий потенциометрическим методом.....................................................160

*Лабораторная работа 37.* Определение щелочности кондитерских изделий потенциометрическим методом....................................................................164

***Тема 4.4. Хроматографический метод анализа........................................*...**167

*Лабораторная работа 38.* Ионообменная хроматография.

Отделение катионов от анионов...................................................................170

*Лабораторная работа 39.* Подготовка хроматографической колонки

к работе............................................................................................................170

*Лабораторная работа 40.* Определение содержания хлорида

натрия в растворе методом ионообменной хроматографии.......................173

*Лабораторная работа 41.* Применение химических методов анализа в технохимическом контроле производства продовольственных

продуктов…………………………………………………………………….177

*Лабораторная работа 42*. Применение физико-химических методов анализа в технохимическом контроле производства продовольственных продуктов…………………………………………………………………….180

Заключение ………..............................................................................................184

Литература………………..……………………………….................................185

Приложения ……………………….....................................................................187

**Введение**

Лабораторные работы являются важным этапом учебного процесса, позволяющим совершенствовать теоретическую и практическую подготовку студентов. Аналитические определения проводятся параллельно с теоретическим курсом, что дает возможность более глубоко и полно усвоить материал, обеспечивает формирование знаний, умений и навыков, которые служат основой для изучения специальных дисциплин, профессиональных модулей. Образовательными результатами освоения дисциплины ЕН.03. Химия являются:

**знания:**

- основных понятий и законов химии;

- теоретических основ органической, физической, коллоидной химии;

- понятия химической кинетики и катализа;

- классификации химических реакций и закономерностей их протекания;

- обратимых и необратимых химических реакций, химического равновесия, смещения химического равновесия под действием различных факторов;

- окислительно-восстановительных реакций, реакций ионного обмена;

- гидролиза солей, диссоциации электролитов в водных растворах, понятия о сильных и слабых электролитах;

- теплового эффекта химических реакций, термохимических уравнений;

- характеристик различных классов органических веществ, входящих в состав сырья и готовой пищевой продукции;

- свойств растворов и коллоидных систем высокомолекулярных соединений;

- дисперсных и коллоидных систем пищевых продуктов;

- роли и характеристики поверхностных явлений в природных и технологических процессах;

- основ аналитической химии;

- основных методов классического количественного и физико-химического анализа;

- назначения и правил использования лабораторного оборудования и аппаратуры;

- методов и техники выполнения химических анализов;

- приемов безопасной работы в химической лаборатории;

**умения:**

- применять основные законы химии для решения задач в области профессиональной деятельности;

- использовать свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса;

- описывать уравнениями химических реакций процессы, лежащие в основе производства продовольственных продуктов;

- проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций;

- использовать лабораторную посуду и оборудование;

- выбирать метод и ход химического анализа, подбирать реактивы и аппаратуру;

- проводить качественные реакции на неорганические вещества и ионы, отдельные классы органических веществ;

- выполнять количественные расчеты состава вещества по результатам измерений;

- соблюдать правила техники безопасности при работе в химической лаборатории;

**общие и профессиональные компетенции**:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Организовывать и производить приемку сырья.

ПК 1.2. Контролировать качество поступившего сырья.

ПК 1.3. Организовывать и осуществлять хранение сырья.

ПК 1.4. Организовывать и осуществлять подготовку сырья к переработке.

ПК 2.1. Контролировать соблюдение требований к сырью при производстве хлеба и хлебобулочных изделий.

ПК 2.2. Организовывать и осуществлять технологический процесс изготовления полуфабрикатов при производстве хлеба и хлебобулочных изделий.

ПК 2.3. Организовывать и осуществлять технологический процесс производства хлеба и хлебобулочных изделий.

ПК 2.4. Обеспечивать эксплуатацию технологического оборудования хлебопекарного производства.

ПК 3.1. Контролировать соблюдение требований к сырью при производстве кондитерских изделий.

ПК 3.2. Организовывать и осуществлять технологический процесс производства сахаристых кондитерских изделий.

ПК 3.3. Организовывать и осуществлять технологический процесс производства мучных кондитерских изделий.

ПК 3.4. Обеспечивать эксплуатацию технологического оборудования при производстве кондитерских изделий.

ПК 4.1. Контролировать соблюдение требований к качеству сырья при производстве различных видов макаронных изделий.

ПК 4.2. Организовывать и осуществлять технологический процесс производства различных видов макаронных изделий.

ПК 4.3. Обеспечивать эксплуатацию технологического оборудования при производстве различных видов макаронных изделий.

В методических указаниях приведено описание 42 лабораторных работ, предусмотренных разделами учебной дисциплины. Раздел «Теоретические основы аналитической, органической, физической и коллоидной химии» содержит работы, позволяющие проанализировать основные закономерности протекания химических реакций. Раздел «Качественный анализ» включает работы, в которых описана методика определения отдельных катионов и анионов, а также отрабатывается методика идентификации соли, растворимой в воде. Раздел «Основные методы классического количественного анализа» содержит лабораторные работы с использованием основных методов титриметрического (метод кислотно-основного, окислительно-восстановительного и комплексонометрического титрования) и гравиметрического анализа. В разделе «Основные методы физико-химического анализа» приведены лабораторные работы, формирующие навыки выполнения анализа такими инструментальными методами, как: фотометрический метод, рефрактометрический метод, потенциометрический и хроматографический методы анализа.

Каждый раздел указаний содержит краткое введение: теория метода, его возможности, устройство прибора, основные расчетные формулы.

Все инструкционно-технологические карты выполнены по одной схеме: подробный ход выполнения анализа (столбец «Содержание работы и последовательность выполнения операций»), перечень используемых реактивов, посуды и оборудования (столбец «Наименование оборудования и инструмента») и требования к обработке результатов и оформлению отчета (столбец «Инструкционные указания и технические требования»).

Каждая работа предваряется контрольными вопросами при допуске, которые позволяют выявить уровень теоретической подготовленности студентов к выполнению экспериментальной части анализа и заканчивается заданиями для самопроверки, письменное выполнение которых может служить защитой лабораторной работы. Методические указания содержат сведения об основных правилах техники безопасности при работе в лаборатории и мерах оказания первой помощи пострадавшим. Лабораторный эксперимент предусматривает самостоятельную работу студентов в лаборатории. Перед каждым таким занятием проводится разбор последовательности проводимых операций, демонстрация технических приемов их выполнения. К лабораторной работе студенты допускаются после инструктажа по технике безопасности и технике выполнения работы, а также при наличии специальной одежды (халата).

Каждая лабораторная работа выполняется группой студентов из четырех человек, что позволяет рационально использовать время на проведение анализа и исключает случайные ошибки при выполнении опытов, т.к. данная форма предполагает взаимный контроль производимых операций анализа. Лабораторная работа оценивается с учетом соблюдения правил техники безопасности, умений и навыков проведения аналитических операций, правильности получения и оформления конечных результатов, знания теоретических основ метода. Все эти параметры сообщаются студентам на первом лабораторном занятии.

Методические указания составлены в соответствии с государственными требованиями к результатам освоения программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 19.02.03 Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий (от 2014г.) и рабочей программой учебной дисциплины ЕН.03.Химия.

**Тематический план учебной дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование разделов  и тем | Максималь-ная учебная нагрузка студента, час | Количество аудиторных часов при очной форме обучения | | | Самостоя тельная работа студента |
| Всего | Лабора  торные работы | Практи ческие занятия |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **Введение** Основные понятия, законы, значение и методы химии | 2 | 2 |  |  |  |
| **Раздел 1.** **Теоретические основы аналитической, органической, физической и коллоидной химии** | **50** | **36** | **4** | **12** | **14** |
| **Тема 1.1.** Классификация химических реакций и закономерности их протекания | 10 | 8 | 4 |  | 2 |
| **Тема 1.2.** Свойства растворов и дисперсных систем | 14 | 10 |  | 2 | 4 |
| **Тема 1.3.** Реакции ионного обмена. Растворы сильных и слабых электролитов | 20 | 14 |  | 8 | 6 |
| **Тема 1.4.** Окислительно-восстановительные реакции | 6 | 4 |  | 2 | 2 |
| **Раздел 2.** **Качественный анализ** | **38** | **22** | **16** | **4** | **16** |
| **Тема 2.1.** Качественные реакции отдельных ионов | 24 | 16 | 14 |  | 8 |
| **Тема 2.2.** Качественные реакции неорганических и органических веществ | 14 | 6 | 2 | 4 | 8 |
| **Раздел 3.** **Основные методы классического количественного анализа** | **62** | **48** | **34** | **8** | **14** |
| **Тема 3.1.** Титриметрический анализ | 2 | 6 |  | 2 |  |
| **3.1.1.** Метод кислотно-основного титрования | 16 | 12 | 14 |  | 4 |
| **3.1.2.** Окислительно –  восстановительное  титрование | 12 | 8 | 4 | 2 | 4 |
| **3.1.3.** Метод комплексонометрии | 12 | 8 | 6 | 2 | 4 |
| **Тема 3.2.** Гравиметрический анализ | 16 | 14 | 10 | 2 | 2 |
| **Раздел 4. Основные методы физико-хими- ческого анализа** | **67** | **38** | **24** | **2** | **29** |
| **Тема 4.1.** Фотометрический метод анализа | 18 | 10 | 8 |  | 8 |
| **Тема 4.2.**  Рефрактометрический метод анализа | 12 | 6 | 6 |  | 6 |
| **Тема 4.3.**  Потенциометрический метод анализа | 9 | 6 |  |  | 3 |
| **Тема 4.4.**  Хроматографический метод анализа | 12 | 8 | 6 |  | 4 |
| **Тема 4.5.**  Значение анализа в технохимическом контроле качества продуктов | 16 | 8 | 4 | 2 | 8 |
| **Итого по дисциплине** | **219** | **146** | **70** | **20** | **32** |

**Правила работы в химической лаборатории**

Работа в лаборатории требует ответственного и осведомленного поведения. В противном случае не исключена возможность аварий и несчастных случаев, для предотвращения которых необходимо соблюдать следующие правила:

1. Преподаватель заранее сообщает студентам о сроках проведения лабораторной работы.

2. Перед каждой лабораторной работой необходимо внимательно ознакомиться с теоретическим материалом, используя учебники, конспекты лекций, дополнительную литературу. Тогда лабораторные занятия будут полезными и продуктивными.

3. В лаборатории запрещается находиться в верхней одежде, громко разговаривать, принимать пищу, трогать приборы и установки, не относящиеся к данной работе.

4. Необходимо внимательно выслушать инструктаж преподавателя перед работой, обращая внимание на технику безопасности, сделать для себя пометки.

5. Выполнять задание можно только после разрешения преподавателя. При проведении опытов следует наблюдать за происходящими изменениями, результаты опытов необходимо фиксировать в тетради.

6. Рабочее место необходимо содержать в чистоте, не загромождая посторонними предметами. Запрещается класть на рабочее место портфели, папки, посторонние книги, свертки и т.д.

7. Не расходовать реактивов больше требуемого количества. Это дает экономию реактивов и времени. Выполняя работу можно пользоваться реактивами только указанных концентраций.

8. Чтобы не спутать пробки и склянки с реактивами, следует немедленно закрывать склянки и возвращать их на место (в лоток) после взятия требуемого количества вещества. Если раствор взят в избытке и полностью не израсходован, запрещается выливать его обратно в склянку, во избежание порчи реактивов.

9. Категорически запрещается проводить опыты, не предусмотренные инструкцией.

10. Закончив работу, все реактивы и штатив с пробирками поставить в лоток, сдать его преподавателю или лаборанту, проверить состояние рабочего места и после этого приступить к оформлению отчета.

**Техника безопасности и меры предосторожности**

Работа с небольшими количествами химических веществ снижает возможность несчастных случаев до минимума, но не исключает их полностью. Поэтому каждому работающему в лаборатории нужно знать и выполнять все правила техники безопасности:

1. Работая в лаборатории, необходимо соблюдать большую осторожность. Помнить, что неаккуратность, невнимательность, недостаточное знакомство с приборами и свойствами веществ могут повлечь за собой несчастный случай.

2. Приступить к выполнению задания можно только с разрешения преподавателя.

3. Химические реакции выполнять с такими количествами и концентрациями веществ, в такой посуде и приборах, которые указаны в инструкционных картах.

4. Проводить опыты в чистой посуде.

5. Внимательно прочесть надписи на этикетках, прежде чем взять вещество.

6. Работать только с небольшими количествами веществ.

7. Реактивы не следует брать руками.

8. Все опыты, сопровождающиеся выделением ядовитых летучих соединений и неприятно пахнущих веществ (например, выпаривание или кипячение растворов кислот, а также растворов, содержащих галогены, аммиак, сероводород) проводить только в вытяжном шкафу.

9. Выполняя опыты со взрывчатыми, легко воспламеняющимися веществами, кислотами или щелочами, помимо соблюдения всех других мер предосторожности, работать стоя. Поджигать выделяющиеся газы и пары можно только после предварительной проверки их на чистоту, так, как смесь горючего газа с воздухом взрывается.

10. Наливая или нагревая реактивы, не наклоняться над сосудом, так как возможно разбрызгивание и даже выброс жидкости. Нагревая пробирки, колбы, стаканы, не держать их отверстием к себе или в сторону находящихся рядом товарищей.

11. Нюхать выделяющиеся газы следует издали, помахивая рукой от сосуда к себе.

12. Реактивы не пробовать на вкус, так как большинство из них ядовиты.

13. При работе с газоотводной трубкой убирать спиртовку из-под пробирки с реакционной смесью, можно лишь тогда, когда конец газоотводной трубки, опущенный в жидкость, удален из нее. Если убрать пламя преждевременно, то жидкость засосет в реакционную смесь и может произойти ее разбрызгивание.

14. В лаборантской комнате должен быть огнетушитель, а также ящик с песком, аптечка с медикаментами.

15. Работа с концентрированными кислотами требует максимального внимания и осторожности, особенно при нагревании. Ожоги кислотами очень болезненны, сопровождаются трудно заживающими и оставляющими рубцы язвами. Особенно нужно опасаться поражения глаз. Одежда, обувь разрушаются от действия кислот.

16. Держать дальше от огня легковоспламеняющиеся вещества: эфир, бензин, спирт, бензол. Если воспламенился бензин, спирт или эфир надо немедленно накрыть пламя асбестом или засыпать песком.

17. Осторожно пользоваться газовыми горелками или спиртовками. Спиртовку нельзя зажигать, наклоняя ее к другой, горящей спиртовке. Гасить спиртовку следует, накрывая ее сверху колпачком.

18. Горячие предметы ставить только на подставки.

19. Сосуды с реактивами после употребления закрыть пробками и поставить на соответствующие места.

20. При работе с огнеопасными веществами следить, чтобы поблизости не было открытого огня или сильно нагретых предметов.

21. Посуду с огнеопасными веществами, сразу после их использования следует плотно закрыть и убрать в безопасное место.

22. При работе с газами, дающими взрывчатые смеси с воздухом, например с метаном, этиленом, ацетиленом, необходимо соблюдать особую осторожность. В лаборатории газовые баллоны должны быть установлены в вертикальном положении в стойке или прочно прикреплены к рабочему столу. При этом необходимо проследить, чтобы штуцер и редуктор были направлены в сторону, где нет людей.

23. В случае вспышки горючих жидкостей в пробирке, не бросайте ее, а закройте чем-либо отверстие пробирки. Если горящая жидкость разлилась по поверхности стола или пола, то очаг огня необходимо тотчас же засыпать песком, накрыть влажным одеялом или воспользоваться огнетушителем. В случае вспышки одежды на работающем, следует плотно обернуть горящего полотенцем или одеялом.

24. В случае ожога лица рук кислотой или щелочью необходимо оказать пострадавшему первую помощь и вызвать врача.

25. При работе с кислотами необходимо соблюдать следующие правила:

- серную кислоту смешивайте с водой, приливая кислоту к воде небольшими порциями, азотную смешивайте с серной, приливая азотную к серной небольшими количествами, пробирки с кислотами следует охлаждать водой;

- нельзя смешивать кислоты с какими-либо веществами в пробирке, встряхивая, закрывая ее пальцем, так как при этом неизбежны ожоги от от выброшенных из пробирок брызг кислот. Перемешивать кислоты в пробирках, можно только ударяя пальцем по нижней части пробирки;

- концентрированные кислоты нельзя выливать в раковину во избежание порчи канализационных труб и выброса кислоты из раковины, их следует сливать в специальную посуду.

26. Запрещается бросать в раковину кусочки карбида кальция, сливать эфиры, жиры, вязкие растворы сливайте в специальную посуду, указанную преподавателем.

27. При работе с металлическим натрием необходимо соблюдать следующие правила:

- натрий вынимайте пинцетом, отрежьте ножом необходимое количество, остальное тотчас же поместите в банку с керосином;

- отрезанный кусочек натрия очистите ножом от корки, высушите фильтровальной бумагой, чтобы удалить керосин, и сейчас же поместите в реакционную смесь, фильтровальную бумагу необходимо сжечь;

- нельзя выбрасывать остатки натрия в раковину (возможен взрыв) или в ведро с мусором (возможен пожар). Остатки натрия или поместите опять в банку или уничтожьте, растворив его в спирте;

- во время работы берите минимальное количество металлического натрия (0,1 – 0,4 г.)

28. В случае возникновения пожара в лаборатории немедленно вызвать пожарную охрану. До прибытия пожарных огонь гасить песком, огнетушителем, водой.

**Оказание первой медицинской помощи**

При оказании первой медицинской помощи в условиях лаборатории химии, следует помнить о том, что после этого нужно обратиться в медицинское учреждение. В каждом конкретном случае первая медицинская помощь заключается в следующем:

***Желудочные отравления:***

Нужно удалить из организма яд путем искусственной рвоты, вызванной приемом внутрь нескольких стаканов мыльной воды или 0,5 чайной ложки горчицы, растворенной в стакане воды. При попадании внутрь концентрированных кислот и потере сознания запрещается вызывать искусственную рвоту. В этом случае необходимо вызвать врача. Для обезвреживания яда существуют следующие способы:

*при легком отравлении щелочью* пьют 1% раствор уксусной кислоты. При отравлении кислотой принимают внутрь оксид магния (2 чайные ложки на 1 стакан воды), при более серьезном случае – промывание желудка;

*обволакивающие средства:* белковая вода (2 яичных белка на 3 стакана воды, прием стаканами) или молоко, крахмальный клейстер, мучная болтушка;

*адсорбирующие средства:* одна столовая ложка древесного угля в порошке на 2 стакана воды (на один прием). Одновременно для последующего удаления угля из организма следует давать слабительные соли.

В случае желудочного отравления жидкими и твердыми веществами можно рекомендовать:

1. Альдегиды – выпить стакан 0.2% раствора аммиака, а через несколько секунд стакан молока.

2. Аммиак – пить очень слабый раствор уксусной кислоты или лимонный сок. Вызвать рвоту. Дать растительное масло, молоко или яичный белок.

3. Анилин – вызвать рвоту. Дать вдыхать кислород. Дать слабительное, но ни в коем случае не спирт и не растительное масло.

4. Растворимые соли бария – вызвать рвоту. Дать слабительное: сульфат магния или сульфат натрия.

5. Иод – вызвать рвоту. Дать 1% раствор сульфита натрия, крахмальный клейстер, молоко.

6. Соли марганцовой кислоты – дать воды, вызвать рвоту, дать молоко, яичный белок или крахмальный клейстер.

7. Сульфат меди – промывание желудка 1% раствором желтой кровяной соли. Солевое слабительное. Внутрь оксид магния, чай, кофе. На живот – грелку.

8. Наркотики (диэтиловый эфир, хлороформ, спирты) – дать 0,03 г. фенамина, или 0,1 г. коразола, или 30 капель кордиамина, 0,5 г. бромистой камфары. После этого дать крепкий чай или кофе. При необходимости делать искусственное дыхание с применением кислорода.

9. Соединения ртути – немедленно дать три сырых яйца в молоке (1 л). Вызвать рвоту. Приготовить желудочный зонд.

10. Соединения свинца – дать небольшое количество 10% раствора сульфата магния.

11. Нитрат серебра – промывание желудка 2% раствором хлорида натрия. Внутрь давать белковую воду, обволакивающие отвары. Делать клизмы из раствора хлорида натрия. На живот – пузырь со льдом.

12.Фенол – выпить 4-5 стаканов теплой воды и вызвать рвоту, затем выпить столько же розового раствора перманганата калия и снова вызвать рвоту. Третье промывание сделать 5% водным раствором этанола )объем не менее 1 литра).

13. Фторид натрия – дать известковую воду или 2% раствор хлорида кальция.

14. Соединения цинка – Вызвать рвоту, дать сырое яйцо в молоке.

15. Щавелевая кислота – вызвать рвоту. Дать известковую воду, касторовое масло.

16. Щелочи – выпить 4-5 стаканов теплой воды и вызвать рвоту, затем выпить столько же 2% водного раствора уксусной кислоты. После этого сделать два промывания чистой теплой водой.

***Отравления газами и парами***

Вывести пострадавшего на чистый воздух, облегчить условия дыхания (расстегнуть стесняющую одежду). В более серьезных случаях применяются специальные средства, так при отравлении:

1. Азотной кислотой (парами) – абсолютный покой. Дать 2 г. норсульфазола, сульфазола, сульфазина, полезно вдыхание кислорода. К приезду врача подготовить лобелин, камфару, 10% раствор хлорида кальция. Обеспечить стерилизацию кипящей водой.

2. Ацетоном – при потере сознания искусственное дыхание.

3. Аммиаком – вдыхание водяным паром с добавлением уксуса.

4. Бензолом – избегать охлаждения, покой, вдыхание кислорода.

5. Бромом – нюхать нашатырный спирт, промыть глаза, рот и нос 2% раствором гидрокарбоната натрия. Покой, вдыхание кислорода.

6. Иодом – вдыхать водяные пары с добавлением аммиака, глаза промыть 1% раствором гидросульфита.

7. Оксидом углерода – нюхать нашатырный спирт, не допускать охлаждения тела.

***Поражения электрическим током***

При поражении человека электрическим током, прежде всего, следует освободить пострадавшего от действия тока, что может быть достигнуто в зависимости от условий следующими путями:

1. Выключение тока (выключателем, рубильником или выдергивание вилки из розетки).

2. Перекусывание одиночных проводов (кусачками с изолированными ручками, топором с сухой рукояткой)

3. Отведением проводов от пострадавшего сухой палкой, стеклянной трубкой или другим предметом из непроводящего ток материала.

4. Отталкиванием пострадавшего от токоведущей части, беря его за сухую одежду.

Если после освобождения от тока пострадавший находится только в обморочном состоянии, то достаточно будет обеспечить пострадавшему доступ свежего воздуха и дать понюхать нашатырный спирт. После прихода в сознание немедленно обратиться к врачу. Если же деятельность сердца нарушена, то необходимо начать делать искусственное дыхание.

***Ожоги***

При воспламенении горючей жидкости на одежде работающего, необходимо немедленно погасить пламя, завернув пострадавшего в асбестовое или шерстяное одеяло.

При ожогах концентрированными растворами кислот, обожженное место промывают сильной струей воды в течении 2-3 минут, затем 2-3% раствором соды, после чего накладывают марлевую повязку, смоченную 1-2% раствором перманганата калия. При сильных ожогах после оказания первой помощи следует обратиться к врачу.

При ожогах концентрированными растворами щелочей, обожженное место промывают большим количеством воды, до тех пор пока кожа не перестанет казаться скользкой, затем 1-2% раствором борной или уксусной кислоты, после чего накладывают марлевую повязку, смоченную спиртовым раствором танина или 1-2% раствором перманганата калия.

При ожогах горячим металлом обожженное место смачивают раствором перманганата калия или спиртом, а затем смазывают мазью от ожогов.

При попадании кислоты, щелочи или других реактивов в глаза, их следует промыть большим количеством воды и немедленно отправить пострадавшего к врачу.

***Порезы***

Необходимо остановить кровотечение (жгут, пережатие сосуда, давящая повязка). Если рана загрязнена, грязь удаляется только вокруг, но ни в коем случае не из глубинных слоев раны. Кожу вокруг раны обеззараживают иодной настойкой или раствором бриллиантовой зелени и обращаются в медпункт. Если после наложения жгута кровотечение продолжается, на рану накладывают стерильный тампон, смоченный 3% раствором перекиси водорода, а затем стерильную салфетку и туго бинтуют.

***Ушибы***

Обеспечить покой поврежденному органу. На область ушиба накладывают давящую повязку и холод. Ушибленному органу обеспечивают возвышенное положение. При ушибах головы пострадавшему обеспечивают полный покой и вызывают «скорую помощь».

**Общие методические указания**

Для успешного выполнения лабораторной работы необходимо придерживаться определенной последовательности действий

***на подготовительном этапе:***

- используя конспекты и текст учебника, изучите тему или раздел, по которому предстоит выполнять лабораторную работу;

- особое внимание обратите на методику выполнения анализа, рисунки, иллюстрирующие лабораторное оборудование, приборы и аппаратуру данного метода анализа, а также законы, закономерности или формулы, содержащиеся в данном разделе;

- проанализируйте методы математической обработки результатов данного анализа или уравнения реакций, приведенные в тексте (при необходимости воспроизведите опорные понятия из ранее изученных разделов неорганической и органической химии);

- ответьте на вопросы в конце параграфа учебника, выполните упражнения, заданные вам на дом;

***на этапе выполнения лабораторной работы:***

- получите инструкционную карту с заданием, а также необходимый вспомогательный справочный материал у преподавателя;

- ответьте на контрольные вопросы при допуске (в случае возникновения затруднений еще раз обратитесь к конспектам);

- внимательно прочитайте все операции данного аналитического определения, распределите виды деятельности в своей группе и определите последовательность их выполнения, с учетом отводимого времени;

- получите у лаборанта необходимое оборудование и реактивы (столбец 2, инструкционная карта) и организуйте свое рабочее место с учетом правил техники безопасности;

- выполните анализ в соответствии с инструкционными указаниями и техническими требованиями, зафиксируйте результаты, оформите отчет, приведите в порядок рабочее место.

**Требования к оформлению отчета**

1. Тетрадь для лабораторных работ должна быть аккуратно оформлена (обложка, сетка, разборчивая надпись, поля).

2. Четкое выполнение записи работы (нумерация, наименование работы, цель).

3. Отчет о выполнении анализа ведется кратко, по определенному плану (столбец 3, инструкционная карта):

- запись названия опыта;

- описание действий;

- описание наблюдений;

- объяснение происходящих процессов;

- составление уравнений происходящих реакций с указанием условий их протекания и названий веществ;

- математическая обработка результатов анализа (количественный анализ), заключение.

4. Если опыт не записан, не переходить к следующему. Не следует вести записи на отдельных листах, так как это приводит к потере времени при ненужной переписке, а часто и к потере данных или результатов анализа.

5. После каждого опыта или в целом по выполненной работе должен быть сделан вывод (столбец 3, инструкционная карта).

6. В конце работы выполняются контрольные вопросы, в соответствии со своим вариантом.

7. Работа сдается в этот же день, либо, в крайнем случае, на следующий день.

**При оценке работы учитывается:**

- готовность студента к выполнению лабораторной работы (теоретическая подготовленность, наличие спец. одежды, тетради);

- степень самостоятельности при выполнении опытов;

- уровень сформированности практических умений и навыков при выполнении операций анализа;

- соблюдение правил техники безопасности при проведении операций анализа;

- рациональное распределение времени и обязанностей в группе;

- аккуратность оформления работы;

- последовательность, точность изложения, а также правильность математических расчетов, теоретических обоснований, обобщений и выводов;

- наличие грамотных и научных ответов на контрольные вопросы;

- уровень защиты лабораторной работы.

**Оценивание выполненной лабораторной работы происходит в соответствии со следующими показателями и критериями:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Объекты оценивания | Показатели | Критерии |
|
| **Знать:** |  |  |
| 1. Основные понятия и законы химии | Воспроизведение формулировок основных законов химии: Авогадро, постоянства состава вещества, сохранения массы веществ, действующих масс | Перечислено не менее четырех основных законов химии: закон Авогадро, постоянства состава вещества, сохранения массы веществ, действующих масс |
| Сформулированы точно основные законы химии: Авогадро, постоянства состава вещества, сохранения массы веществ, действующих масс |
| Описание физического смысла основных понятий химии: молярная масса, молярный объем, количество вещества | Описан физический смысл не менее трех основных понятий химии: молярная масса, молярный объем, количество вещества |
| Осознанно описан физический смысл основных понятий химии: молярная масса, молярный объем, количество вещества |
| Использование основных понятий и законов химии для решения расчетных задач | Использовано не менее трех химических формул и трех постоянных величин: молярный объем, число Авогадро для решения расчетных задач |
| Точно выбран алгоритм решения расчетных задач с использованием основных понятий и законов химии |
| 2. Теоретичес-кие основы органической, физической, коллоидной химии | Обоснование значения теоретических основ органической, физической, коллоидной химии для практической жизни и проф. деятельности | Приведены примеры не менее чем трех практических и лабораторных работ, доказывающих значимость теоретических основ органической, физической, коллоидной химии для практической жизни и проф. деятельности |
| Аргументировано обосновывает значение теоретических основ органической, физической, коллоидной химии для практической жизни и проф. деятельности |
| 3. Понятие химической кинетики и катализа | Воспроизведение понятия скорости химической реакции, автокатализа | Сформулировано точно понятие скорости химической реакции, автокатализа |
| Выявление факторов, влияющих на скорость химической реакции (в том числе и катализатора) | Перечислено не менее пяти факторов, влияющих на скорость химической реакции (в том числе и катализатора) |
| Аргументировано обосновывает влияние концентрации, температуры, давления, площади сопрокосновения и катализатора на скорость химической реакции |
| Выбор способа вычисления скорости химической реакции с использованием правила Вант-Гоффа, закона Гульдберга и Вааге | Воспроизведено не менее двух основных формул вычисления скорости химической реакции |
| Обосновано аргументирует соответствие способа вычисления скорости химической реакции правилу Вант-Гоффа или закону Гульдберга и Вааге |
| 4. Классифика-ция химических реакций и закономерности их протекания | Воспроизведение классификации химических реакций и закономерностей их протекания | Перечислено не менее шести признаков классификации химических реакций |
| Осознанно указаны различия типов реакций |
| Установление соответствия уравнений химических реакций их основным типам по нескольким признакам:  - по числу и составу реагирующих веществ: реакции соединения,  разложения, замещения, обмена;  - по изменению степеней окисления химических элементов образующихся веществ: окислительно-восстановительные реакции, реакции, идущие без изменения степеней окисления химических элементов;  - по тепловому эффекту:  экзотермические и эндотермические;  - по агрегатному состоянию реагирующих веществ: гетерогенные и  гомогенные реакции;  - по участию катализатора:  некаталитические и каталитические реакции;  - по направлению: необратимые и  обратимые реакции | Перечислено не менее 14-ти типов химических реакций |
| Аргументировано установлено соответствие типа химической реакции особенностям химической записи его уравнения |
| 5. Обратимые и необратимые химические реакции, химическое равновесие, смещение химического равновесия под действием различных факторов | Воспроизведение понятий обратимых и необратимых реакций, химического равновесия | Точно сформулированы понятия обратимых и необратимых реакций, химического равновесия |
| Выявление условий необратимости химических реакций и факторов, вызывающих сдвиг химического равновесия | Перечислено не менее трех условий необратимости химических реакций и трех основных факторов, вызывающих сдвиг химического равновесия |
| Осознанно сделан вывод о необратимости химических реакций и точно обоснован сдвиг химического равновесия при воздействии различных факторов: изменение температуры, концентрации веществ, давления |
| Применение математического выражения константы химического равновесия и принципа Ле-Шателье для определения направления химической реакции и математических расчетов | Направление химической реакции объяснено двумя способами |
| Обосновано проанализировано направление смещения химического равновесия под действием различных факторов для обратимых реакций и математически точно выполнены расчеты константы химического равновесия, а также исходных и равновесных концентраций веществ |
| 6. Окислительно-восстанови-тельные реакции, реакции ионного обмена | Воспроизведение понятий окислительно-восстановительных реакций и реакций ионного обмена | Точно сформулированы понятия: окислительно-восстановительные реакции, степень окисления, окислитель и восстановитель, реакции ионного обмена |
| Идентификация реакций ионного обмена и ОВР по химическим уравнениям | Выявлены четыре типа окислительно-востановительных реакций (реакции соединения, разложения, замещения, горения) и три типа практически осуществимых реакций ионного обмена (сопровождающихся образованием осадка, газа и малодиссоции-рующего вещества) |
| Аргументировано установлена связь между химическими уравнениями и типом реакции (ионного обмена и ОВР) |
| Выполнение действий по составлению уравнений окислительно-восстановительных реакций и реакций ионного обмена, а также по расчету зарядов ионов и степеней окисления элементов, нахождению окислителя и восстановителя в уравнении ОВР | Точно составлены уравнения ОВР с использованием метода ионно-электронного баланса,  уравнения реакций ионного обмена в молекулярной и ионной формах, математически точно рассчитаны заряды ионов и степени окисления элементов |
| 7. Гидролиз солей, диссоциацию электролитов в водных растворах, понятие о сильных и слабых электролитах | Анализ понятий: гидролиз солей, диссоциация электролитов в водных растворах, сильные и слабые электролиты | Названы четыре типа солей, определены три типа солей, подвергающихся гидролизу |
| Точно сформулированы понятия: гидролиз солей, электролитическая диссоциация, электролиты и неэлектролиты;  обосновано установлено соответствие формулы соли ее типу, а также типа соли возможности ее гидролиза; аргументировано проанализирована реакция среды в растворах гидролизующихся солей;  точно сделано сравнение сильных и слабых электролитов |
| Представление схем диссоциации электролитов в водных растворах, уравнений гидролиза солей, выполнение расчетов величин, характеризующих силу электролита | Схема диссоциации в водных растворах составлена в соответствии с классом электролита, уравнения гидролиза солей представлены в точном соответствии с алгоритмом (в молекулярной и ионной формах), математически точно выполнены вычисления степени и константы диссоциации, молярности раствора, концентрации ионов в растворах электролитов с использованием закона разбавления Оствальда и справочных данных |
| 8. Тепловой эффект химических реакций, термохимические уравнения | Классификация химических реакций по тепловому эффекту их термохимических уравнений | Названы два типа реакций по тепловому эффекту |
| Аргументировано определены экзотермические и эндотермические реакции в соответствии с их термохимическими уравнениями |
| Описание протекания химических процессов с использованием термодинамических величин | Точно установлено направление и скорость химических процессов в соответствии с тепловым эффектом химических реакций |
| 9. Характеристики различных классов органических веществ, входящих в состав сырья и готовой пищевой продукции | Идентификация классов органических веществ по их химическим формулам | Выявлено соответствие восьми основных классов органических веществ, входящих в состав сырья и готовой пищевой продукции, их химическим формулам |
| Обосновано определены классы органических веществ по их химическим формулам, указаны названия веществ в соответствии с правилами международной номенклатуры ИЮПАК |
| Описание свойств жиров, белков, углеводов, входящих в состав сырья и готовой пищевой продукции при помощи химических уравнений | Составлено не менее трех уравнений химических реакций для каждого класса органических веществ, входящих в состав сырья и готовой пищевой продукции |
| Даны аргументированные пояснения свойствам жиров, белков, углеводов, входящих в состав сырья и готовой пищевой продукции, отраженных в химических уравнениях |
| Идентификация органических веществ в составе пищевых продуктов при помощи качественных химических реакций | Названы все необходимые качественные реакции, позволяющие идентифицировать классы органических веществ в составе пищевых продуктов |
| Точно определено наличие органических веществ в составе сырья и готовой пищевой продукции при помощи качественных химических реакций в соответствии с методикой анализа |
| 10. Свойства растворов и коллоидных систем высокомолекулярных соединений | Определение реакции среды растворов | Математически точно произведены расчеты водородного и гидроксильного показателей среды растворов |
| Описание процессов коагуляции и синерезиса, происходящих в коллоидных растворах высокомолеку-лярных соединений | Полно и точно раскрыт физический смысл коагуляции и синерезиса, происходящих в коллоидных растворах высокомолекулярных соединений |
| 11. Дисперсные и коллоидные системы пищевых продуктов | Классификация дисперсных систем | Названо не менее двух подходов к классификации дисперсных систем, перечислены все типы дисперсных систем в составе указанной группы |
| Аргументировано характеризует особенности всех видов дисперсных систем по следующим признакам:  - по агрегатному состоянию дисперсионной среды и дисперсионной фазы;  - по величине частиц веществ, составляющих дисперсную фазу |
| Установление соответствия вида пищевого продукта типу дисперсной системы | Сопоставлены пять типов дисперсных систем по величине частиц веществ, составляющих дисперсную фазу и девять типов по агрегатному состоянию дисперсионной среды и дисперсионной фазы |
| Аргументировано приведены примеры пищевых продуктов, соответствующие различным типам дисперсных систем: эмульсиям, суспензиям, аэрозолям, золям, гелям, произведено сопоставление данных типов дисперсных систем с системами, различающимися по агрегатному состоянию дисперсионной среды и дисперсионной фазы |
| 12. Роль и характерис-тики поверх-ностных явлений в природных и технологических процессах | Оценивание характеристик поверхностных явлений с точки зрения их значимости и роли в природных и технологических процессах | Обоснованное приложение процессов поверхностного натяжения, преломления, отражения луча света, процессов адсорбции и десорбции к выполнению анализа качества пищевых продуктов |
| 13. Основы аналити-ческой химии | Обоснование значения теоретических основ аналити-ческой химии для практической жизни и профессиональной деятельности | Приведены примеры не менее чем трех практических и лабораторных работ, доказывающих значимость теоретических основ аналитической химии для практической жизни и проф. деятельности |
| Аргументировано обосновывает значение теоретических основ органической, физической, коллоидной химии для практической жизни и проф. деятельности |
| 14. Основные методы классического количественного и физико-химического анализа | Подразделение основных аналитических методов на методы классического количественного и физико-химического анализа | Названо две группы методов классического количественного анализа: гравиметрический и титриметрический и четыре - физико-химического анализа: фотометрический, рефрактометрический, потенциометрический и хроматографический |
| Обосновано выявлены различия между  основными методами классического количественного и физико-химического анализа |
| Анализ характерных особенностей основных методов классического количественного и физико-химического анализа | Точно и полно воспроизведена последовательность действий и их описание при определении качества пищевых продуктов методами химического и физико-химического количественного анализа, аргументировано произведен отбор необходимого оборудования, химической посуды и реактивов |
| Обоснование выбора определенного метода классического количественного и физико-химического анализа при определении качества пищевых продуктов | Аргументировано установлено соответствие определенного метода или группы методов анализируемым характеристикам пищевого сырья, полуфабрикатов и готовых изделий или требованиям ГОСТ |
| 15. Назначение и правила использова-ния лаборатор-ного оборудования и аппаратуры | Перечисление и описание назначения химической посуды, лабораторного оборудования и приборов, используемых при выполнении лабораторных работ | Обосновано произведен выбор химической посуды, лабораторного оборудования и приборов, в соответствии с их назначением и конкретной методикой анализа, определяемой требованиями ГОСТ |
| Объяснение правил использования химической посуды, лабораторного оборудования и приборов, используемых при выполнении лабораторных работ | Продемонстрировано использование химической посуды, лабораторного оборудования и приборов в соответствии с ГОСТ, правилами техники безопасности, методикой выполняемого анализа, правилами эксплуатации приборов;  точно описан и продемонстрирован принцип действия используемых приборов: фотоэлектроколориметра КФК-2, рефрактометра ИРФ–454Б–2М, рН-метра рН – 150М |
| 16. Методы и технику выполнения химических анализов | Владение методами и техникой выполнения химических анализов | Продемонстрировано владение в соответствии с требованиями ГОСТ и правилами техники безопасности методикой взвешивания на технических и аналитических весах, измерения объемов при помощи мерных цилиндров, мерных колб, мерных пипеток, бюретки; приготовление рабочих и установочных растворов заданной концентрации из навески, стандарт-титра, разбавлением более концентрированных растворов; отбор проб для анализа; подготовка бюретки и конических колб для титрования; владение методикой прямого титрования; владение методикой высушивания и прокаливания проб, охлаждения в эксикаторе, при проведении анализа гравиметрическим методом; выполнение измерений с использованием хроматографической колонки, приборов: фотоэлектроколориметра КФК-2, рефрактометра ИРФ–454Б–2М, рН-метра рН – 150М |
| 17. Приемы безопасной работы в химической лаборатории | Выполнение всех видов работ в химической лаборатории с соблюдением правил техники безопасности | Использована спец. одежда при работе в химической лаборатории; безопасно включены в сеть и своевременно выключены электрические приборы: фотоэлектроколориметр КФК-2, рефрактометр УРЛ-1, рН-метр рН – 150М; установлен необходимый температурный режим сушильного шкафа и муфельной печи в соответствии с методикой выполнения анализа; использованы тигельные щипцы при помещении химической посуды в сушильный шкаф и муфельную печь; выполнено безопасное нагревание веществ или их смесей при помощи спиртовки или водяной бани; соблюдена определенная последовательность действий при работе с техническими и аналитическими весами, эксикатором, установкой для титрования; реактивы использованы в строго определенных объемах, продемонстрировано владение навыками безопасной работы с химическими веществами, керамической и стеклянной посудой; выполнено безопасное разбавление концентрированных растворов (в том числе кислот и щелочей), использован вытяжной шкаф при работе с летучими химическими веществами |
| **Уметь:** |  |  |
| 18. Применять основные законы химии для решения задач в области профессиона-льной деятельности | Использование основных законов химии в следующих областях профессиональной деятельности: организация и ведение технологических процессов производства хлеба, хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий | Выполнены и проанализированы в полном объеме лабораторные работы профессиональной направленности, моделирующие решение практических задач в области профессиональной деятельности с применением основных законов химии |
| Аргументировано сделаны выводы и разработаны рекомендации по организации и ведению технологических процессов производства хлеба, хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий в соответствии с основными закономерностями химических процессов |
| 19. Использовать свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса | Выбор качественных сырьевых материалов для оптимизации технологического процесса производства пищевых продуктов на основе анализа особенностей и свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем | Продемонстрирован анализ свойств и качества сырьевых материалов согласно их характерным особенностям, назначению и технологии производства, в соответствии с требованиями ГОСТ |
| Коррекция условий хранения и этапов технологического процесса в соответствии с реальными свойствами имеющегося сырья | Разработаны конкретные рекомендации по коррекции условий хранения и этапов технологического процесса в соответствии с требованиями ГОСТ |
| 20. Описывать уравнениями химических реакций процессы, лежащие в основе производства продовольственных продуктов | Составление уравнений химических реакций различных типов лежащих в основе процесса производства продовольственных продуктов, в соответствии с законами стехиометрии | Соблюдение требований к записи уравнений химических реакций 14 различных типов, классифицируемых по шести признакам |
| При описании процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов  выполнено составление уравнений химических реакций различных типов в соответствии с законами стехиометрии и их классификацией |
| 21. Проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций | Вычисление количества вещества, массы и молярной массы веществ, объема и молярного объема газообразных веществ, числа частиц вещества с использованием химических формул | Использовано не менее трех химических формул и трех постоянных величин: молярная масса вещества, молярный объем, число Авогадро для решения расчетных задач |
| Математически точно выполнено решение расчетных задач с использованием химических формул |
| Выполнение вычислений по химическим уравнениям | Продемонстрировано применение одного их двух алгоритмов решения расчетных задач: методом математической пропорции или алгебраическим методом |
| Математически точно произведены расчеты массы или объема вещества по химическим уравнениям в соответствии с выбранным алгоритмом |
| 22. Использовать лабораторную посуду и оборудование | Выбор и применение химической посуды, оборудования и приборов в соответствии с методикой выполнения лабораторных работ, требованиями ГОСТ | Аргументировано произведен отбор всей необходимой химической посуды, оборудования и приборов в соответствии с методикой выполнения лабораторных работ и требованиями ГОСТ |
| Продемонстрировано применение химической посуды, оборудования и приборов в соответствии с поставленной задачей, методикой выполнения лабораторных работ и требованиями ГОСТ |
| 23. Выбирать метод и ход химического анализа, подбирать реактивы и аппаратуру | Владение основными методами качественного и количественного анализа | Выполнены и проанализированы в полном объеме лабораторные работы, моделирующие методы и этапы химического анализа с использованием необходимых реактивов и аппаратуры |
| Продемонстрирован анализ качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции несколькими методами в соответствии с поставленными целями |
| Поиск и выявление наиболее рационального метода титриметрического, гравиметрического, фотометрического, рефрактометрического, потенциометрического и хроматографического анализа | Аргументировано продемонстрирован ход наиболее рационального метода химического анализа, применение набора реактивов и аппаратуры, выбранных в соответствии с требованиями ГОСТ и конкретными целями исследования характеристик пищевого сырья, полуфабрикатов и готовой продукции |
| 24. Проводить качественные реакции на неорганические вещества и ионы, отдельные классы органических веществ | Выбор группового и специфического реагентов для идентификации ионов неорганических веществ или отдельных классов органических веществ | Выявлены и применены групповые и специфические реагенты для анионов трех аналитических групп и катионов шести аналитических групп, продемонстрировано выполнение не менее двух качественных реакций для каждого класса органических веществ |
| Точно установлено соответствие отдельных ионов их аналитическим группам, аргументировано осуществлен подбор качественных реакций для каждого катиона и аниона, органических веществ каждого класса |
| Владение методикой качественного полумикро- и микроанализа неорганических веществ и ионов, отдельных классов органических веществ | Выполнена идентификация катионов и анионов при помощи одной групповой и одной специфической реакции, продемонстрировано определение отдельных органических веществ в составе пищевых продуктов при помощи двух качественных реакций |
| Продемонстрирована идентификация ионов неорганических веществ и отдельных классов органических веществ в соответствии с методикой дробного и систематического качественного полумикро- и микроанализа и правилами техники безопасности |
| 25. Выполнять количественные расчеты состава вещества по результатам измерений | Вычисление массовой доли элементов, растворенного вещества или компонента смеси, молярности, нормальности и титра растворов (в том числе, с использованием закона эквивалентов) | Произведен количественный расчет массовой доли элементов, растворенного вещества или компонента смеси, молярности, нормальности и титра растворов (в том числе, с использованием закона эквивалентов) в соответствии с выбранным алгоритмом математической обработки результатов анализа для определения качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, а также для коррекции технологических процессов при производстве хлеба, кондитерских и макаронных изделий |
|  | Установление соответствия результатов анализа требованиям ГОСТ | Проанализировано качество сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, с точки зрения соответствия его характеристик требованиям ГОСТ |
| 26. Соблюдать правила техники безопасности при работе в химической лаборатории | Выполнение всех видов работ в химической лаборатории с соблюдением правил техники безопасности | Использована спец. одежда при работе в химической лаборатории; безопасно включены в сеть и своевременно выключены электрические приборы: фотоэлектроколориметр КФК-2, рефрактометр УРЛ-1, рН-метр рН – 150М; установлен необходимый температурный режим сушильного шкафа и муфельной печи в соответствии с методикой выполнения анализа; использованы тигельные щипцы при помещении химической посуды в сушильный шкаф и муфельную печь; выполнено безопасное нагревание веществ или их смесей при помощи спиртовки или водяной бани; соблюдена определенная последовательность действий при работе с техническими и аналитическими весами, эксикатором, установкой для титрования; реактивы использованы в строго определенных объемах, продемонстрировано владение навыками безопасной работы с химическими веществами, керамической и стеклянной посудой; выполнено безопасное разбавление концентрированных растворов (в том числе кислот и щелочей), использован вытяжной шкаф при работе с летучими химическими веществами |

**Критерии оценивания:**

**«Отлично»** - содержание ответов на контрольные вопросы при допуске и письменных ответов на теоретические вопросы, приведенных в отчете при защите лабораторной работы, представляет собой связный, логически последовательный рассказ (описание), в котором используются все необходимые понятия по данному вопросу, раскрывается сущность описываемых процессов; отчет сопровождается правильной записью химических формул и уравнений; аргументировано сделаны выводы и разработаны рекомендации по организации и ведению технологических процессов производства хлеба, хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий в соответствии с основными закономерностями химических процессов; степень раскрытия понятий соответствует глубокому и полному овладению содержанием учебной дисциплины в пределах программы;

- практическая часть повышенного уровня сложности выполнена самостоятельно; включает план выполнения опыта или решения расчетной задачи, запись формул и названий веществ, участвующих в реакции, уравнений химических реакций и условий их протекания; анализ выполнен в соответствии с правилами техники безопасности и методикой, предусмотренной ГОСТ, расчеты результатов анализа выполнены математически точно.

**«Хорошо»** - содержание ответов на контрольные вопросы при допуске и письменные ответы на теоретические вопросы, приведенные в отчете при защите лабораторной работы, такого же уровня, но присутствует некоторая неполнота знаний; отсутствуют некоторые несущественные элементы содержания; раскрыты все понятия, составляющие основу содержания вопроса, но при их объяснении допущены неточности или незначительные ошибки, которые свидетельствуют о недостаточном уровне овладения отдельными умениями (ошибки при составлении формул и химических уравнений, которые могут быть исправлены студентом при незначительной помощи преподавателя);

- в практической части повышенного уровня сложности использован правильный алгоритм выполнения химического эксперимента (решения задачи), но при этом допущены незначительные погрешности при подготовке и проведении анализа, вычисления по итогам работы выполнены с недостаточной степенью точности, но не повлиявшие на результат значительно.

**«Удовлетворительно»** - знание учебного материала в пределах программы. Ответ говорит о том, что студент изучил и осмыслил основные теоретические понятия, может выделить главное, однако, допускает ошибки, которые свидетельствуют о недостаточно глубоком усвоении материала. В изложении отсутствуют некоторые понятия, которые необходимы для раскрытия сущности описываемого явления или процесса, нарушена логика изложения;

- выполнена практическая часть базового уровня сложности, допущены ошибки в методике выполнения анализа.

**«Неудовлетворительно»**  - в ответах на контрольные вопросы при допуске и письменных ответах на теоретические вопросы, приведенных в отчете при защите лабораторной работы, практически отсутствуют понятия, которые необходимы для раскрытия его содержания, излагаются лишь отдельные факты;

- не решена расчетная задача или не выполнено практическое задание базового уровня сложности, отсутствуют записи химических формул и уравнений реакций с предложенными веществами. Студент демонстрирует отсутствие навыков и умений по выполнению анализа, математической обработке его результатов, отсутствуют выводы и заключения. Это уровень, на котором невозможно строить профессиональную деятельность.

**Образец оформления лабораторной работы**

Лабораторная работа 4

**Тема:** «Качественные реакции отдельных ионов»

**Наименование работы:** «Аналитические реакции некоторых катионов s- и d- элементов (II – III аналитическая группа)»

**Цель:** научиться определять по групповым и характерным реакциям наличие катионов II и III аналитической группы

**Формируемые компетенции:** ОК 1 – 9; ПК 1.2., 2.1.,3.1.,4.1.

**Опыт 1. Аналитические реакции катионов II группы. Аналитические реакции катиона серебра Ag+**

***Ag+ - бесцветный катион***

**а) реакция с соляной кислотой**

К раствору нитрата серебра добавляю раствор соляной кислоты. Наблюдаю образование белого творожистого осадка хлорида серебра:

AgNO3 + HCl 🡪 AgCl↓ + HNO3

Нагреваю полученный осадок. При нагревании он не растворяется.

**б) реакция с гидроксидом натрия**

К раствору нитрата серебра добавляю раствор гидроксида натрия. Наблюдаю образование бурого осадка оксида серебра:

AgNO3 + NaOH 🡪 AgOH↓ + NaNO3

2AgOH 🡪 Ag2O↓ + H2O

**Опыт 2. Аналитические реакции катиона свинца Рb2+**

***Рb2+ - бесцветный катион***

**а) реакция с соляной кислотой**

К раствору ацетата свинца добавляю раствор соляной кислоты. Наблюдаю образование белого творожистого осадка хлорида свинца:

Pb(CH3COO)2 + 2HCl 🡪 PbCl2↓ + 2CH3COOH

Нагреваю полученный осадок. При нагревании он растворяется.

**б) реакция с гидроксидом натрия**

К раствору ацетата свинца добавляю раствор гидроксида натрия. Наблюдаю образование белого аморфного осадка гидроксида свинца:

Pb(CH3COO)2 + 2 NaOH 🡪 Pb(ОН)2↓ + 2CH3COONa

Разделим полученный осадок на две пробирки. К одной части осадка добавляю раствор азотной кислоты, а ко второй – избыток щелочи. Осадок растворяется в обоих случаях.

Pb(ОН)2↓ + HNO3 🡪 Pb(NO3)2 + H2O

Pb(ОН)2↓ + NaOH 🡪 Na2PbO2 + H2O

***Вывод:***

1. Групповым реагентом для катионов второй группы является соляная кислота, т.к. все катионы данной группы образуют с соляной кислотой осадки, сходные по внешним признакам.

2. Катионы Ag+ и Pb2+ можно различить при помощи специфичных (характерных) реакций, например, с раствором гидроксида натрия, т.к. катионы данной группы образуют с данным реактивом различные по цвету осадки.

3. Одинаковые по внешнему виду садки AgCl и PbCl2 отличаются своими свойствами: при нагревании растворяется только PbCl2↓, кроме того, данный осадок является амфотерным, т.к. реагирует и с кислотой и с избытком щелочи.

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

В раствор, содержащий катионы ртути и катионы свинца, постепенно прилили раствор соляной кислоты. Какой из осадков выпадет в первую очередь? Ответ обосновать.

Для установления очередности выпадения осадков воспользуемся таблицей значений произведения растворимости. Чем меньше значение ПР, тем быстрее вещество выпадает в осадок:

Hg2+ + 2Cl- 🡪 HgCl2↓ ПР1 = 1,3 ∙ 10-18

Pb2+ + 2Cl- 🡪 PbCl2↓ ПР2 = 1,6 ∙ 10-5

ПР1< ПР2, значит осадок хлорида ртути выпадет раньше, чем осадок хлорида свинца.

**Раздел 1. Теоретические основы аналитической, органической, физической и коллоидной химии**

**Тема 1.1.** Классификация химических реакций и закономерности их протекания

**Скорость химической реакции**

Одной из важнейших характеристик химической реакции является ее скорость. Одни реакции протекают быстро (секунды и доли секунды), другие – медленно.

BaCl2 + H2SO4 🡪 BaSO4↓ + 2HCl - идет очень быстро

Na2S2O3 + H2SO4 🡪 S↓ + Na2SO4 + SO2 + H2O - протекает медленно

***Под скоростью химической реакции понимают изменение концентрации одного из реагирующих веществ в единицу времени:***

∆С

υ = —— [моль/л∙с]

∆*t*

Химическая реакция протекает только при столкновении молекул или ионов реагирующих веществ. Чем больше таких столкновений происходит, тем выше скорость реакции. Как можно ускорить реакцию?

**Факторы, влияющие на скорость химической реакции:**

***1. Природа реагирующих веществ.*** Чем более активными являются молекулы, тем быстрее они вступают во взаимодействие.

***2. Присутствие катализатора.*** Катализатор – это вещество, которое ускоряет химическую реакцию, само при этом не изменяется ни качественно, ни количественно. (Ингибитор – вещество, замедляющее химическую реакцию).

***3. Температура.***

С повышением температуры движение молекул ускоряется, а значит, увеличивается и число столкновений между ними – скорость реакции возрастает.

Согласно **правилу Вант-Гоффа:**

***при повышении температуры на каждые 100С, скорость химической реакции увеличивается в 2 – 4 раза.*** *Эта величина называется* ***температурным коэффициентом данной реакции и обозначается***  **γ** *(гамма).*

υ2 = υ1 ∙ γ t2 – t1/10

где υ2 и υ1 - скорости реакций соответственно при конечной t2 и начальной t1 температурах, а γ – температурный коэффициент скорости реакции.

***4. Концентрации реагирующих веществ.***

Чем больше концентрация реагирующих веществ, тем выше скорость реакции, т.к. увеличивается число столкновений между молекулами.

К. Гульдбергом и П. Ваге был сформулирован закон, который носит название

**закон действующих масс:**

***скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях, равных их коэффициентам в уравнении реакции.***

Для любой реакции: 2А + В = А2В: закон действующих масс можно выразить математическим уравнением:

υ = k ∙ [A]2 ∙ [B],

где [A] и [B] – концентрации веществ А и В (моль/л), k – коэффициент пропорциональности или константа скорости реакции.

Физический смысл k – она численно равна скорости данной реакции в стандартных условиях (t = 250С, Р = 1атм, а концентрации реагирующих веществ равны 1моль/л). Для каждой реакции при данной температуре константа скорости есть величина постоянная, поэтому с помощью значения k можно сравнивать скорости различных реакций: чем больше значение k, тем быстрее реагируют исходные вещества. В выражение закона действующих масс входят концентрации только жидких или газообразных веществ.

**Химическое равновесие**

Большинство химических реакций практически не идет до конца, так как полученные продукты реакции взаимодействуют друг с другом с образованием исходных веществ.

В момент, когда скорости прямой и обратной реакции станут равными, наступает химическое равновесие.

***Состояние системы, при котором скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции, называется химическим равновесием.***

υ1 = υ2,

Данное состояние системы характеризуется величиной называемой константой химического равновесия. В общем виде, для любой обратимой реакции:

aА + bВ ↔ сС + dD

выражение для константы равновесия имеет вид:

[C]c ∙ [D]d

К = —————

[A]a ∙ [B]b

Величину ***К*** называют ***константой химического равновесия***.

Полученное уравнение выражает **закон действующих масс для химического равновесия.** Этот закон формулируется следующим образом:

***при обратимых реакциях химическое равновесие наступает тогда, когда отношение произведения концентраций продуктов реакции к произведению концентраций исходных веществ становится равным некоторой постоянной величине, называющейся константой химического равновесия.***

В выражение константы равновесия входят концентрации только жидких или газообразных веществ.

Физический смысл ***К*** состоит в том, что она показывает, во сколько раз прямая реакция идет быстрее обратной (концентрации всех веществ при этом, должны быть равны 1 моль/л).

**Факторы, вызывающие сдвиг химического равновесия:**

***1. Изменение концентрации веществ***

Если мы увеличим концентрацию исходных веществ, то тем самым, ускорим прямую реакцию, а значит, равновесие сместится вправо (в сторону образования продуктов). Увеличение концентрации продуктов реакции вызывает смещение равновесия влево (в сторону исходных веществ).

***2. Изменение температуры***

При повышении температуры равновесие смещается в сторону эндотермической реакции, при понижении температуры равновесие смещается в сторону экзотермической реакции.

***3. Изменение давления*** может нарушить равновесие системы при условии, если в реакции участвуют газы, причем при увеличении давления равновесие смещается в сторону образования меньшего количества газообразных веществ. При уменьшении давления равновесие смещается в сторону образования большего количества газообразных веществ.

Катализаторы не смещают химическое равновесие, так как они ускоряют прямую и обратную реакции в равной степени.

Изучение этих закономерностей позволило Ле-Шателье сформулировать следующее правило, которое так и называется

**принцип Ле-Шателье:**

***если на систему, находящуюся в состоянии равновесия, оказать какое-либо воздействие, то в результате протекающих в ней процессов, равновесие сместится в таком направлении, что оказанное воздействие уменьшится.***

Смещение химического равновесия используют как в химико-аналитической практике, так и в производственных процессах для увеличения выхода продукции. Закон действующих масс имеет большое значение для качественного анализа, т.к. большая часть аналитических реакций является обратимыми и необходимо знать, как увеличить их внешний эффект, т.е. смещать равновесие в нужном направлении.

**Перечень лабораторных работ по разделу:**

1. Факторы, влияющие на скорость химической реакции.

2. Условия смещения химического равновесия.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 1

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Классификация химических реакций и закономерности их протекания»

**Наименование работы:** «Факторы, влияющие на скорость химической реакции»

**Цель:** опытным путем установить зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ, их природы, температуры, катализатора и поверхности соприкосновения реагирующих веществ.

**Приобретаемые навыки и умения:** экономичное расходование реактивов; применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов, уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования с соблюдением правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК 1 – 9; ПК 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература:** Габриелян О.С. Химия (11 класс). - М.: Дрофа, 2012.

Габриелян О.С. Контрольные и проверочные работы по химии к

учебнику О.С. Габриелян «Химия. 11». - М.: Дрофа, 2014.

Глинка Н.Л. Общая химия. - С.П.: Химия, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. - М.:

Интеграл-Пресс, 2014.

Демина О.В. Методические указания к лабораторным работам по

общей химии. - Красноярск: КГАУ, 1998.

Хомченко Г.П. Практикум по общей и неорганической химии. –

М.: Высшая школа, 2011.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Дайте определение понятия «скорость химической реакции», каковы единицы измерения данной величины?

2. Какие факторы влияют на скорость химической реакции?

3. Сформулируйте правило Вант-Гоффа. Какую зависимость оно отражает?

4. Что называют температурным коэффициентом?

5. Сформулируйте закон действующих масс. Каковы особенности математической записи данного закона для гетерогенных реакций?

6. Разъясните, как влияет на скорость реакции природа реагирующих веществ?

7. Что такое катализатор? Ингибитор?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания и тех. требования** |
| 1 | **Опыт 1. Зависимость скорости химической реакции от концентрации**  ***а)*** *взаимодействие тиосульфата натрия с серной кислотой*  В результате реакции между тиосульфатом натрия и серной кислотой образуется сера, выделяющаяся в виде мелкокристаллического осадка:  Na2S2O3 + H2SO4 = S↓ + Na2SO4 + SO2 + H2O  Приготовьте три чистые пробирки. В первую пробирку налейте 1мл раствора тиосульфата натрия,  во вторую – 1/2мл Na2S2O3 + 1/2мл Н2О  в третью – 1/3 мл Na2S2O3 + 2/3мл H2O  В первую пробирку добавьте 1мл серной кислоты и замерьте время до появления едва заметного помутнения смеси.  Данные запишите в таблицу.  Проделайте аналогичные опыты во всех остальных пробирках. Полученные результаты занесите в таблицу.  Сравните время протекания данной реакции в растворах разной концентрации.   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | № пробирки | VH2SO4 (мл) | Относительная концентрация  Na2S2O3 | Время (с) | | 1 | 1 | 1 |  | | 2 | 1 | 1/2 |  | | 3 | 1 | 1/3 |  |   **Опыт 2. Влияние катализатора и ингибитора на скорость реакции**  ***а)*** *разложение пероксида водорода*  Рассмотрите пероксид водорода, находящийся в пробирке. Видны ли признаки разложения данного вещества в обычных условиях? Добавьте в пробирку немного оксида марганца (IV). Что наблюдаете?  ***б)*** *взаимодействие железа с серной кислотой*  В двух пробирках проведите параллельно два испытания.  В первую пробирку налейте 1мл раствора серной кислоты, добавьте 1-2 капли раствора гексацианоферрата калия K3[Fe(CN)6] и поместите железную проволоку. Что наблюдаете?  Во вторую пробирку налейте 1 мл раствора серной кислоты, добавьте 1-2 капли раствора гексацианоферрата калия (K3[Fe(CN)6]), две капли ингибитора - бихромата калия (K2Cr2O7) и поместите железную проволоку. Что наблюдаете?    **Опыт 3. Влияние поверхности соприкосновения реагирующих веществ на скорость химической реакции**  В две пробирки налейте по 1мл раствора серной кислоты. Подберите два одинаковых по размеру кусочка мела (со спичечную головку). Один кусочек измельчите. По очереди внесите мел в пробирки с кислотой. Замерьте время течения реакции в каждом случае – до момента прекращения выделения газа.  **Опыт 4. Влияние температуры на скорость реакции**  В пробирку поместите порошок оксида меди (II) и прилейте 5 – 6 капель раствора серной кислоты. Видны ли признаки реакции? Нагрейте пробирку в пламени спиртовки. По интенсивности изменения окраски раствора установите, как влияет температура на скорость химической реакции. | Штатив с пробирками; стаканчик с водой; растворы: серная кислота, тиосульфат натрия  Штатив с пробирками; оксид марганца(IV);  растворы: пероксид водорода;  железная проволока,  растворы: серная кислота, гексациано-феррат калия, бихромат калия.  Штатив с пробирками; карбонат кальция; раствор серной кислоты.  Штатив с пробирками; спиртовка; спички; раствор серной кислоты; оксид меди(II) | **Осторожная работа с кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться с инструкцион. картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите наблюдения, составьте уравнение реакции, заполните таблицу,  сделайте общий вывод о зависимости скорости реакции от концентрации веществ.  Опишите наблюдения, составьте уравнения реакций,  сделайте общий вывод о зависимости скорости реакции от катализатора и ингибитора  Опишите наблюдения, составьте уравнение реакции,  сделайте вывод    Опишите наблюдения, составьте уравнение реакции,  сделайте вывод |
| 2  3  4 |

**Контрольные вопросы:**

**В-1**

1. Что называется скоростью химической реакции, каковы единицы ее измерения?

\*2. Какую зависимость выражает закон действующих масс Гульдберга и Вааге? Сформулируйте его и сделайте математическую запись закона для реакции окисления оксида серы (IV) в оксид серы (VI). Как изменится скорость данной реакции, если увеличить давление в системе в 2 раза;

**В-2**

1. Что такое константа скорости химической реакции? Каков ее физический смысл, в каких единицах она измеряется?

\*2. Почему при повышении температуры происходит ускорение химической реакции? Во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры от 200С до 800С? Температурный коэффициент равен двум.

**В-3**

1.Дайте понятие катализатора и ингибитора. Какие еще факторы помогают изменить скорость химической реакции?

\*2. Окисление аммиака идет по уравнению: 4NH3 + 5O2 = 4NO + 6H2O

Как изменится скорость этой реакции, если концентрация аммиака увеличится в три раза, а концентрация кислорода уменьшится в два раза? Какой закон вы использовали для решения данной задачи? Сформулируйте его.

**В-4**

1. Объясните зависимость скорости химической реакции от природы реагирующих веществ, приведите примеры.

\*2. Чему равен температурный коэффициент, если при повышении температуры на 300С скорость реакции возросла в 64 раза? Какое правило вы использовали для решения данной задачи? Сформулируйте его.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 2

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Классификация химических реакций и закономерности их протекания»

**Наименование работы:** «Условия смещения химического равновесия»

**Цель:** опытным путем установить влияние концентрации реагирующих веществ, температуры и рН-среды на смещение химического равновесия обратимых реакций.

**Приобретаемые навыки и умения:** экономичное расходование реактивов; применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов, уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования с соблюдением правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК 1 – 9; ПК 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература:** Габриелян О.С. Химия (11 класс). - М.: Дрофа, 2012.

Габриелян О.С. Контрольные и проверочные работы по химии к

учебнику О.С. Габриелян «Химия. 11». - М.: Дрофа, 2014.

Глинка Н.Л. Общая химия. - С.П.: Химия, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. - М.:

Интеграл-Пресс, 2014.

Демина О.В. Методические указания к лабораторным работам по

общей химии. - Красноярск: КГАУ, 1998.

Хомченко Г.П. Практикум по общей и неорганической химии. –

М.: Высшая школа, 2011.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какое состояние системы называется состоянием химического равновесия? Для каких реакций оно характерно?

2. Какая величина математически описывает состояние равновесия?

3. Какие воздействия на систему могут вызвать сдвиг химического равновесия?

4. Сформулируйте принцип Ле-Шателье.

5. Охарактеризуйте смещение равновесия при изменении концентрации веществ, температуры и давления.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания и тех. требования** |
| 1 | **Опыт 1. Влияние изменения концентрации реагирующих веществ на химическое равновесие**  Смещение равновесия при изменении концентрации рассмотрим на примере обратимой реакции:  FeCl3 + 3KCNS = Fe(CNS)3 + 3KCl  бурый бесцветный красный бесцветный  Из веществ этой реакции только роданид железа окрашен в красный цвет. Поэтому всякое изменение его концентрации сказывается на интенсивности изменения окраски раствора. Это позволяет наблюдать, в каком направлении смещается равновесие при изменении концентрации реагирующих веществ.  Смешайте в пробирке 1 мл раствора хлорида железа (III) и 1 мл раствора роданида калия. Разлейте полученную смесь в четыре пробирки.  К первой пробирке прилейте несколько капель насыщенного раствора хлорида железа (III),  во вторую – несколько капель насыщенного раствора роданида калия, в третью – поместите кристаллы хлорида калия. Сравните окраску растворов в трех пробирках с окраской исходного раствора в четвертой пробирке.  По изменению интенсивности окраски определите, как изменилась концентрация роданида железа (III) и как сместилось равновесие в каждой из трех пробирок?   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Добавлен-ный  раствор | Изменение  интенсив-ности  окраски | Изменение концентрации компонентов:  (увеличение, уменьшение) | | | | Направле-ние  смещения  равнове-сия | | FeCl3 | KCNS | KCl | Fe(CNS)3 |   **Опыт 2. Смещение химического равновесия при изменении среды раствора (кислой или щелочной)**  В две пробирки налейте по 1 мл раствора бихромата калия, в другие две – по 1 мл раствора хромата калия. Отличаются ли они по цвету?  В одну из пробирок с раствором бихромата калия, K2Cr2O7 , прилейте 0,5 мл раствора гидроксида калия. Вторая пробирка служит для сравнения. Заметна ли разница в окраске?  В одну из пробирок с раствором хромата калия, K2CrO4, прилейте 0,5 мл раствора серной кислоты. Как изменился цвет раствора?  K2Cr2O7 + KOH = K2CrO4 +H2O  K2CrO4 + H2SO4 = K2Cr2O7 + K2SO4 + H2O  Объясните смещение равновесия:  Н+  CrO42- ↔ Cr2O72-  OH-  **Опыт 3. Влияние температуры на химическое равновесие**  При действии иода на крахмал образуется непрочное соединение сложного состава (иодокрахмал), окрашенное в синий цвет. Реакция экзотермическая и равновесие ее условно можно представить схемой:    иод + крахмал ↔ иодокрахмал + Q  В пробирку налейте 1 мл раствора крахмала и добавьте 1-2 капли раствора иода. Что наблюдаете? Нагрейте пробирку. Что наблюдаете? Затем охладите пробирку в стаканчике с водой. Что наблюдаете? | Штатив с пробирками; растворы:  хлорид железа(III) насыщен. и разбавлен; роданид калия насыщ. и разбавлен.;  хлорид калия  кристалл.  Штатив с пробирками; растворы:  бихромат калия, хромат калия, гидроксид калия, серная кислота  Штатив с пробирками; стаканчик с водой; спиртовка, спички; держатель;  растворы: иод, крахмал | Ознакомиться с инструкцион. картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчет  Опишите наблюдения, составьте уравнение реакции,  объясните наблюдаемое явление на основе принципа Ле-Шателье. Результаты опытов запишите в таблицу  Опишите наблюдения, составьте уравнения реакций в молекулярной, полной и сокращенной ионной формах  Объясните наблюдаемое явление  Сформулируйте общий вывод |
| 2  3 |

**Контрольные вопросы:**

**В-1**

1. Сформулируйте понятие обратимых и необратимых реакций. Дайте понятие химического равновесия.

\*2. Определите, в каком направлении сместится равновесие системы при

повышении температуры, увеличении концентрации водорода или хлора в следующих реакциях:

а) N2 + 3H2 ↔ 2NH3 – 82,4 кДж б) 4HCl + O2 ↔ 2H2O + 2Cl2 + 112,0 кДж

Запишите выражения констант равновесия для данных реакций.

**В-2**

1. Дайте понятие гомогенных и гетерогенных реакций. Каковы особенности

математической записи константы равновесия для гетерогенных реакций?

\*2. Равновесие системы: 2SO2 + O2 ↔ 2SO3

установилось, когда концентрации компонентов были:

[SO2] = 0,6 моль./л. [O2] = 0,24 моль/.л. [SO3] = 0,21 моль./л. Вычислите константу равновесия этой реакции. Определите, в каком направлении сместится равновесие системы, если концентрацию SO2 увеличить в три раза? Скорость какой реакции (прямой или обратной) при этом возрастет и во сколько раз?

**В-3**

1.Сформулируйте принцип Ле-Шателье. Каковы особенности смещения химического равновесия системы при повышении давления путем ее сжатия?

\*2. Запишите выражения констант равновесия для следующих обратимых реакций:

а)2NaCl(p) + K2SO4(p) ↔ 2KCl(p) + Na2SO4(p) + Q

б) C(т) + 2H2 ↔ CH4 - Q

Определите, в каком направлении сместится равновесие в данных системах при

повышении давления, увеличении концентрации хлорида натрия и метана?

**В-4**

1. Выведите выражение константы равновесия для обратимой реакции:

xX + yY ↔ nN + mM

Какие факторы могут вызвать сдвиг химического равновесия?

\*2. Химическое равновесие в системе: Н2 + Cl2 ↔ 2HCl

установилось при следующих концентрациях:

[H2] = 0,03 моль/л, [Cl2] = 0,025 моль/л, [HCl] = 0,046 моль/л.

Вычислите константу равновесия этой реакции. Определите, в каком направлении сместится равновесие этой системы, если концентрацию хлороводорода увеличить в два раза? Скорость какой реакции (прямой или обратной) при этом возрастет и во сколько раз?

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**Раздел 2. Качественный анализ**

**Тема 2.1.** Качественные реакции отдельных ионов

**Тема 2.2.** Качественные реакции неорганических и органических веществ

Основной задачей качественного анализа неорганических веществ является установление химического состава, т.е. обнаружение катионов и анионов, содержащихся в анализируемом веществе. При проведении качественного анализа реакции и реактивы, используемые для разделения и обнаружения ионов, подразделяются на ***общие*** *(групповые)* и ***характерные*** *(частные).*

Если добавляемый реактив взаимодействует в растворе одновременно с несколькими ионами, давая сходный внешний эффект, то он называется ***групповым*** *(общим)* реактивом, а реакция – ***групповой*** *(общей).* С помощью общих реакций можно сделать заключение о наличии или отсутствии целой группы катионов, а также отделить эту группу от других ионов, содержащихся в данном растворе, т.к. чаще всего в качестве общих реакций применяют реакции осаждения.

Реактив, с помощью которого в исследуемом растворе обнаруживают какой-либо отдельный, определенный ион, называют ***характерным*** реактивом, а реакцию – ***характерной*** *(частной).*

В качественном анализе не все химические реакции можно использовать для обнаружения и отделения одних ионов от других. Применяют лишь реакции, удовлетворяющие определенным требованиям

**Требования, предъявляемые к химическим реакциям:**

1. Высокая скорость химической реакции (реакция должна протекать быстро,

мгновенно).

2. Реакция должна быть необратимой.

3. Реакция должна сопровождаться внешним эффектом:

а) изменением окраски раствора;

б) осаждением или растворением осадка;

в) выделением газообразного вещества;

г) окрашиванием пламени;

д) изменением значения рН раствора и изменением окраски индикатора;

е) изменением электродного потенциала.

***Реакции, сопровождающиеся указанными эффектами, называются аналитическими реакциями.***

4. Реакция должна отличаться *высокой чувствительностью и специфичностью*.

***Чувствительная реакция*** – *это такая реакция, внешний эффект (аналитический сигнал) которой, проявляется даже в том случае, если концентрация определяемого компонента ничтожно мала.*

***Специфической реакцией*** *на данный ион называется такая реакция, которая позволяет обнаружить его в присутствии других ионов.*

Все катионы и анионы подразделяются на аналитические группы. Это разделение основывается на химических свойствах их соединений и связано с положением элементов в периодической системе Д.И. Менделеева. В аналитической химии чаще всего используется кислотно-основная классификация катионов. В ее основу положено разное отношение катионов к действию на них различных кислот и оснований. **В соответствии с этим выделяют шесть аналитических групп катионов:**

***1 группа: Na+, K+, NH4+*** - группового реактива не имеют, т.к. все их соли хорошо растворимы в воде. Катионы первой группы определяются с помощью характерных реакций.

***2 группа: Ag+, Hg2+, Pb2+*** - групповой реактив – раствор соляной кислоты. Хлориды этих катионов малорастворимы и выпадают в виде белых или желтоватых творожистых осадков.

***3 группа: Ca2+, Ba2+, Sr2+*** - групповой реактив – раствор серной кислоты. Образующиеся сульфаты выпадают в виде белых осадков.

***4 группа: Al3+, Cr3+, Zn2+, Sn2+, Sn4+*** - групповой реактив – раствор гидроксида натрия. Гидроксиды данных катионов выпадают в виде осадков, обладающих амфотерными свойствами, поэтому растворяются и в кислотах, и в избытке щелочей.

***5 группа: Bi3+, Fe2+, Fe3+, Mg2+, Mn2+*** - групповой реактив – раствор гидроксида натрия. Гидроксиды данных катионов выпадают в виде осадков, не растворяющихся в избытке щелочей.

***6 группа: Сu2+, Со2+, Сd2+*** - групповой реактив – раствор гидроксида аммония. В результате реакции образуются аммиакаты – комплексные соединения с характерной яркой окраской.

**Анионы подразделяются на три аналитические группы:**

***1 группа: Cl-, I-, Br-, S2-*** - групповой реактив - раствор нитрата серебра. Образующиеся соли малорастворимы в воде и в азотной кислоте.

***2 группа: SO42-, SO32-, CO32-, SiO32-, PO43-*** - групповой реактив – раствор хлорида бария. Образующиеся соли малорастворимы в воде, но растворяются в кислотах (кроме BaSO4).

***3 группа: NO3-, NO2-, CH3COO-*** - группового реактива не имеют, определяются при помощи характерных реакций.

**Перечень лабораторных работ по разделу:**

1. Аналитические реакции некоторых катионов s-элементов

(I аналитическая группа).

2. Аналитические реакции некоторых катионов s- и d-элементов

(II – III аналитические группы).

3. Аналитические реакции некоторых катионов p-элементов

(IV аналитическая группа).

4. Аналитические реакции некоторых катионов d-элементов

(V – VI аналитические группы).

5. Аналитические реакции хлорид-, бромид-, иодид- анионов.

6. Аналитические реакции сульфат-, сульфит-, карбонат- анионов.

7. Аналитические реакции нитрат- и ацетат- анионов.

8. Анализ соли, растворимой в воде.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 3

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Качественные реакции отдельных ионов»

**Наименование работы:** «Аналитические реакции некоторых катионов s-элементов

(I аналитическая группа)»

**Цель:** научиться определять по характерным реакциям наличие катионов I аналитической группы

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, экономичное расходование реактивов; выполнение качественных реакций на ионы; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК 1 – 9; ПК 1.2., 2.1.,3.1.,4.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица значений констант диссоциации электролитов, калькуляторы, таблица значений ПР и растворимости слабых электролитов, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Беляева И.И. Задачи и упражнения по общей и неорганической

химии. – М.: Просвещение, 2012.

Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.:

Интеграл – Пресс, 2014.

Ерохин Ю.М. Химия. – М.: Академия, 2011.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какие реакции называются аналитическими?

2. Дайте определение и приведите примеры аналитических сигналов.

3. Какие требования предъявляются к аналитическим реакциям?

4. Перечислите условия проведения качественных реакций.

5. Дайте определение группового реагента.

6. Какие группы катионов выделяют в аналитической химии? Какой признак

лежит в основе этой классификации?

7. Перечислите катионы I аналитической группы. Что их объединяет?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания и тех. требования** |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Аналитические реакции катиона натрия (Na+).**  ***Na+- бесцветный катион***  **а) окрашивание пламени соединениями натрия**  Прокалите железную проволоку в пламени спиртовки, затем смочите ее в исследуемом растворе хлорида натрия и внесите в верхнюю часть пламени спиртовки. Пламя спиртовки окрашивается в желтый цвет.    **Опыт 2. Аналитические реакции катиона калия (К+).**  ***К+ - бесцветный катион***  **а) окрашивание пламени соединениями калия**  Прокалите железную проволоку в пламени спиртовки, затем смочите ее в исследуемом растворе хлорида калия и внесите в верхнюю часть пламени спиртовки. Пламя спиртовки окрашивается в бледно-фиолетовый цвет.  **б) реакция с гексанитрокобальтатом (III) натрия Na3[Co(NO2)6]**  К 2 – 3 каплям исследуемого раствора хлорида калия добавьте 1 – 2 капли раствора гексанитрокобальтата (III) натрия. Наблюдайте выпадение желтого осадка вследствие образования гексанитрокобальтата (III) калия-натрия К2Na[Co(NO2)6]  **Опыт 3. Аналитические реакции катиона**  **аммония**  **NH4+**  ***NH4+- бесцветный катион***  **а) реакция с реактивом Несслера K2[HgI4]**  К 1 – 2 каплям исследуемого раствора хлорида аммония добавьте 3 – 5 капель раствора тетраиодомеркурата (II) калия. В присутствии катионов аммония выпадает красно-бурый осадок, при незначительной концентрации NH4+ раствор окрашивается  в желтоватый цвет (сделайте вывод о концентрации данных ионов в выданном вам растворе).  NH4Cl + 2K2[HgI4] + 2KOH 🡪 [Hg2I2NH2]I + KCl + 5KI + 2H2O    **б) реакция со щелочами NaОН**  К 5 – 8 каплям раствора NH4Cl добавьте 5 – 6 капель гидроксида натрия, слегка нагрейте пробирку в пламени спиртовки. Обратите внимание на запах выделяющегося газа.  Для обнаружения аммиака отверстие пробирки накройте влажной лакмусовой бумагой, продолжайте осторожно нагревать пробирку со смесью. Что наблюдаете? | Штатив с пробирками, раствор хлорида натрия, спиртовка, спички, железная проволока  Штатив с пробирками,  таблица растворимос-ти, спиртовка, спички, железная проволока, растворы: хлорид калия,  гексанитро- кобальтат (III) натрия  Штатив с пробирками,  таблица растворимос-ти, универс. лакмус,  растворы: хлорид аммония, реактив Несслера, гидроксид натрия | **Осторожная работа**  **со щелочами и спиртовкой!**  *Ознакомиться с инструкционной картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчет*  Опишите наблюдения  Опишите наблюдения  Составьте уравнения возможных реакций в молекулярной, полной и сокращенной ионной формах.  Опишите наблюдения,  составьте уравнения всех реакций,  назовите все комплексные соединения,  cоставьте схемы их диссоциации,  рассчитайте заряды ионов-комплексообразова-телей  Объясните изменение окраски лакмуса, приведите уравнения происходящих процессов в молекулярной и ионной формах. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

\*1. Катионы К+ можно обнаружить в исследуемом растворе при рН = 5.

Какова концентрация Н+ в данном растворе?

2. Аналитические реакции должны отличаться высокой чувствительностью.

Что это означает?

**В – 2**

\*1. В растворе одновременно присутствуют ионы К+ и NH4+. С помощью

каких реакций можно разделить эти катионы?

2. Аналитические реакции должны отличаться высокой специфичностью.

Что это означает?

**В – 3**

\*1. Назовите комплексное соединение [Pt(NH3)4Cl2]Cl2, составьте схему его

диссоциации, рассчитайте заряд иона-комплексообразователя.

2. Каковы задачи качественного анализа?

**В – 4**

1. Вычислить степень диссоциации и концентрацию ионов в 0,001 М

растворе азотистой кислоты.

\*2. К какому типу по тепловому эффекту относится реакция, осуществленная

вами в последнем опыте? Ответ обоснуйте.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 4

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Качественные реакции отдельных ионов»

**Наименование работы:** «Аналитические реакции некоторых катионов»

(II – III аналитическая группа)

**Цель:** научиться определять по групповым и характерным реакциям наличие катионов II и III аналитической группы

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, экономичное расходование реактивов; выполнение качественных реакций на ионы; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК 1 – 9; ПК 1.2., 2.1.,3.1.,4.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица значений констант диссоциации электролитов, калькуляторы, таблица значений ПР и растворимости слабых электролитов, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература**: Беляева И.И. Задачи и упражнения по общей и неорганической

химии. – М.: Просвещение, 2012.

Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.:

Интеграл – Пресс, 2014.

Ерохин Ю.М. Химия. – М.: Академия, 2011.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какие катионы входят во вторую аналитическую группу? Какой реагент

является групповым для данных катионов?

2. Какие катионы входят в третью аналитическую группу? Какой реагент

является групповым для данных катионов?

3. Аналитические реакции должны отличаться высокой чувствительностью.

Что это означает?

4. Аналитические реакции должны отличаться высокой специфичностью.

Что это означает?

5. Может ли групповая реакция быть специфичной? Почему?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания и тех. требования** |
| 1  2 | **Опыт 1. Аналитические реакции катионов II группы.**  ***Аналитические реакции катиона серебра Ag+***  ***Ag+ - бесцветный катион***  **а) реакция с соляной кислотой**  К 4 – 5 каплям раствора нитрата серебра добавить 2 – 3 капли раствора соляной кислоты. Что наблюдаете? Нагрейте полученный осадок. Что вы можете сказать о растворимости этого осадка?  **б) реакция с гидроксидом натрия**  К 2 – 3 каплям раствора нитрата серебра добавить 1 – 2 капли раствора гидроксида натрия. Что наблюдаете?  ***Аналитические реакции катиона свинца Рb2+***  ***Рb2+ - бесцветный катион***  **а) реакция с соляной кислотой**  К 4 – 5 каплям раствора ацетата свинца добавить 2 – 3 капли раствора соляной кислоты. Что наблюдаете? Нагрейте полученный осадок. Что вы можете сказать о растворимости этого осадка?  **б) реакция с гидроксидом натрия**  К 2 – 3 каплям раствора ацетата свинца добавить 1 – 2 капли раствора гидроксида натрия, что наблюдаете?    **Опыт 2. Аналитические реакции катионов III группы.**  ***Аналитические реакции катиона бария Ва2+***  ***Ва2+ - бесцветный катион***    **а) реакция с серной кислотой**  К 4 – 5 каплям раствора хлорида бария добавить 2 – 3 капли раствора серной кислоты. Что наблюдаете?  **б) реакция с хроматом калия K2CrO4**  К 4 – 5 каплям раствора хлорида бария добавить 2 – 3 капли раствора хромата калия. Что наблюдаете?  ***Аналитические реакции катиона кальция Са2+***  ***Са2+ - бесцветный катион***  **а) реакция с серной кислотой**  К 4 – 5 каплям раствора хлорида кальция добавить 2 – 3 капли раствора серной кислоты. Что наблюдаете?  **б) реакция с хроматом калия K2CrO4**  К 4 – 5 каплям раствора хлорида кальция добавить 2 – 3 капли раствора хромата калия. Выпадает ли осадок? Почему?  **в) реакция с оксалатом аммония (NH4)2C2O4**  К 4 – 5 каплям раствора хлорида кальция добавить 2 – 3 капли раствора оксалата аммония. Что наблюдаете? | Штатив с пробирками, таблица растворимос-ти,  растворы:  нитрат серебра,  соляная кислота,  гидроксид натрия,  ацетат свинца  Штатив с пробирками, таблица растворим-ти,  растворы:  хлорид бария, серная кислота, хромат калия,  хлорид кальция, оксалат аммония | **Осторожная работа с кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться с инструкционной картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите наблюдения  Составьте уравнения возможных реакций в молекулярной форме.  Опишите наблюдения,  составьте уравнения всех реакций в молекулярной форме.  Сделайте вывод:  какой реактив является групповым для катионов второй группы? Какие реагенты являются специфичными для катионов Ag+ и Pb2+?  Чем отличаются осадки AgCl и PbCl2?  Опишите наблюдения,  составьте уравнения реакций в молекулярной форме.  Сделайте вывод:  какой реактив является групповым реагентом для катионов III группы? С помощью каких реакций можно различить катионы Ва2+ и Са2+?  Сделайте общий вывод: как разделить изученные вами катионы на аналитические группы |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. В раствор, содержащий катионы ртути и катионы свинца, постепенно прилили раствор соляной кислоты. Какой из осадков выпадет в первую очередь? Ответ обосновать, привести уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

\*2. Как практически подтвердить наличие в растворе катионов I аналитичес-кой группы? Как доказать в нем наличие катиона аммония?

**В – 2**

1. Рассчитать растворимость хлорида ртути в г/л и моль/л.

\*2. В раствор, содержащий смесь ионов, прилили раствор серной кислоты и наблюдали образование белого осадка. Какой вывод о составе данной смеси вы могли бы сделать? Как практически доказать наличие в данной смеси катиона бария?

**В – 3**

1. Реакция катиона Ва2+ с дихроматом калия возможна при рН = 2,7. Какова концентрация Н+ в данной среде? Какую окраску приобретет универсальный желтый лакмус в таком растворе?

\*2. Как практически подтвердить наличие в растворе катионов второй аналитической группы? Ответ поясните. Можно ли при помощи раствора гидроксида натрия разделить смесь, содержащую катион аммония и катион серебра? Ответ обоснуйте, приведите необходимые уравнения реакций.

**В – 4**

1. Растворимость сульфата бария при t = 200С составляет 2∙10-4моль/л. Рассчитайте растворимость данного вещества в г/л и ПРBaSO4 при данной температуре.

\*2. В раствор, содержащий смесь ионов, прилили раствор соляной кислоты и наблюдали образование белого осадка. Какой вывод о составе данной смеси вы могли бы сделать? Как практически разделить выпавшие в осадок катионы? Ответ обоснуйте, приведите необходимые уравнения реакций.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 5

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Качественные реакции отдельных ионов»

**Наименование работы:** «Аналитические реакции некоторых катионов p-элементов

(IV аналитическая группа)»

**Цель:** научиться определять наличие катионов IV аналитической группы по групповым и характерным реакциям

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, экономичное расходование реактивов; выполнение качественных реакций на ионы; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК 1 – 9; ПК 1.2., 2.1.,3.1.,4.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица значений констант диссоциации электролитов, калькуляторы, таблица значений ПР и растворимости слабых электролитов, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература**: Беляева И.И. Задачи и упражнения по общей и неорганической

химии. – М.: Просвещение, 2012.

Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.:

Интеграл – Пресс, 2014.

Ерохин Ю.М. Химия. – М.: Академия, 2011.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какие аналитические группы катионов вы знаете? Дайте характеристику каждой группе.

2. Какие реакции называются ОВР?

3. Какой метод лежит в основе составления уравнений ОВР? Каков главный принцип этого

метода?

4. Какие правила позволяют уравнять число атомов кислорода в ОВР?

5. Какие значения принимает водородный показатель в различных средах?

6. Что называется водородным показателем? Гидроксильным показателем?

Чему равна их сумма?

7. Какие приемы позволяют поддерживать рН среды на постоянном уровне?

8. Какие буферные растворы вы знаете? Что называется буферной емкостью?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания**  **и тех. требования** |
| 1  2 | **Опыт 1. Аналитические реакции катиона алюминия (Al3+)**  ***Al3+ - бесцветный катион***  **а) реакция с гидроксидом натрия**  К 1 капле раствора гидроксида натрия добавьте по каплям раствор хлорида алюминия до образования белого аморфного осадка. Разделите полученный осадок на две пробирки и проверьте его растворимость в соляной кислоте и в избытке щелочи. Что вы можете сказать о свойствах гидроксида алюминия?  **б) реакция с ализарином С14Н6О2(ОН)2**    К 4 – 5 каплям раствора хлорида алюминия, добавьте 2 – 3 капли раствора гидроксида аммония до образования белого осадка Al(OH)3 и затем несколько капель раствора ализарина. Нагрейте полученную смесь. Что наблюдаете?  **Опыт 2. Аналитические реакции катиона хрома (Cr3+)**  ***Cr3+ - катион зеленой окраски,***  ***растворы его солей зеленого или фиолетового цвета***  **а) реакция с гидроксидом натрия**  Выполните опыт аналогично реакциям на катион алюминия.  **б) реакция с окислителем Н2О2**  К раствору, полученному действием избытка щелочи на гидроксид хрома добавьте 3 – 4 капли пероксида водорода (Н2О2), (если реакция идет медленно, смесь слегка нагрейте). Как изменился цвет смеси? Какие ионы обусловили данное окрашивание?  CrCl3 + H2O2 + NaOH = NaCl + Na2CrO4 + H2O | Штатив с пробирками, спиртовка, спички, держатель, растворы: хлорид алюминия, гидроксид натрия, соляная кислота, ализарин  Штатив с пробирками,  таблица растворимос-ти, спиртовка, спички, держатель, растворы: хлорид хрома,  гидроксид натрия, соляная кислота,  перекись водорода | **Осторожная работа**  **с кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться с инструкционной картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчет*  Опишите наблюдения  Составьте уравнения возможных реакций в молекулярной, полной и сокращенной ионной формах, учитывая что, растворяясь в избытке щелочи, Al(OH)3  образует комплексное соединение – гексагидроксо-алюминат (III) натрия  Опишите наблюдения,  составьте уравнения всех реакций, назовите комплексное соединение.  Для ОВР подберите коэффициенты, используя электронно-ионный метод.  Сделайте вывод, какие свойства являются общими для катионов  IV группы. |

**Контрольные вопросы:**

**В - 1**

\*1. Раствор содержит смесь катионов: Al3+, NH4+, K+. Предложите схему анализа данного раствора. Ответ подтвердите с помощью уравнений реакций.

2.Назовите комплексное соединение [Co(NH3)5Cl]Cl2. Напишите формулу тетраамминофосфатохрома. Составьте возможные уравнения диссоциации данных комплексных соединений, поясните состав их молекул и определите степень окисления ионов-комплексообразователей.

**В – 2**

\*1. Известно, что раствор содержит катионы третьей и четвертой аналитической группы. Как это можно подтвердить? Как доказать наличие катиона Са2+ в данном растворе? Приведите уравнения реакций.

2.Назовите комплексное соединение [Pt(NH3)2Cl4]. Напишите формулу нитрата диакватетраамминоникеля (II). Составьте возможные уравнения диссоциации данных комплексных соединений, поясните состав их молекул и определите степень окисления ионов-комплексообразователей.

**В – 3**

\*1. Раствор содержит смесь катионов: Ag+, Pb2+, Cr3+. Предложите схему анализа данного раствора. Ответ подтвердите с помощью уравнений реакций.

2.Назовите комплексное соединение [Cu(NH3)2(SCN)2]. Напишите формулу сульфата тетраамминокарбонатохрома (III). Составьте возможные уравнения диссоциации данных комплексных соединений, поясните состав их молекул и определите степень окисления ионов-комплексообразователей.

**В – 4**

\*1. Раствор содержит смесь катионов: Na+, Ва2+, Al3+. С помощью каких реакций можно последовательно удалить эти катионы из раствора?

Ответ подтвердите с помощью уравнений реакций.

2.Назовите комплексное соединение [Co(NH3)5(Н2О)]Cl3. Напишите формулу дицианоаргентата калия. Составьте возможные уравнения диссоциации данных комплексных соединений, поясните состав их молекул и определите степень окисления ионов-комплексообразователей.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 6

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Качественные реакции отдельных ионов»

**Наименование работы:** «Аналитические реакции некоторых катионов

(V и VI аналитическая группа)»

**Цель:** научиться определять наличие катионов V и VI аналитической группы по групповым и характерным реакциям

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, экономичное расходование реактивов; выполнение качественных реакций на ионы; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.2., 2.1.,3.1.,4.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица значений констант диссоциации электролитов, калькуляторы, таблица значений ПР и растворимости слабых электролитов, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература**: Беляева И.И. Задачи и упражнения по общей и неорганической

химии. – М.: Просвещение, 2012.

Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.:

Интеграл – Пресс, 2014.

Ерохин Ю.М. Химия. – М.: Академия, 2011.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какие катионы входят в пятую аналитическую группу? Какой реагент является

групповым для данных катионов?

2. Какие катионы входят в шестую аналитическую группу? Какой реагент является

групповым для данных катионов?

3. Какие соединения называются комплексными? Каков их состав?

4. Каковы особенности диссоциации комплексных соединений?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания**  **и тех. требования** |
| 1  2  3  4 | *Аналитические реакции катионов V аналитической группы*  **Опыт 1. Аналитические реакции катиона железа**  **Fe2+**  ***Fe2+ - бесцветный катион, растворы его солей на воздухе приобретают зеленоватую окраску***  **а) реакция с гидроксидом натрия**  К 2 – 3 каплям исследуемого раствора сульфата железа (II) добавьте 1 – 2 капли раствора гидроксида натрия. В присутствии катионов Fe2+ выпадает осадок грязно-зеленого цвета, который постепенно окисляется на воздухе до гидроксида железа (III). Проверьте растворимость осадка в избытке щелочи. Что наблюдаете?  **б) реакция с гексацианоферратом (III) калия** (красная кровяная соль)  К 2 – 3 каплям раствора FeSO4 добавьте 1 – 2 капли раствора красной кровяной соли. Что наблюдаете? Отметьте характерный цвет осадка турнбулевой сини Fe3[Fe(CN)6]2  **Опыт 2. Аналитические реакции катиона**  **железа**  **Fe3+**  ***Fe3+ - катион желтого цвета, растворы его солей имеют желтую или бурую окраску***  **а) реакция с гидроксидом натрия**  К 2 – 3 каплям исследуемого раствора хлорида железа (III) добавьте 1 – 2 капли раствора гидроксида натрия. В присутствии катионов Fe3+ выпадает осадок красно-бурого цвета. Проверьте растворимость осадка в избытке щелочи. Что наблюдаете?  **б) реакция с роданидом калия**  К 4 – 5 каплям раствора хлорид железа (III) добавить 1 – 2 капли раствора роданида калия KCNS. Что наблюдаете?    **Опыт 3. Аналитические реакции катиона магния Mg2+**  ***Mg2+ - бесцветный катион***  **а) реакция с гидроксидом натрия**  К 2 – 3 каплям раствора сульфата магния добавить 1 – 2 капли раствора гидроксида натрия, что наблюдаете? Проверьте растворимость этого осадка в избытке щелочи.    **б) реакция с гидрофосфатом калия К2НРО4**  В пробирку поместите 0,5 мл раствора сульфата магния, добавьте 2 – 3 капли раствора гидрофосфата калия и 2 – 3 капли раствора гидроксида аммония (для создания слабощелочной среды). Пробирку встряхните. Что наблюдаете?  MgSO4 + К2НРО4 + NН4ОН 🡪 MgNН4РО4 +  К2SO4 + H2O  *Аналитические реакции катионов VI аналитической группы*  **Опыт 4. Аналитические реакции катиона меди Сu2+**  ***Сu2+ - катион голубого цвета***  **а) реакция с гидроксидом натрия и гидроксидом аммония**  К 2 – 3 каплям раствора сульфата меди добавить 1 – 2 капли раствора гидроксида натрия. Что наблюдаете? Добавьте к образовавшемуся голубому осадку несколько капель раствора гидроксида аммония. Наблюдайте растворение осадка и изменение цвета вследствие образования комплексного соединения – [Cu(NH3)4]SO4 | Штатив с пробирками,  таблица растворимос-ти,  растворы: сульфат железа (II), гидроксид натрия,  гексациано-феррат (III) калия  Штатив с пробирками,  таблица растворимос-ти,  растворы: хлорид железа (III), гидроксид натрия, роданид калия  Штатив с пробирками, таблица растворимос-ти, спиртовка, спички, держатель,  растворы: сульфат магния,  гидрофосфат калия,  гидроксид натрия, гидроксид аммония  Штатив с пробирками, таблица растворимос-ти,  растворы:  сульфат меди, гидроксид натрия, гидроксид аммония | **Осторожная работа**  **с кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться с инструкционной картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите наблюдения  Составьте уравнения возможных реакций в молекулярной форме, назовите комплексные соединения  Опишите наблюдения  Составьте уравнения возможных реакций в молекулярной форме  Опишите наблюдения,  составьте уравнения реакций в молекулярной форме.  Сделайте вывод:  какой реактив является групповым реагентом для катионов пятой группы? Какие реактивы являются характерными для каждого катиона пятой группы?  Опишите наблюдения,  составьте уравнения реакций в молекулярной, полной и сокращенной ионных формах, назовите комплексное соединение  Сделайте вывод: чем отличаются катионы VI и V групп? |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

\*1. Подействовав на смесь ионов Ag+ и Pb2+ раствором соляной кислоты, вы получили смесь осадков одинакового цвета и качества. Как разделить полученные осадки? Ответ обоснуйте, приведите необходимые уравнения реакций. К какой аналитической группе относятся данные ионы, чем в данном случае является раствор соляной кислоты?

2. Константа диссоциации циановодорода (синильной кислоты) равна

7,9 ∙ 10 –10. Найти степень диссоциации НСN в 0,001 М растворе, концентрацию ионов водорода и рН среды.

**В – 2**

\*1. В растворе одновременно находятся ионы К+ и NH4+. Ион калия необходимо перевести в осадок, причем без примеси катиона аммония. Как удалить катион аммония из сферы реакции? Каким реактивом вы воспользуетесь для получения осадка катиона калия? Ответ обоснуйте, приведите необходимые уравнения реакций.

2. Чему равна концентрация гидроксид-ионов в растворе,

рН которого равен 9,8?

**В – 3**

\*1. В растворе одновременно находятся катионы Са2+ и Ва2+. Как с помощью одной реакции разделить эти катионы? К какой аналитической группе относятся данные катионы? Какой реактив является для них групповым? Ответ обоснуйте, приведите необходимые уравнения реакций.

2. Вычислить растворимость в воде карбоната бария ВаСО3 (в моль/л, г/л).

**В – 4**

\*1. В растворе одновременно находятся катионы Сu2+ и Fe2+. С помощью каких реакций можно разделить эти катионы? К каким аналитическим группам относятся данные катионы? Ответ обоснуйте, приведите необходимые уравнения реакций.

2. Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, протекающей в кислой среде по схеме:

H3PO3 + KMnO4 + H2SO4 = H3PO4 + MnSO4 + K2SO4 + H2O

Какой внешний эффект сопровождает эту реакцию?

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 7

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Качественные реакции отдельных ионов»

**Наименование работы:** «Аналитические реакции хлорид-, бромид-, иодид- анионов»

**Цель занятия:** научиться определять по групповым и характерным реакциям наличие анионов первой аналитической группы

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, экономичное расходование реактивов; выполнение качественных реакций на ионы; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.2., 2.1.,3.1.,4.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица значений констант диссоциации электролитов, калькуляторы, таблица значений ПР и растворимости слабых электролитов, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература**: Беляева И.И. Задачи и упражнения по общей и неорганической

химии. – М.: Просвещение, 2012.

Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.:

Интеграл – Пресс, 2014.

Ерохин Ю.М. Химия. – М.: Академия, 2011.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какова аналитическая классификация анионов?

2. Какие анионы относятся к первой аналитической группе? Что их объединяет? Каков

внешний эффект групповой реакции?

3. Перечислите условия образования и растворения осадков.

4. Что называется произведением растворимости?

5. Какие реакции называются необратимыми? Обратимыми?

6. Перечислите способы смещения химического равновесия.

7. Что называется константой химического равновесия?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания**  **и тех. требования** |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Аналитические реакции на хлорид- ион (Cl-)**  ***Cl- - бесцветный анион и является кислотным остатком соляной кислоты HCl***  **а) реакция с нитратом серебра AgNO3**    К 4 – 5 каплям исследуемого раствора хлорида калия добавить 1 – 2 капли раствора нитрата серебра. Что наблюдаете?    **б) реакция с окислителем – KMnO4**  Перманганат калия и другие окислители при взаимодействии с анионом хлора окисляют его до свободного хлора.  KCl+KMnO4+H2SO4 🡪Cl2+MnSO4+K2SO4 + H2O  В пробирку поместите несколько кристаллов хлорида калия и добавьте несколько капель перманганата калия, подкисленного 1 – 2 каплями серной кислоты. Что происходит с окраской раствора? Выделяющийся свободный хлор легко обнаружить по запаху. Для подтверждения выделения газообразного хлора используют иодид-крахмальную бумагу – бумагу, смоченную раствором иодида калия и крахмальным клейстером. Закройте кусочком этой бумаги отверстие пробирки. Что наблюдаете? Объясните происходящие процессы.    **Опыт 2. Аналитические реакции на бромид- ион (Br-)**  ***Br- - бесцветный анион и является кислотным остатком бромоводородной кислоты HBr***  **а) реакция с нитратом серебра AgNO3**  К 4 – 5 каплям исследуемого раствора бромида натрия добавить 1 – 2 капли раствора нитрата серебра. Что наблюдаете?  **б) реакция с окислителем – MnO2**    К 3 – 5 каплям раствора NaBr добавить на кончике шпателя MnO2 и 5 – 8 капель концентрированной H2SO4. Пробу остудить и прилить 8 – 10 капель бензола. Содержимое пробирки встряхнуть. Бензол окрашивается выделившимся свободным бромом в лимонно-желтый цвет:  NaBr+MnO2+H2SO4 🡪Br2+MnSO4+Na2SO4+ H2O  **Опыт 3. Аналитические реакции на иодид- ион (I-)**  ***I*** ***- - бесцветный анион и является кислотным остатком иодоводородной кислоты HI***  **а) реакция с нитратом серебра AgNO3**    К 4 – 5 каплям исследуемого раствора иодида калия добавить 1 – 2 капли раствора нитрата серебра. Что наблюдаете?  **б) реакция с окислителем – MnO2**    К 3 – 5 каплям раствора KI добавить на кончике шпателя MnO2 и 5 – 8 капель концентрированной H2SO4. Пробу остудить и прилить 8 – 10 капель бензола. Содержимое пробирки встряхнуть. Бензол окрашивается выделившимся свободным иодом в малиновый или фиолетовый цвет.  **в) реакция с ацетатом свинца Pb(СН3СОО)2**  К 4 – 5 каплям раствора KI добавить 2 – 3 капли раствора ацетата свинца. Что наблюдаете? Нагревайте полученную смесь. Отметьте растворение осадка. Поместите пробирку в штатив для медленного охлаждения. Что наблюдаете? | Штатив с пробирками,  таблица растворимос-ти, иодид-крахмальная бумага,  растворы: нитрат серебра,  хлорид калия, перманганат калия,  серная кислота  Штатив с пробирками,  таблица растворимос-ти, растворы: бромид натрия  серная кислота, оксид марганца, бензол  Штатив с пробирками. таблица растворимос-ти, спиртовка, спички, держатель,  растворы: иодид калия, нитрат серебра,  оксид марганца, серная кислота, бензол, ацетат свинца | **Осторожная работа**  **с кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться с инструкционной картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчет*  Составьте уравнение реакции в молекуляр-ной форме  Опишите наблюдения  составьте уравнения реакций, подберите коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса  Опишите наблюдения  Составьте уравнение реакции в молекулярной форме  Опишите наблюдения,  составьте уравнение реакции, подберите коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса  Опишите наблюдения  Составьте уравнения реакций в молекулярной форме  Сделайте общий вывод:  какой реактив является групповым реагентом для анионов первой группы? |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. К смеси растворов солей NaCl, NaBr и NaI одинаковой концентрации добавляют раствор нитрата серебра. Какой осадок выпадет в первую очередь? Ответ обосновать.
2. Рассчитать степень диссоциации и концентрации ионов 0,02 М раствора бромоводородной кислоты.
3. \*К 0,001 М раствору KI добавили равный объем 0,0001 М раствора AgNO3. Выпадет ли осадок иодида серебра?

**В – 2**

1. Реакция 2б идет при рН = 5. Рассчитайте, чему равна молярная концентрация ионов водорода в реакционной смеси.
2. Изменится ли рН среды аммиачной буферной смеси, если к ней добавить: а) небольшое количество гидроксида бария? б) небольшое количество серной кислоты? Ответ обоснуйте, приведите необходимые уравнения реакций.
3. \*Необходимо разделить смесь, содержащую 0,001 моль/л NaCl и 0,001 моль/л NaI. Какой концентрации должен быть раствор AgNO3 чтобы осуществить этот процесс?

**В – 3**

1. Изменится ли рН среды ацетатной буферной смеси, если к ней добавить: а) небольшое количество гидроксида натрия? б) небольшое количество соляной кислоты? Ответ обоснуйте, приведите необходимые уравнения реакций.
2. Растворимость хлорида калия при температуре 200С составляет 340 г/л. Рассчитайте произведение растворимости KCl при данной температуре.
3. \*Найти массу серебра, находящегося в виде ионов в 100 мл насыщенного раствора AgBr.

**В – 4**

1. Вычислить растворимость в воде AgCl (в моль/л и г/л).
2. Напишите математическое выражение закона действующих масс для состояния равновесия химической реакции, происходящей в опыте 3б.
3. \*Для аналитических реакций чаще всего используется раствор гидроксида аммония с концентрацией 2 моль/л. Определите рН этого раствора.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 8

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Качественные реакции отдельных ионов»

**Наименование работы:** «Аналитические реакции сульфат-, сульфит-, карбонат- анионов»

**Цель:** научиться определять наличие анионов второй аналитической группы по групповым и характерным реакциям

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, экономичное расходование реактивов; выполнение качественных реакций на ионы; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.2., 2.1.,3.1.,4.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица значений констант диссоциации электролитов, калькуляторы, таблица значений ПР и растворимости слабых электролитов, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература**: Беляева И.И. Задачи и упражнения по общей и неорганической

химии. – М.: Просвещение, 2012.

Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.:

Интеграл – Пресс, 2014.

Ерохин Ю.М. Химия. – М.: Академия, 2011.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какие анионы входят во вторую аналитическую группу? Что отличает их от анионов

первой и третьей аналитической группы?

2. Что объединяет анионы первой аналитической группы?

3. Какие характерные реакции существуют для анионов первой группы?

4. Приведите формулы для расчета молярной концентрации любого аниона и катиона?

5. Какую зависимость отражает закон разбавления Оствальда?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания**  **и тех. требования** |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Аналитические реакции на сульфат- ион (SO42-)**  ***SО42- - бесцветный анион и является кислотным остатком серной кислоты H2SO4***  **а) реакция с хлоридом бария BaCl2**  К 4 – 5 каплям исследуемого раствора сульфата натрия добавить 3 – 5 капель раствора хлорида бария. Что наблюдаете?  Проверьте растворимость осадка в азотной кислоте.  **Опыт 2. Аналитические реакции на сульфит- ион (SO32-)**  ***SO32-***  ***- бесцветный анион и является кислотным остатком сернистой кислоты H2SO3***  **а) реакция с хлоридом бария BaCl2**  К 3 – 5 каплям исследуемого раствора сульфита натрия добавить 3 – 5 капель раствора хлорида бария. Что наблюдаете?  Проверьте растворимость осадка в азотной кислоте.  **б) реакция с окислителем – КMnO4**  К 4 – 5 каплям раствора перманганата калия добавьте 2 – 3 капли раствора серной кислоты и по каплям приливайте раствор сульфита натрия. Что наблюдаете?  KMnO4 + H2SO4 + Na2SO3 🡪 MnSO4 + Na2SO4 +  +K2SO4 + H2O  **Опыт 3. Аналитические реакции на карбонат- ион (СО32-)**  ***СО32*- *- бесцветный анион и является кислотным остатком угольной кислоты H2СО3***  **а) реакция с хлоридом бария BaCl2**  К 3 – 5 каплям исследуемого раствора карбоната натрия добавить 3 – 5 капель раствора хлорида бария. Что наблюдаете?  Проверьте растворимость полученного осадка в азотной кислоте.  **б) реакция с кислотами**  К 3 – 5 каплям раствора карбоната натрия добавить 3 – 5 капель соляной кислоты. Каков аналитический эффект этой реакции? | Штатив с пробирками,  таблица растворим-ти,  растворы: сульфат натрия, хлорид бария,  азотная кислота  Штатив с пробирками,  таблица растворимос-ти,  растворы: сульфит натрия, хлорид бария,  азотная кислота, серная кислота, перманганат калия  Штатив с пробирками, таблица растворим-ти,  растворы:  карбонат натрия, хлорид бария, азотная и соляная кислота | **Осторожная работа**  **с кислотами!**  *Ознакомиться с инструкционной картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчет*  Опишите наблюдения  Составьте уравнения реакций в молекулярной форме.  Опишите наблюдения  составьте уравнения всех реакций, для ОВР подберите коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса.  Опишите наблюдения  Составьте уравнения возможных реакций в молекулярной форме. Сделайте вывод о свойствах осадков BaСO3, BaSO4 и  BaSO3: чем они схожи и как их можно различить? |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

\*1. В раствор, содержащий смесь ионов, добавили нитрат серебра и наблюдали выпадение осадка. К какой аналитической группе принадлежали ионы? Как практически установить, присутствует ли в данном растворе иодид-анион? Напишите соответствующие уравнения реакций.

2. Вычислить степень и константу диссоциации муравьиной кислоты (НСООН), если концентрация ионов водорода в 0,2 М растворе муравьиной кислоты равна 6,0•10-3 моль/л.

**В – 2**

\*1. В раствор, содержащий смесь анионов, добавили нитрат серебра – выпадение осадка не наблюдалось. Какой вывод можно сделать о составе данного раствора? Как доказать, что в растворе присутствуют анионы второй группы? Какая реакция укажет на наличие карбонат-аниона?

**2.** Вычислить концентрацию ионов водорода в 0,1 М растворе хлорноватистой кислоты НОСl (К = 5•10-8)

**В – 3**

\*1. В раствор, содержащий неизвестное вещество, добавили серную кислоту – выпал белый осадок. Осадок отфильтровали и в полученный раствор добавили нитрат серебра – выпал белый творожистый осадок. К каким аналитическим группам могут принадлежать катион и анион неизвестного вещества?

2. Степень диссоциации угольной кислоты по первой ступени в 0,1 М растворе равна 2,11•10-3. Вычислить К1 и концентрацию ионов HCO3-.

**В – 4**

\*1. В раствор, содержащий неизвестное вещество, добавили гидроксид натрия в избытке – наблюдали образование и постепенное растворение белого осадка. Затем к данному раствору добавили ацетат свинца – наблюдали образование характерного ярко-желтого осадка. К каким аналитическим группам могут принадлежать катион и анион неизвестного вещества?

2. Степень диссоциации муравьиной кислоты НСООН в

0,2 М растворе равна 0,03. Определить константу диссоциации кислоты и значение рК.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 9

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Качественные реакции отдельных ионов»

**Наименование работы:** «Аналитические реакции нитрат- и ацетат- анионов»

**Цель:** научиться определять наличие анионов третьей аналитической группы по групповым и характерным реакциям

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, экономичное расходование реактивов; выполнение качественных реакций на ионы; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.2., 2.1.,3.1.,4.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица значений констант диссоциации электролитов, калькуляторы, таблица значений ПР и растворимости слабых электролитов, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература**: Беляева И.И. Задачи и упражнения по общей и неорганической

химии. – М.: Просвещение, 2012.

Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.:

Интеграл – Пресс, 2014.

Ерохин Ю.М. Химия. – М.: Академия, 2011.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какие анионы входят в третью аналитическую группу? Что отличает их от

анионов первой и второй аналитической группы?

2. Что объединяет анионы второй аналитической группы? Чем отличаются

осадки данных анионов?

3. Какие характерные реакции существуют для анионов второй группы?

4. Какой процесс носит название электролитическая диссоциация?

5. Дайте понятие электролита. Какие классы веществ относятся к

электролитам? Дайте их определения.

6. Какие электролиты принято считать сильными? Средними? Слабыми?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания**  **и тех. требования** |
| 1  2 | **Опыт 1. Аналитические реакции на нитрат- ион (NО3-)**  ***NО3-***  ***- бесцветный анион и является кислотным остатком азотной кислоты HNО3***  **а) реакция с дифениламином**  На стенку чистой пробирки нанести 1 – 2 капли нитрата калия, по этому же следу нанести 1 – 2 капли раствора дифениламина. Что наблюдаете?  **б) реакция с сульфатом железа (II) FeSO4**  К 4 – 5 каплям раствора нитрата калия добавьте несколько кристаллов сульфата железа и прибавьте каплю концентрированной серной кислоты. Вокруг кристаллов появится бурое кольцо вследствие образования комплексного соединения [Fe(NO)]SO4:  FeSO4 + КNO3 + H2SO4 🡪 Fe2(SO4)3 + К2SO4 +  + H2O + NO  NO + FeSO4 🡪 [Fe(NO)]SO4  **Опыт 2. Аналитические реакции на ацетат- ион (СН3СОО-)**  ***СН3СОО- - бесцветный анион и является кислотным остатком уксусной кислоты СН3СООН***  **а) реакция с соляной кислотой НCl**  В пробирку поместите 4 – 5 капель раствора ацетата натрия СH3COONa и добавьте 2 – 3 капли соляной кислоты. Осторожно нагрейте. Обнаружьте уксусную кислоту по запаху.  **б) реакция с хлоридом железа (III) FeCl3**  К 4 – 5 каплям раствора ацетата натрия добавьте 4 – 5 капель раствора хлорида железа. В присутствии ацетат-ионов образуется осадок красно-бурого цвета. | Штатив с пробирками, таблица растворимос-ти,  растворы:  нитрат калия,  дифениламин, серная  кислота, кристаллич. сульфат железа (II)  Штатив с пробирками,  таблица растворимос-ти, спиртовка, спички, держатель,  растворы: ацетат натрия, хлорид  железа (III), соляная кислота | **Осторожная работа**  **с кислотами!**  *Ознакомиться с инструкционной картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчет*  Опишите наблюдения  составьте уравнения всех реакций в молекулярной форме, для ОВР подберите коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса, назовите комплексное соединение  Опишите наблюдения,  составьте уравнения реакций в молекулярной, полной и сокращенной ионной форме.  Сделайте общий вывод: какие реакции позволяют разделить анионы первой, второй и третьей групп. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

\*1. Как можно обнаружить Cl- и SO42- при их совместном присутствии в растворе? Напишите соответствующие уравнения реакций.

2. Напишите формулу гексахлороплатината (IV) калия, составьте уравнение диссоциации этого соединения и поясните состав молекулы.

3. В растворе [H+] = 10-3 моль/л. Вычислите рН и [ОН-] в данном растворе. Определите характер среды раствора.

**В – 2**

\*1. Как практически можно разделить присутствующие в растворе Br- и CO32-ионы? Напишите соответствующие уравнения реакций.

2. Назовите комплексное соединение [Cr(H2O)6]Cl3, напишите уравнение его диссоциации, поясните состав молекулы и определите степень окисления иона-комплексообразователя.

3. Вычислите растворимость иодида серебра в моль/л и в г/л.

**В – 3**

\*1. Как практически установить, присутствуют ли в исследуемом растворе анионы первой группы? Напишите соответствующие уравнения реакций.

2. Напишите формулу хлорида тетраамминцинка (II). Составьте схему его диссоциации и поясните состав молекулы.

3. Вычислите произведение растворимости Ag2C2O4, если растворимость этого соединения 3,27 ∙ 10-2 г/л.

**В – 4**

\*1. Как можно обнаружить NO3- и SO32- при их совместном присутствии в растворе? Напишите соответствующие уравнения реакций.

2. Назовите комплексное соединение Ca[Al(OH)5 H2O], напишите уравнение его диссоциации, поясните состав молекулы и определите степень окисления иона-комплексообразователя.

3. В водном растворе рН = 2. Рассчитайте концентрацию Н+. Какое вещество нужно добавить к этому раствору, чтобы рН стал равен 7?

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 10

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Качественные реакции неорганических и органических веществ»

**Наименование работы:** «Анализ соли, растворимой в воде»

**Цель:** идентифицировать неизвестное вещество (обнаружить катион и анион), используя групповые и характерные реакции ионов

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, экономичное расходование реактивов; выполнение качественных реакций на неорганические вещества и ионы; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.2., 2.1.,3.1.,4.1.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица значений констант диссоциации электролитов, калькуляторы, таблица значений ПР и растворимости слабых электролитов, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература**: Беляева И.И. Задачи и упражнения по общей и неорганической

химии. – М.: Просвещение, 2012.

Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.:

Интеграл – Пресс, 2014.

Ерохин Ю.М. Химия. – М.: Академия, 2011.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Каковы задачи качественного анализа? Какие реакции используются в качественном

анализе для идентификации ионов? Каковы их отличия?

2. Сколько групп катионов насчитывается в качественном анализе? Охарактеризуйте

катионы первой и второй группы.

3. Что объединяет катионы третьей аналитической группы?

4. Что отличает катионы четвертой группы от катионов пятой группы?

5. Какие катионы входят в состав шестой аналитической группы, какая реакция позволяет

их распознать?

6. Какова аналитическая классификация анионов? Дайте характеристику первой группы

анионов.

7. Какая реакция позволяет отличить анионы второй аналитической группы от третьей?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания и тех. требования** |
| 1 | **Задание 1. Идентификация неорганических соединений**  Подготовьте вещество к анализу. Для этого поместите анализируемую соль в чистую пробирку, прилейте дистиллированную воду до середины пробирки, растворите соль, встряхивая пробирку. Полученный раствор используйте для проведения качественного анализа:  а) составьте план распознавания отдельных аналитических групп катионов и анионов (проверьте правильность действий у преподавателя);  б) опытным путем определите, к какой аналитической группе принадлежат катион и анион исследуемой вами соли;  в) проведите характерные реакции и определите формулу исследуемой соли;  г) напишите уравнения реакций, назовите все полученные вещества | Штатив с пробирками, спиртовка, спички, держатель, лакмус, растворы: соляная кислота, серная кислота, гидроксид натрия, гидроксид аммония, нитрат серебра, хлорид бария | **Осторожная работа**  **с кислотами, щелочами и спиртовкой!**  **Обнаружение каждого иона проводить в**  **новой порции раствора**  **(3 – 5 капель)**  *Ознакомиться с инструкционной картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчет*  Опишите ход  анализа, составьте уравнения всех происходящих реакций,  дайте названия всем полученным веществам, сформулируйте  вывод. |

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**Раздел 3.**

**Основные методы классического количественного анализа**

**Тема 3.1.** Титриметрический анализ

В титриметрическом анализе количественное определение компонентов в исследуемом образце осуществляют точным измерением объема раствора одного или двух веществ, вступающих между собой в реакцию, концентрация одного из них обязательно должна быть точно известна.

**Способы выражения концентрации раствора:**

***1.*** ***Массовая доля растворенного вещества*** – это отношение массы растворенного вещества к массе раствора.

***m(A)***

***W(A) = ———— ∙ 100%***

***m(р-ра)***

***2. Молярная концентрация растворенного вещества*** – это отношение количества растворенного вещества к объему раствора.

***ν(А)*** *m(А)* ***m(А)***

***Cм(А) = ——— ,*** *где ν(A) =* ***———*** *, значит* ***Cм(А) = ——————***

***V(р-ра)*** *М(А)* ***V(р-ра) ∙ М(А)***

единицы измерения молярной концентрации – [моль/л = М]

***3. Титр растворенного вещества*** – это масса растворенного вещества, содержащаяся в 1 мл раствора.

***m(A)***

***T(A) = ——— ,*** [г/мл]

***V(р-ра)***

***4. Молярная концентрация эквивалентов растворенного вещества*** *(нормальность раствора)* – это отношение числа эквивалентов растворенного вещества к объему раствора.

***n(А)*** *m(А)* ***m(А)***

***Cэ(А) = ——— , где*** *n(A) = ———* ***,*** *значит* ***Cэ(А) = ——————,***

***V(р-ра)*** *Мэ(А)* ***V(р-ра) ∙ Мэ(А)***

единицы измерения молярной концентрации – [моль/л = Н]

***Эквивалент вещества – это условная единица измерения количества вещества, пропорциональная 1 моль атомов водорода (для реакций обмена) или 1 моль электронов (для окислительно-восстановительной реакции).***

Титр, молярная концентрация и нормальность раствора соотносятся следующим образом:

***Т(А) ∙ 1000 Т(А) ∙ 1000***

***См(А) = ————— Сэ(А) = —————***

***М(А) Мэ(А)***

Растворы, используемые в титриметрическом анализе:

1. *Рабочий* – раствор с приблизительной концентрацией.

2. *Стандартный (титрант)* – раствор с точно установленной концентрацией (концентрация определяется в процессе титрования).

3. *Установочный* – раствор с точной концентрацией, которая не изменяется с течением времени.

При анализе чаще всего стандартный раствор помещают в измерительный сосуд, называемый бюреткой, и осторожно, маленькими порциями приливают его к исследуемому раствору до тех пор, пока тем или иным способом не будет установлено окончание реакции. Эта операция называется ***титрованием.***

***Момент окончания реакции в титриметрическом анализе называется точкой эквивалентности.***

В этот момент количества прореагировавших веществ строго эквивалентны. Точку эквивалентности можно зафиксировать следующими способами:

1. По изменению окраски индикаторов (фенолфталеин, метиловый оранжевый, лакмус и др.).

2. По изменению окраски одного из растворов реагирующих веществ

3. При помощи приборов (рН-метр)

Расчет концентрации исследуемого раствора проводят с использованием ***закона эквивалентов:***

***вещества взаимодействуют друг с другом в количествах, пропорциональных их эквивалентам.***

*n (A) = n (B), n(А) = Cэ(А) ∙ V(р-ра А), n(В) = Cэ(В) ∙ V(р-ра В),* значит

***Cэ(А) ∙ V(р-ра А) = Cэ(В) ∙ V(р-ра В)***

**Классификация методов титриметрического анализа:**

*1. По типу химической реакции:*

1.1. кислотно-основный метод – основан на реакции нейтрализации;

1.2. редоксиметрический метод – основан на реакции окисления-

восстановления;

1.3. метод осаждения – основан на реакции, сопровождающейся

образованием малорастворимого продукта реакции;

1.4. метод комплексообразования – основан на реакции образования

прочного комплексного соединения определяемого иона со

стандартным раствором.

*2. По типу стандартного раствора:*

2.1. ацидиметрия – в качестве стандартного раствора используется

кислота;

2.2. алкалиметрия – в качестве стандартного раствора используется

щелочь;

2.3. перманганатометрия – в качестве стандартного раствора используется

раствор перманганата калия;

2.4. иодометрия – в качестве стандартного раствора используется раствор

тиосульфата натрия, вспомогательное вещество – иодид калия;

2.5. комплексонометрия – в качестве стандартного раствора используется

раствор трилона Б (комплексон (III).

*3. По способу титрования:*

3.1. прямое;

3.2. обратное;

3.3. заместительное

***3.1.1. Метод кислотно-основного титрования***

Кислотно-основный метод основан на реакции нейтрализации, при которой происходит связывание катионов Н+ кислоты с ОН- ионами основания. Данный метод позволяет практически устанавливать соответствие кислотности и щелочности хлебобулочных и кондитерских изделий, а также исходных материалов требованиям ГОСТ.

Рабочими растворами данного метода являются 0,1 Н раствор соляной кислоты (ацидиметрия) и 0,1 Н раствор гидроксида натрия или калия (алкалиметрия).

Так как концентрация данных растворов может изменяться при длительном хранении, необходима их стандартизация. В качестве установочных веществ в данном методе применяются щавелевая кислота и ее соли (оксалаты) – для установления титра растворов щелочей, а также раствор тетрабората натрия – для установления концентрации растворов сильных кислот. В качестве индикаторов данного метода чаще всего используются фенолфталеин, метиловый оранжевый, лакмус и др.

**Перечень лабораторных работ по разделу:**

1. Приготовление рабочих растворов для титриметрического анализа.

2. Приготовление установочных растворов для титриметрического анализа.

3. Стандартизация рабочих растворов щелочи и кислоты.

4. Определение кислотности пищевых продуктов. Определение кислотности дрожжей.

5. Определение кислотности муки и молока.

6. Определение кислотности хлеба.

7. Определение щелочности мучных кондитерских изделий.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 11,12

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Титриметрический анализМетод кислотно-основного титрования»

**Наименование работы:**  «Приготовление рабочих и установочных растворов для титриметрического анализа»

**Цель:** научиться готовить рабочие и установочные растворы заданной концентрации.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (взвешивание на технических и электронных весах навесок гидроксида натрия и щавелевой кислоты, приготовление растворов заданной молярной концентрации эквивалентов в мерной колбе из навески и путем разбавления более концентрированного раствора, приготовление установочного раствора щавелевой кислоты из стандарт-титра); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выбор метода и хода химического анализа; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.2., 1.4., 2.1.,3.1.,4.1.

**Норма времени:** 4 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Межгосударственный стандарт. Хлебобулочные изделия.

Методы определения кислотности. Красноярский центр

стандартизации и метрологии, 1997.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Что представляет собой процесс титрования? Какую количественную характеристику

позволяет определить данный метод?

2. Из каких растворов состоит титриметрическая система?

3. Охарактеризуйте последовательность приготовления рабочего раствора щелочи.

Почему раствор щелочи нельзя использовать как установочный раствор?

4. Охарактеризуйте последовательность приготовления установочного раствора

щавелевой кислоты из точной навески.

5. Какова последовательность приготовления установочного раствора из фиксанала

(стандарт-титра)?

6. Какова методика приготовления разбавленных растворов?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания и тех. требования** |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Приготовление 0,1 Н рабочего раствора гидроксида натрия**   1. Рассмотрите выданное вам лабораторное оборудование и определите объем мерной колбы для приготовления рабочего раствора гидроксида натрия. 2. Произведите расчет навески гидроксида натрия исходя из известного объема и концентрации. 3. Навеску взвешивают на весах и растворяют в мерной колбе по определенной методике. Для этого:   а) перед включением технических весов, поместите на них пустой химический стакан и дождитесь обнуления весов;  б) поместите в стакан рассчитанную вами навеску гидроксида натрия;  в) навеску гидроксида натрия перенесите через воронку в мерную колбу, остатки из стакана и воронки смойте дистиллированной водой из промывалки или стаканчика в ту же мерную колбу;    г) содержимое колбы тщательно перемешайте вращательными движениями до полного растворения навески и доведите объем полученного раствора до метки. Закройте колбу пробкой и снова тщательно перемешайте, перевертывая колбу  15 – 20 раз.  4. Подпишите мерную колбу с приготовленным  раствором  **Опыт 2. Приготовление 0,1 Н рабочего раствора соляной кислоты из ее 10%-го раствора**  1. Рассмотрите выданное вам лабораторное  оборудование и определите исходную  концентрацию и объем мерной колбы для  приготовления рабочего раствора соляной кислоты.    2. Рассчитайте объем концентрированной соляной  кислоты, необходимый для приготовления  разбавленного раствора нужной концентрации.  3. Отмерьте рассчитанный вами объем 10%-й соляной  кислоты мерным цилиндром и выполните его  разбавление в соответствии с правилами техники  безопасности.  4. Подпишите мерную колбу с приготовленным  раствором.  **Опыт 3. Приготовление установочного раствора щавелевой кислоты (Н2С2О4 ∙ 2Н2О)**  1. Рассмотрите выданное вам лабораторное  оборудование и определите объем мерной колбы для  приготовления 0,1 Н установочного раствора  щавелевой кислоты.    2. Произведите расчет навески щавелевой кислоты,  исходя из известного объема и концентрации.  3. Навеску взвешивают на весах и растворяют в мерной  колбе по определенной методике.  Для этого:  а) взвесьте пустой бюкс на технических весах и уточните его массу на аналитических весах;  б) используя технические весы, поместите в бюкс рассчитанную вами навеску щавелевой кислоты и уточните вес на аналитических весах;  в) навеску щавелевой кислоты перенесите через воронку в мерную колбу, остатки из бюкса и воронки смойте дистиллированной водой в ту же мерную колбу.    г) содержимое колбы тщательно перемешайте вращательными движениями до полного растворения навески и доведите объем полученного раствора до метки. Закройте колбу пробкой и снова тщательно перемешайте, перевертывая колбу  15 – 20 раз.  4. Зная точную массу навески вещества и объем мерной  колбы, рассчитайте практическую нормальность и  титр приготовленного раствора.  5. Подпишите мерную колбу с приготовленным  раствором. | Химические стаканчики, шпатель, бюкс, стеклянная палочка, воронка, тех. весы, аналит. весы, мерная колба, промывалка, гидроксид натрия, дистилл. вода, щавелевая кислота, 10% раствор соляной кислоты | **Осторожная работа с кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, получить необходимую посуду, оборудование и химические реактивы, выполнить расчеты, приготовить растворы, аккуратно оформить отчет.*  В отчете приведите расчеты, результаты всех  измерений и последователь-ность ваших действий. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. Почему раствор щелочи не может служить установочным раствором? Каковы правила работы с раствором щелочи при выполнении титриметрического анализа?

2. Рассчитайте навеску гидроксида натрия для приготовления 1,5Н раствора в мерной колбе объемом 500 мл.

\*3. Сделайте необходимые расчеты для приготовления 0,1Н раствора соляной кислоты из ее 40%-го раствора.

**В – 2**

1. Что называется точкой эквивалентности в титриметрическом анализе? Как ее можно установить в процессе кислотно-основного титрования?

2. Какая масса щавелевой кислоты (Н2С2О4∙2Н2О) может быть запаяна в ампуле стандарт-титра, если приготовленный из него раствор (объем мерной колбы – 1л) имеет концентрацию 2Н?

\*3. Сделайте необходимые расчеты для приготовления 0,1Н раствора гидроксида натрия из его 20%-го раствора.

**В – 3**

1. Дайте определение рабочего, установочного и стандартизированного раствора. Какой раствор вы будете использовать в качестве стандартизированного при определении щелочности кондитерских изделий?

2. Рассчитайте навеску тетрабората натрия (Na2B4O7∙10H2O), необходимую для приготовления 0,1Н установочного раствора объемом 250 мл.

\*3. Каков титр 10%-й соляной кислоты?

**В – 4**

1. Что такое титриметрическая система? Из каких составных частей состоит титриметрическая система при определении кислотности хлеба?

2. Рассчитайте концентрацию раствора гидроксида калия, полученного в мерной колбе объемом 100 мл из навески, массой 0,5 г.

\*3. Каков титр 30%-го раствора гидроксида натрия?

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 13

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Титриметрический анализ.Метод кислотно-основного титрования»

**Наименование работы:** «Стандартизация рабочих растворов щелочи и кислоты»

**Цель:** научиться выполнять стандартизацию рабочего раствора щелочи и соляной кислоты, используя метод кислотно-основного титрования.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии (закона эквивалентов) для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рабочего места для титрования, подготовка бюретки для титрования, отбор аликвотной части раствора мерной пипеткой, выбор индикатора); выбор метода и хода химического анализа (титрование); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (вычисление титра и молярной концентрации эквивалентов стандартного раствора щелочи, соляной кислоты, их поправочных коэффициентов); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература**: Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Межгосударственный стандарт. Хлебобулочные изделия.

Методы определения кислотности. Красноярский центр

стандартизации и метрологии, 1997.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Что такое титрование? Титриметрическая система?

2. Перечислите методы титрования.

3. В чем заключается сущность кислотно-основного метода?

4. Что называется точкой эквивалентности процесса титрования? Какими способами ее

можно установить?

5. Какие индикаторы используются в процессе титрования? Какова цель их использования?

Какой из них предпочтительнее? Почему?

6. Опишите методику процесса кислотно-основного титрования.

7. Чем отличаются установочный и стандартизированный растворы?

8. Какой закон является основным законом титрования?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2 | **Опыт 1. Установление титра и молярной концентрации эквивалентов раствора гидроксида натрия по щавелевой кислоте**  1. Приготовьте бюретку для титрования  Для этого:  а) чистую бюретку ополосните 1 – 2 раза приготовленным вами раствором гидроксида натрия;  б) медленно заполните бюретку раствором щелочи через воронку немного выше нулевого деления;  в) с помощью крана удалите пузырьки воздуха из нижней части бюретки, уберите воронку, чтобы стекающие с нее капли не искажали данные анализа  и доведите объем бюретки до нулевого деления.  2. Приготовьте 3 колбочки с раствором щавелевой кислоты для титрования  Для этого:  а) ополосните 1 – 2 раза мерную пипетку приготовленным вами установочным раствором щавелевой кислоты, каждый раз засасывая раствор при помощи резиновой груши и сливая его в химический стаканчик;  б) отберите с помощью пипетки Мора аликвотную часть – 10 мл раствора. При наполнении пипетки нижний ее конец поместите в раствор, а через верхний осторожно засасывайте жидкость выше метки на 1 – 2 см с помощью резиновой груши. Быстро уберите грушу и закройте верхнее отверстие пипетки влажным (смоченным в воде) указательным пальцем правой руки. Осторожно приподнимая палец, дайте жидкости медленно, по каплям, стечь, пока нижний мениск не коснется метки. При этом глаз наблюдателя должен быть на уровне метки;  в) перенесите пипетку в заранее приготовленную колбочку для титрования и, держа ее вертикально, дайте жидкости вытечь. Выливать раствор в колбу следует медленно, по стенке. Для удаления оставшейся жидкости в кончике пипетки, прикасаются кончиком пипетки к стенке сосуда и ждут несколько секунд. Нельзя удалять последнюю каплю выдуванием (техника безопасности!)    г) в каждую колбочку добавьте по 2 – 3 капли фенолфталеина для установления точки эквивалентности  3. Выполните титрование  Для этого раствор щелочи из бюретки прибавляйте по каплям к раствору щавелевой кислоты, непрерывно перемешивая содержимое колбы. Титрование ведется до появления бледно-розовой окраски, сохраняющейся 30 сек. Чтобы легче заметить точку эквивалентности – переход окраски раствора, колбу с титруемым раствором помещают на лист белой бумаги. Определите по шкале бюретки объем израсходованного раствора и зафиксируйте его в тетради. Титрование проведите 3 раза и найдите среднее значение объема щелочи.  4. Выполните расчеты  По закону эквивалентов установите титр и молярную концентрацию эквивалентов для раствора щелочи. Рассчитайте поправочный коэффициент для раствора NaOH:  К (NaOH) = Сэ практич(NaOH) / Сэтеорет(NaOH)  **Опыт 2. Установление титра и молярной концентрации эквивалентов раствора соляной кислоты по раствору гидроксида натрия**  1. Приготовьте бюретку для титрования и заполните ее раствором щелочи.  2. Приготовьте 3 колбочки с раствором соляной кислоты для титрования.  3. Выполните 3 титрования до появления бледно-розовой окраски, сохраняющейся 30 сек, каждый раз определяя по шкале бюретки объем израсходованного раствора щелочи и найдите среднее значение.  4. Выполните расчеты  По закону эквивалентов установите титр и молярную концентрацию эквивалентов для раствора кислоты, рассчитайте ее поправочный коэффициент.  5. Приведите в порядок рабочее место: слейте неиспользованные растворы в соответствующие колбы, промойте бюретку несколько раз дистиллированной водой (проба лакмусом), протрите рабочий стол. | Штатив, бюретка с краном, колбы для титрования, мерная пипетка, резиновая груша,  химические стаканчики, воронка, промывалка, растворы: гидроксид натрия, щавелевая кислота, соляная кислота, фенол-фталеин, дистилл. вода | **Осторожная работа с кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить стандарти - зацию раствора щелочи, расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий.  Приведите расчеты. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. Что называется титрованием?

2. Найти титр раствора NaCl, если навеску 5,9120 г. растворили в мерной колбе на 1000 мл и раствор довели до метки.

3. Изменение окраски метилового оранжевого при титровании кислоты щелочью происходит при рН от 3,1 до 4,4. Определите концентрацию катионов водорода в эти моменты титрования.

\*4. К 10,00 мл 0,1 Н раствора соляной кислоты прилили 15,00 мл 0,1 Н раствора гидроксида калия. Какую окраску приобретет фенолфталеин в полученном растворе?

**В – 2**

1. Почему пипетки и бюретки следует перед использованием ополаскивать раствором, которым их будут наполнять?

2. На титрование 20,00 мл раствора серной кислоты израсходовали 19,50 мл

0,09641 Н раствора гидроксида натрия. Какова нормальность раствора H2SO4

3. Изменение окраски фенолфталеина при титровании кислоты щелочью происходит при рН от 8,2 до 10. Определите концентрацию гидроксид-ионов в эти моменты титрования.

\*4. На титрование 0,03402 г. нитрата серебра пошло 20,02 мл раствора HCl. Найти Т(HCl)

**В – 3**

1. Какие растворы называют стандартными?

2. Сколько гидроксида калия содержится в 10 мл его раствора, титр которого равен 0,004120 г/мл?

3. Изменение окраски лакмуса при титровании кислоты щелочью происходит при рН от 5,0 до 8,0. Определите концентрацию катионов водорода в эти моменты титрования.

\*4. К 40 мл 0,2175 Н раствора соляной кислоты прибавили 45,04 мл 0,1952 Н раствора гидроксида калия. Определить реакцию среды полученного раствора.

**В – 4**

1. Как правильно использовать для анализа растворы гидроксида натрия и гидроксида калия после хранения в течении длительного времени?

2. Какая навеска щавелевой кислоты запаяна в ампуле ее стандарт-титра?

3. Изменение окраски метилового красного при титровании кислоты щелочью происходит при рН от 4,4 до 6,2. Определите концентрацию гидроксид-ионов в эти моменты титрования.

\*4. Каково процентное содержание Na2CO3 в образце технической соды, если на нейтрализацию навески ее 0,2648 г. затрачено 24,44 мл 0,1972 Н раствора серной кислоты?

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 14

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Титриметрический анализ. Метод кислотно-основного титрования»

**Наименование работы:**  «Определение кислотности пищевых продуктов. Определение кислотности дрожжей»

**Цель:** научиться устанавливать кислотность дрожжей, используя метод кислотно-основного титрования

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса (приготовление суспензии дрожжей); использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рабочего места для титрования, подготовка бюретки для титрования, отбор аликвотной части раствора мерной пипеткой, выбор индикатора, взвешивание на технических весах); выбор метода и хода химического анализа (титрование); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (вычисление кислотности дрожжей); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, справочные материалы, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Межгосударственный стандарт. Хлебобулочные изделия.

Методы определения кислотности. Красноярский центр

стандартизации и метрологии, 1997.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Дайте определение кислотности дрожжей. Какой метод позволяет ее определить?

2. Что такое титрование? Опишите методику выполнения данного метода.

3. Что входит в состав титриметрической системы при кислотно-основном титровании?

В данной работе?

4. Дайте определение титранта (стандартного раствора). Какой раствор в данной работе

выполняет роль титранта? Опишите стандартизацию данного раствора.

5. Каким способом можно установить точку эквивалентности при определении

кислотности дрожжей? Как вы объясните изменение цвета индикатора, происходящее

при титровании?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1 | **Опыт 1. Определение кислотности дрожжей**  Прессованные дрожжи имеют слабокислую реакцию, которая усиливается при их хранении.  ***Кислотность дрожжей (Х) – это масса (в мг) уксусной кислоты, содержащаяся в 100 г дрожжей.***  Свежеприготовленные дрожжи имеют кислотность – 120 мг СН3СООН в 100 г дрожжей, а через 12 дней хранения она увеличивается до 300 мг СН3СООН в 100 г дрожжей.  Установите опытным путем кислотность дрожжей. Для этого:  1. Взвесьте в химическом стакане на технических весах 10 г дрожжей.  2. Отмерьте с помощью мерного цилиндра 50 мл дистиллированной воды.  3. Растворите дрожжи в небольшом количестве воды и перенесите эту суспензию в колбу для титрования, тщательно смывая остатки дрожжей со стенок стакана оставшейся дистиллированной водой из мерного цилиндра.  4. Оттитруйте суспензию дрожжей раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина  (2 – 3 капли) до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.  5. Рассчитайте кислотность дрожжей по формуле:    X = V ∙ K ∙ 6 ∙ 100 = 60 ∙V∙ K, где  10  V – объем раствора щелочи, пошедший на  титрование (в мл);  К – поправочный коэффициент для раствора щелочи;  6 – масса уксусной кислоты, соответствующая 1 мл  0,1 Н раствора щелочи (в мг);  10 – масса дрожжей (в граммах);  100 – пересчет на 100 г дрожжей  5. Приведите в порядок рабочее место: слейте неиспользованные растворы в соответствующие колбы, промойте бюретку несколько раз дистиллированной водой (проба лакмусом), протрите рабочий стол. | Химические стаканчики, шпатель, стеклянная палочка, воронка, весы, мерный цилиндр, промывалка, раствор гидроксида натрия, дистилл. вода,  штатив, бюретка с краном, колба для титрования, мерная пипетка, резиновая груша,  фенол-фталеин, прессован.  дрожжи | **Осторожная работа со щелочами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, установить кислотность дрожжей путем прямого титрования, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последова-тельность ваших действий.  Приведите расчеты.  Сделайте вывод о качестве данной продукции. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. В 100 мл раствора содержится 1,8838 г. десятиводного тетрабората натрия

(Na2B4O7∙10H2O). Вычислить молярную концентрацию раствора.

\*2. Для проведения лабораторной работы необходимо приготовить 1Н раствор гидроксида калия. Сделайте необходимые расчеты и опишите последовательность приготовления данного раствора в мерной колбе объемом 100 мл.

**В – 2**

1. Содержимое одного фиксанала NaOH (0,1 моль) переносят в мерную колбу вместимостью 500 мл. Вычислить молярную концентрацию раствора после разбавления водой до метки.

\*2. Известно, что после длительного хранения, раствор щелочи изменяет свою концентрацию в результате взаимодействия с углекислым газом атмосферы. Опишите последовательность действий по его стандартизации.

**В – 3**

1. В 1000 мл раствора содержится 11,2362 г. двуводной щавелевой кислоты. Рассчитать молярную концентрацию и титр данного раствора.

\*2. В лаборатории имеется 1 Н раствор соляной кислоты. Для титриметрического анализа необходимо приготовить 0,1 Н раствор этой кислоты в мерной колбе объемом 100 мл. Сделайте необходимые расчеты и опишите последовательность приготовления раствора.

**В – 4**

1. Мерной колбой, какой вместимости вы воспользуетесь для приготовления 0,05 М раствора двуводной щавелевой кислоты из навески 3,1500 г?

\*2. Необходимо приготовить 1 Н раствор Na2B4O7∙10H2O. Сделайте необходимые расчеты и опишите последовательность приготовления данного раствора в мерной колбе объемом 250 мл. Каков титр этого раствора?

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 15

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Титриметрический анализ. Метод кислотно-основного титрования»

**Наименование работы:** «Определение кислотности муки и молока»

**Цель:** научиться определять качество молочной продукции, устанавливать соответствие кислотности различных сортов муки требованиям ГОСТ 27493, используя метод кислотно-основного титрования

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса (приготовление болтушки из пшеничной и ржаной муки разных сортов); использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рабочего места для титрования, подготовка бюретки для титрования, отбор аликвотной части молока мерной пипеткой, выбор индикатора, взвешивание на технических весах навески муки); выбор метода и хода химического анализа (титрование); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (вычисление кислотности молока и муки); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, справочные материалы, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Межгосударственный стандарт. Хлебобулочные изделия.

Методы определения кислотности. Красноярский центр

стандартизации и метрологии, 1997.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Дайте определение кислотности муки. Каковы единицы ее измерения?

2. Дайте определение кислотности молока. Каковы единицы ее измерения?

3. Какова цель определения кислотности пищевых продуктов?

4. Какой метод лежит в основе данного определения? Почему?

5. Опишите последовательность подготовки установки для титрования и его методику.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2  3 | Кислотность муки обусловлена присутствием органических кислот, белковых веществ, кислых солей фосфорной кислоты.  Кислотность характеризует продолжительность хранения муки и влияет на кислотность теста и хлеба. Кислотность хлеба регламентируется стандартами, поэтому при производстве кондитерских и хлебобулочных изделий необходимо проверять кислотность каждой партии поступившей муки. При хранении в зерне и муке происходят биохимические процессы, в результате кислотность повышается. Это отражается на свойствах муки, на качестве клейковины. Одновременно мука приобретает неприятный привкус  Определение кислотности муки по болтушке осуществляют по ГОСТ 27493 титрованием гидроксидом натрия.  ***Кислотность муки (Х) выражают в условных единицах – градусах.***  ***Градус кислотности соответствует объему (см3)***  ***1Н раствора NaOH, необходимому для нейтрализации кислот и кислых солей в 100 г муки.***  **Опыт 1. Приготовление болтушки из навески муки**  1. Из каждой пробы муки, предназначенной для испытаний, возьмите по три навески массой 5 г. Взвешивание проводите на технических весах.  2. Отмерьте необходимый объем воды в мерном цилиндре: для пшеничной муки – 50 мл,  для ржаной – 100 мл.  3. Навеску перенесите в сухую коническую колбу и постепенно приливайте дистиллированную воду из цилиндра, непрерывно помешивая стеклянной палочкой, не допуская появления комочков.  4. В полученную болтушку из пшеничной муки добавьте 3 капли фенолфталеина, из ржаной муки – 5 капель. Взболтайте смесь.  **Опыт 2. Определение титруемой кислотности муки**  1. Подготовьте бюретку для титрования и заполните ее раствором щелочи  2. Выполните титрование при постоянном взбалтывании содержимого колбы до появления ясного розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии колбы в течение 20 – 30 сек.  Определите по бюретке объем раствора щелочи, пошедший на титрование.  3. Рассчитайте средний объем раствора щелочи, пошедший на титрование.  4. Выполните расчет кислотности по формуле:  V ∙ K ∙ 100  Х = ————— = 2 ∙ V ∙ K, где  m ∙ 10  V – объем раствора щелочи, пошедший на  титрование (в мл);  К – поправочный коэффициент для раствора щелочи;  m – масса навески муки (в граммах);  100 – пересчет на 100 г муки  1/10 – коэффициент пересчета 0,1 Н раствора щелочи на 1 Н раствор  Рекомендуется использовать муку с кислотностью:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Наименование | Сорт | Кислотность (в град.) | | Мука пшеничная  ГОСТ 26574 – 85 | В/с | 2,5 – 3,0 | | I | 3,0 – 3,5 | | II | 4,0 – 4,5 | | Обойная | 4,5 – 5 | | Мука ржаная  ГОСТ 7045 – 54 | Сеяная | 4,0 | | Обдирная | 5,0 | | Обойная | 5,0 – 5,5 |   ***Кислотность молока (Х, 0Т) – это объем 0,1 Н раствора NaOH (в мл), затраченный на нейтрализацию кислоты, содержащейся в 100 мл молока. Измеряется в градусах Тёрнера (0Т).***  Кислотная реакция молока обусловлена присутствием  казеина, кислых солей фосфорной и лимонной кислот, СО2.  Кислотность свежего молока колеблется в пределах  16 – 18 0Т. При хранении кислотность повышается в результате жизнедеятельности развивающихся в молоке молочнокислых бактерий, которые расщепляют лактозу молока до молочной кислоты. Если кислотность достигает 27 – 30 0Т, то при кипячении молоко свертывается.  Кислотность цельного пастеризованного молока по стандарту должна быть не более 22 0Т;  сухого цельного молока 17 – 22 0Т;  сухого обезжиренного молока 20 – 21 0Т.    **Опыт 3. Определение титруемой кислотности молока**  1. Подготовьте бюретку для титрования и заполните ее раствором щелочи.  2. Подготовьте 3 колбы для титрования. Для этого в коническую колбу отмерьте пипеткой 10 мл молока, добавьте 20 мл дистиллированной воды и 2-3 капли фенолфталеина, смесь тщательно перемешайте.  3. Выполните титрование при постоянном взбалтывании содержимого колбы, до появления ясного розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии колбы в течение 30 с., каждый раз фиксируя объем  раствора щелочи, пошедший на титрование. Рассчитайте средний объем раствора щелочи.  4. Выполните расчет кислотности по формуле:  Х = V ∙ K ∙ 10, где  V – объем раствора щелочи, пошедший на  титрование (в мл);  К – поправочный коэффициент для раствора щелочи;  10 – пересчет на 100 мл молока | Химические стаканчики, шпатель, бюкс, стеклянная палочка, воронка, весы с разновесами, мерный цилиндр, промывалка, гидроксид натрия, дистилл. вода, штатив, бюретка с краном, колба для титрования, фенол -фталеин, мука пшен., мука ржан.  Химические стаканчики, стеклянная палочка, воронка, мерный цилиндр, промывалка, гидроксид натрия, дистилл. вода, штатив, бюретка с краном, колба для титрования, фенол-фталеин, молоко пастеризо-ванное | **Осторожная работа со**  **щелочами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, приготовить болтушку из муки, отобрать аликвоту молока,*  *установить*  *кислотность*  *путем прямого титрования, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий.  Приведите расчеты.  Сделайте вывод о качестве продукции. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

Для определения кислотности молока вам необходимо приготовить 100 мл 0,1 Н раствора гидроксида натрия. Навеска гидроксида натрия, взвешенная на электронных весах, оказалась равной 0, 3578 г. Рассчитайте поправочный коэффициент для полученного раствора гидроксида натрия.

**В – 2**

На титрование 20 мл раствора соляной кислоты израсходовано 19,25 мл 0,09589 Н раствора гидроксида калия. Рассчитайте поправочный коэффициент 0,1 Н раствора соляной кислоты.

**В – 3**

Поправочный коэффициент 0,1 Н раствора гидроксида натрия, приготовленного в мерной колбе, объемом 250 мл равен 1,0145. Какая масса гидроксида натрия была использована для приготовления данного раствора?

**В – 4**

На титрование 10 мл установочного раствора щавелевой кислоты израсходовано 10,0698 мл раствора гидроксида калия. Рассчитайте поправочный коэффициент 0,1 Н раствора щелочи.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 16

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Титриметрический анализ. Метод кислотно-основного титрования»

**Наименование работы:** «Определение кислотности хлеба»

**Цель:** научиться устанавливать соответствие кислотности различных хлебобулочных изделий требованиям ГОСТ, используя метод кислотно-основного титрования.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса (приготовление экстракта хлебобулочных изделий); использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рабочего места для титрования, подготовка бюретки для титрования, отбор аликвотной части фильтрата мерной пипеткой, выбор индикатора, взвешивание на технических весах навески хлебобулочных изделий); выбор метода и хода химического анализа (титрование); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (вычисление кислотности хлебобулочных изделий); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 2.1., 2.3., 2.4.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, справочные материалы, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература**: Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Межгосударственный стандарт. Хлебобулочные изделия.

Методы определения кислотности. Красноярский центр

стандартизации и метрологии, 1997.

Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.:

ПрофОбрИздат, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какие соединения обусловливают кислотность хлебобулочных изделий? Каково их

воздействие на свойства теста и готовых изделий?

2. Что показывает общая кислотность хлебобулочных изделий? В каких единицах она

выражается?

3. Какой метод позволяет определить кислотность?

4. Опишите последовательность подготовки пробы мякиша хлебобулочных изделий к

анализу.

5. Какой стандартный раствор используется для определения кислотности?

6. Какая формула позволяет рассчитать кислотность?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2 | Кислотность готовых изделий определяют по ГОСТ 5670-96 титрованием 0,1 Н раствором щелочи и выражают в градусах кислотности.  ***Градус*** ***кислотности изделия – это объем 1 Н раствора NaOH (в мл), затраченный на нейтрализацию кислот, содержащихся в 100 г мякиша хлебобулочного изделия.***  Кислотность готовых хлебобулочных изделий обусловлена содержанием кислот (молочной, уксусной, янтарной, муравьиной, винной, лимонной, аминокислот).  Она способствует изменению свойств белка, его набуханию, пептизации, уменьшению объема жидкой фазы в тесте и улучшению его физических свойств, а также изменяет вкусовые качества готовых изделий.  Кислотность хлеба, изготовленного из разных сортов муки, имеет определенные значения (см. справочные материалы).  **Опыт 1. Подготовка хлебобулочных изделий к анализу** (ГОСТ 5667-65)  1. На технических весах взвесьте 5 г. измельченного мякиша хлеба и поместите в коническую колбу.  2. Отмерьте 50 мл воды с помощью мерного цилиндра.  3. Около ¼ взятой дистиллированной воды перелейте в колбу с крошкой и быстро разотрите стеклянной палочкой до получения однородной массы, без заметных комочков. Добавьте оставшуюся воду из мерного цилиндра, закройте колбу пробкой и энергично встряхивайте в течение 2 мин. Оставьте смесь на 10 мин, затем повторите встряхивание 2 мин и оставьте на 8 мин.  4. По истечении 8 мин, отстоявшийся жидкий слой (экстракт) осторожно отфильтруйте в сухой химический стакан через марлю.    **Опыт 2. Определение титруемой кислотности хлеба**  1. Подготовьте три колбы для титрования. Для этого в каждую отмерьте пипеткой по 10 мл полученного фильтрата и добавьте 2 – 3 капли фенолфталеина, смесь тщательно перемешайте.  2. Подготовьте бюретку для титрования и заполните ее раствором щелочи.  3. Выполните титрование до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии колбы в течение 1 минуты.  Рассчитайте средний объем раствора щелочи, пошедший на титрование.  4. Выполните расчет кислотности по формуле:  V∙V1∙K∙100  X = ————— , где  V2∙m ∙10  V – объем раствора щелочи, израсходованный на  титрование (в мл)  V1 – объем дистиллированной воды, взятый для  растворения навески  V2 – объем фильтрата, взятый для титрования  К – поправочный коэффициент для раствора щелочи;  m – масса навески хлеба (в граммах);  100 – пересчет на 100 г хлеба  1/10 – коэффициент пересчета 0,1 Н раствора щелочи на 1 Н раствор | Химические стаканчики, бюкс, стеклянная палочка,  технические весы, мерный цилиндр, промывалка, штатив, бюретка с краном, колба коническая, воронка, марля,  фенол-фталеин, раствор гидроксида натрия, дистилл. вода, батон пшеничный, хлеб из муки II сорта, хлеб пшенично-ржаной. | **Осторожная работа со щелочами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, установить кислотность хлебобулочных изделий путем прямого титрования, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последова-тельность ваших действий.  Приведите расчеты.  Сделайте вывод о качестве и технологии изготовления исследованной продукции. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

Из 25г. мякиша хлеба получили 200 мл водного экстракта. На титрование

20 мл этого экстракта затратили 1,2 мл 0,0995 Н раствора NaOH. Рассчитайте кислотность анализируемого продукта. Сделайте вывод о качестве данного хлеба.

**В – 2**

Предполагаемая кислотность ржаного хлеба 9,2 градуса. Из водного экстракта мякиша хлеба (200 мл) отбирают 20 мл и затрачивают на титрование пробы 2,00 мл 0,1 Н раствора КОН. Рассчитать массу мякиша хлеба, необходимую для анализа.

**В – 3**

Получают 250 мл водного экстракта из кекса, массой 25г. На титрование отбирают 50 мл экстракта. Предполагаемая кислотность кекса 3,1 град. Вычислить объем 0,1 Н раствора гидроксида натрия, расходуемого на титрование.

**В – 4**

Для анализа взяли 10г. мякиша хлеба и приготовили из него экстракт объемом 50 мл. Для титрования 10 мл такого экстракта было израсходовано 1,8 мл 0, 0965 Н раствора гидроксида калия. Какова кислотность хлеба? Был ли он изготовлен из муки высшего сорта?

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 17

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Титриметрический анализ. Метод кислотно-основного титрования»

**Наименование работы:** «Определение щелочности мучных кондитерских изделий»

**Цель:** научиться устанавливать соответствие щелочности различных кондитерских изделий требованиям ГОСТ, используя метод кислотно-основного титрования.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса (приготовление экстракта кондитерских изделий); использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рабочего места для титрования, подготовка бюретки для титрования, отбор аликвотной части фильтрата мерной пипеткой, выбор индикатора, взвешивание на технических весах навески кондитерских изделий); выбор метода и хода химического анализа (титрование); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (вычисление щелочности мучных кондитерских изделий); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 3.1. – 3.4.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, справочные материалы, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература**: Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.:

ПрофОбрИздат, 2012.

Межгосударственный стандарт. Изделия кондитерские. Методы

определения кислотности и щелочности. ГОСТ 5898-87.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какова причина щелочности мучных кондитерских изделий?

2. Приведите формулу и единицы измерения щелочности.

3. Какой метод позволяет определить щелочность?

4. Опишите последовательность подготовки пробы исследуемого продукта к анализу.

5. Какой стандартный раствор используется для определения щелочности?

6. Каким способом можно установить точку эквивалентности в данном анализе?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2 | Щелочность готовых изделий определяют по ГОСТ 5898-87  титрованием 0,1 Н раствором соляной кислоты. Точку эквивалентности определяют по изменению цвета индикатора - бромтимолового синего (появление желтой окраски). Щелочность выражают в градусах.  ***Градус*** ***щелочности изделия – это объем 1 Н раствора кислоты (в мл), затраченный на нейтрализацию щелочи, содержащейся в 100 г готового изделия.***  Щелочность мучных кондитерских изделий обусловлена содержанием щелочных химических разрыхлителей (гидрокарбонат натрия или карбонат аммония), применяемых для придания изделиям пористой структуры. Рецептура кондитерских изделий предусматривает дозу разрыхлителей:  5 – 7 кг NaHCO3 и 0,6 – 1 кг (NH4)2CO3 на 1т изделий.    **Опыт 1. Подготовка мучных изделий к анализу**  1. На технических весах взвесьте 5 г. тонко измельченного исследуемого продукта и поместите в химический стакан.  2. Отмерьте 50 мл дистиллированной воды с помощью мерного цилиндра и влейте в стакан с навеской.  3. Полученную смесь тщательно перемешайте стеклянной палочкой и оставьте на 30 мин, периодически взбалтывая через каждые 10 мин.  Дайте смеси отстояться и отфильтруйте жидкий слой (экстракт) в сухой химический стакан через марлю.    **Опыт 2. Определение титруемой щелочности**  1. Подготовьте три колбы для титрования. Для этого в каждую отмерьте пипеткой по 10 мл полученного экстракта и добавьте 2 – 3 капли бромтимолового синего, смесь тщательно перемешайте. Отметьте цвет смеси.  2. Подготовьте бюретку для титрования и заполните ее раствором кислоты.  3. Выполните титрование до появления желтого окрашивания. Рассчитайте средний объем раствора кислоты, пошедший на титрование.  4. Выполните расчет щелочности по формуле:  V∙V1∙K∙100  X = ————— , где  V2∙m ∙10    V – объем раствора кислоты, израсходованный на  титрование (в мл)  V1 – объем дистиллированной воды, взятый для  растворения навески  V2 – объем фильтрата, взятый для титрования  К – поправочный коэффициент для раствора кислоты;  m – масса навески (в граммах);  100 – пересчет на 100 г изделия  1/10 – коэффициент пересчета 0,1 Н раствора кислоты на 1 Н раствор | Химические стаканчики, бюкс, стеклянная палочка,  весы, мерный цилиндр, промывалка, штатив, бюретка с краном, колба для титрования, воронка, марля,  бромтимо-ловый синий, раствор соляной кислоты, дистилл. вода, мучные конди-терские изделия | **Осторожная работа с кислотами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, установить щелочность мучных изделий путем прямого титрования, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последова-тельность ваших действий.  Приведите расчеты. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. Чем обусловлена кислотность дрожжей? В каких единицах она измеряется? Как изменяется кислотность дрожжей при их хранении?

\*2. На титрование водной вытяжки из 5 г. муки затратили 3,50 мл0,1078 М раствора гидроксида натрия. Вычислите кислотность муки. Определите сорт муки.

**В – 2**

1. Назовите причины повышения кислотности молока при его длительном хранении. Что называется кислотностью молока? Каковы единицы ее измерения?

\*2. На титрование водной суспензии из 5 г. дрожжей затратили 1,25 мл 0,1Н раствора КОН. Рассчитайте кислотность дрожжей. Сделайте вывод о сроках хранения данного продукта.

**В – 3**

1. Отчего зависит кислотность муки? В каких единицах она измеряется? Почему при длительном хранении мука приобретает неприятный вкус?

\*2. На титрование 10 мл молока после разбавления водой затратили

1,23 мл 0,1022 М раствора NaOH. Вычислите кислотность молока. Сделайте вывод о возможности его использования для производства кондитерских изделий.

**В – 4**

1. Какое влияние оказывает кислотность хлеба на его качество? Чем она обусловлена? В каких единицах измеряется?

\*2. На титрование водной вытяжки из 10 г. пшеничной муки высшего сорта израсходовали 3,70 мл 0,0950 М раствора гидроксида натрия. Рассчитайте кислотность муки и определите ее качество.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

***3.1.2. Окислительно – восстановительное титрование***

Данный метод основан на окислительно-восстановительных реакциях. В анализе пищевых продуктов наиболее часто применяются метод перманганатометрии.

***Перманганатометрия***

Перманганатометрия – метод определения восстановителей путем титрования раствором KMnO4. Данный вид титрования проводят в сильнокислых растворах:

MnO4- + 8H+ +5e 🡪 Mn2+ + 4H2O

Внешним эффектом данной реакции является обесцвечивание раствора марганцовки, которое длится до тех пор, пока в растворе имеется восстановитель. В точке эквивалентности избыточная капля раствора KMnO4 обесцветится ипридаст титруемому раствору слабо-розовый цвет. Поэтому титрование ведут без индикатора. В нейтральной или щелочной среде реакция идет по иному пути: ионы MnO4- восстанавливаются до MnO2.

Это осадок коричневато-бурой окраски, который не позволяет точно установить момент прекращения выпадения этого осадка, следовательно, и точку эквивалентности.

В качестве установочных веществ в данном методе применяются щавелевая кислота и ее соли (оксалаты).

**Перечень лабораторных работ по разделу:**

1. Приготовление рабочего раствора перманганата калия и его стандартизация по щавелевой кислоте.

2. Определение содержания железа (II) в соли Мора.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 18

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Титриметрический анализ. Окислительно-восстановительное титрование»

**Наименование работы:** «Приготовление рабочего раствора перманганата калия и его стандартизация по щавелевой кислоте»

**Цель:** научиться готовить рабочий раствор KMnO4 и его стандартизировать, готовить установочный раствор для перманганатометрического титрования.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рабочего места для титрования, приготовление раствора заданной молярной концентрации эквивалентов в мерной колбе, приготовление растворов KMnO4 и щавелевой кислоты из фиксаналов, разбавление растворов, нагревание на водяной бане); выбор метода и хода химического анализа (титрование); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (вычисление титра и нормальности раствора KMnO4); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Беляева И.И. Задачи и упражнения по общей и неорганической

химии. – М.: Просвещение, 2012.

Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.: Интеграл – Пресс,

2014.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С. Технохимический и микробиологический контроль

в кондитерском производстве. Справочник. – М.: КолосС, 2012.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Что называется титрованием?

2. Каков основной закон титриметрического анализа?

3. Какие способы выражения концентрации растворов вы знаете?

4. Перечислите методы титрования.

5. Каковы особенности перманганатометрического метода?

6 . Каковы правила расчета числа эквивалентности в ОВР?

7. Приведите формулы для расчета абсолютной и относительной ошибки.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Приготовление 0,02 Н рабочего раствора перманганата калия**  Приготовьте рабочий раствор KMnO4 из имеющегося в лаборатории раствора, приготовленного из стандарт-титра. Для этого:  а) рассчитайте какой объем раствора KMnO4, имеющий концентрацию ≈ 0,1 Н, необходим для приготовления 0,02 Н раствора в мерной колбе, объемом 100 мл;  б) отмерьте вычисленный объем раствора KMnO4 с помощью мерного цилиндра и перенесите его в мерную колбу, добавьте дистиллированной воды до метки (отсчет по верхнему мениску), закройте пробкой и тщательно перемешайте.  **Опыт 2. Приготовление установочного раствора щавелевой кислоты**  Приготовьте разбавленный раствор щавелевой кислоты в мерной колбе на 100 мл. Для этого выполните разбавление имеющегося у вас раствора щавелевой кислоты в 5 раз:  а) рассчитайте объем концентрированного раствора щавелевой кислоты;  б) отмерьте вычисленный объем растворащавелевой кислотыс помощью пипетки Мора и перенесите его в мерную колбу, добавьте дистиллированной воды до метки (отсчет по верхнему мениску), закройте пробкой и тщательно перемешайте;  в) рассчитайте точную нормальность полученного раствора щавелевой кислоты.  **Опыт 3. Стандартизация раствора KMnO4 по щавелевой кислоте**  Подготовьте бюретку для титрования. Для этого:  а) ополосните бюретку 1 – 2 раза раствором перманганата калия;  б) заполните ее через воронку немного выше нулевого деления. С помощью крана доведите объем раствора до нуля (следите за тем, чтобы в носике бюретки не оставалось воздуха).    Приготовьте 3 колбочки с раствором щавелевой кислоты для титрования. Для этого:  а) отмерьте мерной пипеткой по 10 мл раствора щавелевой кислоты и внесите в колбы для титрования  б) добавьте в каждую по 20 мл 2 Н раствора серной кислоты.  Каждую из колб поочередно нагревайте на водяной бане до 70 – 80 С0 и выполняйте титрование горячего раствора щавелевой кислоты до бледно-малиновой окраски, не исчезающей в течении 1 минуты. К концу титрования температура раствора должна быть не ниже 600. При необходимости раствор можно подогревать.  Выполните титрование 3 раза, каждый раз фиксируя объем израсходованного раствора перманганата.  Выполните расчеты: по закону эквивалентов установите титр и нормальность раствора KMnO4. | Химические стаканчики, воронка, мерная колба, мерный цилиндр, промывалка, дистилл. вода, раствор щавелевой кислоты,KMnO4,  штатив, бюретка с краном, колба для титрования, мерная пипетка, резиновая груша | **Осторожная работа с кислотами и**  **водяной баней!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить расчеты, приготовить растворы, выполнить титрование, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий.  Приведите расчеты. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. Объясните, почему раствор перманганата калия, приготовленный из фиксанала, нельзя считать стандартным?

\*2. Вычислите Мэ окислителя и восстановителя в реакции:

H2S + KMnO4 + H2SO4 = S + MnSO4 + K2SO4 + H2O

Расставьте коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса.

**В – 2**

1. Почему перманганатометрические определения проводят в основном в кислой среде?

\*2. Вычислите Мэ окислителя и восстановителя в реакции:

FeSO4 + HNO3 + H2SO4 = Fe2(SO4)3 + NO + H2O

Расставьте коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса.

**В – 3**

1. По какому признаку устанавливают точку эквивалентности в методе перманганатометрии? Используется ли индикатор?

\*2. Вычислите Мэ окислителя и восстановителя в реакции:

MnSO4 + PbO2 + H2SO4 = HMnO4 + PbSO4 + H2O

Расставьте коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса.

**В – 4**

1. По каким веществам определяется концентрация и титр раствора KMnO4?

Как называются такие вещества и почему?

\*2. Вычислите Мэ окислителя и восстановителя в реакции:

CrCl3 + Br2 + KOH = K2CrO4 + KBr + KCl + H2O

Расставьте коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 19

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Титриметрический анализ. Окислительно-восстановительное титрование»

**Наименование работы:** «Определение содержания железа (II) в соли Мора (NH4)2SO4 ∙ FeSO4 ∙ 6H2O»

**Цель:** научиться определять содержание железа (II) в растворе соли Мора методом перманганатометрического титрования

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций (составление уравнений окислительно-восстановительных реакций); использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рабочего места для титрования, подготовка бюретки для титрования, отбор аликвотной части раствора мерной пипеткой); выбор метода и хода химического анализа (титрование); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (вычисление титра и нормальности раствора соли Мора, массовой доли железа, абсолютной и относительной ошибок анализа); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования

**Литература**: Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.: Интеграл – Пресс,

2014.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С. Технохимический и микробиологический контроль

в кондитерском производстве. Справочник. – М.: КолосС, 2009.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Дайте определение титриметрической системы. Из каких растворов

состоит титриметрическая система в данной работе?

2. Почему раствор перманганата калия перед работой необходимо стандартизировать?

Опишите последовательность действий по его стандартизации.

3. К какому виду титриметрического анализа относится перманганатометрия? Почему?

4. Какое вещество является окислителем в данной работе? Восстановителем?

Приведите уравнение реакции, используемой в данной работе.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1 | **Опыт 1. Определение содержания железа (II) в соли Мора (NH4)2SO4 ∙ FeSO4 ∙ 6H2O методом прямого титрования**  1. Подготовьте бюретку для титрования. Для этого:  а) ополосните бюретку 1 – 2 раза раствором перманганата калия;  б) заполните ее раствором KMnO4 через воронку немного выше нулевого деления. С помощью крана доведите объем раствора до нуля (следите за тем, чтобы в носике бюретки не оставалось воздуха)  2. Приготовьте 3 колбочки с раствором соли Мора для титрования. Для этого:  а) отмерьте мерной пипеткой 10 мл анализируемого раствора и внесите в колбу для титрования;  б) добавьте в каждую по 20 мл 2 Н раствора серной кислоты.    3. Выполните титрование. Титрование производят  «на холоду», т.к. при нагревании реакция окисления-восстановления протекает быстрее, но при этом катионы Fe2+ частично окисляются кислородом воздуха, а не перманганатом в ионы Fe3+, что приводит к неправильным результатам анализа. Титрование прекращается, когда избыточная капля KMnO4сообщит раствору бледно-малиновую окраску, которая не исчезает в течение 1 минуты. Выполните титрование 3 раза, каждый раз фиксируя объем израсходованного раствора перманганата.  Рассчитайте средний объем, пошедший на титрование.  4. Выполните расчеты: рассчитайте молярную концентрацию эквивалентов раствора соли Мора, ее массу, массу железа (II) и его процентное содержание в навеске соли Мора, если известно, что для приготовления 250 мл анализируемого раствора (NH4)2SO4 ∙ FeSO4 ∙ 6H2Oна весах было отмерено 1,96 г данного вещества.  Рассчитайте абсолютную и относительную ошибки. | Химические стаканчики, воронка, мерная колба, мерный цилиндр, промывалка, дистилл. вода, растворы: соль Мора, KMnO4,  штатив, бюретка с краном, колба для титрования, мерная пипетка, резиновая груша | **Осторожная работа с кислотами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, подготовить установку для титрования*  *и растворы, выполнить титрование, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Составьте уравнение реакции,  указав окислитель и восстановитель  Опишите последователь-ность ваших действий.  Приведите расчеты. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

\*1. Расставьте коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса:

NaNO2 + KI + H2SO4 = NO + K2SO4 + Na2SO4 + I2 + Н2О

Дайте определение ОВР и степени окисления.

2. Рассчитайте:

а) массу нитрита натрия, необходимую для приготовления 0,02Н раствора в мерной колбе, объемом 250 мл. Каков титр этого раствора?

б) нормальность раствора иодида калия, полученного растворением навески массой 0,1385 г. в мерной колбе объемом 500 мл.

**В – 2**

\*1. Расставьте коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса:

NaNO2 + KMnO4 + H2SO4 🡪 NaNO3 + MnSO4 + K2SO4 + H2O

2. Рассчитайте:

а) нормальность и титр раствора перманганата калия, полученного растворением навески массой 0,335 г. в мерной колбе объемом 1000 мл. Можно ли использовать раствор такой нормальности для перманганато-метрического титрования? Почему?

б) массу нитрита натрия, необходимую для приготовления 0,05Н раствора в мерной колбе, объемом 50 мл. Каков титр этого раствора?

**В – 3**

\*1. Расставьте коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса:

KMnO4 + H2O + Na2SO3 = MnO2 + КОН + Na2SO4

2. Рассчитайте:

а) массу сульфита натрия, необходимую для приготовления 0,03Н раствора в мерной колбе, объемом 250 мл. Каков титр этого раствора?

б) нормальность раствора перманганата калия, полученного растворением навески массой 0,064 г. в мерной колбе объемом 500 мл.

Как можно подготовить такой раствор для анализа (перманганатометрического титрования)? Опишите последовательность действий.

**В – 4**

\*1. Расставьте коэффициенты, используя метод ионно-электронного баланса:

KMnO4 + H2SO4 + Na2SO3 = MnSO4 + К2SO4 + Na2SO4 + Н2О

2. Рассчитайте:

а) массу сульфита натрия, необходимую для приготовления 0,05Н раствора в мерной колбе, объемом 100 мл. Каков титр этого раствора?

б) нормальность раствора перманганата калия, полученного растворением навески массой 0,625 г. в мерной колбе, объемом 1000 мл. Опишите последовательность действий при приготовлении данного раствора.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

***3.1.3. Метод комплексонометрии***

Метод комплексонометрического титрования позволяет определить содержание в растворе катионов металлов (степени окисления от +2 до +4), например, содержание кальция и магния в молоке, сахарных сиропах, кондитерских изделиях. Он также широко применяется для определения жесткости воды.

Этот метод основан на реакции образования прочных комплексных соединений определяемых ионов металлов с рядом комплексообразующих органических реактивов, получивших название комплексонов. Наибольшее значение из комплексонов имеет этилендиаминтетрауксусная кислота и ее динатриевая соль, которую называют комплексон (III) или трилон Б:

НООССН2 CH2COOH

N – CH2 – CH2 – N

NaOOCCH2 CH2COONa

В результате реакции происходит замещение катионов водорода карбоксильных групп комплексона на катионы металла, причем один эквивалент трилона связывает 1 эквивалент металла. Для установления точки эквивалентности используются индикаторы: хромоген черный, мурексид, эриохром темно-синий. Чаще всего – эриохром темно-синий.

Он представляет собой органический краситель темно-синего цвета. Индикатор также реагирует с определяемыми металлами, образуя комплексные, но не прочные соединения. При этом индикатор приобретает вишнево-красный цвет. В процессе титрования трилоном Б Этот непрочный комплекс разрушается, и индикатор накапливается в растворе в чистом виде. Когда все ионы металла будут связаны трилоном Б, окраска раствора из вишнево-красной станет темно-синей. Это позволяет зафиксировать точку эквивалентности. титрование ведут в щелочной среде с использованием аммиачного буферного раствора. Установочное вещество – сульфат магния.

**Перечень лабораторных работ по разделу:**

1. Приготовление рабочего раствора трилона Б и установочного раствора

сульфата магния.

2. Определение содержания катионов металла в анализируемом растворе.

3. Определение общей жесткости воды.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 20

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Титриметрический анализ. Метод комплексонометрии»

**Наименование работы:** «Приготовление рабочего раствора трилона Б и установочного раствора сульфата магния»

**Цель:** научиться готовить из навески рабочий и установочный растворы для комплексонометрии

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (взвешивание на технических и аналитических электронных весах навесок трилона Б и сульфата магния, приготовление растворов заданной молярной концентрации эквивалентов в мерной колбе); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций (расчет массы навески трилона Б и сульфата магния); выбор метода и хода химического анализа; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2002.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2004.

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Дайте характеристику метода комплексонометрического титрования. Что он позволяет

определить?

2. Дайте определение комплексона. Что представляет собой трилон Б? Каков механизм его

действия?

3. Можно ли использовать раствор комплексона III для анализа без предварительной

стандартизации? Почему?

4. Какое вещество можно использовать для стандартизации трилона Б?

5. Растворы, какой концентрации используются в комплексонометрии?

6. Опишите последовательность действий при приготовлении рабочего раствора?

7. Опишите последовательность действий при приготовлении установочного раствора?

8. Каким способом устанавливается точка эквивалентности в данном анализе?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Приготовление 0,02 Н рабочего раствора трилона Б**  *Трилон Б (комплексон III) представляет собой динатриевую соль этилендиаминтетрауксусной кислоты.*  *Его химическая формула – Na2H2C10H12O8N2 ∙ 2H2O.*  *Молярная масса 372,30 г/моль.*  *Число эквивалентности равно 2 (независимо от степени окисления определяемых катионов металла)*  1. Произведите расчет навески трилона Б, исходя из концентрации и объема мерной колбы.  2. Навеску взвесьте на технических весах и растворите в дистиллированной воде, в мерной колбе.    **Опыт 2. Приготовление 0,02 Н установочного раствора сульфата магния MgSO4 ∙ 7H2O**  1. Произведите расчет навески сульфата магния, исходя из необходимой концентрации и объема мерной колбы.  2. На технических весах определите массу пустого бюкса, уточните ее на электронных весах.  3. Поместите в бюкс рассчитанную навеску сульфата магния, уточните массу на электронных весах.  4. Рассчитайте точную массу навески.  5. Навеску растворите в дистиллированной воде, в мерной колбе определенного объема.  6. Выполните расчеты: рассчитайте титр, точную молярную концентрацию эквивалентов и поправочный коэффициент для раствора сульфата магния.  **Опыт 3. Установление титра и молярной концентрации эквивалентов раствора трилона Б по раствору сульфата магния MgSO4 ∙ 7H2O**    Выполните стандартизацию раствора трилона Б по раствору сульфата магния методом прямого титрования.  Для этого:  1. Приготовьте бюретку для титрования и заполните ее раствором трилона, титр которого требуется установить.  2. Приготовьте 3 колбочки для титрования.  Для этого:  а) ополосните 1 – 2 раза пипетку Мора раствором сульфата магния;  б) отберите с помощью пипетки аликвотную часть –  10 мл раствора и перенесите ее в колбу для титрования;  в) в каждую колбочку добавьте 5 мл аммиачной буферной смеси, отмерив данный объем мерным цилиндром, и внесите индикатор на кончике шпателя;  3. Выполните титрование.  Для этого раствор трилона из бюретки прибавляйте по каплям к раствору сульфата магния, непрерывно перемешивая содержимое колбы. Титрование ведется до перехода окраски из вишнево-красной в  сине-фиолетовую. Определите по шкале бюретки объем израсходованного раствора и зафиксируйте его в тетради. Титрование проведите 3 раза и найдите среднее значение объема трилона.  4. Выполните расчеты.  По закону эквивалентов установите титр и молярную концентрацию эквивалентов трилона Б.  5. Приведите в порядок рабочее место. | Химические стаканчики, мерные колбы,  технические весы, аналитичес-кие весы, бюретка, конические колбы, сульфат магния, трилон Б, дистилл. вода, аммиачная буферная смесь, индикатор эриохром черный Т | **Осторожное обращение с аналитичес-кими весами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить расчеты, приготовить растворы, выполнить титрование, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий.  Приведите расчеты. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. В 500 см3 раствора содержится 2,0388г двуводного комплексона III.

Рассчитать молярную концентрацию эквивалента и титр этого раствора.

\*2. Назовите комплексное соединение [Li(H2O)4]NO3, составьте схему его

диссоциации, рассчитайте заряд иона-комплексообразователя, поясните

состав молекулы.

**В – 2**

1. Вычислить массу навески трилона Б, необходимую для приготовления

200 см3 раствора с титром 0,007445 г/см3. Какова молярная концентрация

эквивалента данного раствора?

\*2. Назовите комплексное соединение Ca[Al(OH)5 H2O], напишите уравнение

его диссоциации, поясните состав молекулы и определите степень

окисления иона-комплексообразователя.

**В – 3**

1. Рассчитать массу навески MgSO4 ∙ 7H2O, необходимую для приготовления

500 см3 стандартного раствора с титром 0, 001000 г/см3.

\*2. Напишите формулу гексагидроксоалюмината (III) натрия, составьте

уравнение диссоциации этого соединения и поясните состав молекулы.

**В – 4**

1. Навеска сульфата магния, массой 5,0241 г, количественно перенесена в

мерную колбу, вместимостью 250 мл, добавлена вода до метки. Рассчитать

Сэ этого стандартного раствора и его титр.

\*2. Назовите комплексное соединение [Cr(H2O)6]Cl3, напишите уравнение

его диссоциации, поясните состав молекулы и определите степень

окисления иона-комплексообразователя.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 21, 22

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Титриметрический анализ. Метод комплексонометрии».

**Наименование работы:** «Определение содержания катионов металла в анализируемом растворе. Определение общей жесткости воды».

**Цель:** научиться определять содержание ионов металлов в воде, пищевых продуктах, используя метод комплексонометрического титрования.

**Приобретаемые навыки умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использовать свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рабочего места для титрования, подготовка бюретки для титрования, отбор аликвотной части раствора мерной пипеткой, выбор индикатора, поддержание рН-среды); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (расчет содержания кальция в соках, общей жесткости воды); выбор метода и хода химического анализа (титрование); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 4 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Дайте характеристику метода комплексонометрического титрования. Что он позволяет

определить? Что называется титрованием?

2. Дайте определение комплексона. Что представляет собой трилон Б? Каков механизм его

действия?

3. Можно ли использовать раствор комплексона III для анализа без предварительной

стандартизации? Почему?

4. Какое вещество можно использовать для стандартизации трилона Б? Опишите

последовательность действий по стандартизации раствора трилона Б.

5. Растворы, какой концентрации используются в комплексонометрии?

6. Назовите составляющие титриметрической системы в данном анализе? Что называется

титриметрической системой?

7. Как устанавливается точка эквивалентности в комплексонометрии?

8. Приведите значение рН среды, которое необходимо поддерживать в данном анализе?

Какой способ существует для поддержания щелочной среды смеси? Что представляет

собой аммонийная буферная смесь?

6. Чем обусловлена необходимость определения Са2+ в сахарных растворах и на чем

основано это определение?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2 | **Опыт 1. Определение общей жесткости воды**    *Жесткость воды зависит от содержания в ней ионов Ca2+ или Mg2+. Общую жесткость воды выражают суммой миллимоль эквивалентов ионов кальция и магния, содержащихся в 1 л воды. Один миллимоль эквивалентов жесткости отвечает содержанию 20,04 мг/л Са2+  или 12,16 мг/л Mg2+*  Общая жесткость воды определяется методом комплексонометрического титрования:  1. Подготовьте бюретку для титрования и заполните ее стандартизированным раствором трилона Б.  2. Подготовьте 3 колбы для титрования. Для этого:  а) ополосните мерную пипетку анализируемой водой, отберите с ее помощью аликвотную часть 10 мл и перенесите в колбу для титрования;  б) внесите в колбу 5 мл аммиачной буферной смеси, отмерив необходимый объем с помощью мерного цилиндра;  в) добавьте на кончике шпателя индикатор – эриохром черный Т.  3. Выполните титрование 3 раза до перехода окраски из вишнево-красной в сине-фиолетовую, каждый раз сверяя цвет раствора в точке эквивалентности с цветом «свидетеля», рассчитайте средний объем раствора трилона, израсходованный на титрование.  4. Выполните расчет общей жесткости воды по формуле:  Сэ(тр.Б) ∙V(тр.Б)  Ж = ——————— 1000  V(Н2О) пипет.  5. Приведите в порядок рабочее место.    **Опыт 2. Определение содержания кальция в анализируемом сахарном растворе (фруктовый сок)**    1. Подготовьте бюретку для титрования и заполните ее стандартизированным раствором трилона Б.  2. Подготовьте 3 колбы для титрования. Для этого:  а) ополосните пипетку Мора анализируемым раствором (соком), отберите с ее помощью аликвотную часть 10 мл и перенесите в колбу для титрования;  б) внесите в колбу 5 мл аммиачной буферной смеси, отмерив необходимый объем с помощью мерного цилиндра;  в) добавьте на кончике шпателя индикатор – эриохром черный Т, отметьте цвет смеси;  3. Выполните титрование 3 раза, до появления зеленовато-синего окрашивания, рассчитайте средний объем раствора трилона, израсходованный на титрование.  4. Выполните расчеты. По закону эквивалентов рассчитайте молярную концентрацию эквивалентов Са2+ и массу кальция, содержащуюся в 1000 мл анализируемого раствора:  m(Са2+) = Мэ(Са2+) ∙ Сэ(Са2+) ∙ V(р-ра)    5. Приведите в порядок рабочее место. | Штатив, бюретка с краном, колба для титрования, мерная пипетка, резиновая груша,  химические стаканчики, воронка, промывалка, дистилл. вода, водопров. вода,  растворы: трилон Б, аммиачная буферная смесь, индикатор эриохром черный Т  Штатив, бюретка с краном, колба для титрования, мерная пипетка, резиновая груша,  химические стаканчики, воронка, промывалка, дистилл. вода,  растворы: трилон Б, сульфат магния, фруктовый сок, аммиачная буферная смесь, индикатор эриохром черный Т | **Осторожная работа со щелочами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить стандарти - зацию раствора трилона Б, определить содержание кальция в соке, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий.  Приведите расчеты, сделайте вывод |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

\*1. К какому типу титриметрического анализа можно отнести титрование, которое основано на реакции: H3PO4 + 3КОН = К3РО4 + 3Н2О?

Какой индикатор можно использовать в данном случае для установления точки эквивалентности? Раствор гидроксида калия в данном случае является установочным или стандартизированным? Почему? Каким образом можно определить его точную нормальную концентрацию?

Рассчитайте массу навески КОН для приготовления 100 мл его 0,1 Н раствора. Определите поправочный коэффициент раствора КОН, если на титрование 10 мл 0,0968 Н раствора фосфорной кислоты было потрачено 9,85 мл такого раствора.

2. Вычислите молярную массу эквивалентов восстановителей: K2SO3 и KNO2.

**В – 2**

\*1. На титрование 25 мл 0,05 Н раствора К2С2О4 расходуется 24,50 мл раствора перманганата калия. Вычислите титр и молярную концентрацию эквивалентов раствора KMnO4. Какая навеска была взята для приготовления 250 мл раствора KMnO4. Можно ли данный стандартизированный раствор перманганата использовать для определения содержания железа спустя месяц без повторной стандартизации? Почему? К какому типу титриметрического анализа можно отнести данный анализ? Какой индикатор используется для такого титрования? Почему?

2. Определите молярную массу эквивалентов HBr и Mg3(PO4)2

**В – 3**

\*1. Для определения титра раствора серной кислоты взято 20,00 мл раствора Na2B4O7 ∙ 10H2O, Сэ = 0,1 Н (раствор приготовлен из фиксанала). На титрование израсходовано 19,20 мл Н2SO4. Вычислите титр и молярную концентрацию эквивалентов раствора Н2SO4 . После титрования раствор имеет рН = 6,8. Укажите концентрацию ионов Н+, среду этого раствора и окраску фенолфталеина в нем. Определите тип данного титриметрического анализа.

2. Вычислите, какая масса KMnO4 потребуется для приготовления 200 мл 0,03 Н раствора (кислая среда).

**В – 4**

\*1. Навеска 7,3460 г. сульфата магния растворена в мерной колбе на 1000 мл. Для титрования 10 мл полученного раствора израсходовано 11,15 мл раствора трилона Б. Определите точную нормальность и титр раствора комплексона. Какой объем такого раствора комплексона может понадобиться для определения содержания солей кальция и магния в воде средней жесткости?

Как называется данный метод? Каким образом можно установить точку эквивалентности в данном определении?

2. Вычислите молярную массу эквивалентов Ca(OH)2, Na2SiO3, Fe2(SO4)3

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**Тема 3.2.** Гравиметрический анализ

***Гравиметрический анализ заключается в точном измерении массы определяемого компонента, полученного в виде соединения известного химического состава.*** Точность измерения должна составлять 0,0002 г. Такой точности измерения массы можно достичь, используя аналитические весы.

Гравиметрический метод основан на 2-х законах:

***1. Закон сохранения массы веществ:*** *масса веществ, вступивших в реакцию равна массе веществ, образовавшихся в результате реакции.*

***2. Закон постоянства состава вещества:*** *всякое чистое вещество, независимо от способа его получения, имеет постоянный качественный и количественный состав.*

Методы гравиметрического анализа можно разделить на три группы:

***1. Метод выделения.*** Этот метод основан на извлечении из исследуемого вещества определяемого компонента в свободном состоянии, который затем точно взвешивают и рассчитывают процентное содержание данного компонента в навеске исследуемого вещества:

***m(A)***

***W(A) = ————— ∙ 100%***

***m(навески)***

***2. Метод отгонки.*** Этот метод основан на полном удалении

определяемого компонента в виде летучего соединения и взвешивании остатка.

***3. Метод осаждения.*** Этот метод основан на количественном осаждении

искомого иона в виде малорастворимого соединения определенного химического состава. Выделившийся осадок отфильтровывают, промывают, высушивают, прокаливают и точно взвешивают. По массе прокаленного осадка вычисляют содержание определяемого компонента (ионов или молекул) в исследуемом образце.

В гравиметрическом анализе различают осаждаемую и гравиметрическую формы осадка.

***Осаждаемая форма – химический состав осадка, в виде которого осаждают определяемые компоненты.***

***Гравиметрическая форма – химический состав прокаленного осадка.***

Осаждаемая и гравиметрическая формы могут представлять собой как

одинаковые, так и отличающиеся по химическому составу соединения.

**Требования к осаждаемой форме:**

1. Осадок должен обладать наименьшей растворимостью (быть практически нерастворимым). Опытным путем установлено, что полное осаждение иона может быть достигнуто лишь тогда, когда ПР осадка не превышает 1∙10-8. Это условие достигается выбором осадителя.

2. Осадок должен быть крупнокристаллическим. Это способствует

быстрому фильтрованию, так как не забиваются поры фильтра. Крупные кристаллы слабо адсорбируют примеси из раствора и легко отмываются от них.

3. Осадок должен легко и полностью превращаться в

гравиметрическую форму.

**Требования к гравиметрической форме:**

1. Она должна иметь определенную химическую формулу (состав), по которой вычисляют содержание компонентов в исследуемом образце.

2. Она должна быть химически устойчива. Прокаленный осадок в процессе охлаждения и взвешивания не должен поглощать из воздуха водяные пары, углекислый газ, окисляться или восстанавливаться.

**Условия осаждения:**

1. Осаждение ведут из горячих растворов горячим разбавленным раствором осадителя. В концентрированном растворе образуется больше центров (зародышей) кристаллов, и осадок получается мелкокристаллическим. Нагревание увеличивает растворимость мелких кристаллов, вследствие чего повышается концентрация осаждаемых ионов и осадителя в растворе, за счет которых растут крупные кристаллы, не успевшие раствориться при нагревании.

2. Осадитель необходимо приливать медленно, по каплям (лучше из пипетки). Причем нужно стремиться к тому, чтобы раствор осадителя стекал по внутренней стенке стакана, а не падал каплями в середину стакана, так как это может привести к разбрызгиванию раствора. Раствор перемешивают стеклянной палочкой, следя за тем, чтобы палочка не касалась стенок и дна стакана. Перемешивание способствуют росту кристаллов, так как уменьшается число центров кристалла.

3. Осадок выдерживают несколько часов для так называемого созревания, в ходе которого мелкие кристаллы растворяются и за счет этого увеличиваются более крупные.

**Расчеты в гравиметрическом анализе:**

***1. Расчет навески исследуемого вещества***

Расчет навески ведется по уравнению реакции осаждения и прокаливания. Навеска должна быть такой массы, чтобы после осаждения и прокаливания масса гравиметрической формы была равна:

а) для тяжелых кристаллических осадков – до 0,5 г.

б) для легких аморфных осадков – до 0,2 г.

***2. Расчет количества осадителя***

Расчет ведется по уравнению реакции. Масса осадителя должна быть пропорциональна навеске исследуемого вещества. При этом необходимо учесть, что полнота осаждения зависит от концентрации ионов, находящихся в растворе, ведь образование осадка происходит при условии, что ИП > ПР. Но в то же время большой избыток осадителя может привести в ряде случаев к комплексообразованию, сопровождающемуся растворением осадка. Поэтому при осаждении не рекомендуется применять большой избыток осадителя. Практически водят избыток осадителя, равный 50 – 100% от рассчитанного количества.

***3. Расчет результатов гравиметрического определения***

Чаще всего расчеты ведут с использованием величины, называемой аналитическим множителем (F).

***Аналитический множитель – отношение молярной массы определяемого компонента к молярной массе гравиметрической формы, с учетом стехиометрических коэффициентов.***

***M(A)***

***F(A) = —————***

***M(грав. ф.)***

Аналитический множитель можно не вычислять, а находить по справочной таблице.

Тогда формула для расчета процентного содержания определяемого компонента в исследуемом образце будет следующей:

***m(грав. ф.) ∙ F(A)***

***W(A) = ———————— ∙ 100%***

***m(навески)***

**Перечень лабораторных работ по разделу:**

1. Определение влажности сырья и готовой продукции

2. Определение зольности муки (отбор пробы муки и ее озоление)

3. Определение зольности муки (прокаливание золы муки)

4. Определение содержания бария в кристаллическом хлориде бария (взятие навески, осаждение)

5. Определение содержания бария в кристаллическом хлориде бария (фильтрование и прокаливание)

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 23

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Гравиметрический анализ»

**Наименование работы:** «Определение влажности сырья и готовой продукции»

**Цель:** научиться устанавливать соответствие влажности различных сортов муки и видов хлебобулочных изделий требованиям ГОСТ, используя метод отгонки.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использовать свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рабочего места для гравиметрического определения, взвешивание на технических и аналитических весах, высушивание навесок в сушильном шкафу, охлаждение в эксикаторе); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (расчет влажности); выбор метода и хода химического анализа (метод отгонки); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система Д.И. Менделеева, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.:

ПрофОбрИздат, 2015.

Межгосударственный стандарт. Хлеб и хлебобулочные изделия.

Метод определения влажности. ГОСТ 21094-75.

Межгосударственный стандарт. Мука и отруби.

Метод определения влажности. ГОСТ 9404-88.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В чем заключается сущность гравиметрического анализа.

2. Перечислите методы гравиметрического анализа, дайте их краткую характеристику.

3. Какой метод гравиметрического анализа позволяет рассчитать влажность

хлебобулочных изделий и муки?

4. Как рассчитывается влажность? Какова цель определения влажности муки и

хлебобулочных изделий?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1 | Влажность муки и хлебобулочных изделий – важнейший показатель качества сырья и готовой продукции, который определяется в соответствии с ГОСТ.  Влажность муки в соответствии со стандартом не более 15%, сушек – от 9 до 13%, сухарей – от 8 до 12%, соломки – от 7 до 11% (справочные материалы).  **Опыт 1. Определение влажности муки и хлебобулочных изделий**  1. Подготовьте бюксы для анализа. Для этого на шлиф чистого и сухого бюкса простым твердым карандашом нанесите свой условный номер или инициалы, чтобы не спутать с бюксами других групп. Поместите бюкс в сушильный шкаф, нагретый до температуры 120 – 1300С на 40 мин. В сушильном шкафу бюкс должен быть всегда открыт, крышку вставляют в него на ребро. По истечении срока сушки бюкса перенесите его прогретыми тигельными щипцами в эксикатор, поднесенный к сушильному шкафу, закройте крышкой и выдерживайте в эксикаторе 20 мин, чтобы бюкс принял комнатную температуру. Затем взвесьте закрытый бюкс на аналитических весах. Результаты взвешивания запишите в тетрадь. После взвешивания бюкс снова поместите в сушильный шкаф на 20 – 30 мин при той же температуре. После охлаждения в эксикаторе выполните повторное взвешивание бюкса. Результаты занесите в тетрадь. Если после повторного взвешивания масса бюкса изменится не более чем на 0,0002 г, можно считать массу бюкса постоянной.  2. Подготовьте навеску для высушивания. На технических весах взвесьте навеску муки массой 5 г и перенесите ее в бюкс. Хлебобулочные изделия предварительно измельчите в ступке, и также возьмите навески массой 5 г, поместите их в бюксы. Уточните вес бюксов с навесками на аналитических весах, результаты занесите в тетрадь.    3. Выполните высушивание образцов. Для этого поместите открытые бюксы (крышка на ребро) с навесками в сушильный шкаф и высушивайте образцы в течение 40 мин при температуре 1300С.  По окончании высушивания бюксы с продуктом выньте из шкафа тигельными щипцами, закройте крышками и перенесите в эксикатор для полного охлаждения, примерно на 20 мин. Охлажденные бюксы взвесьте на аналитических весах. Результаты запишите в тетрадь.  Повторите высушивание при той же температуре в течение 20 мин, чтобы убедится в полном удалении влаги из образцов. Выполните повторное взвешивание после полного охлаждения бюксов в эксикаторе, результаты занесите в тетрадь. Результаты взвешивания не должны отличаться более чем на 0, 0002 г.  4. Рассчитайте влажность муки и хлебобулочных изделий.  Результаты анализа оформите в виде таблицы:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Величина | на технич. весах | на аналит. весах | | Масса пустого бюкса после 1-го высушивания |  |  | | Масса пустого бюкса после 2-го высушивания |  |  | | Масса бюкса с навеской до высушивания |  |  | | Масса навески |  |  | | Масса бюкса с навеской после 1-го высушивания |  |  | | Масса бюкса с навеской после 2-го высушивания |  |  | | Масса влаги |  | | | Влажность (%) |  | | | Химические стаканчики, шпатель, бюкс, техническиевесы, аналити-ческие весы, сушильный шкаф, тигельные шипцы, эксикатор, мука пшен., мука ржан., хлебо – булочные изделия | **Осторожная работа с электронагре-вательными приборами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, установить влажность муки и хлебобулочных изделий методом отгонки, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий.  Приведите расчеты, сделайте вывод |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

\*1. Определите, были ли нарушены условия хранения сухарей сдобных, если

после высушивания пробы масса бюкса с навеской оказалась равна

18,6055 г. Масса пустого бюкса равна 11,2355 г., масса бюкса с навеской

сухарей – 19,5515 г. По ГОСТу влажность сухарей должна составлять от

8 до 12%.

2. Вычислите произведение растворимости бромида свинца PbBr2, при 250 С,

если растворимость соли при этой температуре равна 1,32 ∙ 10-2 моль/л.

3. Определите количественный состав (в массовых долях элементов)

пищевой соды (карбоната натрия).

**В – 2**

\*1. После высушивания масса бюкса с навеской хрустящих хлебцев

оказалась равной 22,1154 г. Масса бюкса с навеской до анализа равна

22,6654 г., масса пустого бюкса – 16,6654 г. Отвечает ли влажность

данных изделий требованиям ГОСТ (от 8,5 до 9%).

2. Вычислите растворимость хлорида свинца (в моль/л и г/л), если

произведение растворимости этой соли равно 1,6 ∙ 10-5.

3. Определите количественный состав (в массовых долях элементов)

разрыхлителя (карбоната аммония).

**В – 3**

\*1. Определите влажность крекера и сделайте вывод о качестве продукции,

если навеска данного вида изделий массой 5,0345 г. была высушена в

бюксе, массой 18,5627 г. и после высушивания масса бюкса с навеской

оказалась равна 23,2448 г. (справ.)

2. Растворимость гидроксида магния Мg(ОН)2 при 180 С равна 1,7 ∙ 10-4

моль/л. Найти произведение растворимости данного соединения при этой

температуре.

3. Определите количественный состав (в массовых долях элементов)

лимонной кислоты (Н8С6О7).

**В – 4**

\*1. Определите влажность затяжного печенья и сделайте вывод о качестве

продукции, если масса бюкса с навеской данного вида изделий до

высушивания – 25,7345 г., после высушивания – 25,13,56 г., а масса

пустого бюкса – 19,7461 г. (справ.)

2. Произведение растворимости иодида свинца PbI2 при 200С равно 8 ∙ 10-9.

Вычислить растворимость данной соли (в моль/л и в г/л) при указанной

температуре.

3. Определите количественный состав (в массовых долях элементов)

ванилина (С8Н8О3).

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 24, 25

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Гравиметрический анализ»

**Наименование работы:** «Определение зольности муки»

**Цель:** научиться устанавливать соответствие зольности различных сортов муки требованиям ГОСТ, используя метод выделения

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использовать свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рабочего места для гравиметрического определения, взвешивание на технических и аналитических весах, прокаливание тигля в муфельной печи до постоянной массы, озоление и прокаливание образца муки, охлаждение в эксикаторе); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (расчет зольности); выбор метода и хода химического анализа (метод выделения); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 1.4., 2.1., 3.1., 4.1.

**Норма времени:** 4 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица значений аналитических множителей, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**:

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве. Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.: ПрофОбрИздат, 2015.

Межгосударственный стандарт. Мука и отруби. Методы определения зольности. ГОСТ 27494-87.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В чем заключается сущность гравиметрического анализа?

2. Какой метод гравиметрии позволяет определить зольность муки? Какие еще методы вам

знакомы?

3. Дайте определение зольности муки. С какой целью она устанавливается?

4. Какие количественные характеристики вам необходимо определить для расчета

зольности?

5. Какими приемами гравиметрии вы воспользуетесь для определения W(золы)? Дайте их

краткую характеристику.

6. Каковы правила работы с сушильным шкафом? Эксикатором? Муфельной печью?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1 | *Зольность муки – это количество минеральных веществ, содержащихся в ней. При прокаливании органические вещества муки превращаются в летучие соединения, а минеральные остаются в виде золы.*  *В объектах кондитерского производства, кроме естественных минеральных веществ, присутствуют вещества, которые попадают в продукты в процессе производства и транспортировки из окружающей среды (железо, песок, глина и др.). Поэтому по количеству минеральных элементов можно судить о нарушении технологического процесса или санитарного режима производства кондитерских изделий или сырья и полуфабрикатов, используемых для их изготовления.*  *Зольность является основным показателем сорта муки.*  *Так зольность* ***пшеничной муки*** *должна составлять:*  ***высший сорт 0,55%; первый сорт – 0,75%;***  ***второй сорт – 1,25%.***  *Зольность* ***ржаной муки: сеяная – 0,75%;***  ***обдирная – 1,45%, обойная – 2%.***  **Опыт 1. Определение зольности муки**  1. Подготовьте тигель для анализа. Для этого необходимо прокалить тигель в муфельной печи (600 – 7000С) до постоянной массы. Первое прокаливание продолжают 25 – 30 мин. Затем выньте тигель щипцами, установите на керамическую подставку, охладите 1 мин на воздухе и 20 мин в эксикаторе. Выполните взвешивание тигля на аналитических весах. Результаты взвешивания запишите в тетрадь. После взвешивания прокалите тигель вторично 10 – 15 мин, охладите его в тех же условиях и снова взвесьте. Результаты занесите в тетрадь. Если после повторного взвешивания масса тигля изменится не более чем на 0,0002 г, можно считать прокаливание законченным.  2. Подготовьте навеску для озоления. На технических весах взвесьте навеску муки массой 2 г и перенесите ее в тигель. Уточните вес тигля с навеской на аналитических весах, результаты занесите в тетрадь.    3. Выполните озоление образца муки. Для этого поместите тигель с навеской у дверцы муфельной печи, нагретой до 400 – 5000С (темно-красное каление) для обугливания навески, не допускайте воспламенения! После прекращения выделения продуктов сухой перегонки задвиньте тигель в муфельную печь и закройте дверцу. Печь необходимо нагреть до температуры 600 – 7000С (ярко-красное каление). Озоление проводится в течение 2 – 3 часов, до полного исчезновения черных частиц, пока цвет золы не станет белым или слегка сероватым. Необходимо избегать плавления золы. После озоления тигель охладите в эксикаторе и взвесьте. Результаты запишите в тетрадь. Затем проведите вторичное прокаливание в течение 20 мин. Озоление считается законченным, если масса тигля с золой после повторного взвешивания изменилась не более чем на 0,0002 г.  4. Рассчитайте зольность муки.  Результаты анализа оформите в виде таблицы:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Величина | на технич. весах | на аналит. весах | | Масса пустого тигля после  1-го прокаливания |  |  | | Масса пустого тигля после  2-го прокаливания |  |  | | Масса тигля с навеской до прокаливания |  |  | | Масса навески |  |  | | Масса тигля с навеской после 1-го прокаливания |  |  | | Масса тигля с навеской после 2-го прокаливания |  |  | | Масса золы |  | | | Зольность (%) |  | | |  |  | | | Химические стаканчики, шпатель, весы с разновесами, аналити-ческие весы, тигель, тигельные щипцы, эксикатор, муфельная печь,  мука пшеничная, мука ржаная | **Осторожная работа с электронагре-вательными приборами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, установить зольность муки методом выделения, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий.  Приведите расчеты, сделайте вывод |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. Дайте характеристику метода выделения. Какова цель его применения?

\*2. После высушивания пробы сухарей масса бюкса с навеской оказалась равна 17,6055 г. Масса пустого бюкса равна 13,2355 г, масса бюкса с навеской сухарей – 18,5515 г. Определите, были ли нарушены условия хранения данных изделий?

**В – 2**

1. Дайте характеристику метода осаждения. Какова цель его применения?

\*2. Определите сорт муки по ее зольности, если навеска муки массой 4,6704 г была прокалена в тигле массой 8,3552 г, а после прокаливания масса тигля с золой была равна 8,3902 г.

**В – 3**

1. Дайте характеристику метода отгонки. Какова цель его применения?

\*2. Рассчитайте влажность соломки, если образец изделия массой 5,6252 г был высушен в бюксе массой 10,2304 г и после высушивания при температуре 1300С, его масса оказалась равной 14,9542 г. Сделайте вывод о качестве данной продукции.

**В – 4**

1. Каковы положительные и отрицательные стороны гравиметрического

метода анализа. Какова цель его применения?

\*2. Какая масса золы останется в тигле после прокаливания 10 г. пшеничной

муки высшего сорта? Какие выводы вы могли бы сделать, если масса золы

была бы намного больше?

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 26, 27

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Гравиметрический анализ»

**Наименование работы:** «Определение содержания бария в кристаллическом хлориде бария»

**Цель:** научиться выполнять гравиметрическое определение содержания определяемого компонента в исследуемом образце методом осаждения.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; проводить качественные реакции на неорганические вещества и ионы; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рабочего места для гравиметрического определения, взятие навески и ее растворение, осаждение, созревание осадка, фильтрование, промывание, высушивание, прокаливание, взвешивание охлаждение в эксикаторе); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (расчет массовой доли определяемого компонента); выбор метода и хода химического анализа (метод осаждения); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 4 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, ПСХЭ, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, таблица значений аналитических множителей, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Дайте характеристику гравиметрического анализа.

2. Перечислите методы гравиметрического анализа, дайте их краткую характеристику.

3. Опишите последовательность действий при выполнении анализа методом осаждения.

4. Какие формы осадка различают в гравиметрии? Каковы требования к ним?

5. Как рассчитывается навеска анализируемого вещества? Объем осадителя?

6. Что называется аналитическим множителем гравиметрического анализа?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1 | **Опыт 1. Определение содержания бария в хлориде бария ВаCl2 ∙ 2H2O**  **а) взвешивание и растворение навески**  Рассчитайте приблизительную массу навески хлорида бария и взвесьте ее на технических весах в предварительно вымытом, высушенном и взвешенном на аналитических весах бюксе. Взвесьте бюкс с солью на аналитических весах, результаты всех взвешиваний фиксируйте в тетради. Рассчитайте точную массу навески хлорида бария.  ***Количественно*** перенесите навеску в химический стакан на 250 мл. Добавьте в стакан столько воды, чтобы общий объем раствора не превышал 80 – 100 мл. К полученному раствору хлорида бария прибавьте 3 – 5 мл 2Н раствора соляной кислоты (для получения более крупных кристаллов осадка).  **б) осаждение иона бария**    В другом химическом стакане приготовьте раствор осадителя (серной кислоты).  Для этого рассчитайте, какой объем 2Н серной кислоты необходим для полного осаждения иона бария в виде сульфата бария.  Отмерьте вычисленный объем серной кислоты с помощью мерного цилиндра и разбавьте его 30 мл дистиллированной воды (разбавление проводите в соответствии с правилами техники безопасности)!  Оба стакана с растворами нагрейте почти до кипения **(кипения не допускать!)** и начинайте очень медленно по каплям приливать горячий раствор серной кислоты к горячему раствору хлорида бария, все время помешивая стеклянной палочкой (палочку вынимать из стакана нельзя, так, как можно потерять часть осадка). После того как 2/3 объема осадителя израсходовано на осаждение, скорость прибавления серной кислоты можно понемногу увеличить. Когда весь раствор осадителя будет прилит, стакан с осадком закройте бумагой, не вынимая из него стеклянной палочки, и оставьте для созревания осадка до следующего занятия.  **в) фильтрование и промывание осадка**  *(Одновременно с данной работой проведите прокаливание тигля до постоянной массы в муфельной печи при температуре 600 – 8000С, не забывая фиксировать результаты взвешиваний в тетради).*  Не взмучивая жидкость в стакане, проверьте полноту осаждения ионов Ва2+. Для этого к отстоявшейся прозрачной жидкости по стенке стакана прилейте несколько капель серной кислоты и наблюдайте, если не появится помутнение, значит осаждение проведено полностью.  Соберите установку для фильтрования. Поместите в воронку фильтр так, чтобы он плотно прилегал к стенке воронки и не выступал за ее края и смочите его водой. Затем поместите воронку в кольцо штатива и, подставив под воронку чистый стакан так, чтобы трубка воронки касалась стенки стакана, декантируйте по стеклянной палочке жидкость на фильтр, стараясь не взмучивать раствор. Фильтруемую жидкость наливайте на 4 – 5 мм ниже верхней кромки фильтра.  Когда жидкость над осадком будет отделена, приступайте к промыванию осадка. Для этого к осадку прилейте 15 – 20 мл промывной жидкости, помешайте стеклянной палочкой, дайте осесть и снова слейте отстоявшуюся жидкость. Промывание выполните 2 – 3 раза. Перенесите осадок на фильтр. Для этого осадок взмучивают небольшой порцией промывной жидкости и количественно переносят на фильтр, помогая стеклянной палочкой. В последнюю очередь кусочком фильтровальной бумаги оботрите палочку и перенесите к осадку на фильтр.  Промывной жидкостью в данном случае служит дистиллированная вода, подкисленная серной кислотой  (2 – 4 мл 2Н раствора серной кислоты на 200 мл воды).  Когда весь осадок перенесен на фильтр, промойте его на фильтре, наливая на осадок небольшие порции раствора нитрата аммония, для удаления ионов хлора. Проверьте полноту промывания осадка. Для этого соберите в чистую пробирку несколько миллилитров стекающей с фильтра жидкости и проведите качественную реакцию на ион хлора.  **г) высушивание и прокаливание осадка**  Заверните края фильтра так, чтобы осадок оказался    внутри него, поместите в подготовленный тигель и высушивайте при температуре 80 – 900С в сушильном шкафу. Затем поместите тигель с осадком у дверцы муфельной печи для обугливания осадка, не допуская возгорания фильтра. После прекращения выделения дыма, тигель при помощи тигельных щипцов переносят вглубь муфельной печи, где и происходит прокаливание осадка при температуре 600 – 8000С в течение 45 мин. После окончания прокаливания тигель ставят в эксикатор для охлаждения и затем взвешивают. Результаты записывают в тетрадь. Прокаливание и взвешивание повторяют, пока результаты взвешивания не будут отличаться менее чем на 0,0002 г.  Выполните расчеты: рассчитайте массовую долю бария в хлориде бария, абсолютную и относительную ошибки.    Результаты анализа оформите в виде таблицы:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Величина | на технич. весах | на аналит. весах | | Масса пустого бюкса |  |  | | Масса бюкса с навеской |  |  | | Масса навески |  |  | | Масса пустого тигля после  1-го прокаливания |  |  | | Масса пустого тигля после  2-го прокаливания |  |  | | Масса тигля с осадком после 1-го прокаливания |  |  | | Масса тигля с осадком после 2-го прокаливания |  |  | | Масса гравиметрической формы осадка |  | | | W(Ba2+) в % |  | | | Абсолютная ошибка (Dабс) |  | | | Относительная ошибка (Dотн) |  | | | Химические стаканчики, шпатель, техническиевесы, аналити-ческие весы, тигель, тигельные щипцы, бюкс, эксикатор, муфельная печь,  сушильный шкаф, штатив, воронка, беззольный фильтр, промывалка, водяная баня, стеклянная палочка, дистиллир. вода, хлорид бария, растворы: серная кислота, соляная кислота, нитрат аммония | **Осторожная работа с кислотами, электронагре-вательными приборами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, установить содержание бария в хлориде бария методом осаждения, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий.  Приведите расчеты.  Какие фильтры используются в гравиметрическом анализе?  Почему в данном случае можно использовать фильтр «белая лента»?  Почему в качестве промывной жидкости нельзя использовать дистиллированную воду?  К какой аналитической группе относится ион Cl-, какой групповой реагент существует для этих ионов?  Сделайте вывод. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. Дайте определение осаждаемой формы. Какие требования предъявляются

к этой форме осадка?

2. Растворимость гидроксида магния Са(ОН)2 при 280 С равна 2,5 ∙ 10-2

моль/л. Найти произведение растворимости данного соединения при этой

температуре.

\*3. Рассчитайте аналитический множитель в следующем примере:

*определяемый компонент: гравиметрическая форма:*

CO2 CaCO3

Сравните с табличным значением.

**В – 2**

1. Перечислите основные этапы гравиметрического осаждения.

2. Вычислить растворимость сульфата свинца (в моль/л и в г/л) при

стандартной температуре.

\*3. Рассчитайте аналитический множитель в следующем примере:

*определяемый компонент: гравиметрическая форма:*

Ca CaO

Сравните с табличным значением.

**В – 3**

1. На чем основан гравиметрический анализ?

2. Вычислите произведение растворимости карбоната магния (MgCO3)

при 350 С, если растворимость соли при этой температуре равна 1,45 ∙ 10-2

моль/л.

\*3. Рассчитайте аналитический множитель в следующем примере:

*определяемый компонент: гравиметрическая форма:*

Cl AgCl

Сравните с табличным значением.

**В – 4**

1. Дайте определение гравиметрической формы осадка. Какие требования

предъявляются к этой форме осадка?

2. Вычислите растворимость хлорида серебра (в моль/л и г/л) при

стандартной температуре.

\*3. Рассчитайте аналитический множитель в следующем примере:

*определяемый компонент: гравиметрическая форма:*

Si SiO2

Сравните с табличным значением.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**Раздел 4. Основные методы физико-химического анализа**

**Тема 4.1.** Фотометрический метод анализа

Все вещества способны поглощать электромагнитные излучения. Вещества, поглощающие излучение в видимой части спектра (длина волны 400 – 760 нм), характеризуются собственной определенной окраской.

Фотометрические методы количественного анализа основаны на способности окрашенных веществ или их растворов поглощать свет с определенной длиной волны. Этим методом в кондитерском производстве определяют содержание сахаров, алкоголя, цветность патоки, качество красителей, содержание некоторых тяжелых металлов и т.д. В зависимости от длины волны, ширины полосы излучения и способа измерения интенсивности светового потока различают следующие фотометрические методы:

*1. Колориметрия* – основана на визуальном сравнении интенсивности окраски анализируемого раствора с интенсивностью окраски стандартных растворов.

*2. Фотоэлектроколориметрия* – основана на измерении интенсивности света в видимой части спектра; для монохроматизации света применяются светофильтры.

*3. Спектрофотометрия* – основана на измерении интенсивности света как в видимой, так и в ультрафиолетовой и инфракрасной части спектра; для монохроматизации света применяются дифракционные решетки и призмы.

При прохождении светового потока с интенсивностью I0 через слой вещества (раствора) интенсивность светового потока снижается вследствие поглощения какой-то его части раствором и принимает значение I (рис. 1)

**Рис. 1. Схема поглощения светового потока**

Количество поглощенного света можно измерить светопропусканием или светопоглощением (оптической плотностью).

***Светопропускание (Т)-*** *это величина, соответствующая количеству света, прошедшего через раствор.*

***I***

***Т*** = —— ∙ ***100%***

***I0***

Величина, обратная светопропусканию, называется ***оптической плотностью (светопоглощением, абсорбцией).***

Оптическая плотность зависит от толщины светопоглощающего слоя, а также от концентрации растворенного светопоглощающего вещества.

Эта зависимость выражается ***законом Бугера – Ламберта – Бера:***

***оптическая плотность раствора прямо пропорциональна концентрации светопоглощающего вещества, толщине слоя раствора и молярному коэффициенту светопоглощения:***

***А = k ∙ Cм ∙ l,*** где

*См* – молярная концентрация растворенного вещества (моль/л),

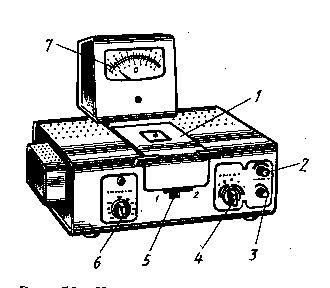
*l* – толщина светопоглощающего слоя,

*k* – молярный коэффициент светопоглощения.

Физический смысл *k* – это оптическая плотность 1М раствора, измеренная в кювете с *l* = 1 см. Эта величина является постоянной для данного вещества и зависит только от длины волны светового потока.

Оптическую плотность раствора измеряют фотоэлектроколориметрами и спектрофотометрами (рис. 2).

Принцип работы прибора заключается в том, что световой поток, прошедший через кювету с раствором, попадает на фотоэлемент, который преобразует энергию света в электрическую энергию, измеряемую микроамперметром. Отклонение стрелки микроамперметра пропорционально интенсивности падающего света. Для измерения светопоглощения необходимо соблюдать следующее условие: на кювету с раствором должен падать поток света только с такой длиной волны, которая будет поглощаться анализируемым раствором.

****

**Рис. 2. Конструкция колориметра фотоэлектрического концентрационного**

**КФК-2**

1 – кюветное отделение; 2 – ручка «Точно»; 3 – ручка «Установка 100 грубо»;

4 - ручка «Чувствительность»; 5 – рычаг кюветного отделения; 6 – ручка для

выбора светофильтров; 7 – микроамперметр

**Таблица 1. Характеристика светофильтров**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Характеристика анализируемого вещества** | | **Характеристика светофильтра** | |
| **Окраска раствора** | **Длина волны поглощаемого света, нм** | **Цвет светофильтра** | **Длина волны пропускаемого света, нм** |
| желто-зеленый | 400 | фиолетовый | 400 – 430 |
| желтый | 425 | сине-фиолет. | 420 – 450 |
| оранжевый | 450 | синий | 430 – 460 |
| красный | 490 | сине-зеленый | 460 – 500 |
| пурпурный | 510 | зеленый | 490 – 530 |
| фиолетовый | 530 | желто-зеленый | 520 – 550 |
| синий | 590 | оранжевый | 590 |
| сине-зеленый | 640 | красный | 600 – 650 |

В фотоэлектроколориметрах это достигается применением светофильтров, пропускающих определенную полосу лучей света. Прибор снабжен кассетой со светофильтрами. При выборе определенного светофильтра руководствуются окраской анализируемого раствора (табл. 1). Тогда выбранный светофильтр будет пропускать лучи такой длины, которые поглощает анализируемый раствор.

Спектрофотометрия основана на тех же законах светопоглощения, что и фотоэлектроколориметрия. Основным преимуществом спектрофотометрии по сравнению с фотоэлектроколориметрией является возможность измерения оптической плотности как в видимой, так и в ближней ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра.

**Перечень лабораторных работ по разделу:**

1. Определение оптической плотности растворов с помощью

фотоэлектроколориметра КФК-2.

2. Определение содержания меди в водном растворе сульфата меди.

3. Определение содержания железа в воде методом фотометрии

4. Определение содержания железа в анализируемой пробе воды методом

фотометрии

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторных работ 28, 29

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Фотометрический метод анализа»

**Наименование работы** «Определение оптической плотности растворов с помощью КФК-2. Определение содержания меди в водном растворе сульфата меди»

**Цель:** научиться проводить фотометрические определения содержания окрашенных компонентов на КФК–2 методом градуировочного графика.

**Приобретаемые навыки и умения:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использовать свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса; проводить качественные реакции на неорганические вещества и ионы, отдельные классы органических веществ; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка КФК к работе, предварительный выбор кюветы и светофильтра, подготовка эталонного раствора, приготовление серии стандартных растворов, определение оптической плотности стандартных и анализируемых растворов, построение градуировочного графика); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (расчет титра и концентрации); выбор метода и хода химического анализа (метод фотоэлектроколориметрии); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 1.3., 2.1., 3.1., 4.1.

**Норма времени:** 4 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования, КФК-2.

**Литература**: Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов. – М.:

КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве. Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.: ПрофОбрИздат, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В чем заключается сущность фотометрического анализа? Что он позволяет определить?

2. Что такое абсорбционность и отчего она зависит? Какой закон выражает

эту зависимость?

3. Что называется молярным коэффициентом светопоглощения?

4. Каков принцип работы КФК – 2?

5. Что такое эталонные, стандартные, нулевые и анализируемые растворы?

6. Как строят градуировочный график и каково его значение?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Определение содержания меди (II) в водном растворе сульфата меди**  *Определение меди (II) в водном растворе сульфата меди чаще всего ведут аммиачным методом. Этот метод основан на реакции взаимодействия катионов Cu2+ с избытком раствора аммиака:*  Cu2+ + 4NH4OH 🡪 [Cu(NH3)4]2+ + 4H2O  *Комплексный ион [Cu(NH3)4]2+ имеет интенсивно синий цвет.*  **1. Подготовка КФК – 2 к работе**  Включите колориметр в сеть за 15 мин до начала измерений. Во время прогрева кюветное отделение должно быть открыто. Введите необходимый по роду измерений цветной светофильтр (см. табл.1).  Установите минимальную чувствительность колориметра. Для этого ручку ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ установить в положение «1», ручку УСТАНОВКА 100 ГРУБО – в крайнее левое положение. Стрелка колориметра должна находиться на «0» по шкале оптической плотности.  **Таблица 1. Характеристика окрашенных растворов и соответствующих светофильтров**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Раствор** | **Светофильтр** | **λ проп. света (нм)** | | фиолетовый | желто-зеленый | 520 – 550 | | синий | оранжевый | 590 | | сине-зеленый | красный | 600 – 650 | | зеленый | пурпурный | 510 – 530 | | желто-зеленый | фиолетовый | 400 – 430 | | желтый | сине-фиолет. | 420 – 450 | | оранжевый | синий | 430 – 460 | | красный | сине-зеленый | 460 – 500 | | пурпурный | зеленый | 490 – 530 |   **2. Построение градуировочного графика**  Для построения градуировочного графика измеряют оптическую плотность серии стандартных растворов с определенным значением титра или молярной концентрации.    *Для приготовления стандартных растворов используется эталонный раствор CuSO4 ∙ 5H2O, приготовленный растворением определенной навески (0,9818 г.) сульфата меди в дистиллированной воде и подкисленный серной кислотой (объем мерной колбы – 250 мл). Титр эталонного раствора составляет 1мг/мл.*    **а)** приготовьте серию стандартных растворов с определенной концентрацией:  в 6 мерных цилиндров поместите по 5 мл раствора аммиака, затем, мерной пипеткой, последовательно внесите:  12,5 мл, 10 мл, 7,5 мл, 5 мл, 2,5 мл, 1,25 мл эталонного раствора CuSO4 ∙ 5H2O, а затем во все цилиндры добавьте дистиллированной воды до объема 25 мл.  Вычислите титр и См стандартных растворов по формулам:  Tэтал ∙ Vэтал Тст  Тст = ————— Смст = ———  Vмерн. ц. M(Cu2+)  **б)** подберите кювету с соответствующей толщиной светопоглощающего слоя.  Предварительный выбор кюветы производится визуально, в соответствии с окраской раствора. Если раствор темный, следует пользоваться кюветами с малой рабочей длиной. В случае слабо окрашенных растворов рекомендуется работать с кюветами большей рабочей длины.  В предварительно подобранную кювету налейте самый концентрированный стандартный раствор. В кювету с такой же рабочей длиной – нулевой раствор (раствор, не содержащий сульфата меди). Установите кюветы в кюветодержатель и поместите его в кюветное отделение, так, чтобы вначале в световой поток попала кювета с нулевым раствором. Закройте крышку кюветного отделения.  При помощи ручек ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ, УСТАНОВКА 100 ГРУБО и ТОЧНО установите стрелку прибора на «0» по шкале оптической плотности, по нулевому раствору. Переместите кюветы в кюветном отделении при помощи специальной ручки и зафиксируйте показания прибора для стандартного  раствора.  Если полученное значение **А** составляет примерно  0,3 – 0,5, то выбранную кювету можно использовать для дальнейшей работы. Если величина измеренной **А** больше 0,5 – берут кювету с меньшей рабочей длиной, если величина **А** меньше 0,3 – следует выбрать кювету с большей рабочей длиной.  **в)** не меняя чувствительности прибора, измерьте абсорбционность каждого стандартного раствора (4 – 5 измерений), относительно нулевого, начиная с растворов наименьшей концентрации.   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Тст(Cu2+)** | **Оптическая плотность (А) при измерениях** | | | | | | **1** | **2** | **3** | **4** | **Средн.** | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |   По полученным данным постройте градуировочный график в координатах: по оси абсцисс – Т (мг/мл) или См, по оси ординат – абсорбционность.  **3. Измерение оптической плотности анализируемого раствора**  Подготовьте анализируемый раствор. Для этого в мерный цилиндр поместите 10 мл анализируемого раствора сульфата меди, 5 мл раствора аммиака и доведите объем дистиллированной водой до 25 мл, хорошо перемешайте раствор. Измерьте оптическую плотность данного раствора 4 – 5 раз и вычислите среднее значение.  По градуировочному графику определите, какая концентрация ионов меди соответствует данной оптической плотности.  Выполните расчеты:  рассчитайте массу Cu2+ во всем объеме анализируемого раствора;  рассчитайте навеску CuSO4 ∙ 5H2O, использованную для приготовления анализируемого раствора;  рассчитайте абсолютную и относительную ошибки  (m(CuSO4 ∙ 5H2O)теорет. = 0,1 г. Vм.к. = 100 мл.) | КФК-2, набор кювет, химические стаканчики, мерные цилиндры, мерные пипетки, стеклянные палочки, дистилл. вода, растворы: сульфат меди, гидроксид аммония | **Осторожная работа с раствором аммиака!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить настройку прибора, приготовить стандартные растворы, анализируемый раствор, подобрать кювету и светофильтр, выполнить измерения и расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Выбор светофильтра осуществите в соответствии  с окраской анализи-руемого раствора.  Опишите последователь-ность ваших действий, приведите расчеты.  Результаты всех измерений занесите в таблицу  После завершения работ на КФК, ручку ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ установите в положение «1», обозначенное красным цветом, а ручку УСТАНОВКА 100 ГРУБО – в крайнее левое положение. Выключите тумблер СЕТЬ колориметра.  Приведите в порядок рабочее место. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. В чем заключается сущность фотометрического анализа? Какова цель его

применения при анализе качества пищевых продуктов?

2. Какими способами можно приготовить стандартные растворы для

фотометрии? Какой способ более рационален?

\*3. Смешали два раствора сульфата меди: 100 г. 20%-ного и 250 г. 10%-ного.

Какова концентрация полученного раствора?

**В – 2**

1. Что такое абсорбционность? От каких факторов она зависит? Какой закон

выражает эту зависимость?

2. Какую часть светового спектра поглощают растворы красной окраски?

\*3. Рассчитайте молярность 2Н раствора сульфата меди.

**В – 3**

1. Какая величина называется молярным коэффициентом светопоглощения?

От каких факторов она зависит?

2. Каково значение светофильтров КФК-2? Как правильно подобрать

необходимый светофильтр?

\*3. Рассчитайте объем 30%-ного раствора аммиака необходимый для

приготовления 250 мл 5%-ного раствора путем разбавления.

**В – 4**

1. Что такое эталонные, стандартные и нулевые растворы? Какова цель их

использования?

2. Как правильно выбрать кювету с необходимой рабочей длиной?

\*3. Рассчитайте нормальность 3М раствора сульфата меди.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 30, 31

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Фотометрический метод анализа»

**Наименование работы:** «Определение содержания железа в анализируемой пробе воды методом фотометрии»

**Цель:** определить содержание железа (III) в питьевой воде методом градуировочного графика, с помощью фотоэлектроколориметра КФК-2.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использовать свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса; проводить качественные реакции на неорганические вещества и ионы, отдельные классы органических веществ; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка КФК к работе, предварительный выбор кюветы и светофильтра, подготовка эталонного раствора, приготовление серии стандартных растворов, определение оптической плотности стандартных и анализируемых растворов, построение градуировочного графика); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (расчет титра и концентрации); выбор метода и хода химического анализа (метод фотоэлектроколориметрии); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 1.3., 2.1., 3.1., 4.1.

**Норма времени:** 4 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования, колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2.

**Литература**: Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов. – М.:

КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве. Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.: ПрофОбрИздат, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В чем заключается сущность фотометрического анализа? Что он позволяет определить?

2. Что такое абсорбционность и отчего она зависит? Какой закон выражает эту

зависимость?

3. Что называется молярным коэффициентом светопоглощения?

4. Каков принцип работы КФК-2?

5. Что такое эталонные, стандартные, нулевые и анализируемые растворы?

6. Как строят градуировочный график и каково его значение?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Определение содержания железа (III) в питьевой воде методом фотометрии**  *ПДК железа в воде - 0.3 мг/дм3 согласно СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».*  *Определение основано на получении окрашенного комплексного соединения роданида железа (III), интенсивность окраски которого находится в прямой зависимости от концентрации железа (III): Fe3+ + 3NCS- = [Fe(NCS)3]*  **1. Подготовка серии стандартных растворов**  *Для приготовления стандартных растворов используется эталонный раствор железоаммонийных квасцов, приготовленный в мерной колбе объемом 250 мл растворением навески NH4Fe(SO4)2 ∙12H20 массой 0,0216 г. в дистиллированной воде и подкисленный серной кислотой (р = 1,84 г/мл) до рН = 2 (контроль по универсальному лакмусу). Титр эталонного раствора составляет 0,01 мг/мл.*  Приготовьте серию окрашенных стандартных растворов объемом 10 мл с определенной концентрацией Fe3+, для этого: в 6 мерных цилиндров градуированной пипеткой поместите последовательно 0,1 мл, 0,2 мл,  0,3 мл, 0,4 мл, 0,5 мл, 0,6 мл эталонного раствора железоаммонийных квасцов.  В каждый цилиндр добавьте по 3 капли 50%-ной азотной кислоты и по 1 мл 10% -ного раствора роданида калия.  Во все цилиндры добавьте дистиллированной воды до объема 10 мл.  Вычислите титр стандартных растворов по формуле:  Tэтал ∙ Vэтал  Тст = —————  Vмерн. ц.  **2. Измерение абсорбционности стандартных растворов**  Подготовьте КФК – 2 к работе. Подберите светофильтр, соответствующий окраске раствора.  Измерьте оптическую плотность стандартных растворов, начиная с менее концентрированного.    Результаты всех измерений занесите в таблицу:   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Тст(Fe3+) | Оптическая плотность при измерениях | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | Средн. | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |   Постройте градуировочный график.  **3. Определение содержания железа в воде**  Подготовьте анализируемый раствор. Для этого в мерный цилиндр поместите 5 мл водопроводной воды,  3 капли азотной кислоты, 1 мл раствора роданида калия и доведите объем до отметки 10 мл дистиллированной водой.  Определите оптическую плотность данного раствора.  По градуировочному графику определите, какая концентрация ионов железа соответствует данной оптической плотности.  Рассчитайте массу железа, содержащуюся в 1 л водопроводной воды.  После завершения работ на колориметре, до его выключения ручку ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ установите в положение «1», обозначенное красным цветом, а ручку УСТАНОВКА 100 ГРУБО – в крайнее левое положение. Выключите тумблер СЕТЬ колориметра.  Приведите в порядок рабочее место. | КФК – 2, светофильтр 490 – 510 нм, кюветы с толщиной светопгло- щающего слоя 1 см, штатив с пробирками, химические стаканчики, мерные цилиндры, мерные пипетки, дистилл. вода, водопроводн вода, растворы: железо-аммонийные квасцы, азотная кислота, роданид калия | **Осторожная работа с кислотами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить настройку прибора, выполнить фотометрические измерения, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий, приведите расчеты. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. Дайте определение молярного коэффициента светопоглощения. Как

практически установить его значение?

2. Кювета какой рабочей длины была использована для анализа 50 мл

раствора, содержащего 2 мг сульфата никеля, если молярный коэффициент

светопоглощения данного вещества составляет 4∙102, а оптическая

плотность данного раствора равна 0,43.

\*3. Эталонный раствор железоаммонийных квасцов подкислен серной

кислотой до рН = 2. Рассчитайте концентрацию ионов водорода и

степень диссоциации кислоты в данном растворе.

**В – 2**

1. Каковы недостатки метода колориметрии?

2. В 50 мл раствора содержится 0,005 г железа. Оптическая плотность

данного раствора составляет 0,75. Толщина кюветы равна 5 см.

Рассчитайте молярный коэффициент светопоглощения.

\*3. Рассчитайте молярную концентрацию и степень диссоциации азотной

кислоты, используемой в данной лабораторной работе.

**В – 3**

1. Перечислите отличия фотоэлектроколориметрии от спектрофотометрии.

2. Какова оптическая плотность раствора хлорида хрома, приготовленного в

мерной колбе на 100 мл из навески массой 0,0016 г, измеренная в кювете

с толщиной слоя 2 см, молярный коэффициент светопоглощения

составляет 10-4.

\*3. Рассчитайте нормальность и титр раствора азотной кислоты,

используемой в данной лабораторной работе.

**В – 4**

1. Каков принцип работы фотоэлектроколориметра?

2.Оптическая плотность раствора комплексного соединения алюминия равна

0,62. Рассчитайте молярную концентрацию раствора, если его молярный

коэффициент светопоглощения составляет 1,7∙104 , а определение

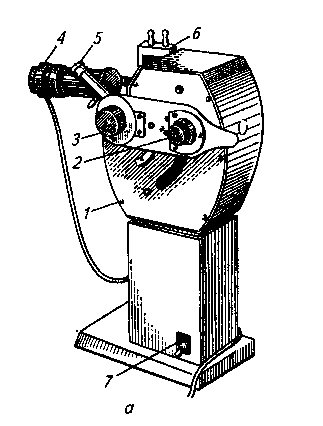
производилось в кювете с толщиной 0,5 см.

\*3. Рассчитайте молярные концентрации ионов и степень диссоциации

азотной кислоты, если рН данного раствора равен 3,2.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**Тема 4.2.** Рефрактометрический метод анализа



Рефрактометрический метод анализа применяется в химикоаналитическом контроле качества многих продуктов пищевой промышленности. Например, для определения углеводов и жиров в продуктах молочного, кондитерского, консервного, крахмалопаточного производств, в анализе фруктовых и овощных соков, томатных продуктов, рассолов. Анализ выполняется с использованием приборов – рефрактометров (рис. 3).

Метод основан на зависимости показателя

преломления ***n*** от концентрации двухкомпонентных растворов или смесей двух

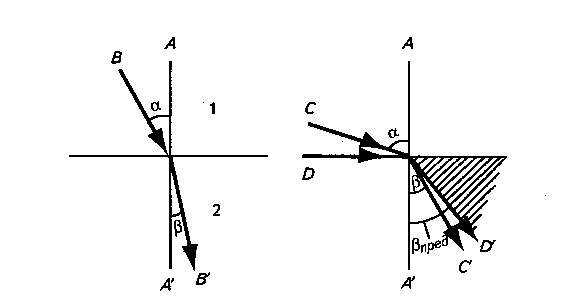
жидкостей. **Рис. 3. Рефрактометр УРЛ-1:**

1- корпус; 2 –окуляр; 3 –

***Рефракция – это явление преломления*** дисперсионный компенсатор; ***луча при прохождении его через границу***  4 – осветитель; 5 – термометр;

***двух прозрачных сред***. 6 – верхняя призма; 7 – выключатель

Если луч света проходит перпендикулярно поверхности раздела сред, то его направление при этом не изменяется (рис. 4, луч *А – А*΄). Если угол падения меньше 900, направление луча света при переходе из одной среды в другую изменяется, луч преломляется (луч *В – В*΄). Различают угол падения α (между направлением падающего луча *В* и перпендикуляром к поверхности раздела сред *А*) и угол преломления β (между направлением преломленного луча и перпендикуляром *А*).



***а* *б***

**Рис. 4. Преломление луча света при переходе из одной среды в другую:**

*а* – преломление луча света при прохождении из менее плотной среды 1 в более плотную

среду 2; *б* – преломление луча света при углах падения, приближающихся к 900;

предельный луч *D - D*΄(полное внутреннее отражение)

Отношение синусов этих углов представляет собой показатель преломления среды, в которую луч света входит из другой среды:

***sinα***

***n = ———***

***sinβ***

При прохождении луча из менее плотной среды в более плотную α > β. Если угол падения приближается к 900, то β < 900 (луч *С – С*΄). При дальнейшем увеличении угла падения (луч *D*) падающий свет полностью отражается от границы раздела и не попадает в другую среду, происходит полное внутреннее отражение. Справа от предельного луча *D*΄ находится затемненное поле, слева – освещенное поле.

**Показатель преломления зависит от ряда факторов:**

*1. Природа анализируемого вещества, его строение.* Например, наличие двойных связей или бензольных колец в составе вещества повышает показатель преломления.

*2. Длина волны проходящего света.* Такая зависимость называется *рефракционной дисперсией*, вследствие которой при рефракции видимого света появляются радужные полосы. По этой причине в справочной

литературе показатель преломления приводят для определенного монохроматического излучения, например для желтого натриевого пламени (длина волны 589,3 нм). В этом случае в подстрочном индексе показателя преломления приводится не длина волны, а буква *D* и показатель преломления имеет вид ***nD***.

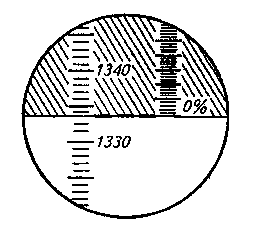
*3. Температура*. При повышении температуры показатель преломления уменьшается, а при снижении температуры – увеличивается. В связи с этим показатель преломления сопровождают еще и надстрочным индексом, указывающим температуру. В справочной литературе обычно даны значения

***n20***, т.е. значения показателя преломления при температуре 200С.

*4. Концентрация растворенного вещества.* Чем больше концентрация, тем больше показатель преломления.

На практике определение показателя преломления осуществляется с помощью специальных приборов – рефрактометров, устройство которых основано на принципе измерения предельного угла преломления.

Основной деталью таких приборов является измерительная призма из специального оптического стекла – тяжелого крона, показатель преломления которого составляет 1,5724. Одна из граней измерительной призмы приводится в контакт с измеряемым раствором и служит границей раздела. Здесь происходит преломление луча и его полное внутреннее отражение. За преломлением или отражением света на этой грани наблюдают в окуляр. Поле зрения оказывается разделенным на освещенную и темную части, граница между которыми соответствует лучу предельного угла (рис. 5).



В кондитерском производстве используют рефрактометры марки УРЛ-1, ИРФ-470,

ИРФ-454 Б2М и др. (рис. 3). Прибор УРЛ-1 снабжен двумя шкалами (рис. 5) – шкалой показателя преломления в пределах от 1,300 до 1,540 с ценой деления 1 ∙ 10-3 и шкалой содержания сухих веществ (по сахарозе) в процентах с ценой деления для концентрации

от 0 до 50 – 0,2% и от 50 до 95 – 0,1%

(приложение 5). **Рис. 5. Поле зрения в окуляре**

Шкала отградуирована при **рефрактометра:**

температуре 200 С. Прибор можно исполь- слева – шкала показателей

зовать в диапазоне температур от 10 до 300С. преломления; справа - шкала

При этом водится поправка по таблице процентного содержания сухих

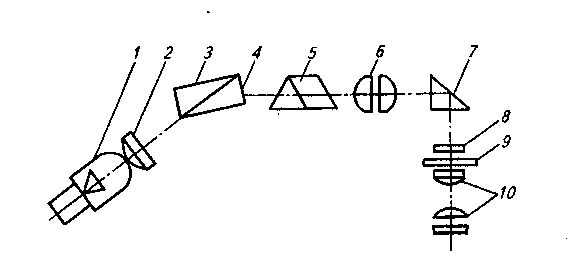
приложения 6. Оптическая схема прибора веществ; между призмами

представлена на рис. 6. находится дистиллированная

вода

Луч света от источника света ***1*** проходит через линзу ***2*** и попадает на тонкий слой анализируемого вещества, который лежит между плоскостями осветительной ***3*** и измерительной ***4*** призм. Здесь луч света преломляется и через измерительную призму проходит последовательно через дисперсионный компенсатор ***5***, предназначенный для устранения спектральной окраски границы светотени, объектив ***6***, призму ***7***, сетку ***8***, шкалу ***9*** и окуляр ***10***.

Рефрактометры можно использовать для определения содержания и других сухих веществ, помимо сахарозы. Для этого используют метод градуировочного графика. Для построения графика готовят серию стандартных растворов из препарата химически чистого вещества, измеряют показатели преломления данных растворов 3-4 раза, вычисляют среднее



**Рис. 6. Оптическая схема рефрактометра:**

1 – источник света; 2 – линза; 3 – осветительная призма; 4- измерительная призма;

5 – компенсатор; 6 – объектив; 7 – призма; 8 – сетка; 9 – шкала показателей преломления; 10 – окуляр

арифметическое и откладывают полученную величину на оси ординат, на оси абсцисс – концентрацию растворов. Такой график часто представляет собой практически прямую линию. Измерив показатель преломления анализируемого раствора, по графику находят его концентрацию.

Точность измерения составляет 1 ∙ 10-4, т.е. 10-2%.

**Перечень лабораторных работ по разделу:**

1. Определение количественного состава смеси двух компонентов (сахароза –

вода) рефрактометрическим методом.

2. Определение массовой доли сухих веществ в растворе хлорида натрия.

3. Определение содержания сахарозы в сладких творожных продуктах

рефрактометрическим методом.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 32

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Рефрактометрический метод анализа»

**Наименование работы:** «Определение количественного состава смеси двух компонентов (сахароза – вода) рефрактометрическим методом»

**Цель:** изучить принцип действия рефрактометра, научиться подготавливать его к работе, проводить измерение показателя преломления и концентрации растворов

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; использовать свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рефрактометра к работе, взвешивание на технических и аналитических весах, приготовление раствора с определенной массовой долей сахара, определение концентрации анализируемого раствора и показателя преломления на рефрактометре); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (расчет навески сахара для приготовления раствора, вычисление концентрации анализируемого раствора); выбор метода и хода химического анализа (метод рефрактометрии); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, справочные материалы, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования, рефрактометр лабораторный.

**Литература**: Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В чем заключается сущность и назначение рефрактометрического анализа?

2. Дайте определение рефракции.

3. Какая величина называется показателем преломления? От каких факторов он зависит?

4. Объясните принцип работы рефрактометра.

5. В чем заключаются преимущества рефрактометрического метода анализа?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Приготовление раствора сахарозы с определенной массовой долей**  Произведите необходимые расчеты и приготовьте 10 г. (3%, 5%, 7%, 10%, 12%, 15%, 18%, 20%) раствора.    **Опыт 2. Подготовка рефрактометра к работе**    Проверка и установка нуль-пункта рефрактометра производится по дистиллированной воде. При исследовании дистиллированной воды отсчет должен быть равным 1,3333 шкалы nD (показатель преломления) и 0% шкалы сухих веществ (небольшая горизонтальная метка в левой части поля зрения).  Установите нуль-пункт следующим образом:  а) откройте верхнюю камеру и промойте поверхности измерительной и осветительной призм дистиллированной водой или спиртом и насухо вытрите салфеткой или фильтровальной бумагой;  б) оплавленным концом стеклянной палочки нанесите на плоскость измерительной призмы 1 – 2 капли дистиллированной воды и закройте верхнюю камеру;  в) направьте луч света осветителя в окно верхней камеры;  г) резкость границы светотени и штрихов шкалы по глазу наблюдателя установите вращением гайки окуляра;  д) устраните окрашенность границы светотени, вращая рукоятку дисперсионного компенсатора («устранение окрашенности»);  е) если граница светотени проходит через отметку шкалы nD = 1,3333 и 0% шкалы сухих веществ (небольшая горизонтальная метка в левой части поля зрения), нуль-пункт установлен правильно.  Если нет, отрегулируйте прибор с помощью специального ключа, прилагаемого к прибору. Для этого аккуратно поворачивайте ключ в специальном гнезде прибора до тех пор, пока граница светотени не совпадет с отметкой шкалы nD = 1,3333 и горизонтальной меткой в левой части поля зрения.  **Опыт 3. Измерение показателя преломления и процентной концентрации анализируемого раствора**  Откройте верхнюю камеру рефрактометра, протрите насухо фильтровальной бумагой поверхность призм  и с помощью стеклянной палочки, нанесите 1 – 2 капли приготовленного раствора сахарозы на плоскость измерительной призмы. Закройте верхнюю камеру.  Определите показатель преломления и найдите соответствующее значение массовой доли сахарозы по шкале линейки, прилагаемой к прибору.  Измерение произведите три раза. Среднее арифметическое трех отсчетов является конечным результатом измерений.  Если измерения проводились при температуре, отличной от 200С, введите поправку в расчеты, пользуясь справочной таблицей.  Сравните полученное значение концентрации раствора сахарозы с заданным значением.  После завершения работ на рефрактометре, промойте поверхности призм дистиллированной водой или спиртом и насухо вытрите. Осторожно закройте верхнюю камеру, выключите прибор. | Рефракто-метр, химические стаканчики, мерные цилиндры, технические весы, аналитич. весы, бюксы, стеклянные палочки, дистилл. вода, сахароза | **Осторожная работа с рефракто-метром!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить настройку прибора, выполнить измерения, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий, приведите расчеты. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. nD сахарного раствора, полученного из мармелада, равен 1,3811. Измерение проводилось при 250С. Определить содержание сахара в исследуемом растворе.

\*2. nD растворов, полученных из патоки до и после упаривания, составляют соответственно 1,3478 и 1,3573 (t = 200С). Рассчитать объем воды, выпаренный из 1 кг. исходного раствора сахарозы.

**В – 2**

1. Значение nD раствора сахарозы составляет 1,3573. Рассчитать точное процентное содержание сахарозы в растворе, температура которого составляет 180С.

\*2. Какую массу 15%-ного раствора сахарозы необходимо взять для приготовления 100 г. 2%-ного раствора?

**В – 3**

1. nD сахарного раствора, полученного из мелассы, равен 1,3638. Измерение проводилось при 300С. Определить содержание сахара в исследуемом растворе.

\*2. nD растворов, полученных из карамельной массы до и после упаривания, составляют соответственно 1,3388 и 1,4418 (t = 200С). Рассчитать объем воды, выпаренный из 200 г. исходного раствора сахарозы.

**В – 4**

1. Значение nD раствора сахарозы составляет 1,4608. Рассчитать точное процентное содержание сахарозы в растворе, температура которого составляет 150С.

\*2. Какую массу 30%-ного раствора сахарозы необходимо взять для приготовления 300 г. 6%-ного раствора?

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 33

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Рефрактометрический метод анализа»

**Наименование работы:** «Определение массовой доли хлорида натрия в растворе»

**Цель:** научиться определять nD стандартных растворов хлорида натрия, строить градуировочный график зависимости nD от концентрации растворов, проводить измерение nD и определять содержание NaCl в контрольном растворе при помощи рефрактометра.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; использовать свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка прибора к работе, приготовление стандартных растворов с определенной W(NaCl), определение nD стандартных растворов); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений; (построение градуировочного графика зависимости nD от W(NaCl), определение nD и расчет содержания вещества в контрольном растворе NaCl); выбор метода и хода химического анализа (метод рефрактометрии); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования, рефрактометр.

**Литература**: Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В чем заключается сущность и назначение рефрактометрического анализа?

2. Почему для определения W(NaCl) при помощи рефрактометра необходимо

построение градуировочного графика. Каков принцип его построения?

3. Как зависит показатель преломления от концентрации раствора?

4. Объясните принцип работы рефрактометра.

5. Какова методика проверки правильности показаний прибора?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1    2 | **Опыт 1. Определение показателя преломления стандартных растворов хлорида натрия на рефрактометре**  Приготовьте серию стандартных растворов с определенной массовой долей NaCl путем разбавления 10%-го эталонного раствора. Для этого:  а) рассчитайте объем эталонного раствора NaCl и объем дистиллированной воды для приготовления  10 мл (2%, 4%, 6%, 8%) стандартных растворов;  б) приготовьте растворы в химических стаканчиках, отмеряя необходимый объем соли и воды проградуированными мерными пипетками (бюреткой).  Подготовьте рефрактометр к работе.  Проверьте правильность установки нуль-пункта рефрактометра по дистиллированной воде.  Произведите измерение показателей преломления стандартных растворов (периодически проверяйте правильность настройки прибора). Данные занесите в таблицу:   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **nD** | **W0** | **W1** | **W2** | **W3** | **W4** | **W5** | |  |  |  |  |  |  |   Постройте градуировочный график зависимости nD от концентрации растворов.  **Опыт 2. Измерение показателя преломления и процентной концентрации анализируемого раствора**  Измерьте прибором показатель преломления анализируемого раствора хлорида натрия.  Определите по графику, какая массовая доля хлорида натрия в данном контрольном растворе соответствует измеренному вами показателю преломления.  После завершения работ на рефрактометре, промойте поверхности призм дистиллированной водой или спиртом и насухо вытрите. Осторожно закройте верхнюю камеру, поместив между призмами фильтровальную бумагу. | Рефрактом., химические стаканчики, мерные цилиндры, мерные пипетки, стеклянные палочки, дистилл. вода, раствор хлорида натрия | **Осторожная работа с рефракто-метром!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить настройку прибора, выполнить измерения, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий, приведите расчеты. |

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 34

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Рефрактометрический метод анализа»

**Наименование работы:** «Определение содержания сахарозы в сладких творожных продуктах рефрактометрическим методом»

**Цель:** научиться устанавливать процентное содержание сахарозы в творожных продуктах, используя рефрактометрический метод, оценивать качество пищевых продуктов.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; использование свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рефрактометра к работе, отбор и подготовка к анализу пробы продукта, определение показателя преломления на рефрактометре); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений; (расчет концентрации сахарозы в анализируемом продукте); выбор метода и хода химического анализа (метод рефрактометрии); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1., 1.2., 2.1., 2.2., 3.1. – 3.4.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, справочные материалы, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования, рефрактометр лабораторный.

**Литература**: Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В чем заключается сущность и назначение рефрактометрического анализа?

2. Дайте определение рефракции.

3. Какая величина называется показателем преломления? От каких факторов он зависит?

4. Объясните принцип работы рефрактометра.

5. Каковы правила работы с прибором?

6. В чем заключаются преимущества рефрактометрического метода анализа?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2 | **Опыт 1. Отбор пробы для анализа**  Используя технические весы, взвесьте в химическом стакане 2 г. анализируемого продукта однородной консистенции (все включения удалить!). Пипеткой Мора отмерьте 10 мл дистиллированной воды и добавьте к творожной массе. Нагрейте смесь на водяной бане примерно до 500С. Полученную массу тщательно разотрите стеклянной палочкой с резиновым наконечником и отфильтруйте в сухой стакан через воронку с сухим бумажным фильтром. Первые капли фильтрата удалите («слив»). Охладите фильтрат до 200С.  **Опыт 2. Измерение показателя преломления и процентной концентрации анализируемого раствора**    Подготовьте рефрактометр к работе.  Проверьте правильность установки нуль-пункта рефрактометра по дистиллированной воде.  Поместите 1-2 капли прозрачного фильтрата между призмами рефрактометра при помощи капилляра и измерьте показатель преломления данного раствора. Измерение проведите 3-4 раза и вычислите среднее арифметическое значение показателя преломления. По известному значению nD определите содержание сахара в анализируемом продукте.  Если измерения проводились при температуре, отличной от 200С, введите поправку в расчеты, пользуясь справочной таблицей.  Сравните полученные данные с информацией, указанной на этикетке продукта и сделайте вывод о его качестве.  После завершения работ на рефрактометре, промойте поверхности призм спиртом и насухо вытрите. Осторожно закройте верхнюю камеру, поместив между призмами фильтровальную бумагу. | Рефракто-метр, химические стаканчики, мерные пипетки, технические весы, стеклянные палочки, дистилл. вода, водяная баня, стеклянные воронки, бумажные фильтры, сладкие творожные продукты. | **Осторожная работа с рефракто-метром!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить настройку прибора, выполнить измерения, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий, приведите расчеты. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. Что представляет собой явление, на котором основано устройство рефрактометра?

2. Какая линия спектра наиболее часто применяется при измерении показателя преломления?

3. Определите, какая из записей показаний рефрактометра является правильной: а) 1,34; б) 1,3422? Ответ обоснуйте.

\*4. Какую массу сахарозы необходимо добавить к 400 г. воды для получения раствора с массовой долей 6% ? Определите показатель преломления данного раствора.

**В – 2**

1. Какова величина, измеряемая в в рефрактометрическом анализе?

2. Каково назначение осветительной призмы?

3. Определите, какая из записей показаний рефрактометра является правильной: а) 1,3732; б) 1,37325? Ответ обоснуйте.

\*4. Какую массу сахарозы необходимо добавить к 100 г. воды для получения раствора с массовой долей 12% ? Определите показатель преломления данного раствора.

**В – 3**

1. Каковы основные преимущества рефрактометрического метода анализа пищевых продуктов?

2. Что происходит с показателем преломления при понижении температуры?

3. Определите, какая из записей показаний рефрактометра является правильной: а) 1,358; б) 1,3586? Ответ обоснуйте.

\*4. Какую массу сахарозы необходимо добавить к 200 г. воды для получения раствора с массовой долей 8% ? Определите показатель преломления данного раствора.

**В – 4**

1. Каков показатель преломления дистиллированной воды при 200С?

2. Каково назначение измерительной призмы?

3. Определите, какая из записей показаний рефрактометра является правильной: а) 1,44; б) 1,4455? Ответ обоснуйте.

\*4. Какую массу сахарозы необходимо добавить к 150 г. воды для получения раствора с массовой долей 16% ? Определите показатель преломления данного раствора.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**Тема 4.3.** Потенциометрический метод анализа

Потенциометрический анализ применяется для определения активности ионов, находящихся в растворе, а также для индикации точки эквивалентности при титровании мутных или окрашенных растворов.

Потенциометрическое определение основано на измерении разности электродных потенциалов, возникающих между двумя электродами, которые

погружены в раствор определенного состава. Величина электродного потенциала зависит от состава и концентрации раствора, от природы электродов, температуры и других факторов. Зависимость электродного потенциала металла от концентрации ионов в растворе выражается уравнением Нернста:

***R∙T***

***φ = φ0 + ——— ℓgCм,*** где

***n∙F***

*φ0* – стандартный электродный потенциал (табличное значение);

*R* – универсальная газовая постоянная (8,313 Дж);

*Т* – абсолютная температура (298 К);

*F –* постоянная Фарадея (96490 Кл);

*n* – число электронов, участвующих в реакции.

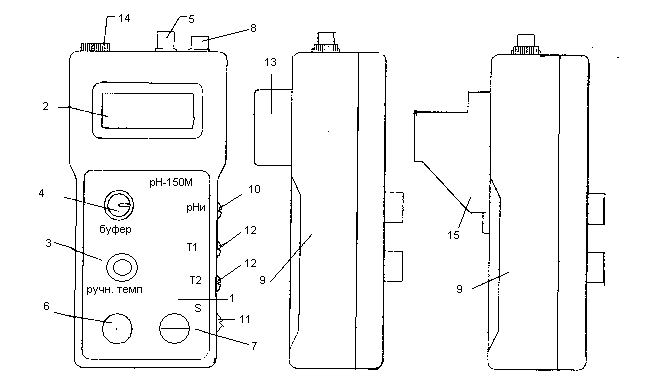
Подставляя постоянные величины в уравнение, мы получим следующее выражение:

***0,059***

***φ = φ0 + ——— ℓgCм***

***n***

Для потенциометрических определений используются особые приборы: рН-метры, иономеры и т.д. (рис. 7).



**Рис. 7. Преобразователь рН-150М:**

1 – лицевая панель; 2 – индикатор; 3 – резистор установки температуры раствора при ручной термокомпенсации; 4 – переменный резистор для настройки по буферному раствору; 5 – гнездо для подключения комбинированного электрода; 6 – кнопка переключения режимов измерения; 7 – кнопка включения питания; 8 – вилка для подключения термокомпенсатора; 9 – корпус; 10 – резистор для установки значения координаты рНи; 11 – резистор для регулировки крутизны электродной системы; 12 – резисторы для настройки начала и конца диапазона измерения температуры; 13 – крышка отсека для размещения автономного источника питания; 14 – гнездо для подключения вспомогательного электрода; 15 – блок сетевого питания

Измерения проводят, опуская в анализируемый раствор два электрода:

1. Электрод сравнения – с устойчивым известным потенциалом;

2. Индикаторный электрод – его потенциал зависит от концентрации

определяемых ионов. Индикаторные электроды бывают двух видов:

2.1. Электронообменные – это электроды, на межфазных границах которых

протекают реакции, сопровождающиеся переходом электронов

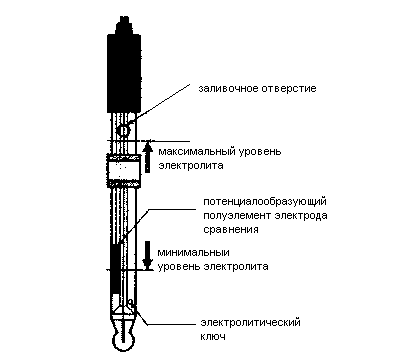
2.2. Ионоселективные (мембранные) – это электроды, на межфазных

границах которых протекают реакции ионного обмена.

В современных приборах, марки рН – 150М индикаторный электрод и электрод сравнения совмещены в комбинированный электрод

ЭСКЛ – 08М. 1 (рис. 8). Данный электрод используется для измерения рН в диапазоне 0 – 12 рН и в растворах температурой до 500С. Он представляет собой стеклянный сосуд, к нижней части которого припаян шарик из стекла специального состава.

Потенциометрический метод анализа подразделяется на прямую потенциометрию (ионометрия) и потенциометрическое титрование. Прямая потенциометрия основана на измерении потенциала индикаторного электрода и расчете концентрации определяемых ионов по уравнению Нернста. В основе потенциометрического титрования находится резкое изменение потенциала индикаторного электрода в точке эквивалентности.



При анализе кислотности или щелочности мучных изделий эту точку можно найти также по известному значению рН. Потенциометрическим методом определяют кислотность и щелочность объектов, дающих при растворении темные или мутные растворы, окраска которых мешает наблюдению за изменением цвета индикатора, либо при отсутствии необходимого индикатора.

Так, при титровании сильных **Рис. 8. Электрод ЭСКЛ – 08М. 1**

электролитов точка эквивалентности

соответствует рН 7. При титровании слабой кислоты (например, уксусной) точка эквивалентности отвечает рН 8,90.

**Перечень лабораторных работ по разделу:**

1. Определение рН растворов с помощью рН-метра.

2. Определение кислотности хлебобулочных изделий потенциометрическим

методом.

3. Определение щелочности кондитерских изделий потенциометрическим

методом.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 35

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Потенциометрический метод анализа»

**Наименование работы** «Определение рН растворов с помощью рН-метра»

**Цель:** изучить аппаратуру для потенциометрических измерений, правила работы с рН-метром, научиться проводить измерение рН анализируемых растворов.

**Приобретаемые навыки и умения:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание уравнениями химических реакций процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов;

использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рН-метра к работе, подготовка электродов к работе, поверка и настройка прибора по буферным растворам, измерение рН растворов солей); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений; (расчет концентрации катионов водорода и гидроксид-анионов анализируемых растворов); выбор метода и хода химического анализа (метод потенциометрии); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования, рН-метр рН – 150М, электрод ЭСКЛ – 08М.1.

**Литература**: Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.:

Интеграл – Пресс, 2014.

Ерохин Ю.М. Химия. – М.: Академия, 2012.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В чем заключается сущность потенциометрического анализа?

2. Какие электроды применяются в потенциометрии?

3. Каковы правила подготовки электрода к работе?

4. Как осуществляется поверка и настройка рН-метра?

5. Дайте определение буферного раствора. Что такое буферная емкость?

6. Дайте определение водородного показателя (рН).

7. Какие значения принимает рН в кислой, щелочной и нейтральной среде?

8. Чем объясняется разные значения рН среды в растворах различных солей?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2 | **Опыт 1. Подготовка прибора к работе**  ***а) подготовка электродов к работе***  При измерении рН растворов используется система, состоящая из индикаторного электрода и электрода сравнения. В данном приборе оба электрода совмещены в комбинированный электрод ЭСКЛ – 08М.1. Данный электрод используется для измерения рН в диапазоне  0 – 12 рН и в растворах температурой до 500С. Он представляет собой стеклянный сосуд, к нижней части которого припаян шарик из стекла специального состава. В сосуд заливается насыщенный при 200С раствор хлорида калия через боковое отверстие в стенке электрода при помощи пипетки. Перед эксплуатацией рН-метра необходимо выдержать электрод в 0,1 Н растворе соляной кислоты не менее 48 часов. Следите за тем, чтобы электрод находился в вертикальном положении и не касался дна и стенок стакана. Уровень раствора хлорида калия должен быть выше уровня раствора кислоты.  ***б) поверка и настройка рН-метра***  Настройка и поверка рН-метра осуществляется по буферным растворам, которые готовятся из реактивов квалификации «для рН-метрии». Чаще всего, они представляют собой стандарт-титры (фиксаналы), рассчитанные на приготовление 1 л буферного раствора каждого наименования.  Для приготовления буферных растворов применяется дистиллированная вода, прокипяченная в течение  30 – 40 мин для удаления растворенного углекислого газа. Для настройки рН-метра применяются 3 буферных раствора с различным значением рН:  0,05 М гидрофталат калия (КС8Н5О4), рН = 4,01  0,025 М дигидрофосфат калия (КН2РО4), рН = 6,86  0,01 М тетраборат натрия (Na2B4O7 ∙ 10Н2О), рН = 9,18  **Опыт 2. Измерение рН анализируемых растворов**  Соберите штатив с держателем электродов и установите его рядом с прибором. При этом электрод должен оставаться погруженным в воду или 0,1 Н раствор соляной кислоты.  Включите рН-метр в сеть. Для стабильной работы прибор должен прогреться в течение 20 мин.  Нажимая кнопку РЕЖИМ, установите единицы измерения рН.  Уточните t0C анализируемых растворов при помощи термометра и установите соответствующее значение температурного показателя на индикаторе рН-метра.  Выполните измерение рН анализируемого раствора нитрата меди. Для этого: ***осторожно!*** промойте электрод дистиллированной водой, ***осторожно!*** просушите фильтровальной бумагой и поместите в первый стакан с анализируемым раствором Cu(NO3)2. Электрод не должен касаться дна и стенок стакана. Уровень хлорида калия должен быть выше уровня анализируемого раствора. Зафиксируйте показания прибора, спустя 3 мин (время установления показаний).  Выполните измерение рН всех исследуемых растворов аналогичным образом, запишите показания прибора,  сделайте вывод о реакции среды каждого раствора.  По окончании работы с прибором выключите его из сети, промойте электрод дистиллированной водой и погрузите в воду или 0,1 Н раствор соляной кислоты. | рН-метр, штатив, комбиниро-анный электрод ЭСКЛ – 08М.1,  дистилл. вода,  0,1Н соляная кислота,  3М раствор KCl,  химические стаканчики, фильтровальная бумага,  растворы:  нитрат меди, карбонат натрия, ацетат калия, хлорид натрия, нитрат алюминия. | **Осторожная работа с электродом, кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить настройку прибора, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий.  *Выполнить потенцио-метрические измерения, аккуратно оформить отчет.* |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. Что представляет собой электрод ЭСКЛ – 08М.1? Каковы правила работы с ним? Какие растворы используются для подготовки данного электрода к анализу?

\*2. Рассчитайте концентрацию гидроксид-ионов в растворе Na2CO3. Почему в растворе данной соли щелочная среда?

**В – 2**

1. В чем заключается сущность потенциометрического анализа? С какой целью он применяется?

\*2. Рассчитайте концентрацию ионов водорода в растворе Cu(NO3)2. Почему в растворе данной соли кислая среда?

**В – 3**

1. Какой прибор используется для потенциометрического анализа? Какой показатель он измеряет? Для чего он используется?

\*2. Рассчитайте концентрацию гидроксид-ионов в растворе КCН3СОО. Почему в растворе данной соли щелочная среда?

**В – 4**

1. Каковы правила работы с рН-метром? Почему настройка этого прибора производится по буферным растворам?

\*2. Рассчитайте концентрацию ионов водорода в растворе Al(NO3)3. Почему в растворе данной соли кислая среда?

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 36

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Потенциометрический метод анализа»

**Наименование работы** «Определение кислотности сырья и хлебобулочных изделий потенциометрическим методом»

**Цель:** научиться устанавливать кислотность сырья и продуктов методом потенциометрического титрования с использованием рН-метра.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса (приготовление болтушки и экстракта хлебобулочных изделий); использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рН-метра к работе, подготовка рабочего места для титрования, приготовление образцов муки и хлебобулочных изделий для титрования, измерение рН растворов в процессе титрования, установление точки эквивалентности с помощью рН-метра); выбор метода и хода химического анализа (потенциометрическое титрование); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (вычисление кислотности муки и хлебобулочных изделий); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования, рН-метр.

**Литература**: Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С. Технохимический и микробиологический контроль

в кондитерском производстве. Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.:

ПрофОбрИздат, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какова последовательность действий при подготовке рН-метра к работе?

2. Каковы преимущества потенциометрического титрования? В каких случаях

применяется данный анализ?

3. Какие соединения обусловливают кислотность хлебобулочных изделий?

Каково их воздействие на свойства теста и готовых изделий?

4. Что показывает общая кислотность хлебобулочных изделий? В каких

единицах она выражается?

5. Какой стандартный раствор используется для определения кислотности?

Опишите последовательность действий по его стандартизации.

6. Какой электрод применяется для данного вида анализа?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2 | *Потенциометрическим методом определяют кислотность и щелочность объектов, дающих при растворении темные или мутные растворы, окраска которых мешает наблюдению за изменением цвета индикатора, либо при отсутствии необходимого индикатора.*  *Точку эквивалентности устанавливают с помощью*  *рН-метра, значение рН в этот момент составляет*  *7,0 – 7,2.*  **Опыт 1. Стандартизация раствора щелочи по щавелевой кислоте при помощи рН-метра**  1. Подготовьте бюретку для титрования и заполните ее 0,1Н раствором щелочи (концентрация теоретическая).  2. Отмерьте 100 мл стандартного раствора щавелевой кислоты (0,01Н) и перенесите данный объем в стакан для титрования (250 мл).  3. Подготовьте рН-метр и электрод к работе:  а) включите прибор за 20 мин до начала измерений,  б) проверьте уровень насыщенного раствора KCl в стеклянном электроде (при необходимости добавьте раствор KCl при помощи специальной пипетки),  в) уточните t0C анализируемых растворов при помощи термометра и установите соответствующее значение температурного показателя на индикаторе рН-метра.  4. Выполните стандартизацию раствора щелочи по щавелевой кислоте, используя рН-метр. Для этого:  а) поместите электрод в стакан с кислотой и замерьте значение рН.  б) начинайте приливать из бюретки раствор гидроксида натрия, постоянно перемешивая титруемый раствор в стакане и отслеживая изменение рН по прибору, титруйте до тех пор, пока рН жидкости не  достигнет значения 7,0 – 7,2.  в) определите объем щелочи, пошедший на титрование и выполните расчеты: по закону эквивалентов установите титр и молярную концентрацию эквивалентов для раствора щелочи. Рассчитайте поправочный коэффициент для раствора NaOH.    **Опыт 2. Определение кислотности хлеба потенциометрическим методом**  1. Приготовьте в химическом стакане на 250 мл раствор (взвесь) из навески хлеба массой 5 г и 100 мл дистиллированной воды и хорошо взболтайте.  Оставьте смесь на 10 мин, затем повторите взбалтывание в течении 2 мин и оставьте смесь еще на 8 мин. (Приготовьте в химическом стакане на 250 мл болтушку из навески муки, массой 5 г и 100 мл дистиллированной воды).  2. Опустите в жидкость электрод и замерьте величину рН. Выполните титрование анализируемого раствора стандартизированным раствором гидроксида натрия, пока значение рН раствора не достигнет величины  7,0 – 7,2.  3. Определите по бюретке объем израсходованного на титрование раствора щелочи и рассчитайте кислотность хлеба (муки) по формуле:  V ∙ K ∙ 100  X = ————— = 2 ∙ V ∙ K, где  m ∙ 10  V – объем 0,1Н раствора щелочи, пошедший на титрование (в мл);  К – поправочный коэффициент для раствора щелочи;  m – масса навески хлеба или муки (в граммах);  100 – пересчет на 100 г хлеба  1/10 – коэффициент пересчета 0,1Н раствора щелочи на 1Н раствор  4. По окончании работы выключите рН-метр, приведите в порядок рабочее место. | рН-метр, штатив, комбиниро-анный электрод ЭСКЛ – 08М.1,  химические стаканчики, ступка с пестиком, бюкс, стеклянная палочка, воронка, технические весы, мерный цилиндр, дистилл. вода, растворы: 0,1Н соляная кислота, 3М раствор KCl,  гидроксид натрия, щавелевая кислота, штатив, бюретка с краном, колба для титрования, хлеб и мука разных сортов | **Осторожная работа с электродом, кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить настройку прибора, стандарти-зацию раствора щелочи, определение кислотности сырья и хлебобулочных изделий потенцио-метрическим методом выполнить растчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий, приведите расчеты, сделайте вывод о качестве продукции |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

1. Дать понятие электронообменного электрода.

\*2. Определить [H+] и [OH-] в растворе, рН которого равен 6,2. Какой является среда этого раствора? Раствор какого вещества можно добавить для его нейтрализации? Составьте уравнение возможной реакции в молекулярной, полной и сокращенной ионной формах.

**В – 2**

1. Дать понятие ионообменного электрода.

\*2. Вычислите константу диссоциации слабой одноосновной кислоты, если

раствор, содержащий 0,02 моль/л кислоты имеет рН = 4. Какова реакция

среды данного раствора?

**В – 3**

1. Как можно определить концентрацию раствора, используя потенциометр

(рН-метр)? Какая формула позволяет произвести данный расчет?

\*2. Аскорбиновая кислота (витамин С) является слабой одноосновной

кислотой, константа диссоциации которой равна 8 ∙ 10-5. Определите

рН раствора, содержащего 0,1 моль/л витамина С.

**В – 4**

1. Дать определение буферных растворов. С какой целью они применяются

в потенциометрии? Каковы преимущества данного вида анализа?

\*2. Вычислить рН 0,01М раствора СН3СООН, если степень диссоциации

равна 4,6∙10-2, Кд= 1,8∙10 -5. Составьте схему диссоциации этой кислоты.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 37

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Потенциометрический метод анализа»

**Наименование работы** «Определение щелочности мучных кондитерских изделий потенциометрическим методом»

**Цель:** научиться устанавливать соответствие щелочности различных мучных кондитерских изделий требованиям ГОСТ, используя метод потенциометрического титрования

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса (приготовление экстракта кондитерских изделий); использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры (подготовка рН-метра к работе, подготовка рабочего места для титрования, приготовление образцов кондитерских изделий для титрования, измерение рН растворов в процессе титрования, установление точки эквивалентности с помощью рН-метра); выбор метода и хода химического анализа (потенциометрическое титрование); выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений (вычисление щелочности мучных кондитерских изделий); соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 3.1. – 3.4.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица концентрации и плотности кислот и оснований, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования, рН-метр.

**Литература**: Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2008.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2009.

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2009.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2010.

Лурье И.С. Технохимический и микробиологический контроль

в кондитерском производстве. Справочник. – М.: КолосС, 2008.

Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.:

ПрофОбрИздат, 2010.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Какова последовательность действий при подготовке рН-метра к работе?

2. Каковы преимущества потенциометрического титрования? В каких случаях применяется

данный анализ?

3. Какие соединения обусловливают щелочность мучных кондитерских изделий?

4. Что показывает щелочность мучных кондитерских изделий? В каких единицах она

выражается?

5. Какой стандартный раствор используется в данном анализе? Опишите последователь-

ность действий по его стандартизации.

6. Какой электрод применяется для данного вида анализа?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Стандартизация раствора соляной кислоты по раствору гидроксида натрия при помощи**  **рН-метра**  1. Подготовьте бюретку для титрования и заполните ее 0,1 Н раствором соляной кислоты (концентрация теоретическая).  2. Отмерьте 100 мл стандартного раствора гидроксида натрия (предварительно выполните разбавление имеющегося у вас раствора в 10 раз) и перенесите данный объем в стаканчик для титрования.  3. Подготовьте рН-метр и электрод к работе.  4. Выполните стандартизацию раствора кислоты, используя рН-метр. Для этого:  а) поместите электрод в стакан со щелочью и замерьте значение рН, затем начинайте приливать из бюретки раствор соляной кислоты, постоянно перемешивая титруемый раствор в стакане, выполняйте титрование до тех пор, пока рН жидкости не достигнет 6,8 - 7,0.  б) определите объем кислоты, пошедший на титрование, и выполните расчеты: по закону эквивалентов установите титр и молярную концентрацию эквивалентов для раствора соляной кислоты. Рассчитайте поправочный коэффициент.  **Опыт 2. Подготовка мучных изделий к анализу**  1. На технических весах взвесьте 5 г. тонко измельченного исследуемого продукта и поместите в химический стакан.  2. Отмерьте 100 мл дистиллированной воды с помощью мерного цилиндра и влейте в стакан с навеской.  3. Полученную смесь тщательно перемешайте стеклянной палочкой и оставьте на 30 мин, периодически взбалтывая через каждые 10 мин.  **Опыт 3. Определение щелочности мучных изделий**  Определение щелочности выполняется аналогично определению кислотности. Бюретка заполняется раствором соляной кислоты. Точка эквивалентности фиксируется при помощи рН-метра, когда значение рН достигнет величины 6,8 – 7,0.  Расчет щелочности ведется по формуле аналогично расчету кислотности.  V ∙ K ∙ 100  X = ————— = 2 ∙ V ∙ K, где  m ∙ 10  V – объем 0,1Н раствора кислоты, пошедший на титрование (в мл);  К – поправочный коэффициент для раствора кислоты;  m – масса навески (в граммах);  100 – пересчет на 100 г изделий;  1/10 – коэффициент пересчета 0,1Н раствора кислоты на  1Н раствор  По окончании работы выключите рН-метр, приведите в порядок рабочее место. | рН-метр, штативы, химические стаканчики, стеклянная палочка, технические весы, мерный цилиндр, бюретка с краном, мучные кондитерск. изделия, дистилл. вода, растворы:  гидроксид натрия, соляная кислота, | **Осторожная работа с электродом, кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить настройку прибора, стандарти-зацию раствора кислоты, определение щелочности изделий потенцио-метрическим методом выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  Опишите последователь-ность ваших действий, приведите расчеты, сделайте вывод о качестве продукции |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

Поправочный коэффициент 0,1 Н раствора гидроксида натрия, приготовленного в мерной колбе, объемом 500 мл равен 1,0215. Какая масса гидроксида натрия была использована для приготовления данного раствора?

**В – 2**

На титрование 10 мл раствора соляной кислоты израсходовано 9,35 мл 0,0962Н раствора гидроксида калия. Рассчитайте поправочный коэффициент 0,1Н раствора соляной кислоты.

**В – 3**

Для определения кислотности муки вам необходимо приготовить 250 мл 0,1Н раствора гидроксида натрия. Навеска гидроксида натрия, взвешенная на электронных весах, оказалась равной 0,8945 г. Рассчитайте поправочный коэффициент для полученного раствора гидроксида натрия.

**В – 4**

На титрование 20 мл раствора соляной кислоты израсходовано 19,25 мл 0,0927 Н раствора гидроксида калия. Рассчитайте поправочный коэффициент 0,1 Н раствора соляной кислоты.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**Тема 4.4.** Хроматографический метод анализа

Хроматографический метод анализа основан на избирательной способности некоторых веществ поглощать различные компоненты, находящиеся в окружающей среде (жидкости или газе). Это явление называется ***сорбцией****.* Различают следующие виды сорбции:

*адсорбция –* поглощение поверхностью поглотителя (концентрирование поглощающихся веществ происходит на границе раздела соприкасающихся фаз);

*абсорбция* – поглощение всем объемом жидкого поглотителя;

*капиллярная конденсация* – образование жидкой фазы в порах и капиллярах твердого поглотителя.

Вещество, поглощающее при сорбции, называют ***сорбентом,*** а применительно к указанным ее видам – соответственно *адсорбентом* и *абсорбентом.* Вещество, поглощающееся при сорбции, называют ***сорбатом*** или, соответственно *адсорбатом* и *абсорбатом*. Наряду с процессом сорбции наблюдается обратный процесс – ***десорбция***, при которой компонент удаляется с поверхности сорбента и переходит в окружающую среду (в раствор или газовую среду) без изменения первоначальных свойств.

Хроматографический метод анализа широко применяют как в качественном, так и в количественном анализе для отделения примесей и получения химически чистых препаратов, для разделения и выделения компонентов из неорганических и органических сложных смесей. Выделенные компоненты определяют химическими, физическими и физико-химическими методами анализа. Применение хроматографии для разделения смесей значительно ускоряет проведение анализа, уменьшает потери определяемых компонентов.

Хроматографические методы можно разделить на следующие группы:

*1. По агрегатному состоянию разделяемой смеси:*

1.1. Газовая хроматография

1.2. Жидкостная хроматография

1.3. Газо-жидкостная хроматография

*2. По механизму разделения смеси:*

2.1. Сорбционная хроматография

2.2. Распределительная хроматография

2.3. Ионообменная хроматография

2.4. Осадочная хроматография

*3. По способу проведения хроматографического процесса:*

3.1. Колоночная хроматография

3.2. Капиллярная хроматография

3.3. Плоскостная (бумажная) хроматография

3.4. Тонкослойная хроматография

Большое значение в анализе неорганических соединений имеет ионообменная хроматография. Ионообменная хроматография основана на способности сорбентов не только поглощать, но и обменивать поглощенные ими одни компоненты на другие, находящиеся в жидкой или газообразной фазе. К числу таких сорбентов относятся как природные материалы, так и синтетические полимерные смолы (фенолформальдегидные, полистирольные смолы, полиамиды и др.). Эти вещества получили название иониты или ионообменные смолы. Они практически нерастворимы в воде, обладают ограниченной набухаемостью. Обмен ионов сорбента и раствора электролита происходит в эквивалентных соотношениях, что позволяет рассчитывать содержание определяемого компонента в исследуемом растворе по закону эквивалентов. Частицы ионитов состоят из неподвижного аниона R – [An-] или катиона R – [Kt+] и соответственно подвижных катионов и анионов, способных обмениваться на другие подвижные ионы.

***Иониты, содержащие подвижные катионы (Н+), называются катионитами.***

При пропускании соли через слой катионита происходит химическое взаимодействие между катионитом и ионами соли, при котором подвижные катионы водорода (Н+) катионита обмениваются на катионы электролита, находящиеся в растворе, например:

R – [An-] ∙H+ + Na+ 🡪 R – [An-] ∙Na+ + H+

***Иониты, содержащие подвижные анионы (ОН-), называются анионитами.***

При пропускании соли через слой анионита происходит химическое взаимодействие между анионитом и ионами соли, при котором подвижные

ионы ОН- катионита обмениваются на анионы электролита, находящиеся в растворе, например:

R – [Kt+] ∙OH- + Cl- 🡪 R – [Kt+] ∙Cl- + OH-

Данные процессы обратимы, и подчиняются закону действующих масс. Их можно направить в обратную сторону путем обработки анионита какой-либо щелочью, а катионита – какой либо кислотой, т.е. осуществить регенерацию ионитов по схемам:

R – [An-] ∙ Кt+ + H+  🡪 R – [An-] ∙H+ + Kt+

R – [Kt+] ∙An- + OH-  🡪 R – [Kt+] ∙OH- + An-

Наиболее распространенными катионитами являются следующие:

1. Сильнокислотные катиониты: КУ-1 (катионит универсальный), КУ-2,

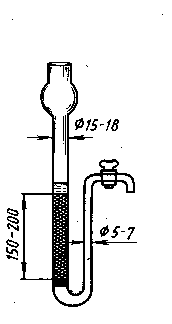
СДВ, СДВ-3 и др.

2. Слабокислотные катиониты: КБ-2, КБ-4, КФ-1, КФ-2 и др.

Аниониты также делят на две группы:

1. Сильнощелочные аниониты: АВ-17, АВ-18 и др.

2. Слабощелочные аниониты: ЭДЭ-10, АИ-2Ф, АН-1 и др.

Ионообменную хроматографию широко используют в количественном анализе. С помощью ионитов можно проводить очистку реагентов, концентрировать разбавленные растворы и затем в них соответствующим методом анализа определять искомые компоненты. 

Для этого анализируемый раствор пропускают

через хроматографическую колонку (рис. 7),

заполненную катионитом (анионитом). Катионы

(анионы) из раствора поглощаются катионитом (анионитом), а в растворе образуется эквивалентное количество кислоты (щелочи), которую оттитровы-

вают щелочью (кислотой) известной концентрации.

Затем вычисляют содержание определяемого

компонента в анализируемом растворе (по закону эквивалентов). Если в лаборатории отсутствуют

хроматографические колонки, то можно исполь-

зовать бюретки с краном, объемом 50 – 100 см3,

поместив в основание бюретки слой битого стекла

или стекловаты, а затем, заполнив ее подготовлен- **Рис. 7. Хроматогра-** ным ионитом. **фическая** **колонка**

**Перечень лабораторных работ по разделу:**

1. Ионообменная хроматография. Отделение катионов от анионов

2. Подготовка хроматографической колонки к работе.

3. Определение содержания хлорида натрия в растворе методом

ионообменной хроматографии.

4. Применение химических методов анализа в технохимическом контроле

производства продовольственных продуктов.

5. Применение физико-химических методов анализа в технохимическом

контроле производства продовольственных продуктов.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 38

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Хроматографический метод анализа»

**Наименование работы** «Ионообменная хроматография. Отделение катионов от анионов»

**Цель:** изучить хроматографический метод анализа, процессы, происходящие между ионитами и растворами электролитов.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; использование свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса;

описание уравнениями химических реакций процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов; использование лабораторной посуды и оборудования;

выбор метода и хода химического анализа, реактивов и аппаратуры; проведение качественных реакций на неорганические вещества и ионы, отдельные классы органических веществ; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории; экономичное расходование реактивов.

**Формируемые компетенции:** ОК 1 – 9; ПК 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица значений констант диссоциации электролитов, калькуляторы, таблица значений растворимости слабых электролитов, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Беляева И.И. Задачи и упражнения по общей и неорганической

химии. – М.: Просвещение, 2012.

Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.:

Интеграл – Пресс, 2014.

Ерохин Ю.М. Химия. – М.: Академия, 2011.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В чем заключается сущность хроматографического метода анализа?

Что он позволяет определить?

2. В чем заключается сущность процессов сорбции и десорбции?

3. Какова классификация хроматографических методов?

4. В чем заключается сущность ионообменной хроматографии?

5. Дайте определение ионитов. Какие группы ионитов вы знаете? Каков

механизм их действия?

6. Опишите последовательность действий по подготовке ионитов к анализу.

7. Каким способом можно регенерировать иониты?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные указания**  **и тех. требования** |
| 1  2  3 | **Опыт 1. Подготовка ионитов к работе**  Не бывший в употреблении ионит промывается дистиллированной водой от пыли, затем замачивается на 8 – 12 часов для набухания. Его необходимо перевести в активную форму. Для этого:  а) к катиониту, находящемуся в пробирке прилейте раствор соляной кислоты HCl с концентрацией 2 М. Через 5 – 7 минут раствор кислоты осторожно слейте с катионита и промойте его несколько раз дистиллированной водой до нейтральной среды (проба индикатором). Подготовленный таким образом катионит находится в активной Н+ форме и может быть использован для работы.    б) к аниониту, находящемуся в пробирке прилейте раствор NaOH с концентрацией 2 М.  Через 5 – 7 минут раствор щелочи осторожно слейте с анионита и промойте его несколько раз дистиллированной водой до нейтральной среды (проба индикатором). Подготовленный таким образом анионит находится в активной ОН- форме и может быть использован для работы.  **Опыт 2. Ионный обмен на катионите**  **а) качественный анализ солей**  Проверьте полученные вами растворы солей на присутствие катионов Cu2+ и Fe3+ с помощью характерных реакций.  К каким аналитическим группам можно отнести данные катионы? Какие реагенты являются для них групповыми? Характерными?  **б) адсорбция ионов**  Подготовьте две пробирки с катионитом, поместив в каждую 1 см3 подготовленного катионита.  В одну пробирку с катионитом налейте 1 мл раствора сульфата меди (II), а во вторую – 1 мл раствора хлорида железа (III). Пробирки поместите в штатив и оставьте на 5 – 7 минут, периодически встряхивая содержимое.  **в) качественный анализ фильтрата**  Осторожно слейте растворы с катионита в две разные пробирки и проверьте на присутствие ионов Cu2+ и Fe3+теми же характерными реакциями.Что наблюдаете?    **Опыт 3. Регенерация ионитов**  Регенерация – восстановление катионита в прежнюю Н+ форму, анионита – в прежнюю ОН- форму.  Для этого в пробирку с катионитом добавляют 1 мл 2М раствора HCl, а в пробирку с анионитом 1 мл 2М раствора NaOH, через 5 – 7 минут растворы сливают и проверяют, произошла ли десорбция катионов и анионов.  Выполните регенерацию использованного вами катионита. Проверьте, произошла ли десорбция катионов Cu2+ и Fe3+. (Как это можно сделать?)  Промойте иониты дистиллированной водой несколько раз до нейтральной среды (проба индикатором).  Приведите в порядок рабочее место. | Штатив с пробирками; таблица растворимос-ти; катионит КУ – 2, анионит  АВ – 17, лакмус универс., метилоранж, дистиллир. вода,  растворы: сульфат меди, хлорид железа (III), гидроксид аммония, роданид калия,  нитрат серебра, хлорид бария,  соляная кислота,  гидроксид натрия | **Осторожная работа**  **с кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться с инструкционной картой, выполнить опыты, аккуратно оформить отчет*  Опишите наблюдения  Составьте уравнения реакций в молекулярной, полной и сокращенной ионной формах.  Опишите наблюдения, сделайте вывод, какие ионы адсорбированы в каждом случае, составьте уравнения реакций ионного обмена на катионите.  Какие процессы произошли бы с растворами этих же солей на анионите? Составьте уравнения реакций ионного обмена на анионите.  Опишите наблюдения, составьте уравнения реакций регенерации катионита и анионита.  Как можно доказать присутствие ионов Cl- и SO42- в растворе после регенерации анионита? Приведите уравнения реакций, сделайте общий  вывод. |

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 39,40

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Хроматографический метод анализа»

**Наименование работы**  «Определение содержания хлорида натрия в растворе методом ионообменной хроматографии»

**Цель:** научиться проводить количественное определение солей методом ионообменной хроматографии

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; использование свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса;

описание уравнениями химических реакций процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов; использование лабораторной посуды и оборудования (подготовка к работе хроматографической колонки, подготовка и регенерация катионита, титрование); выбор метода и хода химического анализа (хроматография), реактивов и аппаратуры; проведение качественных реакций на неорганические вещества и ионы, отдельные классы органических веществ; выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории; экономичное расходование реактивов.

**Формируемые компетенции:** ОК 1 – 9; ПК 1.1. – 4.3.

**Норма времени:** 4 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, периодическая система

Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица значений констант диссоциации электролитов, калькуляторы, таблица значений растворимости слабых электролитов, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Беляева И.И. Задачи и упражнения по общей и неорганической

химии. – М.: Просвещение, 2012.

Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл – Пресс, 2012.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.:

Интеграл – Пресс, 2014.

Ерохин Ю.М. Химия. – М.: Академия, 2011.

Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы.

– М.: Высшая школа, 2014.

Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2

Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. В чем заключается сущность хроматографического метода анализа?

Что он позволяет определить?

2. В чем заключается сущность ионообменной хроматографии?

3. Дайте определение ионитов. Какие группы ионитов вы знаете? Каков

механизм их действия?

4. Какова методика подготовки хроматографической колонки к анализу?

5. Какая особенность ионообменной хроматографии позволяет использовать

данный метод для определения содержания солей в растворах?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционные**  **указания и тех.**  **требования** |
| 1  2 | При пропускании исследуемого раствора NaCl через колонку с катионитом, происходит следующий процесс:    R–[An-]∙H+ + Na+ + Cl- 🡪 R–[An-]∙Na+ + H++ Cl-  В растворе накапливаются катионы Н+. Образующуюся HCl оттитровывают стандартным раствором щелочи NaOH:  HCl + NaOH = NaCl + H2O  Количество щелочи, пошедшей на титрование, эквивалентно количеству эквивалентов выделившейся HCl и количеству эквивалентов Na+. Поэтому по количеству щелочи NaOH, пошедшей на титрование, определяют массу поглощенных катионов Na+ и массу NaCl.  **Опыт 1. Подготовка хроматографической колонки и катионита к работе**  1. В качестве ионообменной колонки можно использовать бюретку с краном. В основание бюретки поместите слой стекловаты толщиной 3 – 5 мм. Подготовленные зерна катионита вместе с водой поместите в колонку слоем  15 – 20 мм. Следует помнить: слой жидкости в колонке не должен быть ниже 10 мм от поверхности катионита во избежание подсоса воздуха.  2. Для переведения катионита в активную Н+ форму, через колонку пропустите 50 – 75 мл HCl с концентрацией 2 моль/л, со скоростью вытекания 2 капли в 1 сек. Скорость вытекания жидкости регулируйте краном. Затем катионит в колонке промойте дистиллированной водой (60 – 70 мл), пропуская ее через колонку порциями по 10 – 15 мл с той же скоростью. Промывание продолжайте до полного удаления непоглотившихся катионов Н+ (HCl).    Полнота промывания определяется с помощью индикаторов или с помощью качественной реакции на Cl- (составьте уравнение реакции) Подготовленную таким образом колонку можно использовать для работы.  **Опыт 2. Определение содержания NaCl в растворе**    1. Отмерьте с помощью пипетки точную аликвоту (10 мл) анализируемого раствора хлорида натрия, приготовленного в мерной колбе на 100 мл.  2. Перенесите ее через воронку в хроматографическую колонку и пропустите через слой подготовленного катионита со скоростью 1 капля в 1 секунду. Вытекающий из колонки раствор соляной кислоты соберите в чистый химический стакан. Затем промойте катионит дистиллированной водой 3 – 4 раза по 10 – 15 мл (50 – 70 мл) в тот же стакан (следите за уровнем жидкости в колонке!). Проверьте полноту промывания катионита, сделайте вывод.  4. Выполните титрование полученного из колонки раствора кислоты. При необходимости предварительно выполните стандартизацию раствора щелочи.  5. Выполните расчеты:  а) рассчитайте содержание Na+ в растворе, в объеме мерной колбы, по формуле (или по уравнению реакции):  Cэ(NaOH)∙Mэ(Na+)∙V(NaOH)∙V(м.к.)  m(Na+) = ————————————————  1000∙V(пипетки)  б) рассчитайте массу NaCl в растворе (пропорцией)  6. Выполните регенерацию катионита в колонке раствором соляной кислоты (см. подготовка катионита к работе).  Приведите в порядок рабочее место. | Хромато-графическая колонка; катионит  КУ – 2, бюретка, колба для титрования, мерная пипетка, воронка, химические стаканчики, лакмус универс., фенолфталеиндистиллир. вода,  растворы: хлорид натрия, нитрат серебра,  соляная кислота, щавелевая кислота,  гидроксид натрия | **Осторожная работа**  **с кислотами и щелочами!**  *Ознакомиться с инструкционной картой, выполнить опыты и расчеты, аккуратно оформить отчет*  Опишите последовательность ваших действий.  Приведите необходимые уравнения реакций и расчеты. |

**Контрольные вопросы:**

**В – 1**

\*1. Через катионит пропустили смесь солей: сульфат натрия и нитрат натрия. Какие ионы будут адсорбированы катионитом? Какие останутся в растворе? Ответ обоснуйте, приведите уравнения реакций.

2. В мерной колбе, объемом 200 мл приготовлен раствор сульфата меди.

20 мл этого раствора пропустили через колонку. Раствор H2SO4, полученный в результате ионообменного процесса, оттитрован 25 мл раствора NaOH с концентрацией 0,1 моль/л. Определить массу Cu2+ и массу CuSO4 в объеме мерной колбы.

**В – 2**

\*1. Через анионит пропустили смесь солей: сульфат меди и хлорид алюминия. Какие ионы будут адсорбированы анионитом? Какие останутся в растворе? Ответ обоснуйте, приведите уравнения реакций.

2. В мерной колбе, объемом 250 мл приготовлен раствор нитрата калия.

10 мл этого раствора пропустили через колонку. Раствор HNO3, полученный в результате ионообменного процесса, оттитрован 15 мл раствора NaOH с концентрацией 0,1 моль/л. Определить массу K+ и массу KNO3 в объеме мерной колбы.

**В – 3**

\*1. Через анионит пропустили смесь солей: сульфат железа и нитрат серебра. Какие ионы будут адсорбированы анионитом? Какие останутся в растворе? Ответ обоснуйте, приведите уравнения реакций.

2. В мерной колбе, объемом 100 мл приготовлен раствор хлорида калия.

20 мл этого раствора пропустили через колонку. Раствор HCl, полученный в результате ионообменного процесса, оттитрован 22,5 мл раствора NaOH с концентрацией 0,1 моль/л. Определить массу К+ и массу КCl в объеме мерной колбы.

**В – 4**

\*1. Через катионит пропустили смесь солей: карбонат натрия и иодид калия. Какие ионы будут адсорбированы катионитом? Какие останутся в растворе? Ответ обоснуйте, приведите уравнения реакций.

2. В мерной колбе, объемом 250 мл приготовлен раствор хлорида кальция.

10 мл этого раствора пропустили через колонку. Раствор HCl, полученный в результате ионообменного процесса, оттитрован 15,5 мл раствора NaOH с концентрацией 0,1 моль/л. Определить массу Cа2+ и массу CаCl2 в объеме мерной колбы.

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 41

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Значение анализа в технохимическом контроле качества продуктов»

**Наименование работы:** «Применение химических методов анализа в технохимическом контроле производства продовольственных продуктов»

**Цель:** установить соответствие качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий требованиям ГОСТ, используя химические методы анализа.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры; выбор метода и хода химического анализа; выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, справочные материалы, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Межгосударственный стандарт. Хлебобулочные изделия.

Методы определения кислотности. Красноярский центр

стандартизации и метрологии, 1997.

Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.:

ПрофОбрИздат, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Перечислите основные методы анализа. Дайте их краткую характеристику.

2. Какие методы количественного химического анализа вы знаете?

3. Дайте определение титриметрического анализа, что он позволяет определить?

4. Дайте определение гравиметрического анализа, что он позволяет определить?

5. Перечислите оборудование, необходимое для выполнения анализа титриметрическим

методом.

6. Перечислите оборудование, необходимое для выполнения анализа гравиметрическим

методом.

7. Какова цель применения химических методов количественного анализа?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1  2  3  4  5  6  7  8 | **Вариант 1**  ***Определите влажность сухарей сдобных и сделайте вывод о качестве и условиях хранения данной продукции.***  а) выберите соответствующий метод количественного анализа;  б) составьте план действий и подтвердите его правильность у преподавателя или лаборанта;  в) подберите все необходимое оборудование для данного вида анализа, продемонстрируйте его работу в соответствии с методикой, определенной ГОСТ и правилами техники безопасности в химической лаборатории;  г) выполните анализ, сделайте расчеты и выводы.  (Рассчитайте влажность сухарей по следующим результатам анализа: масса бюкса после первого высушивания 18,2252г., после второго – 18,2251г. Масса бюкса с навеской – 23,6073г. После первого высушивания, масса оказалась равна 23,0693г., а после второго – 23,0691г.)  **Вариант 2**  ***Определите зольность данного образца муки и сделайте вывод о ее сортности и качестве.***  а) выберите соответствующий метод количественного анализа;  б) составьте план действий и подтвердите его правильность у преподавателя или лаборанта;  в) подберите все необходимое оборудование для данного вида анализа, продемонстрируйте его работу в соответствии с методикой, определенной ГОСТ и правилами техники безопасности в химической лаборатории;  г) выполните анализ, сделайте расчеты и выводы.  (Рассчитайте зольность по следующим результатам анализа: масса тигля после первого прокаливания 12,5475г., после второго – 12,5473г. Масса тигля с навеской – 14,5518г. После первого прокаливания, масса тигля с золой оказалась равна 12,5587г., а после второго – 12,5584г.)  **Вариант 3**  ***Определите жесткость данного образца воды:***  а) выберите соответствующий метод количественного анализа;  б) составьте план действий и подтвердите его правильность у преподавателя или лаборанта;  в) подберите все необходимое оборудование для данного вида анализа, продемонстрируйте его работу в соответствии с методикой, определенной ГОСТ и правилами техники безопасности в химической лаборатории;  г) подготовьте необходимые реактивы;  д) выполните анализ, сделайте расчеты и выводы.  **Вариант 4**  ***Определите кислотность данного образца хлеба:***  а) выберите соответствующий метод количественного анализа;  б) составьте план действий и подтвердите его правильность у преподавателя или лаборанта;  в) подберите все необходимое оборудование для данного вида анализа, продемонстрируйте его работу в соответствии с методикой, определенной ГОСТ и правилами техники безопасности в химической лаборатории;  г) подготовьте необходимые реактивы;  д) выполните анализ, сделайте расчеты и выводы.  **Вариант 5**  ***Определите кислотность данного образца муки:***  а) выберите соответствующий метод количественного анализа;  б) составьте план действий и подтвердите его правильность у преподавателя или лаборанта;  в) подберите все необходимое оборудование для данного вида анализа, продемонстрируйте его работу в соответствии с методикой, определенной ГОСТ и правилами техники безопасности в химической лаборатории;  г) подготовьте необходимые реактивы;  д) выполните анализ, сделайте расчеты и выводы.  **Вариант 6**  ***Определите щелочность данного образца кондитерского изделия:***  а) выберите соответствующий метод количественного анализа;  б) составьте план действий и подтвердите его правильность у преподавателя или лаборанта;  в) подберите все необходимое оборудование для данного вида анализа, продемонстрируйте его работу в соответствии с методикой, определенной ГОСТ и правилами техники безопасности в химической лаборатории;  г) подготовьте необходимые реактивы;  д) выполните анализ, сделайте расчеты и выводы.  **Вариант 7**  ***Определите содержание кальция в данном образце фруктового сока:***  а) выберите соответствующий метод количественного анализа;  б) составьте план действий и подтвердите его правильность у преподавателя или лаборанта;  в) подберите все необходимое оборудование для данного вида анализа, продемонстрируйте его работу в соответствии с методикой, определенной ГОСТ и правилами техники безопасности в химической лаборатории;  г) подготовьте необходимые реактивы;  д) выполните анализ, сделайте расчеты и выводы.  **Вариант 8**  ***Определите содержание восстановителя FeSO4 в данном растворе:***  а) выберите соответствующий метод количественного анализа;  б) составьте план действий и подтвердите его правильность у преподавателя или лаборанта;  в) подберите все необходимое оборудование для данного вида анализа, продемонстрируйте его работу в соответствии с методикой, определенной ГОСТ и правилами техники безопасности в химической лаборатории;  г) подготовьте необходимые реактивы;  д) выполните анализ, сделайте расчеты и выводы о точности его выполнения.  (данные о действительной навескеFeSO4, содержащейся в анализируемом растворе возьмите у преподавателя или лаборанта). | Подберите необходимое оборудова-ние самостоя-тельно | **Осторожная работа с кислотами и щелочами!**  **Осторожная работа с электронагре-вательными приборами!**  *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить анализ, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.*  В отчете: опишите последова-тельность ваших действий;  приведите расчеты;  сделайте вывод о качестве и технологии изготовления исследованной продукции. |

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение лабораторной работы 42

по учебной дисциплине «Химия»

**Тема:** «Значение анализа в технохимическом контроле качества продуктов»

**Наименование работы:** «Применение физико-химических методов анализа в технохимическом контроле производства продовольственных продуктов»

**Цель:** установить соответствие качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий требованиям ГОСТ, используя физико-химические методы анализа.

**Приобретаемые умения и навыки:** применение основных законов химии для решения задач в области профессиональной деятельности; описание процессов, лежащих в основе производства продовольственных продуктов уравнениями химических реакций; использование свойств органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса; использование лабораторной посуды и оборудования, подбор реактивов и аппаратуры; выбор метода и хода химического анализа; выполнение расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций; выполнение количественных расчетов состава вещества по результатам измерений; соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

**Формируемые компетенции:** ОК: 1 – 9; ПК: 1.1. – 4.3

**Норма времени:** 2 часа

**Оснащение рабочего места:** инструкционные карты, справочные материалы, калькуляторы, набор химических реактивов и лабораторного оборудования.

**Литература**: Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ

пищевых продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 2015.

Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве.

Справочник. – М.: КолосС, 2012.

Межгосударственный стандарт. Хлебобулочные изделия.

Методы определения кислотности. Красноярский центр

стандартизации и метрологии, 1997.

Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.:

ПрофОбрИздат, 2015.

**Контрольные вопросы при допуске:**

1. Перечислите основные методы анализа. Дайте их краткую характеристику.

2. Какие физико-химические методы химического анализа вы знаете?

3. Дайте определение и краткую характеристику (прибор, измеряемая величина, методика выполнения) потенциометрического анализа, что он позволяет определить?

4. Дайте определение и краткую характеристику (прибор, измеряемая величина, методика выполнения) колориметрического анализа, что он позволяет определить?

5. Дайте определение и краткую характеристику (прибор, измеряемая величина, методика выполнения) рефрактометрического анализа, что он позволяет определить?

6. Дайте определение и краткую характеристику (прибор, измеряемая величина, методика выполнения) хроматографического анализа, что он позволяет определить?

7. Каковы преимущества применения физико-химических методов количественного анализа?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Содержание работы и последовательность**  **выполнения операций** | **Наименование оборудования и инструмента** | **Инструкционн. указания и тех. требования** |
| 1 | **Вариант 1**  Опишите последовательность выполнения анализа с использованием фотоэлектроколориметра КФК-2. Какова цель использования данного прибора? Каков принцип его работы? Перечислите области применения данного анализа.  В химическом стакане находится раствор хлорида хрома (III). Определите оптическую плотность данного раствора, предварительно подобрав кювету и светофильтр. Рассчитайте концентрацию выданного вам раствора, если молярный коэффициент светопоглощения хлорида хрома составляет 0,325 | Подберите необходимое оборудова-ние самостоя-тельно! | **Осторожная работа с кислотами и щелочами!** |
| 2 | **Вариант 2**  Дайте определение показателя преломления. От каких факторов он зависит? Какой прибор позволяет определить показатель преломления? Как называется данный метод анализа и где он применяется?  В двух химических стаканах находятся растворы сахара: исходный раствор и раствор, полученный в процессе упаривания исходного. Определите при помощи прибора, в каком стакане содержится исходный раствор.  Рассчитайте объем воды, выпаренный из 200 г. исходного раствора сахарозы. |  | **Осторожная работа с электричес-кими приборами!** |
| 3 | **Вариант 3**  С какой целью проводится анализ кислотности муки? Опишите последовательность действий по определению кислотности муки.  Приготовьте болтушку из ржаной муки и докажите, что среда данного раствора действительно кислая. Как вы будете устанавливать точку эквивалентности в процессе титрования данной болтушки? Почему?  Сделайте вывод о качестве муки, если на потенциометрическое титрование болтушки из 5 г. ржаной муки было затрачено 2,62 мл 0,0955Н раствора гидроксида натрия. |  | *Ознакомиться*  *с инструкцион. картой, выполнить анализ, выполнить расчеты, аккуратно оформить отчет.* |
| 4 | **Вариант 4**  При изготовлении бисквитного торта его коржи пропитывают сахарным сиропом, который готовится из сахара и воды, взятых в соотношении 1:1, путем варки до легкого загустения.  Рассчитайте массовую долю сахара в данной смеси и проверьте, соответствует ли выданный вам раствор сахара, технологическим требованиям.  Какой метод анализа вы могли бы предложить для этого? Подберите необходимое оборудование, выполните анализ, опишите последовательность работы с прибором, сделайте вывод. |  | В отчете: опишите последова-тельность ваших действий;  приведите расчеты;  сделайте вывод о качестве и технологии изготовления исследованной продукции. |
| 5 | **Вариант 5**  Дайте понятие хроматографического метода анализа. Что представляет собой ионообменная хроматография? Какие методы хроматографии вам еще известны? Какие процессы происходят на поверхности катионита? Анионита? Что представляет собой выданный вам катионит?  Продемонстрируйте механизм его взаимодействия с раствором хлорида железа (III). Приведите уравнения всех происходящих процессов.  Каким способом можно выполнить регенерацию катионита? Какие процессы при этом происходят?  Для переведения катионита в активную Н+ форму, через него пропускают 50 мл HCl с концентрацией 2 моль/л. Какой объем 2,5 М раствора соляной кислоты потребуется для его приготовления? Сделайте необходимые расчеты и опишите последовательность приготовления раствора. |  |
| 6 | **Вариант 6**  В двух химических стаканах содержатся растворы двух солей: карбоната натрия и хлорида алюминия.  Какой физический метод анализа позволяет провести идентификацию данных солей? Обоснуйте свой выбор. Подберите необходимое оборудование, выполните анализ, опишите последовательность работы с прибором, сделайте вывод.  Рассчитайте [H+] в растворе хлорида алюминия и [OH-] в растворе карбоната натрия. |  |  |
| 7 | **Вариант 7**  Сливочное масло, широко применяющееся при изготовлении кондитерских изделий, содержит хлорид натрия, который придает продукту консервирующие и вкусовые свойства. Содержание хлорида натрия в сливочном масле не должно превышать 1,5%. Для определения содержания соли в масле используют метод колоночной ионообменной хроматографии. Для этого навеску сливочного масла массой 5 г. помещают в химический стакан, добавляют 50 мл дистиллированной воды и нагревают на водяной бане до полного расплавления масла и растворения соли в воде. Содержимое стакана перемешивают и оставляют до расслоения жира и воды, а затем охлаждают и фильтруют.  Опишите последовательность действий по определению содержания соли в выданном вам фильтрате. Продемонстрируйте работу хроматографической колонки. Какие процессы происходят при этом на катионите?  Сделайте вывод о качестве масла, если на титрование данного фильтрата было израсходовано 14,75 мл 0,0715 Н раствора гидроксида натрия. Содержание хлорида натрия (%) в анализируемом сливочном масле рассчитывают по формуле:  Cэ(NaOH)∙M(NaCl)∙V(NaOH)∙100  W = ———————————————  1000∙ m(нав) |  |  |
| 8 | **Вариант 8**  Дайте определение оптической плотности раствора. Какой прибор позволяет измерить эту величину? От каких факторов зависит оптическая плотность? Какой закон отражает эту зависимость? Что представляет собой градуировочный график? Какова цель его построения?  Приготовьте два стандартных раствора из эталонного раствора сульфата меди (Тст.1 = 0,1 мг/мл; Тст.2 = 0,2 мг/мл), измерьте их оптическую плотность и постройте градуировочный график. Определите с помощью графика концентрацию выданного вам анализируемого раствора сульфата меди. |  |  |

Зав. лабораторией Грушевская А.А.

**Заключение**

В настоящее время остро ощущается нехватка учебников и учебных пособий по химии для студентов пищевых специальностей среднего профессионального образования. Предлагаемые методические указания составлены в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования (от 2014г.) и рабочей программой дисциплины ЕН.03. Химия для специальности 19.02.03. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий.

Методические указания по организации и проведению лабораторных работ следует рассматривать как опыт постановки практикума по основным методам анализа, связанных с определенной моделью подготавливаемых специалистов. Это обусловило подбор лабораторных работ, связанных с анализом сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного и кондитерского производства: сахара, муки, дрожжей, фруктовых соков, хлеба, различных видов печенья, бараночных изделий и т.д. Выполнение этих работ способствует формированию компетенций, практических умений и навыков, необходимых для освоения МДК.01.01.02. Технохимический контроль качества сырья и МДК.02.01.02. Технохимический контроль качества готовой продукции, а также специальных дисциплин, таких как «Технология хлеба» и «Технология кондитерских изделий».

Теоретический материал представлен логически последовательно, иллюстрируется схемами используемых приборов и аппаратов, сопровождается необходимыми формулами для математической обработки результатов анализа, что делает его удобным при работе для любого преподавателя, а также доступным для понимания обучающимися разного уровня подготовки. Инструкционно-технологические карты содержат подробную, пошаговую последовательность операций, а также правила техники безопасности и рекомендации по оформлению отчета. Контрольные вопросы, размещенные в заключительной части инструкционно-технологической карты лабораторной работы, нацелены на проверку уровня усвоения теоретического материала по каждому методу анализа.

Приведенные методики анализа могут быть рекомендованы студентам заочной формы обучения для самостоятельного изучения теоретических основ химии и формирования важнейших навыков лабораторного эксперимента, что является важнейшими составляющими сформированности общих и профессиональных компетенций обучающихся по данной специальности.

**Литература**

Основные источники:

1. Барсукова А.З. Аналитическая химия. – М.: Высшая школа, 2012.

2. Ищенко И.И. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2014.

3. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых

продуктов. – М.: КолосС, 2012.

Дополнительные источники:

4. Беляева И.И., Сутягин Е.И., Шелепина В.Л. Задачи и упражнения по

общей и неорганической химии. – М.: Просвещение, 2012.

5. Васильев В.П. Аналитическая химия. – М.: Дрофа, 2015.

6. Габриелян О.С., Лысова Г.Г. Химия, 11 класс. – М.: Дрофа, 2012.

7. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы. – М.:

Высшая школа, 2014.

8. Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П. Технохимический и

микробиологический контроль в кондитерском производстве. Справочник.

– М.: КолосС, 2012.

9. Павлов Б.А., Терентьев А.П. Курс органической химии. – М.: Химия,

1992.

10.Соколовская Е.М. Практикум по общей химии. – М.: Московский

университет, 1993.

11.Шелинский Г.И. Основы теории химических процессов. – М.:

Просвещение, 1989.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

***Приложение 1***

**Растворимость кислот, солей, оснований в воде**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **АНИОНЫ** | **КАТИОНЫ** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H+ | Li+ | K+ | Na+ | NH4+ | Ba2+ | Ca2+ | Mg2+ | Sr2+ | Al3+ | Cr3+ | Fe2+ | Fe3+ | Ni2+ | Cu2+ | Mn2+ | Zn2+ | Ag+ | Hg2+ | Pb2+ |
| ОН- | **―** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **М** | **Н** | **М** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **―** | **―** | **Н** |
| F- | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **М** | **Н** | **Н** | **М** | **Р** | **Н** | **Н** | **Н** | **Р** | **Р** | **М** | **Р** | **Р** | **М** | **Н** |
| Cl- | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Н** | **Р** | **М** |
| Br- | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Н** | **М** | **М** |
| I- | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **?** | **Р** | **?** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Н** | **Н** | **Н** |
| S2- | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **М** | **Н** | **Р** | **―** | **―** | **Н** | **―** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** |
| SO32- | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **М** | **М** | **М** | **Н** | **?** | **―** | **М** | **?** | **Н** | **?** | **?** | **М** | **Н** | **Н** | **Н** |
| SO42- | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Н** | **М** | **Р** | **Н** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **М** | **―** | **Н** |
| NO3- | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** |
| NO2- | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **?** | **?** | **?** | **?** | **Р** | **?** | **?** | **?** | **М** | **?** | **?** |
| PO43- | **Р** | **Н** | **Р** | **Р** | **―** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** |
| CO32- | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **?** | **?** | **Н** | **?** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **?** | **Н** |
| CH3COO- | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **―** | **Р** | **Р** | **―** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** | **Р** |
| SiO32- | **Н** | **Р** | **Р** | **Р** | **?** | **Н** | **Н** | **Н** | **Н** | **?** | **?** | **Н** | **?** | **?** | **?** | **Н** | **Н** | **?** | **?** | **Н** |

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

**Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Sn, Pb, H2, Cu, Hg, Ag, Au**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

ослабление восстановительных свойств, активности

РЯД ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ НЕМЕТАЛЛОВ

**H, As, I, Si, P, Se, C, S, Br, Cl, N, O, F**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

усиление электроотрицательности

***Приложение 2***

**Константы диссоциации некоторых электролитов**

**в водных растворах при 250С**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Электролит** | | **Константа диссоциации** |
| **Название** | **Формула** |
| Кремниевая кислота | H2SiO3 | К1 = 10 -10 (H2SiO3, HSiO3-, Н2О)  К2 = 10 -12 (HSiO3-, SiO32-, Н2О) |
| Сероводород | H2S | К1 = 6∙10 -8 (H2S, HS-, Н2О)  К2 = 10 -14 (HS-, S2-, Н2О) |
| Угольная кислота | H2CO3 | К1 = 4,5∙10 -7 (H2СO3, HСO3-, Н2О)  К2 = 4,7∙10 -11 (HСO3-, СO32-, Н2О) |
| Синильная кислота | HCN | К = 6,2∙10-10 (HCN, CN-, Н2О) |
| Хлорноватистая кислота | НОСl | К = 5∙10-8 (НОСl, ОСl-, Н2О) |
| Гидроксид аммония | NH4OH | К = 1,8∙10 -5 (NH4OH, NH4+, H2O) |
| Уксусная кислота | CH3COOH | К= 1,8∙10 -5  (CН3СООН, СН3СОО-,Н2О) |
| Муравьиная кислота | НСООН | К = 1,8∙10-4 (НСООН, НСОО-, Н2О) |
| Азотистая кислота | HNO2 | К = 4∙10 -4 (НNO2, NО2-, H2O) |
| Фтороводород | HF | К = 7∙10 -4 (НF, F-, H2O) |
| Фосфорная кислота | H3PO4 | К1 = 8∙10 -3 (H3PO4, H2PO4-, Н2О)  К2 = 6∙10 -8 (H2PO4-, HPO42-, Н2О)  К3 = 1∙10 -12 (HPO42-, PO43-, Н2О) |
| Сернистая кислота | H2SO3 | К1 = 2∙10 -2 (H2SO3, HSO3-, Н2О)  К2 = 6∙10 -8 (HSO3-, SO32-, Н2О) |
| Азотная кислота | HNO3 | К = 43,6 (НNO3, NО3-, H2O) |
| Серная кислота | H2SO4 | К1 = 1000 (H2SO4, HSO4-, Н2О)  К2 = 1∙10 -2 (HSO4-, SO42-, Н2О) |
| Хлороводород | HCl | К = 1∙10 7 (НCl, Cl-, H2O) |
| Бромоводород | HBr | К = 1∙10 9 (НBr, Br-, H2O) |
| Иодоводород | HI | К = 1∙10 11 (НI, I-, H2O) |

***Приложение 3***

**Произведение растворимости важнейших малорастворимых веществ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Формула вещества** | **Произведение растворимости** | **Формула вещества** | **Произведение растворимости** |
| AgBr | 5,3 ∙ 10-13 | Al(OH)3 | 1,0 ∙ 10-32 |
| Ag2CO3 | 8,2 ∙ 10-12 | AlPO4 | 5,75 ∙ 10-19 |
| Ag2C2O4 | 3,5 ∙ 10-11 | BaCO3 | 5,1 ∙ 10-9 |
| AgCl | 1,78 ∙ 10-10 | BaC2O4 | 1,1 ∙ 10-7 |
| Ag2CrO4 | 1,1 ∙ 10-12 | BaCrO4 | 1,2 ∙ 10-10 |
| Ag2Cr2O7 | 1,0 ∙ 10-10 | Ba(OH)2 | 5,01 ∙ 10-3 |
| AgI | 8,3 ∙ 10-17 | BaSO4 | 1,1 ∙ 10-10 |
| Ag2SO4 | 2 ∙ 10-5 | CaCO3 | 4,8 ∙ 10-9 |
| Ag3PO4 | 1,3 ∙ 10-20 | CaC2O4 | 2,3 ∙ 10-9 |
| Ag2S | 6,3 ∙ 10-50 | CaCrO4 | 7,1 ∙ 10-4 |
| Cr(OH)3 | 6,3 ∙ 10-31 | CaF2 | 4,0 ∙ 10-11 |
| CuCO3 | 2,5 ∙ 10-10 | Ca(OH)2 | 5,5 ∙ 10-6 |
| Cu(OH)2 | 2,2 ∙ 10-20 | Ca3(PO4)2 | 2,0 ∙ 10-29 |
| CuS | 6,3 ∙ 10-36 | CaSO4 | 9,1 ∙ 10-6 |
| Fe(OH)2 | 1,0 ∙ 10-15 | HgCl2 | 2 ∙ 10-18 |
| Fe(OH)3 | 3,2 ∙ 10-38 | Hg2Br2 | 1,3 ∙ 10-21 |
| FePO4 | 1,3 ∙ 10-22 | Hg2I2 | 1,2 ∙ 10-28 |
| FeS | 5 ∙ 10-18 | Hg2CO3 | 9 ∙ 10-17 |
| PbCl2 | 1,7 ∙ 10-5 | MgCO3 | 2,1 ∙ 10-5 |
| PbI2 | 8,7 ∙ 10-9 | MgC2O4 | 8,6 ∙ 10-5 |
| PbCO3 | 7,24 ∙ 10-14 | MgF2 | 6,5 ∙ 10-9 |
| PbSO4 | 1,8 ∙ 10-8 | Mg(OH)2 | 6 ∙ 10-10 |
| PbC2O4 | 3,4 ∙ 10-11 | Mg3(PO4)2 | 1,0 ∙ 10-13 |
| PbCrO4 | 1,8 ∙ 10-14 | Zn(OH)2 | 7,1 ∙ 10 -18 |
| Pb3(PO4)2 | 1,5 ∙ 10-32 | ZnCO3 | 1,45 ∙ 10-11 |
| Pb(OH)2 | 1,1 ∙ 10-20 | ZnC2O4 | 1,5 ∙ 10-9 |
| PbBr2 | 9,1 ∙ 10-6 | SrCrO4 | 3,6 ∙ 10-5 |
| Sn(OH)2 | 6,3 ∙ 10-27 | SrSO4 | 3,2 ∙ 10-7 |
| Sn(OH)4 | 1,0 ∙ 10-57 | SrCO3 | 1,1 ∙ 10-10 |

***Приложение 4***

**Показатели преломления водных растворов сахарозы при 200С**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Содержание**  **сахарозы**  **в растворе, (%)** | **nD** | **Содержание**  **сахарозы**  **в растворе, (%)** | **nD** | **Содержание**  **сахарозы**  **в растворе, (%)** | **nD** |
| 0 | 1,3330 | 30 | 1,3811 | 60 | 1,4418 |
| 2 | 1,3359 | 32 | 1,3847 | 62 | 1,4464 |
| 4 | 1,3388 | 34 | 1,3883 | 64 | 1,4509 |
| 6 | 1,3417 | 36 | 1,3920 | 66 | 1,4555 |
| 8 | 1,3448 | 38 | 1,3958 | 68 | 1,4608 |
| 10 | 1,3478 | 40 | 1,3997 | 70 | 1,4651 |
| 12 | 1,3509 | 42 | 1,4036 | 72 | 1,4700 |
| 14 | 1,3541 | 44 | 1,4076 | 74 | 1,4749 |
| 16 | 1,3573 | 46 | 1,4117 | 76 | 1,4799 |
| 18 | 1, 3605 | 48 | 1,4151 | 78 | 1,4850 |
| 20 | 1,3638 | 50 | 1,4200 | 80 | 1,4901 |
| 22 | 1, 3672 | 52 | 1,4242 | 82 | 1,4954 |
| 24 | 1,3706 | 54 | 1,4285 | 84 | 1,5007 |
| 26 | 1,3740 | 56 | 1,4329 |  |  |
| 28 | 1,3775 | 58 | 1,4373 |  |  |

***Приложение 5***

**Поправка на температуру при определении сахарозы в продуктах сахарного производства**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Температура** | **Содержание сахарозы в анализируемом продукте, %, свыше** | | | | | | | | | | | |
|  | **0** | **5** | **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **50** | **60** | **70** |
| **От найденного содержания сахарозы следует отнять** | | | | | | | | | | | | |
| **10** | 0,50 | 0,54 | 0,58 | 0,61 | 0,64 | 0,66 | 0,68 | 0,70 | 0,72 | 0,74 | 0,76 | 0,79 |
| **11** | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,55 | 0,58 | 0,60 | 0,62 | 0,64 | 0,65 | 0,67 | 0,69 | 0,71 |
| **12** | 0,42 | 0,45 | 0,48 | 0,50 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,57 | 0,57 | 0,60 | 0,61 | 0,63 |
| **13** | 0,37 | 0,40 | 0,42 | 0,44 | 0,46 | 0,48 | 0,49 | 0,50 | 0,51 | 0,53 | 0,54 | 0,55 |
| **14** | 0,33 | 0,35 | 0,37 | 0,39 | 0,40 | 0,41 | 0,42 | 0,43 | 0,45 | 0,45 | 0,46 | 0,48 |
| **15** | 0,27 | 0,29 | 0,31 | 0,33 | 0,34 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,39 | 0,40 |
| **16** | 0,22 | 0,24 | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,28 | 0,28 | 0,29 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,32 |
| **17** | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,23 | 0,24 |
| **18** | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,16 |
| **19** | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| **К найденному содержанию сахарозы следует прибавить** | | | | | | | | | | | | |
| **21** | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| **22** | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,16 |
| **23** | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,24 |
| **24** | 0,26 | 0,27 | 0,28 | 0,29 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| **25** | 0,33 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,38 | 0,39 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 |
| **26** | 0,40 | 0,42 | 0,43 | 0,44 | 0,45 | 0,46 | 0,46 | 0,47 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 |
| **27** | 0,48 | 0,50 | 0,52 | 0,53 | 0,54 | 0,55 | 0,55 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 |
| **28** | 0,56 | 0,57 | 0,60 | 0,61 | 0,62 | 0,63 | 0,63 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| **29** | 0,64 | 0,66 | 0,68 | 0,69 | 0,71 | 0,72 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 |
| **30** | 0,72 | 0,74 | 0,77 | 0,78 | 0,79 | 0,80 | 0,80 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 |

***Приложение 6***

**Аналитические множители (факторы) гравиметрического анализа**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Определяемый компонент** | **Гравиметрическая форма** | **Аналитический множитель** | **Определяемый компонент** | **Гравиметрическая форма** | **Аналитический множитель** |
| Ag | AgCl | 0,7526 | CaCl2 | CaO | 1,9793 |
| AgNO3 | AgCl | 1,1852 | CaO | CaCO3 | 0,5603 |
| Ag2O | AgCl | 0,8084 | CaSO4 | CaO | 2,4276 |
| Al | Al2O3 | 0,5292 | Cl | AgCl | 0,2474 |
| Ba | BaSO4 | 0,5885 | Fe | Fe2O3 | 0,6994 |
| BaCO3 | BaSO4 | 0,8455 | FeO | Fe2O3 | 0,8998 |
| BaCl2 | BaSO4 | 0,8923 | HCl | AgCl | 0,2544 |
| CO2 | CaCO3 | 0,4397 | H2SO4 | BaSO4 | 0,4202 |
| CO2 | CaO | 0,7848 | Mg | Mg2P2O7 | 0,2185 |
| Ca | CaCO3 | 0,4005 | MgCO3 | Mg2P2O7 | 0,7576 |
| Ca | CaO | 0,7147 | MgO | Mg2P2O7 | 0,3623 |
| CaCO3 | CaO | 1,7847 | SO3 | BaSO4 | 0,3430 |
| CaCO3 | CaSO4 | 0,7351 | Si | SiO2 | 0,4672 |

***Приложение 7***

**Концентрация и плотность (г/мл) кислот и оснований при 200С**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **W(%)** | **H2SO4** | **HCl** | **HNO3** | **H3PO4** | **CH3COOH** | **NaOH** | **KOH** | **NH4OH** |
| **1** | 1,005 | 1,003 | 1,004 | 1,004 | 1,000 | 1,010 | 1,007 | 0,994 |
| **2** | 1,012 | 1,008 | 1,009 | 1,009 | 1,001 | 1,021 | 1,017 | 0,990 |
| **3** | 1,018 | 1,013 | 1,015 | 1,015 | 1,003 | 1,032 | 1,026 | 0,985 |
| **4** | 1,025 | 1,018 | 1,020 | 1,020 | 1,004 | 1,043 | 1,035 | 0,981 |
| **5** | 1,032 | 1,023 | 1,026 | 1,026 | 1,006 | 1,054 | 1,044 | 0,977 |
| **6** | 1,039 | 1,028 | 1,031 | 1,031 | 1,007 | 1,065 | 1,053 | 1,973 |
| **7** | 1,045 | 1,033 | 1,037 | 1,037 | 1,008 | 1,076 | 1,062 | 1,969 |
| **8** | 1,052 | 1,038 | 1,043 | 1,042 | 1,010 | 1,087 | 1,072 | 1,965 |
| **9** | 1,059 | 1,043 | 1,049 | 1,048 | 1,011 | 1,098 | 1,081 | 1,961 |
| **10** | 1,066 | 1,047 | 1,054 | 1,053 | 1,013 | 1,109 | 1,090 | 1,958 |
| **12** | 1,080 | 1,057 | 1,066 | 1,065 | 1,015 | 1,131 | 1,109 | 0,950 |
| **14** | 1,095 | 1,068 | 1,078 | 1,076 | 1,018 | 1,153 | 1,128 | 0,943 |
| **16** | 1,109 | 1,078 | 1,090 | 1,088 | 1,021 | 1,175 | 1,148 | 0,936 |
| **18** | 1,124 | 1,088 | 1,103 | 1,101 | 1,024 | 1,197 | 1,167 | 0,930 |
| **20** | 1,139 | 1,098 | 1,115 | 1,113 | 1,026 | 1,219 | 1,186 | 0,923 |
| **22** | 1,155 | 1,108 | 1,128 | 1,126 | 1,029 | 1,241 | 1,206 | 0,916 |
| **24** | 1,170 | 1,119 | 1,140 | 1,140 | 1,031 | 1,263 | 1,226 | 0.910 |
| **26** | 1,186 | 1,129 | 1,153 | 1,153 | 1,034 | 1,285 | 1,247 | 0,904 |
| **28** | 1,202 | 1,139 | 1,167 | 1,167 | 1,036 | 1,306 | 1,267 | 0,898 |
| **30** | 1,219 | 1,149 | 1,180 | 1,181 | 1,038 | 1,328 | 1,288 | 0,892 |
| **35** | 1,260 | 1,174 | 1,214 | 1,216 | 1,044 | 1,380 | 1,341 |  |
| **40** | 1,303 | 1,198 | 1,246 | 1,254 | 1,049 | 1,430 | 1,396 |  |
| **45** | 1,348 |  | 1,278 | 1,293 | 1,053 | 1,478 | 1,452 |  |
| **50** | 1,395 |  | 1,310 | 1,335 | 1,058 | 1,525 | 1,511 |  |
| **55** | 1,445 |  | 1,339 | 1,379 | 1,061 |  |  |  |
| **60** | 1,498 |  | 1,367 | 1,426 | 1,064 |  |  |  |
| **65** | 1,553 |  | 1,391 | 1,476 | 1,067 |  |  |  |
| **70** | 1,611 |  | 1,413 | 1,526 | 1,069 |  |  |  |
| **75** | 1,669 |  | 1,434 | 1,579 | 1,070 |  |  |  |
| **80** | 1,727 |  | 1,452 | 1,633 | 1,070 |  |  |  |
| **85** | 1,779 |  | 1,469 | 1,689 | 1,069 |  |  |  |
| **90** | 1,814 |  | 1,483 | 1,746 | 1,066 |  |  |  |
| **92** | 1,824 |  | 1,487 | 1,770 | 1,064 |  |  |  |
| **94** | 1,831 |  | 1,491 | 1,794 | 1,062 |  |  |  |
| **96** | 1,836 |  | 1,495 | 1,819 | 1,059 |  |  |  |
| **98** | 1,836 |  | 1,501 | 1,844 | 1,055 |  |  |  |
| **100** | 1,831 |  | 1,513 | 1,870 | 1,050 |  |  |  |

***Приложение 8***

**Интервалы значений влажности и кислотности для хлебопродуктов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Группа продуктов*** | ***Влажность (%)*** | ***Кислотность (град)*** |
| Хлеб из ржаной и смесей ржаной и пшеничной муки | 45 - 51 | 9 - 12 |
| Хлеб из пшеничной муки | 42 - 48 | 2 - 6 |
| Булочные изделия | 32 - 40 | 2,5 - 5 |

**Интервалы значений влажности и щелочности**

**для некоторых групп мучных и кондитерских изделий**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Группа продуктов*** | ***Влажность (%)*** | ***Щелочность (град)*** |
| Сахарное печенье | 3 - 9 | 2 |
| Затяжное печенье | 5 - 9 | 2 |
| Сдобное печенье | до 15,5 | 2 |
| Галеты | до 11 | 1 - 1,5 |
| Крекер | до 7 | 2 |
| Вафли без начинки | 2,1 - 3,9 | 1 |
| Кексы, пряники | В соответствии с рецептурой | 2 |

**Физико-химические показатели хлебобулочных изделий из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки (ГОСТ Р 52961-2008)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Хлебобулочные изделия из ржаной хлебопекарной муки | | | Хлебобулочные изделия из смеси двух и более сортов ржаной хлебопекарной муки | Хлебобулочные изделия из смеси ржаной и пшеничной муки | |
| обойной | обдирной | сеяной | ржано-пшеничные | пшенично-ржаные |
| Влажность мякиша | 19,0-53,0 | 19,0-51,0 | 19,0-51,0 | 19,0-51,0 | 19,0-53,0 | 19,0-50,0 |
| Кислотность мякиша, град. не более | 14 | 12 | 9 | 12 | 12 | 11 |
| Пористость мякиша, % не менее | 44 | 44 | 50 | 44 | 46 | 46 |
| Массовая доля сахара, в пересчете на сухое вещество | В соответствии с рецептурами | | | | | |