

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

**Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)**

М.В. Минина

ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

**Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы
студентов специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в
техносфере»**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

**Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)**

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой РЭТЭМ
_____ В.И. Туев
«27» июля 2012

ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы
студентов специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в
техносфере»

Разработчик:
Ассистент каф. РЭТЭМ
_____ М.В. Минина

Введение

При изучении дисциплины «Химические методы экологического контроля» предусматривается самостоятельная работа студентов. В процессе самостоятельной работы студенты: осваивают материал, предложенный им на лекциях с привлечением указанной преподавателем литературы, подготавливаются к лабораторным занятиям, пишут рефераты, детально прорабатывают отдельные темы по некоторым разделам дисциплины, отводимых на самостоятельную работу, а также ведут подготовку к зачету по данному курсу.

Такая работа дает возможность студентам получить навыки работы с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, а также анализировать полученные данные, связать имеющиеся знания с новыми положениями, овладеть методами и структурой изложения (как в письменной, так и в устной форме). Самостоятельная работа по дисциплине «Химические методы экологического контроля» составляет 97 часа.

1 Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является обучение студентов знаниям и практическим навыкам по выбору и использованию химических методов для экологического контроля состояния окружающей среды.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются: изучение способов организации экологического контроля качества окружающей среды, отбора проб для химического анализа, химических методов контроля загрязнения окружающей среды.

В результате изучения дисциплины студент должен **ЗНАТЬ:**

- базовые представления об организации экологического контроля качества окружающей среды;
- химические методы экологического контроля загрязнения окружающей среды.

УМЕТЬ:

- разбираться в методах экологического контроля окружающей среды;
- устанавливать при помощи средств контроля взаимосвязь организма и внешней среды;
- ставить задачи исследования экологических процессов и находить пути для их решения;
- выбирать и проводить методы экологического контроля и исследования живой и костной материи;
- применять на практике методы экологического контроля и исследований объектов окружающей среды.

ВЛАДЕТЬ:

- техникой работы с лабораторным оборудованием;
- терминологией в области организации экологического контроля качества окружающей среды,
- терминологией в основах химических методах экологического контроля окружающей среды.

1.3 Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Химические методы экологического контроля» является дисциплиной по выбору и относится к циклу общепрофессиональных дисциплин. Основой для изучения данной дисциплины являются химия, физика, экология, физические методы контроля окружающей среды. Дисциплина готовит студентов к изучению таких предметов, как «Мониторинг среды обитания».

Распределение учебного времени

Лекции	28
Лабораторные занятия	28
Всего ауд. занятий:	56
Самостоятельная работа	97
Общая трудоемкость	153

Зачет – 7 семестр

Виды самостоятельной работы студентов, трудоемкость в часах и форма отчетности и контроля при изучении данной дисциплины представлена в таблице.

Таблица – Самостоятельная работа в шестом семестре (сводные данные)

Наименование работы	Количество часов	Форма отчетности и контроля
Проработка лекционного материала.	8	Тестирование.
Подготовка к лабораторным работам и выполнение отчетов	18	Оформление и защита работ.
Написание реферата	15	Защита реферата.
Изучение тем отводимых на самостоятельную работу	40	Проверка конспектов самостоятельного изучения тем, опрос на занятиях.
Выполнение домашних заданий	16	Проверка домашних заданий
Всего часов самостоятельной работы	97	

2 Методические указания по самостоятельной работе студентов при проработки лекционного материала (8 ч.)

Тема 1. Введение. Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения. Изложение краткого содержания курса. Обзор литературных источников по дисциплине. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 2. Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы. Методики отбора проб воздуха. Методы контроля загрязнения воздушной среды. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 3. Организация контроля качества воды. Отбор и консервация проб воды. Типы отбираемых проб воды. Методы контроля загрязнения гидросферных объектов. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 4. Отбор проб и методы контроля загрязнения почв. Требования к контролю за загрязнением почв. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 5. Колориметрический анализ. Общие положения. Основные оптические свойства растворов органических соединений. Химические основы цветности. Условия образования окрашенных соединений. Инструментальные методы измерения интенсивности окраски. Применение колориметрического метода для исследования воздушной и водной сред. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 6. Ионметрия. Ионоселективные электроды. Классификация и свойства ионоселективных электродов. Применение метода ионометрии для исследования водной среды. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 7. Метод нейтрализации. Кривые титрования. Связь между диаграммами $\lg C$ -рН и кривыми титрования. Кислотно-основные индикаторы. Применение метода нейтрализации для контроля окружающей среды. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 8. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования. Титрование смесей. Окислительно-восстановительные индикаторы. Применение окислительно-восстановительного титрования для исследования водной среды. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 9. Осадительное титрование. Растворимость осадков. Влияние рН на растворимость. Характеристика и применение метода аргентометрии, роданометрии и меркуметрии для исследования окружающей среды. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 10. Методы разделения и концентрирования. Параметры разделения и концентрирования. Разделение осаждением и соосаждением. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 11. Экстракция. Условия выполнения экстракции вещества. Признаки классификации процессов экстракции. Способы выполнения экстракции. Применение экстракции. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 12. Весовой анализ. Классификация методов весового анализа. Преимущества и недостатки весового анализа. Техника весового анализа. (2 ч., самостоятельная работа – 0,5 ч.).

Тема 13. Метод газовой хроматографии. Сущность метода. Характеристика метода. Область применения метода. Анализ воздушных загрязнений методом газовой хроматографии. Газохроматографический анализ природных и сточных вод. (2 ч., самостоятельная работа – 1 ч.).

Тема 14. Хроматография на бумаге и в тонком слое. Использование тонкослойной и бумажной хроматографии в санитарно-химическом анализе воздушной среды и сточных вод промышленных предприятий. (2 ч., самостоятельная работа – 1 ч.).

Методические указания при проработки лекционного материала. Усвоить предмет, методы и задачи курса. Разобраться в литературных источниках по дисциплине. Студент должен хорошо знать и разбираться в материалах лекций, знать определения, способы организации за контролем воздушной среды, гидросферных и почвенных объектов. Усвоить и разбираться в химических методах, применяемых для контроля окружающей среды. Рекомендуемая литература [1-8].

3 Методические указания по самостоятельной работе студентов при подготовке к лабораторным работам (18 ч.)

В рамках предмета важная роль отводится лабораторным занятиям, которые наряду с теоретическим лекционным курсом способствуют созданию цельного представления о химических методах, применяемых в контроле окружающей среды, а также помогают в приобретении навыков самостоятельной работы книгой как справочником.

По каждой лабораторной работе дается перечень необходимых для отработки данной темы принадлежностей к лабораторной работе. В разделах "Теоретическая часть", "Порядок выполнения работы" указывается, что студент должен изучить и усвоить на каждом занятии. Для проверки усвоения материала студентами и самоконтроля служат вопросы, ответы на которые требуют дополнительной подготовки по соответствующим разделам учебников.

Темы лабораторных занятий и трудоемкость в часах:

Лабораторная работа № 1. Определение азотистой кислоты в пробе воды. (4 ч, самостоятельная работа 2 ч.).

Лабораторная работа № 2. Фотометрический метод определения цветности воды (ГОСТ 3351-74). (4 ч, самостоятельная работа 3 ч.).

Лабораторная работа № 3. Определение жесткости воды. (4 ч, самостоятельная работа 3 ч.).

Лабораторная работа № 4. Метод определения свободного остаточного хлора. (4 ч, самостоятельная работа 2 ч.).

Лабораторная работа № 5. Определение окисляемости воды в кислой среде. (4 ч, самостоятельная работа 2 ч.).

Лабораторная работа № 6. Определение количества остаточного хлора в питьевой воде. (4 ч, самостоятельная работа 3 ч.).

Лабораторная работа № 7. Гравиметрическое определение влагосодержания в почве. (4 ч, самостоятельная работа 3 ч.).

При подготовки к лабораторным работам, студенты готовятся, используя методические указания к лабораторному практикуму для студентов специальностей 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» [9].

На лекциях также студенты делают доклады. Самостоятельная работа включает написание студентом реферата в соответствии с темой, выбранной на первом занятии, подготовку доклада.

Список тем рефератов:

1. Санитарный контроль загрязнений воздушной среды.
2. Аспирационные устройства для отбора проб воздуха.
3. Диафрагменные насосы.
4. Фильтры для гравиметрического определения концентрации аэрозолей т твердых частиц.
5. Фильтры для химического анализа аэрозолей.
6. Измерение концентрации вредных веществ индикаторными трубками.
7. Активная дозиметрия.
8. Пассивная дозиметрия.
9. Устройство и виды батометров.
10. Особенности анализа следовых количеств загрязняющих веществ.
11. Методы скрининга в анализе высокотоксичных соединений.
12. Представительность проб почв.

13. Сухое озоление (метод Густавсона) для определения углерода в почвах.
14. Определение азота в почвах методом Кьельдаля.
15. Гравиметрические методы определения валового содержания кремния в почвах.
16. Комплексонометрическое определение алюминия в почвах.
17. Комплексонометрическое определение железа в почвах.
18. Комплексонометрическое определение общего содержания кальция и магния в почве.
19. Перманганатный метод определения марганца в почвах.
20. Гипс в почвах и методы его определения.
21. Извлечение легкорастворимых солей методом водной вытяжки.
22. Приемы оценки засоления почв.
23. Гравитационный метод при анализе запыленности воздуха.
24. Методы контроля концентраций газо- и парообразных выбросов.
25. Методики измерений содержания СО и углеводородов в отработанных газах автомобилей с бензиновыми двигателями.

На доклад и обсуждение реферата отводится примерно 5-10 минут. Каждый студент в течение семестра выступает один раз с докладом. На самостоятельную работу отводится 15 часов.

4 Методические указания по темам, отводимым для самостоятельного изучения студентами (40 ч.)

Контроль выполнения работы – опрос, проверка конспекта на семинарском занятии. Студенту необходимо подготовить конспект по каждой теме. Объем текста должен составлять около 2-4 страниц.

Список тем для самостоятельного изучения:

1. Типы отбираемых проб воды.
2. Выбор мест отбора проб воздуха.
3. Ротационные воздуходувки.
4. Требования к контролю за загрязнением почв.
5. Отбор проб воды для проведения химико-аналитического и радиологического контроля качества воды.
6. Метод уравнивания интенсивностей окраски.
7. Электроды с жидкими и пленочными мембранами.

8. Приготовление титрованного раствора по точной навеске исходного вещества.
9. Установка титра раствора при помощи установочного вещества.
10. Выбор химических индикаторов.
11. Экстрагенты и растворители.
12. Методы выделения в весовом анализе.
13. Повышение точности весовых определений.
14. Возможные источники ошибок хроматографического метода.
15. Визуальная оценка хроматограмм в тонком слое.
16. Характеристика метода маскирования.

При подготовки конспекта рекомендуется пользоваться следующей литературой [1-8].

5 Методические указания к домашним заданиям (20 ч.)

1. Практика метода нейтрализации (4 часа)

Цель занятия: получение и закрепление навыков определения количества хлороводородной кислоты, необходимой для приготовления ~0.1 н. раствора HCl

Предмет и содержание занятия

Метод нейтрализации — объемный (титриметрический) метод определения концентрации кислот и щелочей в растворах. В основе метода нейтрализации лежит использование реакции нейтрализации, т. е. соединения водородных и гидроксильных ионов: $H^+ + OH^- = H_2O$. Методы нейтрализации широко применяются при химическом контроле многих производств, при научных исследованиях и др.

Основным раствором в объемном анализе является титрованный, или стандартный, раствор исходного реактива, при титровании которым определяют содержание вещества в анализируемом растворе.

Самым простым способом приготовления вещества точно известной концентрации, т. е. характеризующегося определенным титром, является растворение точной навески исходного химически чистого вещества в воде и разбавление полученного раствора до требуемого объема.

Зная массу (a) растворенного в воде химически чистого соединения (A) и объем (V) полученного раствора, легко вычислить титр (T) приготовленного реактива:

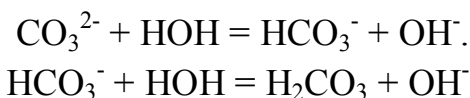
$$T_A = a/V \text{ (г/см}^3\text{)}$$

Этим способом готовят титрованные растворы таких веществ, которые можно легко получить в чистом виде и состав которых отвечает точно определенной формуле и не изменяется в процессе хранения.

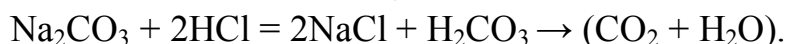
Приготовление ~0.1 н. раствора хлороводородной кислоты. Обычно титрованные растворы хлороводородной кислоты готовят разбавлением рассчитанного количества исходной концентрированной HCl известной концентрации в дистиллированной воде. Затем устанавливают титр полученного раствора. Если нужно приготовить точно 0.1 н. раствор, то его готовят несколько более концентрированным. После установки титра приблизительно 0.1 н. раствора его разбавляют рассчитанным количеством воды и снова устанавливают титр. Чаще всего готовят приблизительно 0.1 н. раствор HCl и ограничиваются точной установкой его нормальности.

В качестве установочных веществ применяемых для установки титров стандартных растворов кислот, используют разнообразные химически чистые соединения точно известного состава, реагирующими с кислотами в строго определенных стехиометрических соотношениях. Чаще всего применяют безводный карбонат натрия Na_2CO_3 , тетраборат натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, оксалат натрия $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Установка титра по карбонату натрия. Водный раствор карбоната натрия из-за его гидролитического разложения под влиянием молекул воды имеет сильно щелочную реакцию:



При титровании карбоната натрия кислотой гидролиз протекает полностью в сторону образования угольной кислоты, разлагающейся на воду и диоксид углерода, поэтому суммарное уравнение реакции титрования карбоната натрия хлороводородной кислотой имеет следующий вид:



Задание: рассчитать количество хлороводородной кислоты в мл необходимое для приготовления 1 л 0.1 н. раствора HCl.

Плотность исходного раствора (ρ) HCl равна 1.179 г/см^3 , раствор HCl такой плотности соответствует 36 весовым процентам HCl (100 г – 36 г).

Порядок выполнения задания:

1. Определить сколько граммов 100%-ной HCl требуется для приготовления 1 л 0.1 н. раствора HCl. ($g = M \cdot 0.1 \cdot V$).

2. Вычислить сколько граммов 36%-ной HCl требуется для приготовления 1 л 0.1 н. раствора HCl.

3. Так как концентрированную хлористоводородную кислоту неудобно взвешивать, то определяем объем. Определить какой объем (V) занимают g грамм 36%-ной кислоты по формуле $V = g/\rho$.

4. Установить титр ~ 0.1 н. раствора хлороводородной кислоты. Для этого вычисляют эквивалентную массу карбоната натрия Na_2CO_3 (молярную массу эквивалента). Эквивалентную массу карбоната натрия в этом случае равна половине его молекулярной массе.

5. Оформите полученные результаты в виде отчета.

Контрольные вопросы

1. Напишите реакцию нейтрализации.
2. Назовите самый простой способ приготовления вещества точно известной концентрации.
3. Как определяют титр приготовленного раствора?
4. Какие вещества применяют для установки титров стандартных растворов кислот?
5. Напишите суммарное уравнение реакции титрования карбоната натрия хлористоводородной кислотой.
6. Для чего применяют кислотно-основные индикаторы?
7. Какое свойство объединяет все кислотно-основные индикаторы?
8. Назовите основные положения теории электролитической диссоциации.

2. Практика окислительно-восстановительного титрования (4 часа)

Цель занятия: получение и закрепление навыков определения титра и молярной концентрации эквивалентов в растворе перманганата калия

Предмет и содержание занятия

Окислительно-восстановительное титрование или редоксиметрия (от латинского *oxydatio* - окисление и *reductio* - восстановление) основано на реакциях окисления-восстановления. Если титрант - окислитель, то титрование называют окислительным (оксидиметрия). Если титрант - восстановитель, то титрование восстановительное (редуциометрия).

Окислительно-восстановительное титрование (редоксиметрию) в зависимости от природы реагента разделяют на перманганато-, дихромато-, цери-, иодо-, бромато- и иодатометрию. В их основе лежит протекание окислительно-восстановительной реакции, суть которой заключается в передаче электрона от восстановителя к окислителю.

Титр раствора оксалата аммония $T_{o.a}$:

$$T_{o.a} = m_{o.a} / V_k, \text{ г/мл}$$

Здесь $m_{o.a.}$ – навеска оксалата аммония, г;

$T_{o.a.}$ – титр раствора оксалата аммония, г/мл;

V_k – объем мерной колбы для приготовления раствора оксалата аммония из его навески ($m_{o.a.}$), мл.

Молярная концентрация эквивалентов оксалата аммония $C_{эк о.а.}$:

$$C_{эк о.а.} = 1000 \cdot T_{o.a.} / M_{э о.а.}, \text{ моль/л}$$

Здесь $C_{эк о.а.}$ – молярная концентрация эквивалента оксалата аммония, моль/л;

$M_{э о.а.}$ – молярная масса эквивалента оксалата аммония (71.057), г/моль.

Титр раствора перманганата калия по титру оксалата аммония:

$$T_{п.к.} = M_{э п.к.} T_{o.a.} / M_{э о.а.} V_{п.к.}, \text{ г/мл}$$

Здесь $T_{п.к.}$ – титр раствора перманганата калия, г/мл;

$M_{э п.к.}$ – молярная масса эквивалента перманганата калия (31.608 – в кислой среде), г/моль;

$V_{п.к.}$ – объем титранта в точке эквивалентности (в конечной точке титрования, при появлении слабозимовой окраски), мл.

$$C_{эк п.к.} = 1000 T_{п.к.} / M_{э п.к.}, \text{ моль/л}$$

Здесь $C_{эк п.к.}$ – молярная концентрация эквивалента перманганата калия, моль/л.

Титр раствора перманганата калия по молярной концентрации эквивалентов оксалата аммония:

$$C_{эк п.к.} = C_{эк о.а.} V_{o.a.} / V_{п.к.}, \text{ моль/л}$$

Здесь $V_{o.a.}$ – объем раствора оксалата аммония для титрования ($V_{пип.}$), мл.

$$T_{п.к.} = M_{э п.к.} C_{эк п.к.} / 1000, \text{ г/мл}$$

Задание: рассчитать титр и молярную концентрацию эквивалентов в растворе перманганата калия, если известно, что для приготовления 250 мл 0.05 н. раствора навеска оксалата аммония составляет 0.8882 г; аликвотная часть оксалата аммония ($V_{o.a.}$) равна 20-25 мл, $V_{п.к.} = 15-20$ мл.

Порядок выполнения задания:

1. Рассчитайте титр раствора оксалата аммония.
2. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалентов оксалата аммония.
3. Вычислите титр раствора перманганата калия по титру оксалата аммония.
4. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалентов оксалата аммония.
5. Вычислите титр раствора перманганата калия по молярной концентрации эквивалентов оксалата аммония.
6. Оформите полученные результаты в виде отчета.

Контрольные вопросы

1. Какие требования применяют к окислительно-восстановительным реакциям?
2. От каких факторов зависит равновесный окислительно-

восстановительный потенциал?

3. Назовите виды окислительно-восстановительного титрования.
4. Какие способы редокс-титрования Вам известны?
5. Дайте определение «специфический индикатор» и «истинный окислительно-восстановительный индикатор».
6. Какие вещества относятся к специфическим индикаторам?
7. Какие свойства окислительно-восстановительных индикаторов Вы знаете?
8. Почему для нахождения точки эквивалентности строят дифференциальную кривую?

3. Практика осадительного титрования (4 часа)

Цель занятия: получение и закрепление навыков определения количество хлоридов в растворе по методу Фаянса

Предмет и содержание занятия

Методы осаждения основаны на взаимодействии определяемого вещества с титрованным раствором осадителя, в результате которого выпадает осадок. Использование этого метода для количественного определения анализируемого вещества возможно только в том случае, если выделяющиеся осадки практически нерастворимы, если реакция образования осадка протекает быстро и если результаты титрования, не искажаются побочными реакциями соосаждения.

Метод Фаянса основан на прямом титровании галогенидов стандартным оттитрованным раствором AgNO_3 в присутствии адсорбционных индикаторов. Титрование в кислых средах выгодно отличается от титрования в нейтральных растворах, т. к. дает возможность вести определение в присутствии гидролизующихся солей, разлагающихся водой с образованием осадков гидроксидов и оксихлоридов (Al^{3+} , Fe^{3+} и др.).

Задание: рассчитать количество хлоридов в растворе по методу Фаянса в колбе на 250 мл.

Для определения хлорида отбирают аликвотные части исследуемого раствора (обычно по 25 мл), переносят их в конические титровальные колбы, прибавляют по 5 капель раствора флуоресцеина и титруют стандартным (оттитрованным) раствором нитрата серебра при непрерывном перемешивании. Титрование заканчивают, когда белый осадок AgCl окрашивается в красный цвет.

$$m_{\text{NaCl}} = [M_{\text{ЭNaCl}} C_{\text{ЭК}} (\text{AgNO}_3) V(\text{AgNO}_3)/1000] \cdot (V_k/V_{\text{пип}}), \text{ г.}$$

Здесь $M_{\text{ЭNaCl}}$ – молярная масса эквивалентов хлорида натрия (58.44 г/моль); $C_{\text{ЭК}}(\text{AgNO}_3)$ – молярная концентрация эквивалентов; $V(\text{AgNO}_3)$ – объем титранта в точке эквивалентности, мл; $V_{\text{к}}$ и $V_{\text{пип}}$ – объемы колбы и пипетки, мл.

Порядок выполнения задания:

1. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента $C_{\text{ЭК}}(\text{AgNO}_3)$.
2. Рассчитайте количество хлоридов (m_{NaCl}), если дан готовый раствор.
3. Оформите полученные результаты в виде отчета.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение «осадительное титрование».
2. Почему метод осадительного титрования не относят к весовому анализу?
3. Каков принцип осадительного титрования?
4. Влияет ли pH на растворимость осадка? Как?
5. Влияет ли концентрация электролита на растворимость? Каким образом?
6. Каковы дополнительные факторы, влияющие на растворимость осадков?
7. В чем заключается особенность осадительных индикаторов?
8. Какие виды осадительного титрования существуют?

4. Практика гравиметрического метода (4 часа)

Цель занятия: получение и закрепление навыков определения массы навески хлорида бария ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и количества необходимого осадителя

Предмет и содержание занятия

Гравиметрический анализ - весовой анализ, один из важных методов количественного химического анализа, основанный на точном измерении массы вещества. Определяемое вещество обычно выделяют из анализируемой пробы в виде малорастворимого соединения известного постоянного химического состава, т. к. выделение вещества в химически чистом виде связано с большими трудностями, а иногда и невозможно. Гравиметрический анализ начинается с взятия точной навески анализируемой пробы и перевода её в раствор. Затем, прибавляя соответствующий реактив, получают малорастворимый осадок соединения, содержащего определяемое вещество. Осадок отделяют от раствора фильтрованием, промывают и сушат или прокалывают до постоянного значения массы.

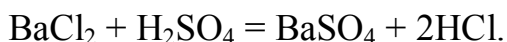
Гравиметрический анализ применяют для определения химического состава горных пород, минералов, сплавов, для контроля качества сырья и

готовой продукции в ряде отраслей промышленности. К разновидностям гравиметрического анализа относятся пробирный анализ и электрогравиметрический анализ.

Сущность гравиметрического метода анализа заключается в измерении массы вещества известного качественного состава, содержащего определяемый компонент.

Определение бария в хлориде бария ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Осаждение бария проводят из раствора его хлорида раствором серной кислоты:



Из уравнения реакции следует, что вещества (BaCl_2 и BaSO_4) реагируют в мольном отношении 1:1. Осаждаемая форма BaSO_4 после прокаливании при допустимой температуре превращается в гравиметрическую, не меняя химического состава. Масса гравиметрической формы ($m(\text{BaSO}_4)$) может лежать в пределах 0,25 - 0,50 г.

По уравнению реакции проводят расчеты: а) массы навески анализируемого вещества; б) количества осадителя.

Расчет навески $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$:

Вначале находят, сколько моль BaSO_4 содержится в массе 0,5 г этого вещества:

$$n = m(\text{в-ва}) / M(\text{в-ва}), \text{ моль.}$$

где n – количество вещества, моль;

$m(\text{в-ва})$ – масса гравиметрической формы, г;

$M(\text{в-ва})$ – молярная масса BaSO_4 , г/моль.

Расчет количества осадителя:

$$n = C \cdot V, \text{ моль.}$$

где C – концентрация вещества;

V – объем (количество осадителя).

Если задано количество вещества, необходимое для реакции, и известна исходная молярная концентрация раствора этого вещества, то находят объем раствора.

Задание: рассчитать массу навески хлорида бария ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и количества осадителя, если масса гравиметрической формы может лежать в пределах 0,25 - 0,50 г, объем 1 М раствора серной кислоты (1 моль/л) необходим для эквивалентного взаимодействия с хлоридом бария.

Порядок выполнения задания:

1. Рассчитайте массу навески хлорида бария.
2. Рассчитайте количества осадителя.
3. Оформите полученные результаты в виде отчета.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение «гравиметрический анализ».
2. Перечислите достоинства гравиметрического метода.
3. Какова точность метода?
4. Какова последовательность операций?
5. В чем заключается оценка результатов определения.
6. Каковы правила закладки фильтров в фильтровании?
7. По какой формуле рассчитывают навеску?
8. Как рассчитывают количество осадителя?

6 Подготовка к зачету

По дисциплине предусмотрен зачет в шестом семестре, при этом все 100 баллов входят в семестровую составляющую. После окончания семестра студент, набравший менее 60 баллов, считается неуспевающим, не получившим зачет. Студент, выполнивший все элементы контроля и набравший сумму 60 и более баллов, получает зачет «автоматом».

Для стимулирования планомерности работы студента в семестре в раскладку баллов по элементам контроля введен компонент своевременности, который применяется только для студентов, без опозданий отчитывающихся по предусмотренным элементам контроля. На протяжении всего семестра текущая успеваемость оценивается в баллах нарастающим итогом.

При подготовке к зачету вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

Вопросы к зачету:

1. Правила организации наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы.
2. Выбор мест отбора проб воздуха и периодичность.
3. Аппаратура для отбора проб воздуха.
4. Применение стандартных смесей вредных веществ с воздухом.
5. Пункты контроля качества воды.
6. Требования к месту отбора проб воды.
7. Типы отбираемых проб воды.
8. Виды проб при исследовании качества воды.
9. Способы отбора проб и устройства отбора воды.
10. Контроль загрязнения почв населенных пунктов.

11. Правила отбора проб почвы.
12. Основы колориметрического анализа.
13. Применение колориметрического анализа для исследования окружающей среды.
14. Классификация и свойства ионоселективных электродов.
15. Характеристика титриметрического метода анализа.
16. Достоинства титриметрического анализа.
17. Способы проведения титрования.
18. Правила титрования.
19. Характеристика кислотно-основного титрования в водном растворе.
20. Выбор индикаторов в кислотно-основном титровании.
21. Требования к реакциям, используемым в окислительно-восстановительном титровании.
22. Способы и методы окислительно-восстановительного титрования.
23. Особенности окислительно-восстановительных индикаторов.
24. Классификация методов осадительного титрования.
25. Особенности индикаторов осадительного титрования.
26. Применение метода разделения, концентрирования и экстракции.
27. Классификация методов весового анализа.
28. Преимущества и недостатки весового анализа.
29. Техника весового анализа.
30. Влияние различных факторов на параметры осадка.
31. Характеристика газовой хроматографии.
32. Область применения газовой хроматографии.
33. Использование метода газожидкостной хроматографии.
34. Количественное определение веществ в зонах хроматографии на бумаге.
35. Использование бумажной хроматографии в санитарно-химическом анализе.

7 Учебно-методические материалы по дисциплине

7.1 Основная литература

1. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении : Учебное пособие для вузов / Л. К. Садовникова, Д. С. Орлов, И. Н. Лозановская. - 3-е изд., перераб. - М. : Высшая школа, 2006. - 333 с.

Экземпляры всего: 50, анл(7), счз1(1), счз5(1), аул(41)

2. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей : Учебное пособие для вузов / В. Н. Майстренко, Н. А. Клюев. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. - 322 с.

Экземпляры всего: 50, анл(5), счз1(1), счз5(1), аул(43)

3. Экологическая химия : Учебник для среднего профессионального образования / Л. С. Астафьева. - М. : Academia, 2006. – 222 с.

Экземпляры всего: 30, анл(5), счз1(1), счз5(1), аул(23)

7.2 Дополнительная литература

4. Мониторинг и методы контроля окружающей среды : учебное пособие: В 2 ч. / Ред. Ю. А. Афанасьев, Ред. С. А. Фомин. - М. : МНЭПУ, 2001 - . Ч. 2 : Специальная : рекомендовано методсоветом по направлению / Ю. А. Афанасьев, С. А. Фомин, В. В. Меньшиков и др. - М. : МНЭПУ, 2001. - 334 с.

Экземпляры всего: 2, анл(2)

5. Химия для экологов : учебное пособие: в 2 ч. / Г. В. Смирнов, Г. М. Якунина ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томский межвузовский центр дистанционного образования. - Томск : Дельтаплан, 2003 -

Ч. 1. - Томск : Дельтаплан, 2003. - 254 с.

Экземпляры всего: 2, анл(2)

Ч. 2. - Томск : Дельтаплан, 2003. - 196 с.

Экземпляры всего: 1, анл(1)

6. Орлов Д.С. Химия почв : Учебник для вузов / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, Н. И. Суханова. – М. : Высшая школа, 2005. – 557 с.

Экземпляры всего: 10, анл(8), счз1(1), счз5(1)

7. Г.В. Смирнов, Д.Г. Смирнов. Физические методы исследования объектов окружающей среды : учебное пособие / Г. В. Смирнов, Д. Г. Смирнов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра

радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга. - Томск : ТУСУР, 2007. - 167 с.

Экземпляры всего: 50, анл(10), счз1(3), счз5(2), аул(35)

8. Прикладная экология : Учебное пособие для вузов / Т. А. Трифонова, Н. В. Селиванова, Н. В. Мищенко. - М. : Академический Проект, 2005 ; М. : Традиция, 2005. - 381 с.

Экземпляры всего: 20, анл(3), счз1(1), счз5(1), аул(15)

7.3 Перечень методических указаний (УМП) по проведению конкретных видов учебных занятий, наглядных и других пособий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам

9. Минина М.В. Химические методы экологического контроля: методические указания к лабораторному практикуму для студентов специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», 2012. - 48 с.