

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(ВлГУ)

Кафедра химических технологий

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

для студентов ВлГУ, обучающихся по направлению
**18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»**

Владимир – 2015 г.

Данные методические указания включают рекомендации по содержанию и выполнению практических работ по дисциплине «Химия окружающей среды и анализ объектов окружающей среды» для студентов направления 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» ВлГУ.

Методические указания составлены на основе требований ФГОС ВО и ОПОП направления 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», рабочей программы дисциплины «Химия окружающей среды и анализ объектов окружающей среды»

Рассмотрены и одобрены на
заседании УМК направления
18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»
Протокол № 9 от 01.04.2015 г.
Рукописный фонд кафедры ХТ ВлГУ

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Методические указания к выполнению практических работ, входящих в состав УМКД включают:

1. Цель выполнения практической работы.
2. Порядок выполнения практической работы.
3. Оборудование и реактивы.
4. Содержание отчета по практической работе.
5. Контрольные вопросы.
6. Список литературы.

Практические работы – необходимая и ответственная часть образовательной программы, требующая серьезной и тщательной домашней подготовки. Студент получает задание на проведение практической работы (обычно в конце предыдущего практического занятия). Студент должен изучить методику проведения работы. Далее выполняются необходимые расчеты (расчет подается на проверку преподавателю). Правильность выполнения расчетов – залог успешной работы, адекватных результатов исследований. Студент получает допуск на работу. Во время работы данные заносятся в рабочий журнал студента. По окончании работы студент оформляет отчет. Подготовка к защите заключается в ответе на вопросы к практической работе и теоретической подготовке по теме работы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа № 1. Определение общей массы растворимых и нерастворимых твердых веществ в атмосферных осадках	5
Лабораторная работа № 2. Определение массы нерастворимых веществ в атмосферных осадках	7
Лабораторная работа № 3. Определение щелочности природных вод	9
Лабораторная работа № 4. Определение гигроскопической влажности почвы	11
Лабораторная работа № 5. Приготовление водяной вытяжки.	13
Лабораторная работа № 6. Определение общей щелочности	16
Лабораторная работа № 7. Определение щелочности от растворимых карбонатов	18
Лабораторная работа № 8. Парниковый эффект	20
Лабораторная работа № 9. Экспресс-определение кислотности, щелочности и суммарного содержания растворимых форм тяжелых металлов в атмосферных осадках.	22
Лабораторная работа № 10. Определение pH растворов	24
Лабораторная работа № 11. Идентификация органических соединений по их ИК - и ЯМР-спектрам	25
ПРИЛОЖЕНИЕ	

Практическая работа 1.
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ МАССЫ РАСТВОРИМЫХ И
НЕРАСТВОРИМЫХ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ**

1. Цель работы: Научиться определять массу растворимых и нерастворимых веществ в атмосферных осадках

2. Методика выполнения работы:

Для определения твердых веществ используют метод выпаривания собранного количества осадков с последующим взвешиванием полученного сухого остатка. Для этого берут чистый сухой стакан и взвешивают его на аналитических весах с точностью до десяти тысячных долей грамма. Помещают в него 100 мл исследуемой пробы атмосферных осадков, которые далее выпаривают в сушильном шкафу при температуре 100—110 °С. По разности масс стакана с полученным сухим остатком и пустого стакана вычисляют массу твердых веществ в анализируемой пробе:

$$m = m_1 - m_2,$$

где m_1 - масса стакана с остатком, г;

m_2 - масса пустого стакана, г.

Затем вычисляют массу твердых веществ, выпадающих на 1 м² поверхности Земли за месяц.

Правила сбора осадков.

Для сбора атмосферных осадков (дождя и снега) используют чистую стеклянную или пластиковую посуду с площадью отверстия не менее 50 см². Для быстрого сбора осадков желательно применять посуду большего диаметра (например, стеклянный кристаллизатор). Посуду ставят на высоте не менее 2 м под открытым небом на срок 2 - 4 недели. По истечении этого срока пробы осадков собирают и по возможности в тот же день исследуют в лаборатории.

3. Оборудование:

- 1) стеклянная или пластиковая посуда с площадью отверстия не менее 50 см²;
- 2) химический стакан;
- 3) мерный цилиндр;
- 4) сушильный шкаф;
- 5) аналитические весы.

4. Содержание отчета по практической работе.

Отчет по практической работе должен включать в себя:

- титульный лист;
- теоретическая часть;
- цель работы;
- оборудование, приборы и вспомогательные средства;
- расчетную (практическую) часть;
- выводы по практической работе;
- список использованных источников.

Пример оформления лабораторной работы приведен далее.

5. Контрольные вопросы

1. Что понимают под окружающей средой?

2. Почему целесообразно рассматривать отдельно химические процессы в различных земных оболочках?
3. В чем проявляется взаимодействие отдельных земных оболочек?
4. В чем состоят аномальные свойства воды как химического вещества?
5. Какую роль играют уникальные физико-химические свойства воды для обеспечения жизни на планете?
6. Каковы особенности элементного состава гидросферы?
7. На какие группы подразделяются компоненты химического состава природных вод?
8. Дайте характеристику взвешенным веществам в природных водах.
9. По какой формуле рассчитывается рН атмосферных осадков, находящихся в равновесии с углекислым газом воздуха при отсутствии других компонентов, влияющих на рН?
10. Как влияют на величину рН процессы фотосинтеза и аэробного разложения органического вещества?
11. Что называется щелочностью природных вод? В каких единицах измеряется щелочность и как определяется на практике?

6. Список рекомендуемой литературы

1. Анализ загрязненной воды [Электронный ресурс] / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М.: БИНОМ - 2015
2. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: уч. пособие. В 3 ч. Ч. 2. Химические процессы в гидросфере. ВлГУ, Владимир, 2009.- 59 с.
3. Анализ загрязненной воды [Электронный ресурс] / Другов Ю.С. - М. БИНОМ, 2012г.

Практическая работа 2.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ НЕРАСТВОРИМЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ

1. Цель работы: Научиться определять массу нерастворимых веществ в атмосферных осадках

2. Методика выполнения работы:

100 мл атмосферных осадков отфильтровывают через предварительно взвешенный чистый сухой фильтр. Фильтр с полученным твердым осадком высушивают в сушильном шкафу при температуре 40 - 50 °С до постоянной массы. По разности масс фильтра с сухим осадком и чистого фильтра вычисляют массу нерастворимых твердых веществ в исследуемой пробе:

$$m = m_1 - m_2 ,$$

где m_1 - масса фильтра с осадком, г;

m_2 - масса чистого фильтра, г.

Для получения достоверных результатов выполняют параллельно холостой опыт. Для этого через предварительно взвешенный сухой чистый фильтр отфильтровывают 100 мл дистиллированной воды. Затем высушивают фильтр в сушильном шкафу при температуре 40-50 °С и взвешивают его. Операцию высушивания и взвешивания повторяют до постоянной массы, как и с атмосферными осадками. Теоретически масса фильтра не должна измениться (дистиллированная вода не содержит твердых веществ). Если разность масс тем не менее фиксируется, то эту погрешность учитывают при определении массы нерастворимых веществ в исследуемых осадках.

3. Оборудование и реактивы:

- 1) фильтры;
- 2) воронка;
- 3) коническая колба;
- 4) мерный цилиндр;
- 5) сушильный шкаф;
- 6) аналитические весы.

Реактивы: дистиллированная вода.

4. Содержание отчета по практической работе.

Отчет по практической работе должен включать в себя:

- титульный лист;
- теоретическая часть;
- цель работы;
- оборудование, приборы и вспомогательные средства;
- расчетную (практическую) часть;
- выводы по практической работе;
- список использованных источников.

5. Контрольные вопросы

1. Почему атмосфера является наиболее чувствительным к загрязнению резервуаром химической системы Земли?
2. К каким особенностям с точки зрения загрязнения окружающей среды приводят такие свойства атмосферы, как непрерывность и подвижность?
3. С чем связана наибольшая опасность антропогенного загрязнения атмосферы «сильноизменяющимися» веществами?

4. Какие различают источники загрязнения атмосферы? Приведите примеры.
5. Какие процессы формируют круговорот веществ в атмосфере?
6. Чем ограничивается распространение веществ в атмосфере от поверхности Земли в вертикальном направлении?
7. По какой формуле рассчитывается рН атмосферных осадков, находящихся в равновесии с углекислым газом воздуха при отсутствии других компонентов, влияющих на рН?
8. Как влияют на величину рН процессы фотосинтеза и аэробного разложения органического вещества?
9. Что называется щелочностью природных вод? В каких единицах измеряется щелочность и как определяется на практике?
10. Каковы экологические функции озонового слоя? С чем они связаны?

6. Список рекомендуемой литературы

1. Анализ загрязненной воды [Электронный ресурс] / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М.: БИНОМ - 2015
2. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: уч. пособие. В 3 ч. Ч. 2. Химические процессы в гидросфере. ВлГУ, Владимир, 2009.- 59 с.
3. Анализ загрязненной воды [Электронный ресурс] / Другов Ю.С. - М. БИНОМ, 2012г.

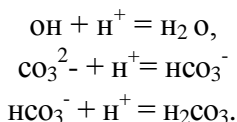
Практическая работа 3.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЩЕЛОЧНОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД

1. Цель работы: Научиться определять щелочность природных вод

2. Методика выполнения работы:

Метод определения общей щелочности воды и ее компонентов основан на потенциометрическом титровании 0,1 М раствором соляной кислоты с регистрацией всех возможных скачков рН. При этом могут происходить следующие реакции:



В зависимости от компонентов щелочности возможны следующие варианты титрования:

1. На кривой титрования 1 скачок:

а) начальное значение рН > 8,3 - компонентами щелочности являются ионы OH^- ;

б) начальное значение рН < 8,3 - компонентами щелочности являются ионы HCO_3^- .

2. На кривой титрования 2 скачка:

а) $V_1 = V_2$ — компонентами щелочности являются ионы CO_3^{2-} , титруемые ступенчато.

Для расчета карбонатной щелочности используют объем $V_1 + V_2 = 2V_1 = 2V_2$.

б) $V_1 > V_2$ — компонентами щелочности являются ионы OH^- и CO_3^{2-} . Первый скачок соответствует реакциям: $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$, $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$; второй скачок: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{CO}_3$

Для расчета карбонатной щелочности используют объем $2V_2$; для расчета щелочности, обусловленной содержанием ионов OH^- , -объем $(V_1 - V_2)$.

в) $V_1 < V_2$ — компонентами щелочности являются ионы HCO_3^- и CO_3^{2-} . Первый скачок соответствует реакции $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$;

второй - реакциям: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{CO}_3$, $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{CO}_3$.

Для расчета щелочности, обусловленной присутствием карбонатов, используют объем $2V_1$, гидрокарбонатной $(V_2 - V_1)$. Общую щелочность воды рассчитывают с учетом $(V_1 + V_2)$.

Ход работы:

Согласно инструкции настраивают прибор по стандартным буферным растворам. Пробу для определения рН помещают в ячейку для потенциометрического титрования и перемешивают с помощью магнитной мешалки. Перед началом измерения электроды промывают дистиллированной водой из промывалки, затем анализируемой водой и погружают в анализируемую пробу. По результатам определения рассчитывают концентрацию водородных и гидроксильных ионов (моль/л).

Пробу воды 50 мл для определения щелочности помещают в ячейку для титрования, погружают электроды, включают магнитную мешалку и титруют 0,1 М раствором соляной кислоты, добавляя титрант порциями по 0,1 - 0,25 мл. После добавления каждой порции титранта дают установиться показаниям прибора и записывают результаты измерения рН.

Титрование проводят до рН=2,5. Титрование повторяют до получения трех сходящихся результатов. По данным титрования строят кривые титрования в координатах рН — V. По кривым находят точки эквивалентности и определяют объем титранта, израсходованного на титрование по первому скачку рН (K_1) и по второму скачку рН (V_2).

Проанализировав кривые титрования, делают вывод о составе компонентов

щелочности анализируемой воды и рассчитывают значение щелочности (ммоль/л).

3. Оборудование и реактивы:

- установка для потенциометрического титрования;
- пипетка вместимостью 50 мл;
- стандартный раствор HCl, 0,1 М;
- стандартные буферные растворы с рН = 4,01 и рН = 6,86.

4. Содержание отчета по практической работе.

Отчет по практической работе должен включать в себя:

- титульный лист;
- теоретическая часть;
- цель работы;
- оборудование, приборы и вспомогательные средства;
- расчетную (практическую) часть;
- выводы по практической работе;
- список использованных источников.

5. Контрольные вопросы

1. Что является предметом изучения в химии окружающей среды?
2. Что называется хлорностью воды? В каких единицах измеряется хлорность?
3. Что называется жесткостью воды? Какие различают виды жесткости?
4. Какие единицы измерения используются для жесткости воды в нашей стране и за рубежом?
5. Как классифицируются природные воды по величине общей жесткости?
6. По какой формуле рассчитывается рН атмосферных осадков, находящихся в равновесии с углекислым газом воздуха при отсутствии других компонентов, влияющих на рН?
7. Что называется щелочностью природных вод? В каких единицах измеряется щелочность и как определяется на практике?

6. Список рекомендуемой литературы

1. Анализ загрязненной воды [Электронный ресурс] / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М.: БИНОМ - 2015
2. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: уч. пособие. В 3 ч. Ч. 2. Химические процессы в гидросфере. ВлГУ, Владимир, 2009.- 59 с.
3. Анализ загрязненной воды [Электронный ресурс] / Другов Ю.С. - М. БИНОМ, 2012г.

Практическая работа 4.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИГРОСКОПИЧЕСКОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

1. Цель работы: Научиться определять влажность почвы.

2. Методика выполнения работы:

Как правило, анализируют воздушно-сухие пробы почвы, содержащие гигроскопическую влагу, массовая доля которой зависит от гранулометрического, химического, минералогического составов почв и состояния окружающего воздуха. Гигроскопическая влага удаляется из воздушно-сухой почвы при температуре 100 - 105 °С.

Результаты анализа почв представляются в пересчете на абсолютно сухую почву, для чего определяется величина гигроскопической влажности почвы:

$$\omega = \frac{m_1 - m_2}{m_2}$$

где m_1 — масса воздушно-сухой почвы;

m_2 — масса высушенной почвы.

При пересчете результатов определения тех или иных компонентов в воздушно-сухой почве на абсолютно сухую почву в формулу вводят коэффициент ($K_w = m_1 / m_2$) для расчета массы высушенной почвы по известной массе воздушно-сухой почвы:

$$K_w = 100 / (100 - \omega).$$

Образцы почвы массой 20 - 50 г помещают в бюксы и взвешивают на аналитических весах. Бюксы с почвой выдерживают при температуре 105 °С в сушильном шкафу в течение 5 ч. После извлечения из сушильного шкафа бюксы закрывают крышкой, охлаждают и вновь взвешивают.

Влажность почвы ω (%) вычисляют по формуле:

$$\omega = \frac{(m'_1 - m'_2)}{m'_2 - m},$$

где m_1 — масса воздушно-сухой почвы с бюксом, г;

m'_2 — масса высушенной почвы с бюксом, г;

m — масса бюкса, г.

Вычисление проводят с точностью до $\pm 0,1$ %.

3. Оборудование:

Аналитические весы. Сушильный шкаф. Эксикатор. Бюксы. Щипцы с резиновыми наконечниками.

4. Содержание отчета по практической работе.

Отчет по практической работе должен включать в себя:

- титульный лист;
- теоретическая часть;
- цель работы;
- оборудование, приборы и вспомогательные средства;
- расчетную (практическую) часть;
- выводы по практической работе;
- список использованных источников.

5. Контрольные вопросы

1. Дайте определение почвы. Перечислите основные факторы почвообразования.
2. Каковы особенности физико-химических процессов, происходящих в почве?
3. Каковы особенности элементного состава почв? Какие элементы в почвах относятся к макро- и микроэлементам?
4. Каковы особенности фазового состава почв? Каково среднее соотношение объемов твердой, газообразной и жидкой фаз для типичных почв?
5. Как велико содержание минеральной и органической частей в процентах от общей массы почвы?
6. В чем состоит различие процессов выветривания и почвообразования?
7. В чем состоит роль живых организмов в процессе почвообразования?
8. Перечислите виды поглотительной способности почв.
9. Какова роль процессов ионного обмена в поглотительной способности почв?
10. Почему для почвы более характерно поглощение катионов, чем анионов?
11. Почему величина емкости катионного обмена большинства почв зависит от pH?

6. Список рекомендуемой литературы

1. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: уч. пособие. В 3 ч. Ч.3. Химические процессы в зоне гипергенеза и физико-химические свойства почв.. ВлГУ, Владимир, 2011.- 50с.
2. Радиоактивность окружающей среды [Электронный ресурс] / Ю .А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. - М.: БИНОМ 2015.
3. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие/А.Г. Ветошкин. - М.: Абрис, 2012. - 397 с.: ил.

Практическая работа 5.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ВОДЯНОЙ ВЫТЯЖКИ

1. Цель работы: Научиться определять в почве водорастворимые вещества.

2. Методика выполнения работы:

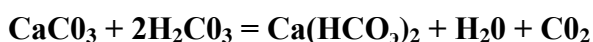
Водная вытяжка дает представление о содержании в почве водорастворимых веществ. В водной вытяжке можно определить как общее содержание растворимых веществ, так и содержание ионов CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , HSiO_3^- (в вытяжке с pH 8 - 10), H_2PO_4^- и HPO_4^{2-} (в вытяжках с pH 5-10), Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- и органических веществ, а также ионов водорастворимых соединений микроэлементов.

Выполнение работы

Отвешивают на технических весах такое количество воздушно-сухой почвы, которое соответствует 5 почвы. Для этого определяют содержание в почве гигроскопической воды и в соответствии с этим увеличивают навеску. Например, при содержании в почве гигроскопической воды 4,6 % вместо 100 г отвешивают 104,6г.

При исследовании динамики элементов питания растений, а также в некоторых других случаях, вытяжку готовят из свежей, только что взятой в поле почвы.

Навеску почвы помещают в колбу или склянку емкостью 500 — 1000 мл и приливают 5 — кратное количество дистиллированной воды. Вода не должна содержать CO_2 , т.к. в его присутствии растворяются карбонаты кальция и магния по причине образования растворимых бикарбонатов по уравнению:



Бикарбонаты увеличивают сухой остаток и общую щелочность водной вытяжки и тем искажают результаты определения.

Склянку или колбу с навеской почвы закрывают резиновой пробкой и взбалтывают 3 мин, после чего вытяжку фильтруют через сухой складчатый фильтр. Фильтрацию следует проводить в комнате, свободной от паров HCl , других кислот и от паров аммиака. Фильтр помещают в воронку диаметром 15-20 см так, чтобы он лежал на 0,5 — 1 см ниже края воронки. Нельзя допускать, чтобы фильтр был выше воронки, так как в этом случае по краю фильтра образуются "выцветы" солей и концентрация их в фильтре снижается.

Перед тем, как вылить вытяжку на фильтр, содержимое склянки или колбы встряхивают, чтобы взмутить навеску, и на фильтр стараются перенести по возможности всю почву. Почва забирает поры фильтра, задерживает коллоидные частицы и тем способствует получению прозрачного фильтрата. При выливании струю суспензии направляют на боковую двойную стенку фильтра, но не на дно, т.к. бумага может легко

прорваться.

Первые порции фильтрата часто бывают мутными и их приходится несколько раз перефильтровывать. Чтобы не загрязнить чистый приемник мутным фильтратом, первые его порции собирают в ту склянку или колбу, в которой проводили взбалтывание. Для этого, как только содержимое склянки (колбы) будет вылито на фильтрат, нижний конец трубки воронки закрывают пальцем и подставляют под нее колбу, из которой вылили суспензию.

Фильтрат перефильтровывают до тех пор, пока он не будет прозрачным. Прозрачный фильтрат собирают в чистый приемник, в качестве которого используют плоскодонную колбу емкостью 250— 500 мл. Фильтрат из первого приемника выливают на фильтр и таким способом присоединяют к общей вытяжке.

Если почва не щелочная и богата растворимыми солями, что имеет место при исследовании засоленных почв, не содержащих иона натрия, фильтрация вытяжки идет быстро, и фильтрат с первых же капель получается прозрачным, без какой —либо опалесценции, так как катионы солей препятствуют переходу коллоидов почвы в раствор.

Если почва содержит мало растворимых солей и к тому же имеет щелочную реакцию, пускать, чтобы фильтр был выше воронки, так как в этом случае по краю фильтра образуются "выцветы" солей и концентрация их в фильтре снижается.

К анализу приступают по окончании фильтрации, т.к. состав первой и последующей порций фильтрата может быть различным в отношении некоторых компонентов. Анализ вытяжки начинают с определения карбонатной и общей щелочности, поскольку при стоянии вытяжки щелочность может измениться.

При анализе вытяжек обязательно следует проводить холостой опыт, результат которого вычитают из результатов каждого определения. Перед тем как брать пробу на отдельные определения, вытяжку необходимо перемешать круговым движением колбы.

3. Оборудование:

Весы. Воронки. Колбы различной вместимостью, фильтры для фильтрации.

4. Содержание отчета по практической работе.

Отчет по практической работе должен включать в себя:

- титульный лист;
- теоретическая часть;
- цель работы;
- оборудование, приборы и вспомогательные средства;
- расчетную (практическую) часть;
- выводы по практической работе;
- список использованных источников.

5. Контрольные вопросы

1. Дайте определение почвы. Перечислите основные факторы почвообразования.

2. Каковы особенности физико-химических процессов, происходящих в почве?
3. Каковы особенности элементного состава почв? Какие элементы в почвах относятся к макро- и микроэлементам?
4. Каковы особенности фазового состава почв? Каково среднее соотношение объемов твердой, газообразной и жидкой фаз для типичных почв?
5. Каким образом может быть снижена на практике почвенная кислотность?
6. Чем обусловлено явление кислотно-основной буферности почв?
7. Что такое щелочность почвы, как на практике определяется значение общей щелочности, щелочности от растворимых карбонатов?
8. Почему известкование почв может приводить к увеличению щелочности почвы?
9. Какие практически е приемы применяются для снижения щелочности почвы?
10. Как определяется на практике величина насыщенности почв основаниями?
11. В чем состоит проблема засоления почв и каковы ее причины?

6. Список рекомендуемой литературы

1. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: уч. пособие. В 3 ч. Ч.3. Химические процессы в зоне гипергенеза и физико-химические свойства почв.. ВлГУ, Владимир, 2011.- 50с.
2. Радиоактивность окружающей среды [Электронный ресурс] / Ю .А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. - М.: БИНОМ 2015.
3. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие/А.Г. Ветошкин. - М.: Абрис, 2012. - 397 с.: ил.

Практическая работа 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ЩЕЛОЧНОСТИ

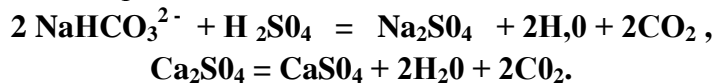
1. Цель работы: Научиться определять щелочность в почве

2. Методика выполнения работы:

Общую щелочность, или щелочность от бикарбонат – ионов определяют в водных вытяжках всех почв. Определение проводят путем титрования взятого объема вытяжки кислотой в присутствии метилового оранжевого до перехода окраски этого индикатора в оранжевую, т.е. до pH 4,4. Бикарбонат- ионы взаимодействуют с ионом водорода кислоты по схеме:



При титровании протекают реакции:



Приведенные уравнения показывают, что общая щелочность обусловлена присутствием в вытяжке двууглекислых солей щелочных и щелочземельных металлов. По метиловому оранжевому бикарбонаты оттитровывают полностью, поэтому общая щелочность является суммарной величиной всех бикарбонатов вытяжки.

Выполнение:

По окончании титрования растворимых карбонатов, а если они отсутствуют, непосредственно после добавления фенолфталеина, в ту же вытяжку прибавляют 1 - 3 капли метилового оранжевого, титруют 0,01 — 0,02 н раствором серной кислоты до изменения окраски индикатора.

Титрование по метиловому оранжевому следует вести, со “свидетелем”, в качестве которого служит колба такого же объема и с таким же количеством вытяжки, в которую индикатор прибавлен в том же количестве. Сравнение окрасок проводят на белом фоне и титрование считают законченным в тот момент, когда окраска титруемого раствора из желтой переходит в оранжевую.

Величину общей щелочности в присутствии карбонат-иона вычисляют по суммарному количеству кислоты, затраченной на титрование по фенолфталеину и метиловому оранжевому, и выражают в мг-экв на 100 г почвы. Если растворимых карбонатов нет, расчет ведут по количеству кислоты, затраченной на титрование по одному метиловому оранжевому, по формуле:

$$\text{HCO}_3^{2-} = (V_1 + V_2) \cdot N \cdot 20,$$

где V_1 — объем кислоты, затраченный на титрование по фенолфталеину, V_2 — объем кислоты, затраченный на титрование по метиловому оранжевому, N — нормальность кислоты, 20 — коэффициент пересчета на 100 г почвы.

3. Оборудование и реактивы:

Весы. Воронки. Колбы различной вместимостью, бюретки, 0,02 н раствор серной кислоты; 0,1% — ный водный раствор метилового оранжевого.

4. Содержание отчета по практической работе.

Отчет по практической работе должен включать в себя:

- титульный лист;
- теоретическая часть;
- цель работы;
- оборудование, приборы и вспомогательные средства;

- расчетную (практическую) часть;
- выводы по практической работе;
- список использованных источников.

5. Контрольные вопросы

1. Какое экологическое значение имеет поглотительная способность почв?
2. Чем отличается состав почвенного воздуха от состава воздуха атмосферы?
3. Что такое почвенный раствор? Чем определяется его состав?
4. Чем обусловлено явление кислотно-основной буферности почв?
5. Что такое щелочность почвы, как на практике определяется значение общей щелочности, щелочности от растворимых карбонатов?
6. Почему известкование почв может приводить к увеличению щелочности почвы?
7. Какие практически е приемы применяются для снижения щелочности почвы?
8. Как определяется на практике величина насыщенности почв основаниями?
9. В чем состоит проблема засоления почв и каковы ее причины?
10. Какие основные группы соединений выделяют при рассмотрении органического вещества почвы?
11. В чем различие неспецифических и специфических органических соединений почвы?

6. Список рекомендуемой литературы

1. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: уч. пособие. В 3 ч. Ч.3. Химические процессы в зоне гипергенеза и физико-химические свойства почв.. ВлГУ, Владимир, 2011.- 50с.
2. Радиоактивность окружающей среды [Электронный ресурс] / Ю .А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. - М.: БИНОМ 2015.
3. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие/А.Г. Ветошкин. - М.: Абрис, 2012. - 397 с.: ил.

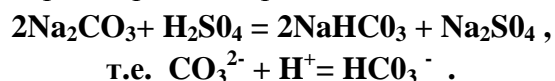
Практическая работа 7.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЩЕЛОЧНОСТИ ОТ РАСТВОРИМЫХ КАРБОНАТОВ

1. Цель работы: Научиться определять щелочность в почве растворимых карбонатов.

2. Методика выполнения работы:

Растворимые карбонаты создают щелочную реакцию вытяжки, вследствие чего вытяжка окрашивается в розовый цвет при добавлении фенолфталеина. Титруя окрашенную фенолфталеином вытяжку кислотой до обесцвечивания индикатора, определяют содержание в ней растворимых карбонатов:



Нейтрализация карбоната натрия по фенолфталеину идет до бикарбоната, т.е. карбонат натрия оттитровывается по этому индикатору лишь наполовину. Образующиеся бикарбонат — ионы подкисляют раствор, вследствие чего рН снижается, т.е. становится меньше 8,2, и фенолфталеин обесцвечивается. Поэтому общее количество карбонат - ионов равно удвоенному количеству кислоты, затраченной на титрование.

Выполнение:

К 25 мл водной вытяжки в конической колбе прибавляют 2 капли фенолфталеина. В зависимости от интенсивности окраски вытяжку титруют 0,01 или 0,02 н раствором серной кислоты до обесцвечивания индикатора. Слабоокрашенные вытяжки титруют со "свидетелем", в качестве которого служит колба такого же объема и с таким же количеством вытяжки, как и анализируемая проба, но без фенолфталеина. Титрование ведут до момента, когда цвет вытяжки в обеих колбочках станет одинаковым. В сильно окрашенных вытяжках карбонат-ион определяют потенциометрическим титрованием. Щелочность выражают в мг-экв. карбонат-иона на 100 г почвы по формуле:

$$\text{CO}_3^{2-} = 2 \cdot V \cdot N \cdot 20,$$

где V и N – объем и нормальность серной кислоты, 20 - коэффициент пересчета на 100 г почвы (если для приготовления водной вытяжки взято 100 г почвы и 500 мл воды).

После титрования карбонат — иона в этой же пробе определяют общую щелочность.

3. Оборудование и реактивы:

Весы. Воронки. Колбы различной вместимостью, бюретки, 1 %- ный раствор фенолфталеина в 95 % -ном спирте (ректификате), 0,02 н раствор серной кислоты.

4. Содержание отчета по практической работе.

Отчет по практической работе должен включать в себя:

- титульный лист;
- теоретическая часть;
- цель работы;
- оборудование, приборы и вспомогательные средства;
- расчетную (практическую) часть;
- выводы по практической работе;
- список использованных источников.

5. Контрольные вопросы

1. Какое экологическое значение имеет поглотительная способность почв?

2. Чем отличается состав почвенного воздуха от состава воздуха атмосферы?
3. Что такое почвенный раствор? Чем определяется его состав?
4. Чем обусловлено явление кислотно-основной буферности почв?
5. Что такое щелочность почвы, как на практике определяется значение общей щелочности, щелочности от растворимых карбонатов?
6. Почему известкование почв может приводить к увеличению щелочности почвы?
7. Какие практически е приемы применяются для снижения щелочности почвы?
8. Как определяется на практике величина насыщенности почв основаниями?
9. В чем состоит проблема засоления почв и каковы ее причины?
10. Какие основные группы соединений выделяют при рассмотрении органического вещества почвы?
11. В чем различие неспецифических и специфических органических соединений почвы?

6. Список рекомендуемой литературы

1. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: уч. пособие. В 3 ч. Ч.3. Химические процессы в зоне гипергенеза и физико-химические свойства почв.. ВлГУ, Владимир, 2011.- 50с.
2. Радиоактивность окружающей среды [Электронный ресурс] / Ю .А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. - М.: БИНОМ 2015.
3. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие/А.Г. Ветошкин. - М.: Абрис, 2012. - 397 с.: ил.

Практическая работа 8. ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

1. Цель работы: Научиться определять парниковый эффект в почве.

2. Методика выполнения работы:

Насыпать на дно прозрачной пластмассовой коробки или аквариума темный грунт (песок или почву) слоем 2—3 см. Увлажнить песок или почву с помощью пульверизатора. Сделать из картона подставку для термометра. Вкопать ее в грунт и установить на нее термометр шариком вверх. Закрыть сосуд крышкой.

Установить лампу над сосудом на расстоянии 20—30 см таким образом, чтобы свет падал на шарик термометра. Выключив лампу, выждать, пока температура не сравняется с комнатной. Отметить эту температуру в журнале для наблюдений. Оставив крышку на сосуде, включить лампу и записывать температуру каждую минуту в течение 20 мин (термометр должен быть расположен так, чтобы можно было легко снимать его показания через стенку сосуда). Выключив лампу, выждать, пока температура не сравняется с комнатной. Снова увлажнить грунт и повторить опыт, сняв крышку с сосуда. Построить график, отложив по оси ординат температуру, а по оси абсцисс — время. Снова проделать ту же работу, заменив темный грунт светлым. Результаты оформить в виде табл.

Время, мин	Температура, °С	
	без крышки	с крышкой

3. Оборудование и реактивы:

Прозрачная пластиковая коробка или аквариум с крышкой; пульверизатор; термометр с подставкой; электрическая лампа; темный грунт.

4. Содержание отчета по практической работе.

Отчет по практической работе должен включать в себя:

- титульный лист;
- теоретическая часть;
- цель работы;
- оборудование, приборы и вспомогательные средства;
- расчетную (практическую) часть;
- выводы по практической работе;
- список использованных источников.

5. Контрольные вопросы

1. Почему температура повышается, когда коробка закрыта крышкой?
2. Сравнить этот процесс с парниковым эффектом Земли.
3. Различаются ли температурные кривые для темного и светлого грунта?
4. Влияет ли на температуру воздуха увеличение облачности?
5. Как повлияет существенное повышение средней температуры на планете Земля на очертания суши?

6. Список рекомендуемой литературы

1. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: уч. пособие. В 3 ч. Ч.3. Химические процессы в зоне гипергенеза и физико-химические свойства почв.. ВлГУ, Владимир, 2011.- 50с.

2. Радиоактивность окружающей среды [Электронный ресурс] / Ю .А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. - М.: БИНОМ 2015.

3. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие/А.Г. Ветошкин. - М.: Абрис, 2012. - 397 с.: ил.

Практическая работа 9.
ЭКСПРЕСС-ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ, ЩЕЛОЧНОСТИ И
СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРИМЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ.

1. Цель работы: Научиться определять кислотность, щелочность и суммарное содержание растворимых форм тяжелых металлов в атмосферных осадках.

2. Методика выполнения работы:

Экспресс-определение основано на использовании тест-систем для анализа водных сред. Метод является полуколичественным, удобен для скринингового анализа при проведении мониторинга.

Определение кислотности жидких атмосферных осадков:

Поместить жидкую пробу в химический стакан вместимостью 150 мл. Опустить в пробу тест-полосу на 2/3 длины. Через 5 мин вынуть тест-полосу и сравнить окраску со стандартной цветовой шкалой. Записать полученное значение pH в рабочий журнал.

Определение щелочности жидких атмосферных осадков:

Поместить жидкую пробу в химический стакан вместимостью 150 мл.

Надрезать край тест-полосы и опустить надрезанным концом в пробу. Через 30 мин вынуть тест-полосу, измерить по линейке тест-метода длину окрашенной зоны и записать соответствующее значение щелочности в рабочий журнал.

Определение суммы растворенных форм тяжелых металлов в жидких атмосферных осадках:

Сложить индикаторную бумагу вдвое и собрать тест-устройство (рис.)

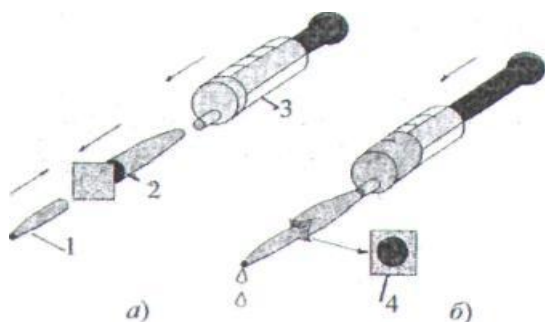


Рис. Тест-устройство для определения суммы тяжелых металлов в атмосферных осадках; 1 - 2 - пластмассовые наконечники; 3 - шприц; 4 - индикаторная бумага

а). Набрать в шприц 10 мл исследуемой пробы (pH 6 - 9) и пропустить ее струей через тест-устройство, присоединенное к шприцу. Не допускать прорыва бумаги (рис. 10, б). Разобрать тест-устройство и сравнить со стандартной шкалой окраску реакционной зоны индикаторной бумаги (со стороны шприца).

Анализ снега:

300-400 мл пробы анализируемого снега перенести приблизительно по 200 г в химические стаканы и поставить их на электроплитку для оттаивания снега. В стаканы вместимостью 150 мл перенести по 50 мл талой воды и измерить pH раствора, щелочность и сумму тяжелых металлов с помощью тест-методов. Сделать заключение о характере и степени снежного покрова и воздуха.

3. Оборудование и реактивы:

- комплект тест-метода для определения pH водных растворов (тест полосы и цветная шкала);
- комплект тест-метода для определения щелочности воды (тест-полосы, шкала с линейкой для измерения длины окрашенной зоны);
- комплект тест-метода для определения суммы тяжелых металлов в атмосферных осадках (тест-устройство для концентрирования на индикаторной бумаге, индикаторная

бумага, цветная шкала).

- химические стаканы вместимостью 150 мл - 2 шт.;
- химические стаканы вместимостью 300 - 400 мл - 2 шт.

4. Содержание отчета по практической работе.

Отчет по практической работе должен включать в себя:

- титульный лист;
- теоретическая часть;
- цель работы;
- оборудование, приборы и вспомогательные средства;
- расчетную (практическую) часть;
- выводы по практической работе;
- список использованных источников.

5. Контрольные вопросы

1. По какой формуле рассчитывается рН атмосферных осадков, находящихся в равновесии с углекислым газом воздуха при отсутствии других компонентов, влияющих на рН?

2. Как влияют на величину рН процессы фотосинтеза и аэробного разложения органического вещества?

3. Что называется щелочностью природных вод? В каких единицах измеряется щелочность и как определяется на практике?

4. Какими газами была сформирована первичная атмосфера Земли? В чем состояла ее главная особенность с точки зрения химического состава?

5. В результате, каких процессов происходило изменение химического состава древнего океана и атмосферы?

6. В чем состоял процесс формирования аэробной атмосферы? Как долго он продолжался?

7. С какими изменениями в химическом составе атмосферы был связан выход жизни на сушу? Как это направление в эволюции жизни сказалось на дальнейшем изменении состава атмосферы?

8. Какова масса атмосферы? Сравните с массами других земных оболочек.

9. Почему атмосфера является наиболее чувствительным к загрязнению резервуаром химической системы Земли?

10. К каким особенностям с точки зрения загрязнения окружающей сред приводят такие свойства атмосферы, как непрерывность и подвижность?

11. Какие различают источники загрязнения атмосферы? Приведите примеры.

6. Список рекомендуемой литературы

1. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: уч. пособие. В 3 ч. Ч.3. Химические процессы в зоне гипергенеза и физико-химические свойства почв.. ВлГУ, Владимир, 2011.- 50с.

2. Радиоактивность окружающей среды [Электронный ресурс] / Ю .А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. - М.: БИНОМ 2015.

3. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие/А.Г. Ветошкин. - М.: Абрис, 2012. - 397 с.: ил.

Практическая работа 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH РАСТВОРОВ.

1. Цель работы: Научиться определять pH различных растворов

2. Методика выполнения работы:

Для определения pH растворов приготавливаются различные растворы, например растворы почвы (чернозема, глины, песка, извести, доломита и т.д.), эти растворы смешиваются с водой, взбалтываются. Сначала определяется pH взболтанных растворов, а потом pH отфильтрованных растворов. Сравниваются показатели pH первых растворов с отфильтрованными и делаются выводы.

Правила сбора почвы.

Для сбора почвы используют чистую стеклянную или пластиковую посуду с площадью отверстия не менее 50 см². Для быстрого сбора почвы желательно применять посуду большего диаметра (например, стеклянный кристаллизатор).

3. Оборудование:

- 1) стеклянная или пластиковая посуда с площадью отверстия не менее 50 см²;
- 2) химический стакан;
- 3) мерный цилиндр;
- 4) тест полоски pH;

4. Содержание отчета по практической работе.

Отчет по практической работе должен включать в себя:

- титульный лист;
- теоретическая часть;
- цель работы;
- оборудование, приборы и вспомогательные средства;
- расчетную (практическую) часть;
- выводы по практической работе;
- список использованных источников.

Пример оформления лабораторной работы приведен далее.

5. Контрольные вопросы

1. В чем различие общей щелочности или кислотности почвы?
2. Что такое стандарты качества воздуха, воды и почвы?
3. В какие емкости и почему необходимо отбирать пробы почвы при определении в ней pH?
4. Перечислите особенности отбора проб для анализа воздуха, почв, воды, силикатов, металлов и сплавов.

6. Список рекомендуемой литературы

1. Бокова Т. И. Химия [Электронный ресурс] : практикум для студентов инженерных направлений / Новосиб. гос. аграр. ун-т.; сост.: Т.И. Бокова, И.В. Васильцова, Н.А. Кусакина. - Новосибирск, 2011 - 106 с.
2. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: уч. пособие. В 3 ч. Ч.3. Химические процессы в зоне гипергенеза и физико-химические свойства почв.. ВлГУ, Владимир, 2011.- 50с.

Практическая работа 11.

Идентификация органических соединений по их ИК - и ЯМР - спектрам.

1. Цель работы: Научиться определять органические вещества по их ИК – и ЯМР спектрам

2. Методика выполнения работы:

Для определения органических соединений преподавателем выдается студентам различные картинки спектров (ИК и ЯМР спектры). По картинкам студент должен идентифицировать органические соединения.

3. Оборудование:

ИК - и ЯМР-спектры

4. Содержание отчета по практической работе.

Отчет по практической работе должен включать в себя:

- титульный лист;
- теоретическая часть;
- цель работы;
- оборудование, приборы и вспомогательные средства;
- расчетную (практическую) часть;
- выводы по практической работе;
- список использованных источников.

Пример оформления практической работы приведен далее.

5. Контрольные вопросы

1. Какие методы используют для идентификации органических соединений?
2. Приведите примеры использования хроматографических методов в анализе воздуха.
3. Перечислите методы определения радиоактивных веществ в объектах окружающей среды.
4. В чем сходство и различие ИК - и ЯМР - спектроскопии

6. Список рекомендуемой литературы

1. Радиоактивность окружающей среды [Электронный ресурс] / Ю.А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. - М.: БИНОМ 2015.
2. Бокова Т. И. Химия [Электронный ресурс] : практикум для студентов инженерных направлений / Новосиб. гос. аграр. ун-т.; сост.: Т.И. Бокова, И.В. Васильцова, Н.А. Кусакина. - Новосибирск, 2011 - 106 с.
3. Применение ИК-спектроскопии в химии: Конспект лекций [Электронный ресурс]: конспект лекций / Б.Е. Зайцев, О.В. Ковальчукова, С.Б. Страшнова. - М.: Издательство РУДН, 2008г.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИМЕР оформления лабораторной работы

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых»**
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

Кафедра «Химические технологии»

Практическая работа 1

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИГРОСКОПИЧЕСКОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ»

Выполнил:
Студент
грЭРП-114.
Иванов И.В.
Принял:
Доцент
Чижова Л.Л.

Владимир 2017

Цель работы: Научиться определять влажность почвы.

Оборудование:

Аналитические весы. Сушильный шкаф. Эксикатор. Бюксы. Щипцы с резиновыми наконечниками.

Методика выполнения работы:

Как правило, анализируют воздушно-сухие пробы почвы, содержащие гигроскопическую влагу, массовая доля которой зависит от гранулометрического, химического, минералогического составов почв и состояния окружающего воздуха. Гигроскопическая влага удаляется из воздушно-сухой почвы при температуре 100 - 105 °С. Результаты анализа почв представляются в пересчете на абсолютно сухую почву, для чего определяется величина гигроскопической влажности почвы:

$$\omega = \frac{m_1 - m_2}{m_2}$$

где m_1 — масса воздушно-сухой почвы; m_2 — масса высушенной почвы.

При пересчете результатов определения тех или иных компонентов в воздушно-сухой почве на абсолютно сухую почву в формулу вводят коэффициент ($K_w = m_1 / m_2$) для расчета массы высушенной почвы по известной массе воздушно-сухой почвы:

$$K_w = 100 / (100 - \omega).$$

Образцы почвы массой 20 - 50 г помещают в бюксы и взвешивают на аналитических весах. Бюксы с почвой выдерживают при температуре 105 °С в сушильном шкафу в течение 5 ч. После извлечения из сушильного шкафа бюксы закрывают крышкой, охлаждают и вновь взвешивают.

Влажность почвы ω (%) вычисляют по формуле:

$$\omega = \frac{(m'_1 - m'_2)}{m'_2 - m},$$

где m_1 — масса воздушно-сухой почвы с бюксом, г;

m'_2 — масса высушенной почвы с бюксом, г;

m — масса бюкса, г.

Вычисление проводят с точностью до $\pm 0,1$ %.

Практическая (расчетная) часть:

Влажность почвы ω (%) вычисляют по формуле:

$$\omega = \frac{(m'_1 - m'_2)}{m'_2 - m},$$

$$m'_2 - m$$

где m_1 масса воздушно-сухой почвы с бюксом, г;

m'_2 -масса высушенной почвы с бюксом, г;

m - масса бюкса, г.

$$\omega = \frac{(20-18)}{(18-10)} = 25\%$$

выводы по лабораторной работе: в ходе лабораторной работы научились определять влажность почвы и вычислили ее в % соотношении

Список использованной литературы:

1. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: уч. пособие. В 3 ч. Ч.3. Химические процессы в зоне гипергенеза и физико-химические свойства почв.. ВлГУ, Владимир, 2011.- 50с.
2. Радиоактивность окружающей среды [Электронный ресурс] / Ю .А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. - М.: БИНОМ 2015.
3. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие/А.Г. Ветошкин. - М.: Абрис, 2012. - 397 с.: ил.

Примеры задач для практических занятий

1. Во сколько раз будет превышено значение ПДК м.р. CH_3COOH , равное $0,2 \text{ мг/м}^3$, если после разлива кислоты установилось равновесие между жидкой кислотой и ее парами? Парциальное давление паров CH_3COOH принять равным 3Па. Атмосферное давление – 101,3 кПа, температура – 25°C .
2. Превышается и если да, то во сколько раз значение ПДК м.р. для аммиака, равное $0,2 \text{ мг/м}^3$, при обнаружении его запаха, если порог обнаружения запаха для аммиака составляет 46,6 ppm? Атмосферное давление равно 100 кПа, температура 25°C .
3. Сколько молекул формальдегида присутствует в каждом кубическом сантиметре воздуха при нормальных условиях, если его концентрация достигает значения ПДК м.р., равного $0,035 \text{ мг/м}^3$.
4. В восьмидесятых годах 20-го века среднегодовая концентрация CO_2 в атмосфере, приведенная к нормальным условиям, достигала 340 млн-1. Определите значения концентрации CO_2 в % (об.), см-3, моль/л, мг/м3 и парциальное давление CO_2 в Па при средней температуре вблизи поверхности Земли.
5. Во сколько раз количество молекул O_2 в 1 см^3 воздуха на высоте вершины г.Эльбрус (5621 м над уровнем моря) меньше, чем среднее значение у поверхности Земли (на уровне моря) при нормальном атмосферном давлении?
6. Определите среднее время пребывания паров воды в атмосфере, если объем воды, находящейся в атмосфере, составляет 12900 км^3 , а на поверхность суши и океана выпадает в виде атмосферных осадков в среднем $577 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$ воды.
7. Количество метана, поступающего ежегодно с поверхности Земли в атмосферу, составляет 550 млн.т. Среднее содержание метана в слое атмосферы, на который приходится 90% ее массы, составляет 1,7 млн-1. Определите время пребывания метана в этом слое атмосферы, если принять, что в других частях атмосферы он отсутствует.
8. Определите максимальную длину волны излучения. Способного вызвать диссоциацию молекул кислорода. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, а энергия связи одного моля кислорода, равная 498,3 кДж/моль, эквивалентна энергии диссоциации.
9. Какое максимальное количество молекул озона может образоваться в каждом кубическом сантиметре приземного воздуха при полном окислении метана в присутствии оксидов азота, если концентрация метана уменьшилась с 20 до $1,6 \text{ млн}^{-1}$. Давление равно 101,3 кПа, температура воздуха – 288 К.
10. Оцените мольное соотношение и общую массу оксида серы и оксида азота, поступающих в атмосферу в течение суток с выбросами тепловой электростанции, работающей на угле. Содержание серы в угле равно 1,5% (мас.). В сутки на станции сжигается 10 тыс. т угля. Концентрация оксида азота в газовых выбросах составляет 150 млн^{-1} . Для сжигания угля используется стехиометрически необходимое количество воздуха. При оценке принять, сто уголь состоит из углерода и содержит в качестве примеси только серу.

11. Константа равновесия реакции образования оксида азота из азота и кислорода при 800 К равна $3 \cdot 10^{-11}$. Какого равновесного значения может достигнуть концентрация оксида азота в смеси, если исходная смесь – воздух?

12. Исследуйте процесс распространения и трансформации соединений серы, поступивших в атмосферу в результате выброса диоксида серы из наземного источника.

а). Рассчитайте относительные концентрации SO_2 , H_2SO_4 , MeSO_4 через 10, 20, 30, 40, 50 часов после выброса диоксида серы из точечного источника. Концентрации SO_2 (x), H_2SO_4 (y), MeSO_4 (z) являются решениями системы кинетических уравнений

$$v(\text{SO}_2) = - d[\text{SO}_2]/dt = - (k_1 + k_2 + k_7) \cdot [\text{SO}_2]$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = - d[\text{H}_2\text{SO}_4]/dt = k_7 \cdot [\text{SO}_2] - (k_5 + k_6 + k_8) [\text{H}_2\text{SO}_4]$$

$$v(\text{MeSO}_4) = - d[\text{MeSO}_4]/dt = k_8 \cdot [\text{H}_2\text{SO}_4] - (k_3 + k_4) [\text{MeSO}_4]$$

Значения констант для средневропейских условий составляют:

$$k_1 = k_4 = k_6 = k_8 = 0,03 \text{ ч}^{-1}; k_2 = 0,025 \text{ ч}^{-1}; k_3 = k_5 = 0,01 \text{ ч}^{-1}; k_7 = 0,1 \text{ ч}^{-1}.$$

Решение системы уравнений имеет вид:

$$x = \exp(-a_1\tau) \quad y = a_2 [\exp(-a_1\tau) - \exp(-a_3\tau)] / (a_3 - a_1)$$

$$z = a_2 a_4 \exp(-a_1\tau) / [(a_3 - a_1)(a_5 - a_1)] -$$

$$- a_2 a_4 \exp(-a_3\tau) / [(a_3 - a_1)(a_5 - a_3)] +$$

$$+ a_2 a_4 \exp(-a_5\tau) / [(a_5 - a_3)(a_5 - a_1)]$$

$$a_1 = k_1 + k_2 + k_7 \quad a_2 = k_7 \quad a_3 = k_5 + k_6 + k_8 \quad a_4 = k_8 \quad a_5 = k_3 + k_4$$

б). Постройте график зависимости относительной концентрации соединений серы от места выброса при скорости ветра равной 20, 30, 40 км/ч.

в). Определите, на каком расстоянии от источника выброса концентрация SO_2 уменьшится в 2;5;10 раз при заданной скорости ветра

г). Определите, на каком расстоянии от источника выброса обнаруживается максимальная концентрация серной кислоты в воздухе при заданной скорости ветра

д). Определите, какое соотношение $[\text{SO}_2] : [\text{H}_2\text{SO}_4] : [\text{MeSO}_4]$ будет наблюдаться на расстоянии 100, 200, 500 км от источника при заданной скорости ветра

13. Во сколько раз будет превышено значение максимально разовой ПДК для уксусной кислоты, равное 0,2 мг/м³, если на складе произошла авария (разлилась кислота) и установилось динамическое равновесие между парами и жидкой уксусной кислотой? Парциальное давление паров уксусной кислоты принять равным 3 Па. Атмосферное давление равно 101,3 кПа, температура 25°C.

14. Превышается ли и если да, то во сколько раз значение максимально разовой ПДК для аммиака, равное 0,2 мг/м³, при обнаружении его запаха, если порог обнаружения запаха для аммиака составляет 46,6 ppm? Атмосферное давление равно 10 кПа, температура 25°C.

15. Сколько молекул формальдегида присутствует в каждом кубическом сантиметре воздуха при нормальных условиях, если его концентрация достигает значения ПДКМ.Р., равного 0,035 мг/м³?

16. Масса атмосферы оценивается величиной $5 \cdot 10^{14}$ т. Определите количество кислорода в атмосфере в кг в допущении что атмосфера состоит только из таких «квазипостоянных» компонентов, как азот, кислород и аргон, а их объемная концентрация соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы ($\varphi(\text{N}_2) = 78,11\%$ (об.); $\varphi(\text{O}_2) = 20,95\%$ (об.); $\varphi(\text{Ar}) = 0,94\%$ (об.)).

17. Во сколько раз число молекул кислорода в кубическом сантиметре воздуха на

высоте вершины Эльбрус (5621 м над уровнем моря) меньше, чем среднее значение у поверхности Земли (на уровне моря) при нормальном атмосферном давлении?

18. Вычислите среднее время пребывания паров воды в атмосфере (в часах), если по современным оценкам масса воды, находящейся в атмосфере $Q=12900 \cdot 10^9$ т, а объём атмосферных осадков, выпадающих на поверхность планеты в год $5,77 \cdot 10^{14}$ м³ воды.

19. Количество метана, поступающего ежегодно с поверхности Земли в атмосферу, составляет 550 млн.т. Среднее содержание метана в слое атмосферы, на который приходится 90% ее массы, составляет $1,7 \text{ млн}^{-1}$. Определите время пребывания метана в этом слое атмосферы, если принять, что в других частях атмосферы он отсутствует.

20. Оцените, сколько тонн водорода ежегодно покидает атмосферу земли и уходит в космическое пространство, если на высоте 500 км интенсивность этого процесса равна $3 \cdot 10^8$ атом/(см · с).

21. Определите градиент потенциальной температуры и дайте характеристику степени устойчивости атмосферы в случае, температура у поверхности Земли равна -15°C , на высоте 500 м температура составляет $-18,2^\circ\text{C}$, на высоте 1000 м температура равна -15°C , а к высоте 1500 м снижается до -21°C .

22. Какой из фреонов CF_2Cl_2 или CHF_2Cl наиболее опасен для озонового слоя?

23. Какое максимальное количество молекул озона может образоваться в каждом кубическом сантиметре приземного воздуха при полном окислении метана в присутствии оксида азота. Если концентрация метана уменьшилась с 20 до $1,6 \text{ млн}^{-1}$. Давление равно 101,3 кПа, температура воздуха 288 К.

24. Сколько частиц пыли присутствует в каждом кубическом метре воздуха рабочей зоны при концентрации, равной ПДКр.з = 6 мг/м³? Принять плотность пыли 4 г/см³, диаметр частиц 0,5 мкм, все частицы сферической формы.

25. Охарактеризуйте морскую воду в соответствии с классификацией, разработанной О.А. Алекиным.

26. Определите значение общей и карбонатной жесткости для среднего состава речной воды (см. табл. 2). Ответ дайте в молях на литр, немецких, французских и американских градусах жесткости. К какой группе вод по величине жесткости следует отнести эти воды? Принять плотность воды равной 1 кг/л.

27. Какое значение рН следует ожидать в дождевой воде, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом, содержащим в качестве примеси («активного компонента») лишь диоксид углерода в количестве 0,035%(об.)? На сколько единиц рН оно может измениться при прогнозируемом увеличении содержания CO_2 в атмосферном воздухе в два раза? Примите температуру воздуха равно 298 К, давление – 101,3 кПа, парциальное давление паров воды – $3,12 \cdot 10^{-3}$ атм.

28. Карбонатная почва имеет следующий гранулометрический состав: 42% песка, 28% пыли и 20% глины. Содержание CaCO_3 в почве составляет: 5% в песке, 10% в пыли и 20% в глине. Рассчитайте гранулометрический состав почвы (%): а) в её начальном состоянии; б) после удаления карбонатов реакцией с кислотой.