

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра физической химии

ЭКОАНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Методические указания к самостоятельным работам
для студентов бакалавриата направления 05.03.06

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019

УДК 546 (073)

ЭКОАНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА: Методические указания к самостоятельным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *И.В. Берлинский, М.А. Пономарева*. СПб, 2019. 24 с.

Изложен материал по самостоятельной работе, в котором предусмотрено описание подготовки к лабораторной работе, отчета по выполненной лабораторной работе.

Предназначены для студентов бакалавриата направления 05.03.06 «Экология и природопользование».

Научный редактор проф. *О.В. Черемисина*

Рецензент доц. *Н.Г. Суходолов* (Санкт-Петербургский государственный университет)

ВВЕДЕНИЕ

Изучение дисциплины «Экоаналитическая химия и физико-химические методы анализа» предполагает формирование у студентов

- получение базовых теоретических основ, общих законов и закономерностей методов инструментального анализа;
- формирование представлений в области методов аналитических исследований, применяемых в заводских лабораториях отделов охраны окружающей среды;
- приобретение навыков практического применения полученных знаний для самостоятельной работы.

В процессе изучения дисциплины студенты выполняют ряд лабораторных работ, которые составляют основу их практической подготовки.

Самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, а также выработку навыков самостоятельного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Самостоятельная работа – обязательная и неотъемлемая часть учебной работы студента, направленная на:

- систематизацию, закрепление, углубление и расширение полученных теоретических знаний и практических умений;
- формирование умений использовать различные информационные источники: нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, творческой инициативы, ответственности и организованности;
- развитие исследовательских умений.

Самостоятельная работа по дисциплине «Экоаналитическая химия и физико-химические методы анализа» включает подготовку к лабораторным работам и изучение дополнительных материалов. В методических указаниях описываются действия, которые необходимо выполнить студенту в рамках самостоятельной работы.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «ЭКОАНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»

В дисциплину «Экоаналитическая химия и физико-химические методы анализа» входят лекционные и лабораторные занятия, на которые отведено 30 часов аудиторных занятий и 44 часа для самостоятельной работы.

Темы лекционных занятий и отведенные часы на их изучение в течении семестра представлены в таблице 1.

Таблица 1

Темы лекционных занятий и количество отведенных часов

Кол-во часов	ТЕМЫ ЗАНЯТИЙ
2	Методические указания. Введение в методы физико-химические методы анализа.
2	Кондуктометрические методы анализа. Электропроводность растворов электролитов. Подвижность ионов. Зависимость электропроводности от концентрации.
2	Потенциометрические методы анализа. Уравнение Нернста. Ионометрия.
2	Атомные и молекулярные спектры. Спектральный анализ Спектры первичного излучения. Метод атомной эмиссии.
2	Спектры атомного и молекулярного поглощения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Атомно-абсорбционный анализ.
2	Анализ по спектрам поглощения в ультрафиолетовой и видимой областях спектра. Инфракрасная спектроскопия. Нефелометрия и турбидиметрия.
2	Спектры вторичной эмиссии. Природа возникновения люминесценции. Флуоресцентный анализ.
3	Дифференцированный зачет.

Также для закрепления теоретического материала в течении семестра предусмотрено проведение 7 лабораторных работ по следующим темам:

- 1) Определение смеси кислот методом кондуктометрического титрования.
- 2) Кондуктометрическое определение хлорид-иона в пробе раствора методом градуировочного графика.
- 3) Определение концентрации Cu^{+2} методом прямой потенциометрии.

- 4) Потенциометрическое титрование кислоты.
- 5) Фотометрическое определение железа.
- 6) Фотометрическое определение никеля.
- 7) Определение сульфат иона методом турбидиметрии.

Помимо адиторных занятий курс предусматривает самостоятельную работу. Результатом освоения дисциплины является получение дифференцированного зачета с оценкой.

2. ТЕМАТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Тематика разделов дисциплины, рекомендуемая для закрепления пройденного материала предстала ниже.

Раздел 1. Отбор проб и пробоподготовка

1. Каковы основные правила отбора генеральной пробы?
2. Какова минимальная масса лабораторной пробы?
3. Какие требования предъявляют к качеству лабораторной пробы?
4. Какие требования предъявляют к генеральной пробе?
5. Какие правила существуют для отбора генеральной пробы руды, транспортируемой железнодорожным составом?

Раздел 2. Методы разделения и концентрирования веществ

1. Что такое соосаждение?
2. Какие физико-химические процессы в растворе приводят к соосаждению?
3. Какие законы и закономерности составляют теоретическую основу метода разгонки?
4. Какие теоретические представления составляют основу метода экстракционного разделения и концентрирования?
5. Какие теоретические представления составляют основу метода сорбционного разделения и концентрирования?

Раздел 3. Электрохимические методы анализа

1. Как влияет на электропроводность: а) природа электролита и растворителя; б) температура?
2. Как связаны удельная и эквивалентная электропроводности с подвижностью ионов в растворе?
3. Закон Кольрауша. Электропроводность бесконечно разбавленного раствора.

4. Какие требования предъявляются к реакциям, используемым в потенциометрическом титровании?

5. В чем сущность ионометрического анализа? Его преимущества и недостатки, область применения.

Раздел 4. Спектральные методы анализа

1. Какими уравнениями выражается основной закон светопоглощения?

2. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? Какие факторы влияют на его величину?

3. Что называется спектром поглощения, и в каких координатах можно его представить? Чем определяется число и положение полос в спектре поглощения?

4. Какова природа светопоглощения в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном участках спектра?

5. Какие факторы необходимо учитывать при выборе рабочей длины волны, если спектр поглощения анализируемого вещества имеет несколько максимумов?

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения и подходы к решению практических задач.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее основные понятия, новые незнакомые термины и названия, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и к глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к промежуточной аттестации.

2. ПОДГОТОВКА К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Основная цель лабораторных занятий – связать теоретические знания с практической деятельностью.

Рекомендуется следующий порядок выполнения работ. В начале семестра группа студентов делится на команды по числу выполняемых в семестре лабораторных работ (используют подход «работа в группе»). График выполнения бригадами лабораторных работ студенты получают у преподавателя или могут ознакомиться с ним на доске объявлений кафедры. Возможен индивидуальный подход. В этом случае студент получает от преподавателя персональное задание на выполнение лабораторного практикума. Тематика лабораторных работ приведена в таблице 2:

Таблица 2

Перечень разделов дисциплин по темам лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лабораторных работ
1	Электрохимические методы анализа	Кондуктометрическое определение хлорид-иона в пробе раствора методом градуировочного графика
2	Электрохимические методы анализа	Определение концентрации Cu^{+2} методом прямой потенциометрии
3	Электрохимические методы анализа	Определение смеси кислот методом кондуктометрического титрования
4	Электрохимические методы анализа	Потенциометрическое титрование кислоты
5	Спектральные методы анализа	Определение сульфат-иона турбидиметрическим методом.
6	Спектральные методы анализа	Фотометрическое определение никеля
7	Спектральные методы анализа	Фотометрическое определение содержания железа

Студенты должны приходить на лабораторную работу заранее подготовленными. При подготовке к лабораторным работам необходимо ознакомиться с методическими указаниями к лабораторному практикуму и уяснить:

- цель работы;
- содержание работы;

- правила техники безопасности (подробно представлена в разделе 3);
- порядок выполнения работы;
- результаты, которые должны быть получены в процессе выполнения работы;
- требования к отчету по работе.

Перед выполнением лабораторной работы студенты должны получить к ней допуск. Для допуска требуется знание теоретических основ выполняемой работы в пределах данных методических указаний, хода ее выполнения, порядка записи и обработки результатов измерений и вычисления погрешностей, наличие протокола ведения эксперимента, содержащего необходимые исходные данные и таблицы для записи экспериментальных данных. Образец протокола по каждой лабораторной работе приведен в Учебно-методических разработках для проведения лабораторных занятий.

Каждый студент на лабораторной работе при себе должен иметь заготовку, выполненную дома и методические указания с ходом выполнения работы. Заготовка представляет собой написанный от руки материал. Основные разделы заготовки и правила ее оформления:

- 1) Титульный лист, на котором указано:
 - название и номер лабораторной работы, соответствующий графику занятий;
 - фамилия, имя и название учебной группы студента или студентов, если предусмотрено распределение по группам, выполняющих лабораторную работу;
 - должность и фамилия, имя преподавателя, проводящего лабораторную работу;
 - дата выполнения лабораторной работы;
- 2) Цель работы;
- 3) Реактивы и оборудование, используемые в ходе лабораторной работы (если есть, рисунок установки);
- 4) Протокол лабораторной работы;
- 5) Основные расчетные формулы.

После получения допуска студенты приступают к выполнению экспериментов. Полученные результаты эксперимента должны

быть сразу занесены в протокол. Он должен быть выполнен по возможности аккуратно, в протокол необходимо занести используемое оборудование, реактивы, все экспериментальные данные, концентрации использованных растворов и др. В конце работы экспериментальные данные предъявляются преподавателю. Протокол является неотъемлемой частью отчета и должен быть подписан преподавателем с указанием даты выполнения работы. Исправления, подтирки, корректор в протоколе не допускаются. Новые измерения должны заноситься ниже прежних и опять подписываться преподавателем. Отчет без подписанного протокола на проверку не принимается, а лабораторная работа выполняется вновь.

3. ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Студенты допускаются к лабораторным работам только после прохождения вводного инструктажа о соблюдении мер безопасности, инструктажа на рабочем месте и после собеседования по вопросам техники безопасности. Прохождение инструктажа обязательно для всех студентов, независимо от их образования, стажа работы, уровня подготовки, а также для проходящих практику или производственное обучение.

Лабораторную работу следует выполнять в средствах индивидуальной защиты.

1) При работе в химической лаборатории необходимо надевать халат из хлопчатобумажной ткани.

2) При выполнении работ, связанных с выделением ядовитых газов и пыли, для защиты органов дыхания следует применять респираторы или противогазы и другие средства защиты.

3) При работе с едкими и ядовитыми веществами дополнительно применяют фартуки, средства индивидуальной защиты глаз и рук.

4) Для защиты рук от действия кислот, щелочей, солей, растворителей применяют резиновые перчатки. На перчатках не должно быть порезов, проколов и других повреждений. Надевая перчатки, следует посыпать их изнутри тальком.

5) Для защиты глаз применяют очки различных типов, щитки, маски.

При выполнении лабораторной работы студенту возможно придется использовать нагревательные и аналитические приборы. Без разрешения преподавателя запрещается установка лабораторных и нагревательных приборов, пуск их в эксплуатацию. Запрещается эксплуатация неисправных лабораторных и нагревательных приборов. Если отмечена неисправность прибора, необходимо немедленно сообщить об этом преподавателю. После окончания работы необходимо отключить приборы.

Студент, заметивший пожар, задымление или другие признаки пожара, обязан поставить в известность преподавателя, который в свою очередь должен известить сотрудников, принять меры к их эвакуации и ликвидации пожара.

Также об обнаруженных дефектах в изоляции проводов, неисправности рубильников, штепсельных вилок, розеток, а также заземления и ограждений следует немедленно сообщить преподавателю.

Помещения для хранения пожароопасных веществ должны быть оснащены противопожарными средствами: порошковыми огнетушителями, сухим песком. *Тушение пожара водой и воздушно-механической пеной недопустимо!*

Категорически запрещается прикасаться к корпусу поврежденного прибора или токоведущим частям с нарушенной изоляцией и одновременно к заземленному оборудованию (другой прибор с исправным заземлением, водопроводные трубы, отопительные батареи), либо прикасаться к поврежденному прибору, стоя на влажном полу.

При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока, отключив электроприбор, которого касается пострадавший. Также немедленно сообщить о случившемся преподавателю. Отключение производится с помощью отключателя или рубильника.

При работе с химическими реактивами:

1) На всех склянках с реактивами должны быть этикетки с указанием названия.

2) Отработанные реактивы необходимо сливать в отдельные склянки для последующей переработки или передачи в организации, занимающиеся утилизацией химических веществ. *Сливать концентрированные кислоты, щелочи, ядовитые и горючие вещества в канализацию запрещается!*

3) Концентрированные кислоты хранятся в вытяжном шкафу.

При работе в химической лаборатории необходимо соблюдать требования техники безопасности по ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»:

1) При работе с химическими реактивами в лаборатории должен находиться преподаватель или инженер кафедры.

2) Приступая к работе, студенты обязаны осмотреть и привести в порядок свое рабочее место, освободить его от ненужных для работы предметов.

3) Перед работой необходимо проверить исправность оборудования, рубильников, наличие заземления и пр.

4) Работа с едкими и ядовитыми веществами, а также с органическими растворителями проводится только в вытяжных шкафах. Работа с концентрированными кислотами и щелочами проводится только в вытяжном шкафу и с использованием защитных средств.

5) Запрещается набирать реактивы в пипетки ртом, для этой цели следует использовать резиновую грушу или другие устройства.

6) При определении запаха химических веществ следует нюхать осторожно, направляя к себе пары или газы движением руки.

7) При работах в вытяжном шкафу створки шкафа следует поднимать на высоту не более 20-30 см так, чтобы в шкафу находились только руки, а наблюдение за ходом процесса вести через стекла шкафа.

8) Во избежание ожогов, поражений от брызг и выбросов нельзя наклоняться над посудой, в которой кипит какая-либо жидкость.

9) При нагревании жидкости в пробирке держать ее следует отверстием в сторону от себя и от остальных студентов.

10) Для приготовления растворов серной, азотной и других кислот их необходимо приливать в воду тонкой струей при непрерывном помешивании. Для этого используют термостойкую посуду, так как процесс растворения сопровождается сильным разогреванием. *Приливать воду в кислоты запрещается!*

11) В случае попадания кислоты на кожу пораженное место следует немедленно промыть в течение 10-15 минут быстротекущей струей воды, а затем нейтрализовать 2-5% раствором карбоната натрия.

12) Пролитую кислоту следует засыпать песком. После уборки песка место, где была разлита кислота, посыпают известью или содой, а затем промывают водой.

13) Пролитые концентрированные растворы едкого натра, едкого калия и аммиака можно засыпать как песком, так и древесными опилками, а после их удаления обработать место слабым раствором уксусной кислоты.

14) При обнаружении разливов ртути или при разбитии ртутного термометра необходимо сообщить об этом преподавателю. Запрещено самостоятельно собирать ртуть. *Выливать ртуть в канализацию запрещается!*

15) Все сухие реактивы необходимо брать фарфоровыми ложками, шпателями. *Брать реактивы незащищенными руками запрещается!*

16) При взвешивании твердых веществ всегда надо пользоваться какой-либо тарой. Недопустимо насыпать вещества непосредственно на чашку весов.

17) Работу с порошкообразными веществами для предотвращения их распыления нужно проводить в таких местах, где нет сквозняков или сильного движения воздуха.

18) Просыпавшийся на стол реактив нельзя всыпать обратно в ту же банку, где он хранится.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет по лабораторной работе вместе с протоколом сдается преподавателю не позднее начала следующей лабораторной работы.

Отчет сдается только в распечатанном виде. Отчет должен быть оформлен в соответствии с индивидуальным заданием согласно методическим указаниям к конкретной работе и должен содержать следующие части:

- титульный лист;
- название работы;
- цель работы;
- оборудование и используемые реактивы;
- описание сущности работы и хода эксперимента;
- экспериментальные данные;
- обработка экспериментальных данных;
- выводы.

Отчет лабораторной работы оформляется в редакторе Microsoft Word. Формат страницы А4, поля: верхнее и нижнее 2,5 см, левое 3 см, правое 1,5 см. Нумерация страниц внизу страницы по центру, Times New Roman, 12 кегль. Особый колонтитул для первой страницы. Нумерация страниц на титульном листе должна отсутствовать.

1) *Основной текст.* Шрифт Times New Roman, 14 кегль, межстрочный интервал 1,5 пт, абзацный отступ 1,25 см.

2) *Таблицы* используются для лучше наглядности и удобства сравнения данных. Таблицы помещают в тексте в порядке ссылки на них, по окончанию того абзаца, в котором таблица была в первый раз упомянута, или на следующей странице.

Таблицы нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номеров раздела и таблицы, разделенных точкой, например, «Таблица 3.6». Название и содержание таблиц оформляется шрифтом Times New Roman, 12 кегль, при необходимости допускается уменьшение шрифта до 10 кегля, начертание обычное, межстрочный интервал 1 пт, абзацный отступ отсутствует, выравнивание названия таблицы по ширине, тела таблицы по центру.

Заголовки столбцов и строк таблицы начинаются с прописной буквы. В конце точка не ставится. Заголовок столбцов, как пра-

вило, записываются горизонтально, но, при необходимости, допускается их вертикальное расположение.

Заголовки столбцов центрируют по ширине столбца, заголовки строк выравнивают по левому краю.

Пример оформления таблицы представлен на рисунке 1.

Таблица 3.6 – Результаты измерений лабораторной работы

№	Ист.	Удельная электропроводность	Единицы измерения
1	1	0,989	мСм/см
2	2	1,694	мСм/см
3	4	3,520	мСм/см
4	6	5,030	мСм/см
5	8	6,620	мСм/см
6	10	8,260	мСм/см
7	задача	5,010	мСм/см

Рис. 1. Пример оформления таблицы

При переносе части таблицы на другую страницу название помещают только над первой частью таблицы, а перед номером второй части таблицы пишут «Продолжение», например, «Продолжение таблицы 3.6». Пример оформления переноса таблицы представлен на рисунке 2.

Таблица 3.6 – Результаты измерений лабораторной работы

№	$V_{ст.}$	Удельная электропроводность	Единицы измерения
1	1	0,989	мСм/см
2	2	1,694	мСм/см

Продолжение таблицы 3.6

3	4	3,520	мСм/см
4	6	5,030	мСм/см
5	8	6,620	мСм/см
6	10	8,260	мСм/см
7	задача	5,010	мСм/см

Рис. 2. Пример оформления переноса таблицы

Таблицу с большим количеством столбцов допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы.

На все таблицы должны быть ссылки. Для ссылки необходимо использовать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «Максимум среднего содержания ильменорутила достигается в миланократовых гранитах (таблица 5.1)...» или «В таблице 5.1 указано...».

3) *Рисунки*. Количество иллюстраций должно быть достаточно для пояснения текста. Иллюстрации должны находиться после абзаца с первым упоминанием о них, или на следующей странице. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией, например, «Рисунок 1». Допускается нумерация рисунков в пределах раздела. В этом случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например, «Рисунок 1.1». При ссылке на рисунки следует писать: «...в соответствии с рисунком 2», «...представлено на рисунке 2».

Кроме номера, рисунки должны иметь название, кратко и точно отражающее содержание иллюстрации. Точка в конце названия не ставится.

Рисунки располагаются по центру страницы, абзацный отступ отсутствует. После иллюстрации межстрочный интервал 1 пт. Подпись иллюстрации Times New Roman, начертание обычное, 12 кегль, межстрочный интервал 1 пт, абзацный отступ отсутствует, выравнивание по центру строки.

Графики строятся в редакторе Microsoft Excel. При построении графиков необходимо добавить основные вертикальные и горизонтальные линии сетки, название осей и легенду, если на графике представлено несколько зависимостей.

Оформление рисунка представлено на примере рисунка 3.

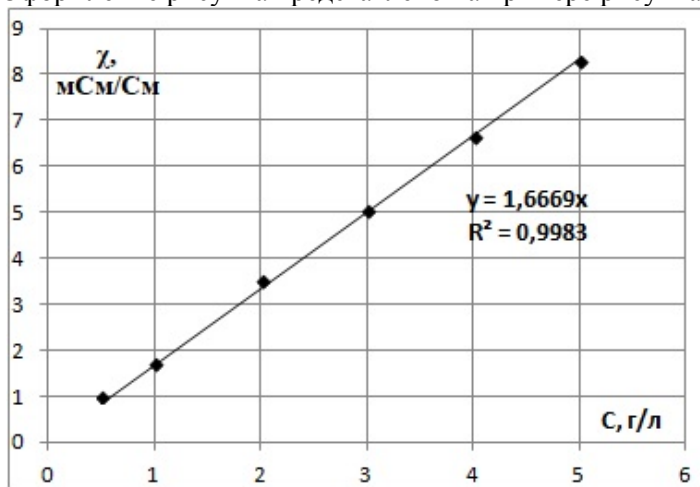


Рис. 3. Градуировочная зависимость удельной электропроводности от концентрации

4) *Формулы.* Формулой считают любую последовательность, состоящую не менее, чем из двух символов, которая не является словом в каком-либо языке. Для записи формул следует использовать приложение Microsoft Equation или встроенный редактор формул Microsoft Word.

Размер символов формул (в пунктах): прописной – 12, строчный – 18, крупный индекс – 7, мелкий индекс – 5. Латинские символы записываются курсивом; функции, русские и греческие

буквы, химические формулы – обычным начертанием. Формулы располагаются по центру.

В формулах в качестве символов следует применять стандартные обозначения. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой, если они не пояснены ранее. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той же последовательности, в которой они приведены в формуле. Пояснения должны начинаться со слова «где» без двоеточия после него и без абзацного отступа.

Как правило, каждая формула записывается на отдельной строке, например:

Полная энергия физического тела равна:

$$E = m \cdot C^2, \quad (1)$$

где E – энергия физического объекта, Дж; m – масса физического объекта, г; C – скорость света в вакууме, $C=299792458$ м/с».

Одноуровневые формулы (в которых все символы одного размера, без индексов), на которые нет ссылок в тексте, могут располагаться непосредственно в предложении.

Формулы, следующие одна за одной и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. Например:

$$\begin{aligned} F(x_1, x_2) &= -x_1^2 - 2 \cdot x_2^2 + 120 \cdot x_1 + 300 \cdot x_2 = \\ &= -x_1^2 - 2 \cdot (150 - x_1)^2 + 120 \cdot x_1 + 300 \cdot (150 - x) = -3 \cdot x_1^2 + 420 \cdot x_1 \end{aligned} \quad (2)$$

Формулы, за исключением формул в приложениях, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записываются справа от формулы в круглых скобках.

Ссылки в тексте на порядковые номер формул дают в круглых скобках, например:

«Подставим выражение (7) в целевую функцию (3). В результате получим одномерную задачу безусловной оптимизации».

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой.

Формулы в приложениях нумеруются отдельно в пределах каждого приложения с добавлением обозначения приложения перед порядковым номером формулы, например, (В.1).

5) *Разделы и подразделы.* Текст документа делится на разделы и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Номер разделов и подразделов записываются с абзацным отступом:

«3 Третий раздел

3.1 первый подраздел третьего раздела

3.1.1 Номер пунктов первого подраздела

3.1.2 ...

3.2 Второй подраздел третьего раздела

3.2.1 Номера пунктов второго подраздела

3.2.2 ...».

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Заголовки начинаются с прописной буквы без точки в конце и без подчеркиваний. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом – 4 интервала, между заголовками и раздела и подраздела – 2 интервала. Каждый раз-

дел текстового документа рекомендуется начинать с новой страницы.

6) *Списки (перечисления)*. Перед каждой позицией перечисления ставится дефис, например:

- «В тексте документа не допускается:
- применять обороты разговорной речи;
 - применять произвольные словообразования;
 - применять сокращение слов».

При необходимости ссылки на пункт перечисления перед каждой позицией ставится буква, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, например:

«Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений:

- а) прямые;
- 1) метод Гауса;
 - 2) метод Крамера;
 - 3) метод обратной матрицы;
 - 4) метод прогонки.
- б) численные;
- 1) метод просто интегриации;
 - 2) метод Зейделя».

7) *Опечатки и ошибки*. Опечатки и графические неточности, обнаруженные после распечатки документа, допускается подчищать или закрашивать белой краской с последующим рукописным исправлением. Повреждение листов текстовых документов не допускается.

8) *Титульный лист* оформляется по единому образцу, принятому в Горном университете. Нумерация страниц на титульном листе отсутствует. Пример оформления титульного листа приведен на рисунке 4.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физической химии

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

По дисциплине: Экоаналитическая химия и ФХМА

Тема работы: Кондуктометрическое определение хлорид-иона в пробе раствора методом градуировочного графика

Выполнил: студент гр. ИЗБ-17 _____ Дедкова Е.В.
(подпись) (ф.и.о.)

Проверил: доцент _____ Иванов А.А.
(должность) (подпись) (ф.и.о.)

Санкт-Петербург
2019

Рис. 4. Пример оформления титульного листа

9) *Вывод*. В каждой лабораторной работе есть главная цель, которую нужно достичь путем решения экспериментальных задач, измерения, обработки результатов. В конце работы описываются ее итоги, к чему пришел при помощи эксперимента и чего получил. Смысл вывода работы соответствует заданной цели (достигнута или не достигнута). В выводе необходимо осветить, к чему привели проведенный действия и каков результат.

Вывод является итогом проделанного труда, а значит он исходит из поставленной перед автором задачи.

Рекомендации к выводу:

- не стоит растягивать предложения;
- не стоит пользоваться другими стилями речи, кроме научного и делового;
- не стоит повторяться и в точности переписывать поставленную цель;
- придерживаться результата и точно формулировать термины.

Вывод должен быть содержательным и кратким, чтобы были видны действия и итог, что было освоено и чему научился.

Преподаватель проверяет отчет и может возвратить его для исправления ошибок либо для переделки лабораторной работы. Возврат отчета на исправление допускается не более двух раз и только в течение месяца со дня выполнения работы. По истечении этого срока, если отчет не принят, работа подлежит переделке с новым персональным заданием. Принятый отчет подлежит защите. На защите требуется знание теоретического и практического материала по защищаемой лабораторной работе.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что является основной операцией при проведении анализа вещества химическим методом?
2. В чем заключается роль химических реакций при выполнении анализа физическими методами?
3. В чем заключается роль аналитического оборудования при проведении анализа физико-химическими методами?

4. Что называют пределом обнаружения?
5. Что называют чувствительностью метода анализа?
6. Что понимают под термином «точность метода анализа»?
7. Какие из перечисленных параметров (концентрация, pH раствора, маскирующие вещества, температура) влияют на значение коэффициента распределения?
8. При каких значениях коэффициентов разделения и коэффициентов распределения достигается количественное разделение веществ?
9. Какие условия необходимо создать для перехода вещества из водной фазы в органическую?
10. От каких факторов зависит степень извлечения вещества?
11. На чем основан атомно-абсорбционный анализ?
12. Что является спектром поглощения?
13. Какую структуру имеют спектры атомов?
14. На чем основан качественный анализ поглощающих свет веществ?
15. Что называется экстинкцией?
16. С какими процессами в растворе чаще всего связаны отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера?
17. Какую зависимость получают при проведении фотометрического титрования?
18. Какое явление получило название люминесценция?
19. Как соотносятся длина волны фотолюминесцентного свечения и длина волны возбуждающего света?
20. Какое математическое выражение описывает зависимость между интенсивностью спектральной линии определяемого элемента и его концентрацией в пробе в методе атомной эмиссии?
21. Какие реакции лежат в основе потенциометрических измерений?
22. Какая зависимость положена в основу прямой потенциометрии?
23. Какие электроды используются в качестве электродов сравнения при потенциометрическом титровании?

24. Что такое электропроводность?
25. Какие виды электропроводности бывают?
26. Какой тип реакций составляет основу потенциометрических измерений?
27. Чем следует руководствоваться при выборе индикаторного электрода для потенциометрических измерений?
28. Какова формулировка закона Кольрауша?
29. Какое математическое выражение описывает зависимость эквивалентной электропроводности сильного электролита от концентрации раствора при небольших концентрациях растворенного вещества?
30. Какое математическое выражение описывает зависимость удельной электропроводности от подвижности ионов?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию. Учебное пособие. М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний». 2016. 266 с. <https://e.lanbook.com/book/84079>
2. Мовчан Н.И. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа. Учебное пособие / Н.И. Мовчан, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева, Р.Г. Романова. Казань, КНИТУ. 2013. 236 с. <https://e.lanbook.com/book/73219>

Дополнительная литература

1. Васильев В.П. Аналитическая химия, часть 1: гравиметрический и титриметрический методы анализа. Учебник для химико-технологических специальностей вузов. М.: «Высшая школа». 1989. 320 с. (50 экз.) http://www.studmed.ru/vasilev-vp-analiticheskaya-himiya-chast-1_e1c11c22c03.html
2. Васильев В.П. Аналитическая химия, часть 2: физико-химические методы анализа. Учебник для химико-технологических специальностей вузов. М.: «Высшая школа». 1989. 384 с. (50 экз.) http://www.studmed.ru/vasilev-vp-analiticheskaya-himiya-chast-2-fiziko-himicheskie-metody-analiza_50134094465.html
3. Никитина Н.Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Учебник и практикум для академического бакалавриата, 4 издание, переработанное и дополненное / Н.Г. Никитина, А.Г. Борисов, Т.И. Хаханина. М.: «Юрайт». 2018. 394 с. <https://biblio-online.ru/viewer/535AD001-D1FA-47A8-B1EA-FBC6627EAF21/analiticheskaya-himiya-i-fiziko-himicheskie-metody-analiza#page/1>
4. Другов Ю.С. Экологическая аналитическая химия М.: «Химия». 2000. 432 с. (10 экз.) http://www.studmed.ru/drugov-yus-ekologicheskaya-analiticheskaya-himiya_fd62b418c4b.html
5. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях

Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»; www.garant.ru
2. Справочно-поисковая система Консультант Плюс; www.consultant.ru/
3. Электронно-библиотечная система «Лань»; <https://e.lanbook.com/books>
4. Электронно-библиотечная система «Znaniy.com»; <http://znaniy.com>
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»; <http://biblioclub.ru>
6. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор»; <http://www.bibliocomplectator.ru>
7. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
8. Термические константы веществ. Электронная база данных. <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
9. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
10. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Содержание курса «Экоаналитическая химия и физико-химические методы анализа».....	4
2. Тематика самостоятельной работы	5
2. Подготовка к лабораторным работам	7
3. Правила поведения в химической лаборатории.....	9
4. Рекомендации к оформлению отчета по лабораторной работе	12
5. Контрольные вопросы для самопроверки	21
Библиографический список.....	23
Содержание.....	24

**ЭКОАНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

*Методические указания к самостоятельным работам
для студентов бакалавриата направления 05.03.06*

Сост.: *И.В. Берлинский, М.А. Пономарева*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
физической химии

Ответственный за выпуск *И.В. Берлинский*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 27.06.2019. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 1,4. Усл.кр.-отт. 1,4. Уч.-изд.л. 1,2. Тираж 50 экз. Заказ 628. С 228.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2