

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**Санкт-Петербургский государственный технологический  
университет растительных полимеров**

---

# **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

## **ВОПРОСЫ**

**ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**Методические указания**

Санкт-Петербург  
2007

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ:** методические указания / сост. И.Н. ДМИТРЕВИЧ, В.А. ФЕДОРОВ, Г.Ф. ПРУТЛО, А.А. КОМИССАРЕНКОВ; ГОУВПО СПбГТУРП. - СПб., 2007. - 23 с.

В методических указаниях представлены вопросы по теоретическим и практическим разделам аналитической химии (качественного и количественного анализа), которые могут быть заданы преподавателем в процессе проверки знаний студентов, и приведена литература. Предназначены для студентов химико-технологического и инженерно-экологического факультетов, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям (по ОК 009 - 2003): "Химическая технология и биотехнология"(240000), "Технология продовольственных продуктов и потребительских товаров"(260000), "Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды"(280000), «Водные ресурсы и водопользование» (280300), а также для студентов факультета промышленной энергетики по специальностям: «Промышленная энергетика» (100700), «Энергетика теплотехнологий» (100800).

Рецензент: доцент кафедры общей и неорганической химии СПбГТУРП, канд. хим. наук Михайлова И.С.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой аналитической химии ГОУВПО СПбГТУРП (протокол № 1 от 30.08.06). Утверждены к изданию методической комиссией химико-технологического факультета ГОУВПО СПбГТУРП (протокол № 3 от 14.11.06).

© ГОУВПО Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров, 2007

## Предисловие

Необходимость самообразования, воспитание самодисциплины и самоконтроля формирует специалиста современного уровня, который не торгуется рецептами, а создает их. "Полезные" знания, то есть сведения, которые могут дать быструю прибыль и к которым возросла тяга молодежи, не смогут дать бонус в конкуренции на рынке труда. Поэтому фундаментальное образование является важнейшей задачей подготовки специалиста.

Декларация о самостоятельной работе студентов (СРС) предполагает 50% занятости студента внеаудиторной работой по дисциплинам учебного плана.

Для ориентации студента в оценке трудоемкости настоящие методические указания содержат вопросы, входящие в билеты коллоквиумов, зачетов и экзаменов по дисциплинам, читаемым на кафедре аналитической химии СПб ГТУ РП. Вопросы составлены в соответствии с требованиями Госстандарта о минимуме содержания материала, и ответы на них должны быть безупречными, так как они составляют базовую часть курсов.

Методические указания предназначены для студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения следующих направлений и специальностей подготовки:

1. 240100 Химическая технология и биотехнология.
2. 240400 Химическая технология органических веществ и топлива.

### Специальности:

- 240401 Химическая технология органических веществ.
- 240406 Технология химической переработки древесины.
- 3. 240500 Химическая технология высокомолекулярных соединений и полимерных материалов. Специальность:
  - 240501 Химическая технология высокомолекулярных материалов.
- 4. 261200 Технология полиграфического и упаковочного производства. Специальность:
  - 261201 Технология и дизайн упаковочного производства.
- 5. 280200 Защита окружающей среды. Специальность:
  - 280201 Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.
- 6. 280300 Водные ресурсы и водопользование. Специальность:
  - 280302 Комплексное использование и охрана водных ресурсов.
- 7. 140100 Теплоэнергетика. Специальность:
  - 140104 Промышленная энергетика.
  - 140105 Энергетика теплотехнологий.
- 8. 220300 Автоматизированные технологии и производства.
  - 220301 Автоматизация технологических процессов и производств ЦБП.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНАМ КАФЕДРЫ “АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ”

## Аналитическая химия и физико-химические методы анализа:

1. Качественный анализ.
2. Количественный анализ.
3. Физико-химические методы анализа.
4. Физико-химические методы анализа микрокомпонентов природных и сточных вод.
5. Физико-химические методы анализа и контроля.

## Теоретические основы водоподготовки.

## Химические методы обработки воды.

## КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ (ЕНФ)

Составила доц. Дмитриевич И.Н.

(II курс, 3-й семестр, СРС – 34 часа)

1. Типы химических реакций, используемых в качественном анализе.
2. Аналитические реакции, применяемые в качественном анализе.
3. Аналитические признаки (сигналы) реакций в качественном анализе.
4. Требование к аналитическим реакциям в качественном анализе.
5. Методы снижения предела обнаружения ионов.
6. Классификация химических реакций, используемых в качественном анализе.
7. Определение общих и групповых реакций.
8. Определение специфических, селективных или избирательных реакций.
9. Дробный метод анализа.
10. Схема проведения дробного определения катионов.
11. Систематический метод анализа и предварительные испытания растворов, которые используются в лаборатории.
12. Реакции, наиболее часто используемые для разделения ионов.
13. Методы отделения осадка и раствора.
14. Методика проверки полноты осаждения.
15. Цель и методика промывания осадков.
16. Устранение мешающего влияния ионов раствора.
17. Определение ионов калия в присутствии других ионов.
18. Реагенты, используемые для определения ионов аммония.
19. Реагенты, используемые для определения ионов натрия.
20. Реакция среды растворов солей аммония с сильными кислотами.
21. Реакция среды растворов солей натрия со слабыми кислотами.
22. Поведение солей натрия и калия при нагревании и прокаливании.
23. Поведение солей аммония при нагревании и прокаливании.

24. Выделение легко разлагающихся при нагревании и прокаливании солей аммония.
25. Оценка среды при определении ионов калия с гексакобальтинитритом натрия.
26. Назначение операции удаления ионов аммония при определении калия и натрия.
27. Последовательность определения ионов первой аналитической группы.
28. Перечень катионов, относящихся ко второй аналитической группе аммиачно-фосфатного метода систематического анализа.
29. Групповой реактив на катионы второй аналитической группы.
30. Условия осаждения катионов второй аналитической группы.
31. Реакции группового реактива с катионами второй аналитической группы.
32. Растворимость солей катионов второй аналитической группы.
33. Действие ионов железа (III) при осаждении фосфатов катионов второй аналитической группы.
34. Причины различного отношения фосфатов катионов второй аналитической группы к действию раствора уксусной кислоты.
35. Предварительные операции перед проведением систематического анализа смеси катионов второй аналитической группы.
36. Отношение фосфатов всех катионов к воде.
37. Отношение фосфатов катионов второй аналитической группы к действию раствора соляной кислоты.
38. Отношение фосфатов всех катионов к действию азотной кислоты.
39. Отношение фосфатов всех катионов к действию раствора серной кислоты.
40. Отношение фосфатов всех катионов к действию раствора уксусной кислоты.
41. Отношение фосфатов всех катионов к действию растворов щелочей.
42. Отношение фосфатов всех катионов к действию концентрированного раствора аммиака.
43. Причины подразделения катионов второй аналитической группы на две подгруппы.
44. Деление катионов на аналитические группы в аммиачно-фосфатном методе систематического анализа.
45. Особенности катионов первой аналитической группы.
46. Методика определения ионов марганца дробным методом с помощью диоксида свинца.
47. Влияние хлорид-ионов в реакции ионов марганца с броматом калия.
48. Методика отделения ионов марганца от других катионов первой подгруппы второй аналитической группы.
49. Реагенты и условия проведения определения ионов железа (II).
50. Реагенты и условия проведения определения ионов железа (III).
51. Дробное определение ионов хрома (III).
52. Реагенты, используемые для обнаружения и отделения ионов бария.
53. Реагенты, используемые для обнаружения и отделения ионов стронция.

54. Действие раствора сульфата аммония на катионы стронция, кальция и магния.
55. Методика отделения бихромат - ионы после удаления ионов бария.
56. Последовательность определения катионов первой подгруппы второй аналитической группы.
57. Разделение катионов алюминия и хрома от железа и висмута.
58. Особенности осаждения гидроксидов магния, марганца и железа (II).
59. Действие сильных оснований на растворы катионов второй аналитической группы.
60. Превращение гидроксидов железа (II) и марганца на воздухе.
61. Свойства гидроксидов алюминия и хрома.
62. Отношение катионов второй аналитической группы к действию сульфида аммония.
63. Отношение сульфидов катионов второй аналитической группы к действию минеральных кислот.
64. Отношение катионов второй аналитической группы к действию карбонатов калия, натрия или аммония.
65. Отношение катионов второй аналитической группы к действию сульфатов.
66. Определение присутствия ионов висмута в растворе, полученном после растворения гидроксидов или фосфатов железа и висмута минеральными кислотами.
67. Условия и порядок определения висмута с помощью раствора станнита натрия.
68. Действие насыщенного раствора хлорида аммония на раствор, содержащий алюминат- и хромат- ионы.
69. Реакция обнаружения присутствия ионов алюминия в растворе, полученном после действия на дигидрофосфаты трехвалентных элементов раствора щелочи, в ходе систематического анализа.
70. Реакции гидролиза катионов второй аналитической группы с образованием осадков.
71. Анионный фон в растворе смеси катионов второй аналитической группы, необходимый для исключения образования осадков.
72. Формы существования соединений фосфорной кислоты в присутствии уксусной кислоты.
73. Реакции фосфатов при действии сильных кислот.
74. Катионы второй аналитической группы, вступающие в реакции окисления - восстановления.
75. Полнота осаждения ионов магния и марганца при действии группового реагента.
76. Условия растворимости фосфата висмута.
77. Действие температуры на растворы хромитов.
78. Условия полного осаждения ионов бария действием бихромата калия.
79. Условия предотвращения мешающего влияния посторонних ионов.
80. Действие сильных кислот на  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ .
81. Действие щелочей на  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ .

82. Форма кристаллов уранилацетата натрия.
83. Последовательность проведения анализа раствора, состоящего из смеси катионов первой аналитической группы.
84. Методика удаления и проверки полноты отделения аммиака из анализируемого раствора.
85. Влияние среды на осаждение фосфатов второй аналитической группы.
86. Визуальная оценка наличия катионов второй аналитической группы по окраске растворов и осадков.
87. Условия перевода нерастворимых сульфатов кальция, стронция и бария в растворимые соединения.
88. Методика выполнения капельной реакции на ионы марганца с помощью ацетата бензидина.
89. Действие пероксида водорода на соединения хрома в щелочной среде.
90. Протекание реакций окисления ионов хрома (III) в кислой и щелочной средах.
91. Катионы, составляющие третью аналитическую группу.
92. Групповой реагент третьей аналитической группы.
93. Окраска растворов катионов третьей аналитической группы.
94. Реакции взаимодействия катионов третьей аналитической группы с гидрофосфатом аммония в водном растворе аммиака.
95. Отношение фосфатов катионов третьей аналитической группы к действию уксусной кислоты.
96. Отношение фосфатов третьей аналитической группы к действию сильных кислот.
97. Отношение фосфатов третьей аналитической группы к действию щелочей.
98. Отношение катионов третьей аналитической группы к действию водного раствора аммиака.
99. Разрушение аммиакатов катионов третьей аналитической группы.
100. Причины разрушения аммиакатов третьей аналитической группы при действии на них растворов сильных кислот.
101. Действие на аммиакаты третьей аналитической группы раствора щелочи.
102. Амфотерные катионы третьей аналитической группы.
103. Действие на растворы катионов третьей аналитической группы избытка щелочи.
104. Катионы третьей аналитической группы, обладающие окислительно - восстановительными свойствами.
105. Реакции катионов третьей аналитической группы с карбонатами.
106. Окраска сульфидов катионов третьей аналитической группы.
107. Реакции растворения гидроксидов катионов третьей аналитической группы в водном растворе аммиака.
108. Способы определения присутствия катионов меди в смеси катионов третьей аналитической группы.
109. Реакции отделения меди и ртути от других катионов третьей аналитической группы.
110. Реакции растворения сульфида ртути и сульфида одновалентной меди.

111. Растворимые и нерастворимые в воде соединения катионов третьей аналитической группы.
112. Реакции гидрофосфатов щелочных металлов с катионами третьей аналитической группы.
113. Визуальная оценка наличия катионов третьей аналитической группы по окраске растворов и осадков в виде гидроксидов и фосфатов.
114. Реакции ионов ртути с раствором аммиака.
115. Особенности отделения ионов меди и ртути в присутствии ионов кадмия.
116. Реакции взаимодействия растворов катионов третьей аналитической группы с гидрофосфатами калия, натрия или аммония при недостатке и избытке реактива.
117. Условия растворения фосфатов катионов третьей аналитической группы.
118. Реакция взаимодействия растворов солей ртути (II) с йодистым калием.
119. Реакция для обнаружения катионов кобальта в ходе систематического анализа.
120. Условия определения ионов никеля с помощью диметилглиоксима.
121. Условия определения присутствия ионов цинка в ходе систематического анализа.
122. Реакция определения ионов кадмия капельным методом в присутствии всех катионов третьей аналитической группы.
123. Дробный анализ катионов третьей аналитической группы.
124. Групповые реагенты при анализе анионов.
125. Деление анионов на аналитические группы.
126. Растворимость соединений, содержащих анионы первой, второй и третьей аналитических групп.
127. Реакция среды растворов солей щелочных металлов с анионами первой группы.
128. Реакция среды растворов солей щелочных металлов с анионами второй группы.
129. Реакция среды растворов солей щелочных металлов с анионами третьей группы.
130. Анионы, определяемые с помощью реакций разложения.
131. Реакции обнаружения ионов  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{J}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ .
132. Реакции анионов первой группы с раствором солей бария. Их растворимость.
133. Реакция взаимодействия карбоната бария с соляной кислотой.
134. Реакция взаимодействия тиосульфата бария с соляной кислотой.
135. Реакции обнаружения присутствия сульфат – ионов.
136. Отличие свойств сульфата стронция от сульфита стронция.
137. Реакция окисления сульфит - ионов перманганатом калия.
138. Реакция окисления сульфит - ионов йодом.
139. Реакция взаимодействия тиосульфат – ионов с сильными кислотами.
140. Реакция окисления тиосульфат - ионов перманганатом калия.
141. Реакция окисления тиосульфат - ионов йодом.
142. Реакция взаимодействия тиосульфат - ионов с раствором нитрата серебра.

143. Реакция взаимодействия карбонат - ионов с кислотами.
144. Реакция взаимодействия углекислого газа с известковой водой.
145. Реакция определения фосфат (гидрофосфат-) – ионов.
146. Растворимость фосфат серебра.
147. Реакции галогенидов серебра.
148. Действие сильных окислителей на хлорид - ионы.
149. Действие сильных окислителей на бромид – ионы.
150. Реакции взаимодействия перманганата калия с бромид - ионами в нейтральной или слабощелочной среде.
151. Действие хлорной воды на анионы.
152. Реакция взаимодействия йодид - ионов с нитратами в уксуснокислой среде.
153. Реакция взаимодействия ацетат – ионов со спиртами в присутствии концентрированной серной кислоты.
154. Реакция ацетат - ионов с раствором хлорида железа (III).

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Составил доц. Федоров В.А.

(II курс, 4-й семестр, СРС-54 часа)

### 1. Общие определения

#### Способы выражения концентраций и их пересчет

#### Приготовление растворов

- 1.1. Требования к реакциям в объемном методе анализа.
- 1.2. Определения: эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента. Форма записи.
- 1.3. Определения: количество вещества, понятие “моль”, молярная масса вещества.
- 1.4. Расчет количества эквивалентов в реакциях нейтрализации, окисления-восстановления, осаждения и комплексообразования.
- 1.5. Способы выражения концентраций, используемых в количественном анализе.
- 1.6. Молярная концентрация вещества, пересчет на молярную концентрацию эквивалента и массовую концентрацию.
- 1.7. Молярная концентрация эквивалента вещества (нормальная), пересчет на молярную и массовую концентрации вещества.
- 1.8. Массовые концентрации: титр рабочего раствора, титр по определяемому веществу, %, г/дм<sup>3</sup>, ррп.
- 1.9. Пересчет массовых концентраций на молярную концентрацию вещества.
- 1.10. Пересчет массовых концентраций на молярную концентрацию эквивалента вещества.
- 1.11. Формулы расчета количества эквивалентов, исходя из различных способов выражения концентраций вещества и массы вещества.
- 1.12. Способы приготовления растворов.

- 1.13. Установка концентрации растворов. Использование установочных веществ.
- 1.14. Требования к установочным веществам.
- 1.15. Установочные вещества в реакциях нейтрализации, окисления восстановления, комплексообразования, осаждения. Написание реакций взаимодействия установочных веществ с определяемым веществом.
- 1.16. Приемы титрования в титриметрическом методе анализа.
- 1.17. Формулировка и запись закона эквивалентности.
- 1.18. Условия применения и осуществление прямого метода титрования. Формула для расчета количества вещества.
- 1.19. Условия применения и осуществление метода косвенного титрования (титрование заместителя). Формула для расчета количества вещества.
- 1.20. Условия применения и осуществление метода обратного титрования (титрование по остатку). Формула для расчета количества вещества.
- 1.21. Метод отдельных навесок и метод пипетирования, аликвотная доля, фактор аликвотности.

## 2. Равновесия в количественном анализе

- 2.1. Растворы и растворители и их характеристики.
- 2.2. Химическое равновесие в растворе и расчет скоростей прямой и обратной реакций.
- 2.3. Факторы, влияющие на скорость реакции.
- 2.4. Связь константы диссоциации слабого электролита со степенью диссоциации.
- 2.5. Диссоциация воды. Водородный показатель. pH раствора.
- 2.6. Понятие активности ионов, связь с концентрацией.
- 2.7. Кислотно-основные равновесия в растворе.
- 2.8. Характеристика кислот и оснований по степени диссоциации.
- 2.9. Расчет равновесий в растворах сильных кислот и оснований.
- 2.10. Расчет равновесий в растворах слабых кислот.
- 2.11. Расчет равновесий в растворах слабых оснований.
- 2.12. Влияние концентрации ионов водорода на диссоциацию слабых кислот и оснований.
- 2.13. Расчет доли диссоциированных и недиссоциированных молекул слабых кислот и оснований при изменении концентрации ионов водорода.
- 2.14. Свойства буферных растворов и их классификация.
- 2.15. Расчет буферной емкости буферных растворов.
- 2.16. Расчет равновесий в кислых буферных растворах.
- 2.17. Расчет равновесий в основных буферных растворах.
- 2.18. Факторы, влияющие на значение pH буферных растворов.
- 2.19. Явление гидролиза солей, сущность процесса.
- 2.20. Факторы, влияющие на степень гидролиза солей.
- 2.21. Способы подавления и усиления гидролиза солей.

- 2.22. Расчет равновесий в растворах солей, образованных слабыми кислотами и сильными основаниями.
- 2.23. Расчет равновесий в растворах солей, образованных слабыми основаниями и сильными кислотами.
- 2.24. Расчет равновесий в растворах солей образованных слабыми кислотами и слабыми основаниями.
- 2.25. Общие требования, предъявляемые к индикаторам.
- 2.26. Индикаторы кислотно-основного титрования. Теории индикаторов.
- 2.27. Интервал перехода индикатора и показатель индикатора.
- 2.28. Факторы, влияющие на показания индикаторов.
- 2.30. Кривые титрования в кислотно-основном взаимодействии. Цель и порядок построения кривых титрования.
- 2.31. Окислительно-восстановительные реакции. Общие положения. Окислитель, восстановители, окислительно-восстановительные пары.
- 2.32. Электрохимическая реакция.
- 2.33. Устройство осуществления электрохимической реакции.
- 2.34. Расчет электродвижущей силы гальванического элемента.
- 2.35. Характеристика величин, входящих в уравнение Нернста для гальванического элемента.
- 2.36. Электродные потенциалы окислительно-восстановительных пар.
- 2.37. Запись электродного потенциала в зависимости от агрегатного состояния окисленной и восстановленной формы пары.
- 2.38. Факторы, влияющие на значение электродного потенциала.
- 2.39. Формальный и стандартный электродный потенциал.
- 2.40. Расчет константы равновесия окислительно-восстановительной реакции.
- 2.41. Методы фиксирования точки эквивалентности в окислительно-восстановительных реакциях.
- 2.42. Окислительно-восстановительные индикаторы. Интервал перехода.
- 2.43. Кривые титрования в методе окислительно-восстановительного титрования.
- 2.44. Перманганатометрия. Установочные вещества, используемые в перманганатометрии.
- 2.45. Влияние концентрации ионов водорода на значение электродного потенциала.
- 2.46. Преимущества и недостатки перманганатометрии перед бихроматометрией.
- 2.47. Йодометрия. Рабочий раствор в йодометрическом титровании.
- 2.48. Факторы, влияющие на неустойчивость раствора тиосульфата натрия при приготовлении и хранении.
- 2.49. Условия проведения йодометрического титрования.
- 2.50. Комплексные соединения. Основные положения. Характеристики.
- 2.51. Причины редкого использования комплексных соединений с неорганическими лигандами для количественных определений металлов.
- 2.52. Комплексоны и комплексонометрическое титрование.

- 2.53. Расчет реакционноспособной части комплексона III в зависимости от величины pH раствора.
- 2.54. Индикаторы комплексонометрического титрования; причины, вызывающие изменение окраски в точке эквивалентности.
- 2.55. Кривые титрования в комплексонометрии. Факторы, влияющие на величину скачка кривой титрования.
- 2.56. Осадительное титрование. Причины редкого использования реакций осаждения для количественных определений.
- 2.57. Безиндикаторные и индикаторные методы фиксирования точки эквивалентности в осадительном титровании.
- 2.58. Условия использования метода Мора.
- 2.59. Условия и принцип использования адсорбционных индикаторов. Явления, используемые при применении адсорбционных индикаторов.
- 2.60. Кривые титрования в осадительном титровании.

### 3. Гравиметрический метод анализа

- 3.1. Сущность гравиметрического метода анализа.
- 3.2. Условия, которые необходимо соблюдать при осаждении осадков.
- 3.3. Требования к осаждаемой и весовой форме осадка.
- 3.4. Зависимость точности гравиметрического анализа от величины навески анализируемого вещества.
- 3.5. Стадии, которыми характеризуется процесс образования осадков.
- 3.6. Условия получения крупнокристаллических осадков.
- 3.7. Условия получения аморфных осадков.
- 3.8. Влияние порядка приливания раствора осадителя и скорости осаждения осадка.
- 3.9. Соосаждение и виды соосаждения.
- 3.10. Способы снижения эффекта соосаждения.
- 3.11. Правила фильтрования и промывания осадков.

### Библиографический список

- Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (Аналитика). –М.: Высшая школа, 2003. Кн.1.
- Жаркова В.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. –СПб.: Химия, 1993.
- Ушакова Н.Н. Пособие по аналитической химии. Качественный анализ. –М.: МГУ, 1981.
- Бессероводородные методы качественного полумикроанализа: учеб. пособие А.П. Крешков, К.Н. Мочалов и др. –М.: Высшая школа, 1979.
- Крешков А.П. Основы аналитической химии. –М.: Химия, 1976. Т.1.
- Крешков А.П., Ярославцев А.А. Курс аналитической химии. –М.: Химия, 1975. Т.1.
- Алексеев В.Н. Качественный анализ. –М.: Химия, 1972.

Федоров В.А., Комиссаренков А.А. Качественный анализ.: метод. пособие / СПбГТУ РП. СПб., 2006.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Составила доц. Пругло Г.Ф.  
(III курс, 6-й семестр. СРС – 54 часа)

### 1. Оптические методы анализа

- 1.1.\* Перечислить оптические методы анализа, применяющиеся в санитарно-химическом анализе.
- 1.2. Дать объяснение понятию «карпускулярно-волновой дуализм» света.
- 1.3. Описать процесс, лежащий в основе абсорбционного спектрального анализа.
- 1.4. Назвать три спектральные области, в которых изучается поглощение света веществом, и соответствующие методы спектроскопии.
- 1.5. Представить процесс поглощения света с точки зрения изменения внутренней энергии исследуемого вещества.
- 1.6. Описать метод атомно-абсорбционной спектроскопии.
- 1.7. Перечислить способы атомизации вещества в атомно-абсорбционной спектроскопии.
- 1.8. Описать метод пламенно-эмиссионной спектроскопии.
- 1.9. Перечислить основные принципы классификации электродов, привести пример каждого типа электродов.
- 1.10. Представить схему спектрофотометра.
- 1.11. Перечислить источники излучения для получения спектров в различном диапазоне длин волн света.
- 1.12. Объяснить необходимость использования различных материалов для изготовления оптической аппаратуры при исследовании спектров в различных областях спектра.
- 1.13. Перечислить приемники излучения в ИК-области, видимой области и УФ-области спектра
- 1.14. Представить вывод закона Бугера-Ламберта-Бера в степенном и линейном виде.
- 1.15. Перечислить условия применимости закона Бугера-Ламберта-Бера.
- 1.16. Обосновать необходимость добавления к бесцветным растворам реагентов, окрашивающих исследуемый раствор при спектральном исследовании вещества.
- 1.17. Описать приемы выбора светофильтра при колориметрическом исследовании раствора.
- 1.20. Привести примеры построения калибровочного графика в фотометрии.
- 1.21.\* Привести график изменения погрешности измерения и величину погрешности и предела обнаружения, предписываемую ГОСТом в санитарно – химическом анализе.

\* Вопрос для студентов специальности 320700

- 1.22. Перечислить методы определения концентрации в фотометрии.
- 1.23. Сравнить методы калибровочного графика и стандартных добавок и обосновать область и условия их применения в фотометрии.
- 1.24. Сравнить методы калибровочного графика и сравнения и обосновать область и условия их применения в фотометрии.
- 1.25. Обосновать область и условия применения метода дифференциальной фотометрии.
- 1.26. Привести схему получения монохроматического излучения в спектрофотометре.
- 1.27. Описать метод определения двух окрашенных соединений методом спектрофотометрии.
- 1.28. Описать принцип рефрактометрического анализа.
- 1.29. Описать принцип люминесцентного анализа.

## 2. Потенциометрия

- 2.1. \*Перечислить потенциометрические методы, применяющиеся в санитарно-химическом анализе.
- 2.2. Дать определение терминам: электрохимическая ячейка, электрод, электрохимическая реакция.
- 2.3. Описать процесс возникновения потенциала на границе металлический электрод-раствор.
- 2.4. Представить уравнение Нернста в общем виде и для описания процесса на границе металлический электрод 1-го рода – раствор.
- 2.5. Описать конструкцию и назначение водородного электрода.
- 2.6. Описать способ измерения стандартного электродного потенциала.
- 2.7. Привести примеры ряда катодных и анодных реакций.
- 2.8. Представить принцип работы гальванического элемента.
- 2.9. Показать связь гальванического элемента и электролитической ячейки.
- 2.10. Представить схематическое изображение электрохимической ячейки, содержащей медный и цинковый электроды.
- 2.11. Перечислить основные принципы классификации электродов, привести пример каждого типа электродов.
- 2.12. Перечислить факторы, влияющие на потенциал индикаторного электрода.
- 2.13. Дать определение функции электрода сравнения.
- 2.14. Описать конструкцию и вывести потенциал хлорсеребряного электрода.
- 2.15. Привести пример окислительно-восстановительных электродов, представить потенциал платинового электрода, опущенного в раствор  $\text{FeCl}_2$  и  $\text{FeCl}_3$ .
- 2.16. Перечислить виды мембранных электродов.
- 2.17. Описать конструкцию и вывести потенциал стеклянного электрода.
- 2.18. Перечислить преимущества и недостатки стеклянного электрода.
- 2.19. \*Привести примеры использования ионометрии в санитарно-химическом анализе.
- 2.20. \*Описать приемы измерения рН растворов в санитарно-химическом анализе, привести погрешность измерения, предписываемую ГОСТом.

- 2.21. Перечислить методы определения концентрации в прямой потенциометрии.
- 2.22. Описать принцип потенциометрического титрования на примере метода кислотно-основного титрования.
- 2.23. Перечислить методы измерения ЭДС в потенциометрии.
- 2.24. Привести схему измерения ЭДС некомпенсационным методом.
- 2.25. Описать компенсационный метод измерения ЭДС в потенциометрии.

## 3. Кулонометрия

- 3.1. Описать процесс электрохимического превращения вещества на электроде с использованием закона Фарадея.
- 3.2. Перечислить методы анализа, основанные на законе Фарадея.
- 3.3. Описать процессы в электрохимической ячейке при приложении к электродам постоянного потенциала.
- 3.4. Дать определение термина «потенциал выделения».
- 3.5. Представить график изменения тока от времени электролиза в методе прямой кулонометрии.
- 3.6. Привести примеры электродных реакций в методе прямой кулонометрии.
- 3.7. Описать электрогравиметрический способ в методе прямой кулонометрии.
- 3.8. Представить схему установки для проведения электролиза и определения количества вещества.
- 3.9. Привести пример использования процесса электролиза для очистки металлов.
- 3.10. Представить суть метода кулонометрического титрования.
- 3.11. Описать способ определения содержания кислоты методом кулонометрического титрования.
- 3.12. Написать реакции, описывающие электрохимическое получение реагента и его взаимодействие с определяемым веществом при определении кислоты.
- 3.13. Описать способ определения содержания тиосульфата натрия методом кулонометрического титрования.
- 3.14. Написать реакции, описывающие электрохимическое получение реагента и его взаимодействие с определяемым веществом при определении тиосульфата натрия.
- 3.15. Пояснить необходимость 100%-ого выхода по току в методе кулонометрического титрования.
- 3.16. Описать преимущество метода кулонометрического титрования перед другими методами титрования.
- 3.17.\* Привести примеры использования методов кулонометрического анализа в санитарно-химическом анализе.
- 3.18. Обосновать необходимость использования в методе кулонометрического титрования инертных электродов.

#### 4. Кондуктометрия

- 4.1.\* Представить возможности кондуктометрии в санитарно-химическом анализе.
- 4.2. Объяснить сущность процесса электропроводности растворов электролитов.
- 4.3. Привести размерность электропроводности в системе СИ.
- 4.4. Объяснить различие между удельной и эквивалентной электропроводностью.
- 4.5. Дать понятие величины предельной электропроводности и объяснить её идентичность с величиной эквивалентной проводимости в случае санитарно-химического анализа.
- 4.6. Объяснить причину аномально высокой величины подвижности протона и гидроксил-иона в электрическом поле.
- 4.7. Объяснить зависимость электропроводности растворов от температуры.
- 4.8. Показать влияние концентрации растворов сильных электролитов на электропроводность.
- 4.9. Привести уравнение зависимости эквивалентной электропроводности от концентрации.
- 4.10. Показать влияние концентрации растворов слабых электролитов на электропроводность.
- 4.11. Объяснить причину возникновения поляризации электродов в постоянном поле.
- 4.12. Обосновать применение в кондуктометрии переменного внешнего поля.
- 4.13. Перечислить растворы, которые анализируют методом низкочастотной кондуктометрии.
- 4.14. Дать определение метода прямой кондуктометрии и описать способ определения концентрации по величине электропроводности растворов.
- 4.15. Указать причину ограниченного применения метода прямой кондуктометрии при анализе многокомпонентных систем.
- 4.16.\* Привести примеры использования метода прямой кондуктометрии в санитарно-химическом анализе.
- 4.17. Описать метод кондуктометрического титрования и принцип нахождения точки эквивалентности.
- 4.18.\* Привести примеры использования метода кондуктометрического титрования в санитарно-химическом анализе.
- 4.19. Представить вид кондуктометрических кривых при титровании сильной кислоты сильным основанием.
- 4.20. Представить вид кондуктометрических кривых при титровании слабой кислоты сильным основанием.
- 4.21. Представить вид кондуктометрических кривых при титровании слабой кислоты слабым основанием.
- 4.22. Привести принципиальную схему установки для определения электропроводности растворов.

- 4.23. Показать связь величины электропроводности раствора электролита и его сопротивления.
- 4.24. Объяснить сущность процесса высокочастотного титрования.
- 4.25. Дать полное выражение электропроводности ячейки емкостного типа.
- 4.26. Показать зависимость реактивной составляющей проводимости от частоты приложенного поля.
- 4.27. Представить вид кривых ВЧТ в зависимости от частоты внешнего поля.
- 4.28. Перечислить возможности использования ВЧТ.
- 4.29. Перечислить преимущества ВЧТ перед другими методами титрования.

#### 5. Полярография

- 5.1. Представить теоретические основы метода полярографии.
- 5.2. Дать классификацию полярографических методов.
- 5.3. Привести примеры использования полярографии.
- 5.4. Описать получение полярографической кривой.
- 5.5. Описать характеристики полярографической (вольтамперной) кривой.
- 5.6. Пояснить понятия: «остаточный ток», «диффузионный ток».
- 5.7. Обосновать выбор и назначение полярографического фона.
- 5.8. Объяснить назначение величины потенциала полуволны.
- 5.9. Объяснить принцип качественного полярографического анализа.
- 5.10. Объяснить принцип количественного полярографического анализа.
- 5.11. Представить примеры методов количественного полярографического анализа: метод калибровочного графика.
- 5.12. Представить примеры методов количественного полярографического анализа: метод стандартных добавок.
- 5.13. Объяснить сущность амперометрического титрования.
- 5.14. Описать достоинства амперометрического титрования.
- 5.15. Привести пример получения кривых амперометрического титрования.
- 5.16. Привести пример определения конца титрования.
- 5.17. Представить описание установки, применяемой для амперометрического титрования.

#### 6. Хроматография

- 6.1. Привести пример использования хроматографического анализа при определении компонентов окружающей среды.
- 6.2. Объяснить принцип метода хроматографического анализа.
- 6.3. Представить классификацию хроматографических методов в зависимости от природы подвижной и неподвижной фазы.
- 6.4. Представить классификацию хроматографических методов в зависимости от аппаратного оформления.
- 6.5. Представить классификацию хроматографических методов в зависимости от способа проведения процесса хроматографирования.
- 6.6. Дать теоретическое обоснование метода газожидкостной хроматографии.

- 6.7. Представить параметры выходной кривой в методе газожидкостной хроматографии.
- 6.8. Описать методы качественного анализа по параметрам удерживания в газовой хроматографии.
- 6.9. Описать методы количественного анализа газовой хроматографии.
- 6.10. Представить способы оценки эффективности хроматографических колонок.
- 6.11. Представить способы оценки селективности и разделительной способности хроматографических колонок.
- 6.12. Дать принципиальную схему газового хроматографа и технику выполнения анализа.
- 6.13. Перечислить вещества, используемые в качестве неподвижных фаз, требования к ним.
- 6.14. Описать принцип получения аналитического сигнала.
- 6.15. Привести пример хроматографического детектора, описать принцип действия детектора по теплопроводности.
- 6.16. Представить методы практического расчёта хроматограмм.
- 6.17. Дать теоретическое обоснование метода ионообменной хроматографии.
- 6.18. Представить классификацию ионообменных материалов.
- 6.19. Представить классификацию методов ионообменной хроматографии.
- 6.20. Дать объяснение элюентному методу в ионообменной хроматографии.
- 6.21. Дать объяснение фронтальному методу в ионообменной хроматографии.
- 6.22. Дать объяснение вытеснительному методу в ионообменной хроматографии.
- 6.23. Привести пример разделения смеси катионов на катионитах.
- 6.24. Привести пример разделения смеси анионов на анионитах.
- 6.25. Описать аппаратное оформление и технику выполнения анализа.
- 6.26. Представить классификацию методов бумажной хроматографии.
- 6.27. Дать теоретическое обоснование метода распределительной и осадочной хроматографии.
- 6.28. Представить варианты качественного анализа в бумажной хроматографии.
- 6.29. Описать приемы, используемые при проведении количественного анализа в методе бумажной хроматографии.
- 6.30. Описать аппаратное оформление и технику выполнения анализа методом бумажной хроматографии.
- 6.31. Описать аппаратное оформление и технику выполнения анализа методом тонкослойная хроматография (ТСХ).

#### Библиографический список

Аналитическая химия /под. ред. Ю.С.Золотова. -М. : Высшая школа, 2000.  
 Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. -  
 М.: Бином, 2003.

Потенциометрия: метод. указания /сост. Г.Ф.Пругло, В.Е. Гусев.-Спб.: /СПбГТУ РП. СПб, 2003.

Скут Г., Уэст Г. Основы аналитической химии. В 2-х т. -М.: Мир, 1979.

Физико-химические методы анализа объектов окружающей среды /под ред. Г.И. Арановича. -М.:1979.

Крешков А.П. Основы аналитической химии. -М.: Химия, 1977. Ч.2.

Крешков А.П. Основы аналитической химии. М.: Химия, 1977. Ч.3.

Васильев В.П. Теоретические основы физико-химических методов анализа. -М.: Высшая школа, 1979.

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОДОПОДГОТОВКИ

Составил проф. Комиссаренков А.А.

(III курс, 5 семестр. СРС – 54 часа)

1. Предмет курса “Теоретические основы водоподготовки”
2. Роль воды в технологических процессах.
3. Особенности технологии получения чистой воды.
4. Значение подготовки воды для технологии и охраны окружающей среды.
5. Особенности использования воды в ЦБП и других отраслях промышленности.
6. Вода как химическое соединение.
7. Общая характеристика природных вод, их классификация.
8. Примеси природных вод, их классификация.
9. Углекислотное равновесие в природных водах.
10. Стабильность и агрессивность воды.
11. Взвешенные вещества природных вод, их определение.
12. Органические вещества природных вод.
13. Ионный состав природных вод. Общая характеристика примесей.
14. Классификация примесей воды на основе фазово-дисперсного состояния.
15. Характеристика примесей I группы классификации и способы их удаления.
16. Характеристика примесей II группы классификации и способы их удаления.
17. Характеристика примесей III и IV групп классификации и способы их удаления.
18. Физические показатели качества воды и их определение.
19. Химические показатели качества воды и их определение.
20. Технологические показатели качества воды.
21. Реагентные методы обработки воды.
22. Физико-химические основы коагуляции.
23. Особенности коллоидного состояния вещества.
24. Строение коллоидной частицы.
25. Причины устойчивости коллоидной частицы.
26. Условия разрушения коллоидных систем.
27. Коагулянты, используемые в водоподготовке.
28. Условия проведения коагуляции.

29. Умягчение воды реагентными методами – известкование.
30. Известково-содовый метод умягчения воды.
31. Магнезиальное обескремнивание воды.
32. Применение флокулянтов для интенсификации коагуляции.
33. Теоретические основы процесса фильтрования.
34. Факторы, влияющие на процесс фильтрования.
35. Механизмы удержания взвешенных частиц в фильтре.
36. Классификация фильтров.
37. Фильтрующие материалы и требования, предъявляемые к ним.
38. Конструкции фильтров насыпного типа.
39. Конструкции фильтров намывного типа.
40. Контактная коагуляция.
41. Задачи ионнообменной технологии обработки воды.
42. Иониты, их строение и свойства.
43. Классификация ионнообменных материалов.
44. Принципы метода ионирования воды.
45. Технологические показатели ионитов.
46. Определение динамической обменной емкости (ДОО) при обмене двух видов ионов.
47. Характеристики выходной кривой поглощения примесей ионитом.
48. Определение ДОО ионита при обмене трех типов ионов.
49. Характеристики выходной кривой при обмене трех типов ионов.
50. Факторы, влияющие на величину обменной емкости ионита.
51. Регенерация отработанного ионита.
52. Факторы, влияющие на степень регенерации ионитов.
53. Катиониты, катионирование.
54. Методы катионирования воды.
55. Аниониты, анионирование.
56. Н-катионирование, особенности процесса.
57. Регенерация Н-катионитовых фильтров.
58. Натрий-катионирование, особенности процесса.
59. Регенерация натрий-катионитовых фильтров.
60. Комбинированные схемы Н-Na-катионирования.
61. Химическое обессоливание воды.
62. Схемы химического обессоливания воды.
63. Особенности конструкции фильтра смешанного действия (ФСД). Область применения.
64. Технология регенерация ФСД.

#### Библиографический список

- Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод.- Киев: Высш. шк., 1981.  
 Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение.- М.: Стройиздат, 1995.

## ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

Составил проф. Комиссаренков А.А,  
 ( V курс, 9-й семестр, СРС- 36 часов)

1. Использование воды в теплоэнергетике.
2. Обращение воды в рабочем цикле ТЭЦ.
3. Основные источники потерь воды и пара в пароводяном цикле, в системах теплофикации и охлаждения.
4. Классификация примесей природных вод, используемых в качестве добавочной воды.
5. Химические характеристики примесей природных вод.
6. Показатели качества воды и их определение.
7. Особенности поверхностных и подземных вод.
8. Методы удаления примесей из воды (общие принципы).
9. Физико-химические основы коагуляции.
10. Особенности коллоидного состояния вещества.
11. Строение коллоидной частицы.
12. Причины устойчивости коллоидной частицы.
13. Условия разрушения коллоидных систем.
14. Коагулянты, используемые в теплоэнергетике.
15. Механизм обесцвечивания воды.
16. Умягчение воды реагентными методами – известкование.
17. Известково-содовый метод умягчения воды.
18. Применение флокулянтов для интенсификации коагуляции.
19. Сущность процесса магнезиального обескремнивания.
20. Схема осветлителя ВТИ.
21. Теоретические основы процесса фильтрования.
22. Факторы, влияющие на процесс фильтрования.
24. Основные технологические параметры, характеризующие процесс фильтрования.
25. Классификация фильтров.
26. Фильтрующие материалы и требования, предъявляемые к ним.
27. Конструкции фильтров насыпного типа.
28. Конструкции фильтров намывного типа.
29. Контактная коагуляция.
30. Задачи ионнообменной технологии обработки воды.
31. Иониты, их строение и свойства.
32. Классификация ионнообменных материалов.
33. Принцип метода ионирования воды.
34. Технологические показатели ионитов.
35. Определение динамической обменной емкости (ДОО) ионнообменного фильтра при обмене двух видов ионов.
36. Характеристика выходной кривой поглощения примесей ионитом.
37. Определение ДОО ионита при обмене трех видов ионов.
38. Факторы, влияющие на величину обменной емкости ионита.

39. Регенерация отработанного ионита.
40. Методы катионирования воды.
41. Натрий-катионирование, особенности процесса.
42. Технология катионирования в фильтрах первой и второй ступени.
43. Водород-катионирование, особенности процесса.
44. Регенерация Н-катионитовых фильтров.
45. Комбинированные схемы. Н-Na-катионирование.
46. Анионирование воды.
47. Типы анионообменных фильтров и условия их работы.
48. ДОЕ анионитов.
49. Регенерация анионитных фильтров.
50. Химическое обессоливание воды.
51. Схемы химического обессоливания воды.
52. Пути повышения экономичности химического обессоливания воды.
53. Процесс совместного Н-ОН-ионирования.
54. Технология регенерации фильтров смешанного действия.

#### Библиографический список

- Комиссаренков А.А., Федоров В.А., Пругло Г.Ф. Водоподготовка: учебное пособие / СПбГТУРП-СПб., 2001.
- Комиссаренков А.А., Федоров В.А., Пругло Г.Ф. Водоподготовка: учебное пособие / СПбГТУРП-СПб., 2004.
- Водоподготовка. Расчеты на персональном компьютере. /О.И.Мартынова и др. – М.: Энергия, 1990.
- Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение. -М.: Стройиздат, 1995.
- Вихрев В.Ф., Шкроб М.С. Водоподготовка. -М.: Энергия, 1973.
- Водоподготовка. Процессы и аппараты /О.И.Мартынова и др. – М.: Атомиздат, 1977.
- Кульский Л.А., Левченко Т.М., Петрова М.В. Химия и микробиология воды. -Киев.: Вища школа, 1976.

#### СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Предисловие.....   | 3  |
| Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплинам кафедры «Аналитическая химия»..... | 4  |
| Качественный анализ (ЕНФ) .....  | -  |
| Количественный анализ .....  | 9  |
| Физико-химические методы анализа.....  | 13 |
| Теоретические основы водоподготовки.....   | 19 |
| Химические методы обработки воды.....  | 21 |

Ирина Николаевна Дмитриевич  
 Валентин Александрович Федоров  
 Галина Федоровна Пругло  
 Алексей Алексеевич Комиссаренков

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Методические указания

Редактор и корректор Н.П.Новикова  
 Технический редактор Л.Я.Титова

Подп. к печати 27.02.2007. Формат 60 x 84/16. Бумага тип. №1. Печать офсетная. Объем 1,5 печ.л., 1,5 уч.-изд. л.  
 Тираж 200 экз. Изд. № 40. Цена «С». Заказ 1486.

Ризограф ГОУВПО Санкт-Петербургского государственного университета растительных полимеров, 198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.