

№ ФАРМ-16

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-ОСЕТИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ» Ми-
нистерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России)

Кафедра химии и физики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ (ВНЕАУДИТОРНОЙ) РАБОТЫ**

по АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

IV семестр

основной профессиональной образовательной программы высшего образования –
программы специалитета по специальности 33.05.01 Фармация,

утвержденной 31.08.2020 г.

Владикавказ, 2020

Тема занятия 4: «Титриметрический анализ. Проверка вместимости мерной посуды. Калибровка мерной посуды».

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: приобрести навыки практической работы по титриметрическому анализу, научиться проводить калибровку мерной посуды; по результатам работы делать вывод о ее пригодности для проведения титриметрических определений.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Методы количественного анализа, их классификация;
2. Способы выражения концентрации растворов;
3. Правила взвешивания на теххимических и аналитических весах.

II. Целевые задачи:

Студент должен знать: • сущность титриметрического анализа; • требования к реакциям, применяемым в титриметрическом анализе; • классификацию методов титриметрического анализа; • мерную посуду, ее назначение, подготовку к анализу; • способы проверки емкости мерной посуды.	Литература: 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
Студент должен уметь: 1. проводить калибровку мерной посуды; 2. по результатам работы делать вывод о пригодности мерной посуды для проведения титриметрических определений.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Ответить на вопросы:

1. В чем сущность титриметрического анализа?

2. Типы реакций, лежащих в основе титриметрического анализа.

3. Какие требования предъявляются к реакциям в титриметрии.

3. Классификация титриметрического анализа в зависимости от:

- химических реакций, лежащих в основе метода;
- применяемого титранта;
- способа титрования.

4. Способы выражения концентрации раствора.

5. Основные понятия титриметрического анализа:

- титрант (рабочий раствор);
- титрование;

- стандартный раствор (установочное вещество);
- аликвота.

6. Мерная химическая посуда, используемая в титриметрическом анализе.

7. Подготовка мерной посуды к проведению анализа.

8. Вещества и смеси, используемые для мытья посуды.

9. Правила работы с мерной посудой.

10. Калибровка мерной посуды.

2. Составьте три тестовых заданий по теме данного занятия по образцу:

Титриметрический анализ – это метод количественного анализа, основанный на измерении:

- А) объема реагента, требующегося для реакции с исследуемым веществом,
- Б) плотности реагента, требующегося для реакции с исследуемым веществом,
- В) электропроводности реагента,
- Г) вязкости реагента, вступающего в реакцию с определяемым веществом.

3. Решите следующие задачи:

1. Что такое титр раствора? Какова масса HNO_3 , содержащаяся в 500 мл раствора, если титр его равен 0,006300 г/мл.
2. Титр раствора HCl равен 0.003592 г/мл. Вычислите его нормальную концентрацию.
3. Чему равны молярные массы эквивалентов H_2SO_4 , H_2SO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и $\text{Ba}(\text{OH})_2$ в реакциях полной и в реакциях неполной нейтрализации.

4. Оформить лабораторную работу.

Тема занятия 5: «ТИТРИМЕТРИЯ. КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ ТИТРОВАНИЕ. АЛКАЛИМЕТРИЯ».

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: На основе знаний теории метода кислотно-основного титрования уметь обоснованно использовать метод для определения кислот, оснований, солей; приобрести навыки практической работы по титриметрическому анализу, научиться выполнять вычисления по результатам титрования, рассчитывать и строить кривые кислотно-основного титрования.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. В каком диапазоне определяемых содержаний (массовой доли вещества в образце) целесообразно применять титриметрический метод анализа? Какая точность (процентная погрешность) определения достигается при этом?
2. Перечислите достоинства и недостатки титриметрического анализа.
3. Определение растворов.
4. Способы выражения концентрации веществ.
5. Какие типы погрешностей возможны при проведении количественного анализа?
6. Что понимают под «правильностью» и «воспроизводимостью» результата анализа? С какими типами погрешностей связаны эти понятия?
7. Назовите источники систематических погрешностей в титриметрическом анализе. Какая из систематических погрешностей вносит основной вклад в суммарную погрешность анализа?
8. Как уменьшить влияние случайных погрешностей на результат анализа?
9. Сколько параллельных определений обычно проводят при выполнении анализа? С чем это связано?
10. С помощью каких статистических критериев можно определить наличие «промаха» (грубой погрешности) в результатах параллельных определений?
11. Какие параметры служат для характеристики воспроизводимости результата анализа?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Принцип титриметрических методов анализа. Классификация методов. 2. Сущность метода кислотно-основного титрования (нейтрализации). 3. Сущность приведенных в методической разработке к лаб. занятиям, титриметрических определений: а) стандартизация раствора соляной кислоты тетраборатом натрия;	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004
---	---

б) количества щелочи в анализируемом растворе; в) массы аммиака в растворах аммонийных солей; 4. Метрологические характеристики титриметрического анализа: диапазон определяемых содержаний, точность (процентная погрешность) анализа. 6. Правильность и воспроизводимость результата титриметрического анализа. Систематические и случайные погрешности.	5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Брать навеску с точно известной массой на аналитических весах методом двух взвешиваний (по разности). Готовить растворы заданной концентрации. 2. Рассчитывать молярную массу эквивалента кислот, солей, оснований по уравнениям реакций. 3. Переходить от одних способов выражения концентраций растворов к другим: от массовой доли к молярной концентрации и молярной концентрации эквивалента и наоборот, пользуясь справочными данными. 4. Рассчитывать pH растворов сильных и слабых кислот, оснований, солей, буферных смесей. 5. Составлять уравнения реакций нейтрализации и гидролиза. 6. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

II. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Что является аналитическим сигналом в титриметрии.
2. Перечислите достоинства и недостатки титриметрического метода анализа.

3. Дайте определение точке эквивалентности.

5. Чем отличаются конечная точка титрования и точка эквивалентности?

6. Каким требованиям должны отвечать первичные стандарты?

7. Какие способы титрования Вы знаете?

8. Как в ходе титрования можно установить точку эквивалентности?

9. Какие требования предъявляются к реакциям в титриметрическом анализе?

10. По какому признаку методы титриметрического анализа делят на группы?

11. Каким соотношением связаны нормальность и титр раствора?

12. Для чего применяют мерные цилиндры, мерные колбы, пипетки, бюретки?

13. В каких случаях применяют метод обратного титрования (титрование по остатку)? Приведите примеры.

14. Почему при титровании сильной кислоты щелочью лучше пользоваться в качестве индикатора метиловым оранжевым или метиловым красным, чем фенолфталеином?

2. Решите следующие задачи:

2.1. Аликвотную долю (10,00 мл) раствора натрия карбоната с молярной концентрацией 0,05500 моль/л оттитровали 15,20 мл раствора HCl с индикатором метиловым оранжевым. Определите титр раствора HCl.

2.2. На титрование навески натрия тетрабората декагидрата массой 0,2471 г израсходовали 24,30 мл раствора серной кислоты. Определите молярную концентрацию эквивалента раствора серной кислоты.

2.3. Рассчитайте титр раствора соляной кислоты по калия гидроксиду, если на титрование навески безводного калия карбоната массой 0,1775 г с индикатором фенолфталеином было израсходовано 13,50 мл раствора соляной кислоты.

2.4. Рассчитайте pH раствора, полученного при добавлении к 100,0 мл раствора серной кислоты с молярной концентрацией 0,05 моль/л 99,0 мл 0,1 моль/л раствора калия гидроксида.

3. Ответить на вопросы тренировочного теста:

1). К инструментальным методам анализа относятся:

- а) физические и физико-химические методы;
- б) физические и химические методы;
- в) химические и физико-химические методы;
- г) только физические методы.

2). К физико-химическим методам относится:

- а) гравиметрия;
- б) титриметрия;
- в) спектроскопия;
- г) газовольюметрия.

3). В какой из приведённых ниже реакций фактор эквивалентности H_2SO_4 равен 1/8?

- а) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HI} = \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$;
- г) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$.

4). Укажите требования, предъявляемые к стандартным веществам:

- а) химическая чистота, отсутствие кристаллизационной воды, устойчивость на воздухе;

- б) отсутствие примесей, негигроскопичность, высокая плотность;
- в) химическая устойчивость, небольшая молярная масса эквивалента, растворимость в воде;
- г) химическая чистота, соответствие своей химической формуле, устойчивость на свету и на воздухе.

5). Аналитическим сигналом в титриметрическом анализе является:

- а) объём;
- б) плотность;
- в) масса.

6). Титр раствора показывает количество грамм растворённого вещества, содержащегося в:

- а) 1 литре раствора;
- б) 100 мл раствора;
- в) 1 мл раствора;
- г) 5 мл раствора.

7). Фактор эквивалентности f H_3PO_4 в реакции $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ равен:

- а) $1/2$;
- б) $1/3$;
- в) 1 ;
- г) $1/5$.

8). Укажите, что означает понятие «точка эквивалентности»:

- а) момент титрования, при котором происходит резкое изменение какого-либо свойства раствора;
- б) момент титрования, при котором количество прибавленного титранта химически эквивалентно количеству определяемого вещества;
- в) момент титрования, при котором происходит изменение окраски индикатора;
- г) момент титрования, при котором титрование заканчивается.

9). Каков титр раствора серной кислоты, если C_N равна $0,5$ моль/л?

- а) $0,024$ г/мл;
- б) $0,24$ г/мл;
- в) $0,0024$ г/мл;
- г) $2,4$ г/мл.

10. Укажите виды мерной посуды, используемые в титриметрическом анализе для точного измерения объема:

- А. мерная колба, колба для титрования, мерный цилиндр;
- В. мерная колба, бюретка, градуированная пробирка;
- С. мерный цилиндр, мерная колба, бюретка;
- Д. мерная пипетка, мерная колба, бюретка.

4. Оформить лабораторную работу.

Тема занятия 6: «ТИТРИМЕТРИЯ. КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ ТИТРОВАНИЕ. АЦИДИМЕТРИЯ».

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: На основе знаний теории метода кислотно-основного титрования уметь обоснованно использовать метод для определения кислот, оснований, солей; приобрести навыки практической работы по титриметрическому анализу, научиться выполнять вычисления по результатам титрования, рассчитывать и строить кривые кислотно-основного титрования.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Сущность титриметрического метода анализа? Что такое титр?
2. Дайте определение процесса титрования.
3. Чем отличаются конечная точка титрования и точка эквивалентности?
4. Каким требованиям должны отвечать первичные стандарты?
5. Какие способы титрования Вы знаете?
6. Как в ходе титрования можно установить точку эквивалентности?
7. Какие требования предъявляются к реакциям в титриметрическом анализе?
8. По какому признаку методы титриметрического анализа делят на группы?
9. Формулы для расчета массовой доли вещества, молярной концентрации, моляльной концентрации и нормальности раствора.
10. Для чего применяют мерные цилиндры, мерные колбы, пипетки, бюретки?
11. Способы титрования.
12. Какие параметры служат для характеристики воспроизводимости результата анализа?

II. Целевые задачи:

Студент должен знать: 1. Правила построение кривых кислотно-основного титрования. 2. Принципы выбора индикатора для титрования, ошибки титрования. 3. Сущность методики определения массы щелочи и карбоната при совместном присутствии в растворе методом кислотно-основного титрования.	Литература: 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
Студент должен уметь: 1. Выполнять все операции титриметрического анализа. 2. Выполнять все виды расчетов	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и

массы определяемого вещества по результатам титрования. 3. Рассчитывать молярные массы эквивалента кислот, оснований, солей в реакциях нейтрализации. 4. Рассчитывать pH растворов солей, сильных и слабых кислот, оснований, буферных растворов.	задачи по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.
--	--

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Ответить на вопросы:

1. Дайте определение понятиям: скачок титрования, кривая титрования.

2. От каких факторов зависит интервал скачка титрования?

3. В каком интервале значений pH лежат скачки титрования при титровании сильного основания сильной кислотой, слабого основания сильной кислотой и слабой кислоты сильным основанием, если концентрации применяемых растворов $C(1/z A) = 0,1$ моль/л?

4. Почему при титровании слабого основания сильной кислотой (и наоборот) точка эквивалентности и точка нейтральности не совпадают?

5. По каким формулам рассчитывают pH растворов сильных и слабых кислот и оснований?

6. Перечислите виды индикаторных ошибок.

7. Напишите в ионной форме уравнение реакции, протекающей при титровании натрия карбоната хлороводородной кислотой.
8. Какие индикаторы можно использовать при титровании раствора щелочи раствором хлороводородной кислоты?
9. Какие индикаторы применяют при титровании слабого основания сильной кислотой?
10. Какие индикаторные ошибки имеют место при титровании гидроксида натрия хлороводородной кислотой с метиловым оранжевым и фенолфталеином?
11. По какой формуле рассчитывают содержание щелочи по результатам титрования аликвотной доли раствора стандартным раствором хлороводородной кислоты?
12. По какой формуле рассчитывают содержание щелочи и карбонатов при совместном присутствии по результатам титрования аликвотной доли раствора стандартным раствором хлороводородной кислоты последовательно в присутствии индикаторов фенолфталеина и метилового оранжевого?
13. По какой формуле рассчитывают стандартное отклонение результатов единичного измерения? Что характеризует эта величина?
14. По какой формуле рассчитывают доверительный интервал среднего значения?

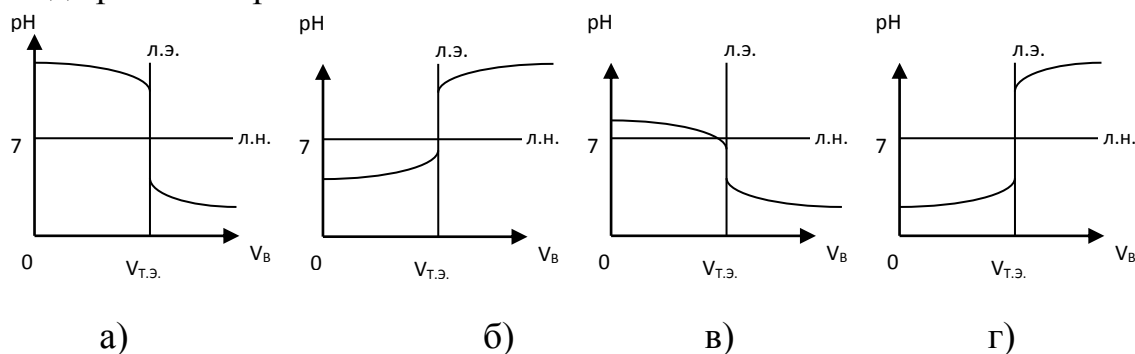
2. Решите следующие задачи:

- 2.1. На титрование 20,0 мл раствора HNO_3 затрачено 15,0 мл 0,1200 н. раствора NaOH . Вычислите нормальную концентрацию, титр и массу HNO_3 в 250 мл раствора.
- 2.2. Какой объем 0,1500 н. раствора NaOH пойдет на титрование 21,00 мл 0,1133 н. раствора HCl ?
- 2.3. Какой объем 0,1000 н. раствора NaOH пойдет на титрование 21,00 мл раствора HCl с титром 0,003810?
- 2.4. Какова нормальная концентрация раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, полученного растворением 1,7334 г ее в мерной колбе вместимостью 250 мл?

3. Ответить на вопросы тренировочного теста:

1. Титрантом в алкалиметрическом титровании является
а) HCl б) H_2SO_4 в) NaOH г) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
2. Стандартным веществом в алкалиметрическом титровании является
а) HCl б) H_2SO_4 в) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ г) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
3. Индикатором в ацидиметрическом титровании слабого основания является
а) метилоранж, б) дифениламин, в) мурексид г) фенолфталеин
4. Алкалиметрическим титрованием можно определить
а) CH_3COOH б) Na_2CO_3 в) NaOH г) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
5. Фактор эквивалентности серной кислоты при определении ее алкалиметрическим титрованием равен
а) 1 б) $1/2$ в) 2
6. Зарисуйте вид кривой титрования соляной кислоты натрия гидроксидом с указанием всех структурных элементов. Укажите название и знак индикаторной ошибки при использовании индикатора метилового оранжевого с $\text{pT} = 4$
а) водородная (-)
б) водородная (+)
в) гидроксидная (-)
г) гидроксидная (+)
7. При титровании щелочного раствора в присутствии двух индикаторов затрачено 8 мл кислоты под контролем индикатора ФФ, а МО – 20 мл. В смеси содержатся ионы
а) OH^- б) CO_3^{2-} в) HCO_3^- г) CO_3^{2-} и OH^- д) HCO_3^- и CO_3^{2-}
8. Щавелевую кислоту массой 1,0000 г растворили в мерной колбе вместимостью 200,0 мл. Титр полученного раствора равен
а) 0,1000 б) 0,01000 в) 0,05000 г) 0,005000
Приведите расчеты.
9. На кривой титрования CO_3^{2-} - иона имеется
а) 1 линия эквивалентности (л.э.) и 1 точка эквивалентности (т.э.)
б) 1 л.э. и 2 т.э.
в) 2 л.э. и 1 т.э.
г) 2 л.э. и 2 т.э.

10. Вид кривой титрования сильной кислоты сильным основанием



4. Оформить лабораторную работу.

5. Подготовиться к модульной контрольной работе №4.

Тема занятия 7: «ТИТРИМЕТРИЯ. КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ ТИТРОВАНИЕ. АЦИДИМЕТРИЯ».

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: На основе знаний теории метода кислотно-основного титрования уметь обоснованно использовать метод для определения кислот, оснований, солей; приобрести навыки практической работы по титриметрическому анализу, научиться выполнять вычисления по результатам титрования, рассчитывать и строить кривые кислотно-основного титрования.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Сущность титриметрического метода анализа?
2. Методы кислотно-основного титрования. Ацидиметрия и алкалиметрия.
3. Способы титрования.
4. Что такое индикатор и для чего он используется в титриметрии?
5. Каковы требования, предъявляемые к кислотно-основным индикаторам?
6. Основные теории кислотно-основных индикаторов.
7. Каковы индикаторные методы определения pH?
8. Способы статистической обработки результатов?

II. Целевые задачи:

Студент должен знать: 1. Правила построение кривых кислотно-основного титрования. 2. Принципы выбора индикатора для титрования, ошибки титрования. 3. Сущность методики определения массы аммиака в растворах, аммониевых солей методом кислотно-основного титрования.	Литература: 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
Студент должен уметь: 1. Выполнять все операции титриметрического анализа. 2. Выполнять все виды расчетов массы определяемого вещества по результатам титрования. 3. Рассчитывать молярные массы эквивалента кислот, оснований, солей в реакциях нейтрализации.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.

- | | |
|--|--|
| <p>4. Рассчитывать pH растворов солей, сильных и слабых кислот, оснований, буферных растворов.</p> <p>5. Определять массу аммиака в растворах, аммониевых солей методом кислотно-основного титрования.</p> | |
|--|--|

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Ответить на вопросы:

1. Какие индикаторы применяют при титровании слабого основания сильной кислотой?
2. По какой формуле рассчитывают стандартное отклонение результатов единичного измерения? Что характеризует эта величина?
3. По какой формуле рассчитывают доверительный интервал среднего значения?
4. Кислотно-основные индикаторы. Примеры.
5. Напишите реакцию разложения иона аммония под воздействием щелочи.
6. Как рассчитать водородную и гидроксидную ошибки титрования?
7. Какие требования предъявляются к кислотно-основным индикаторам.

8. Что такое показатель титрования?

2. Решите следующие задачи:

2.1. Рассчитайте объем раствора HCl с плотностью 1,198 г/мл, необходимый для приготовления 1 л раствора с примерной концентрацией 0,1 моль/л. При расчете используйте табл. 17 Справочника Лурье Ю.Ю.

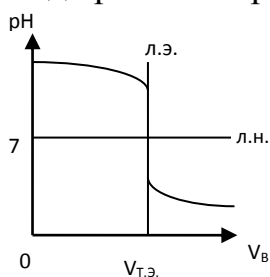
2.2. Вычислите массу навески натрия тетрабората декагидрата, необходимую для приготовления 100 мл раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л.

2.3. Рассчитайте титр раствора калия карбоната, полученного растворением навески безводного калия карбоната массой 0,8332 г в объеме 250,0 мл.

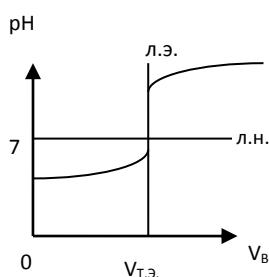
3. Ответить на вопросы тренировочного теста:

1. Индикаторы согласно ионной теории Оствальда – это... (привести примеры)
2. Интервал перехода кислотно-основного индикатора – это
3. Для какой цели используют интервал скачка титрования:
 - A. для выбора индикатора;
 - B. для расчета индикаторной ошибки;
 - C. для расчета степени оттитрованности;
 - D. для определения интервала перехода окраски индикатора?
4. Какая теория индикаторов связывает изменение окраски индикатора с изменением его строения:
 - A. ионная;

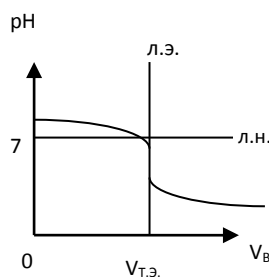
- В. хромофорная;
 С. ионно-хромофорная;
 D. нет такой теории?
5. Что означает понятие «интервал перехода окраски индикатора»:
 А. интервал, в котором осуществляется переход 99,9 % одной формы индикатора в другую;
 В. интервал, в котором наблюдается цвет смешанной окраски двух форм индикатора;
 С. отрезок на кривой титрования, когда происходит резкое изменение свойства раствора;
 D. интервал, в котором отношение концентраций двух форм индикатора составляет от 0,1 до 10?
6. Выберите стандартное вещество для стандартизации титранта HCl:
 А. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
 В. $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;
 С. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
 D. KOH.
7. Выберите метод для определения прямым титрованием Li_2CO_3 :
 А. ацидиметрия;
 В. алкалиметрия;
 С. перманганатометрия;
 D. цериметрия.
8. Выберите вещество, которое можно определять косвенным кислотно-основным титрованием:
 А. H_2O_2 ;
 В. H_2SO_4 ;
 С. NH_4Cl ;
 D. MgSO_4 .
9. Пользуясь табл. 19 Справочника Лурье Ю.Ю., выберите индикатор для определения уксусной кислоты алкалиметрическим титрованием:
 А. метиловый оранжевый;
 В. лакмус;
 С. фенолфталеин;
 D. метиловый красный.
10. Вид кривой титрования слабой кислоты сильным основанием



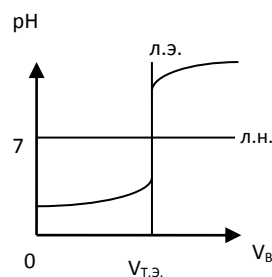
а)



б)



в)



г)

4. Оформить лабораторную работу.

Тема занятия 8: «МЕТОДЫ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ТИТРОВАНИЯ. ПЕРМАНГАНАТОМЕТРИЯ»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: На основе знаний теории метода окислительно-восстановительного титрования уметь обоснованно использовать метод перманганатометрии для определения окислителей и восстановителей; приобрести навыки практической работы по редоксиметрии, научиться выполнять вычисления по результатам титрования.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

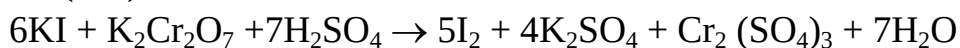
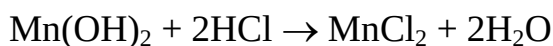
1. Типы окислительно – восстановительных реакций.
2. Сопряженные окислительно – восстановительные пары в окислительно – восстановительных реакциях.
3. Процессы окисления и восстановления.
4. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций электронно–ионным методом.
5. Определение эквивалента окислителя и восстановителя.

II. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u> 1. Основные понятия окислительно-восстановительных процессов. 2. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-систем. 3. Уравнение Нернста. 4. Методика построения кривых окислительно-восстановительного титрования. 5. Сущность и условия перманганатометрического титрования. 6. Примеры перманганатометрического определения восстановителей.	<u>Литература:</u> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<u>Студент должен уметь:</u> 1. Составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций. 2. Рассчитывать молярные массы эквивалента перманганата калия, пероксида водорода, солей железа(II) в реакциях окисления-восстановления.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.

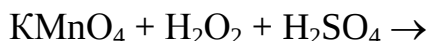
III. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:
1. Ответить на вопросы:

1. Какие реакции называют окислительно-восстановительными?
2. Дайте определение понятиям: окисление, восстановление, окислитель, восстановитель.
3. Какие из приведенных ниже уравнений реакций являются окислительно-восстановительными?



Укажите в них окислитель и восстановитель.

4. Допишите следующие реакции, расставьте в них коэффициенты, используя метод электронно-ионного баланса:



5. Какие титранты-окислители применяются в окислительно-восстановительных методах.
6. Какие вещества применяют для установки характеристик раствора KMnO_4 ? Напишите уравнения реакций стандартизации раствора KMnO_4 .
7. Каковы особенности приготовления стандартного раствора KMnO_4 и условия его хранения?
8. Какие процессы протекают в свежеприготовленном растворе перманганата калия?
9. Какие вещества можно определять прямым перманганатометрическим титрованием?
10. От каких факторов зависит реальный потенциал окислительно-восстановительной пары? Напишите уравнения Нернста.

1.1. Ответить на вопросы по практическим навыкам:

1. Используя метод полуреакций, составьте уравнение реакции восстановления перманганат – иона в кислой среде. Как рассчитать эквивалент MnO_4^- в данном случае?

2. Используя метод полуреакций, составьте уравнение реакции восстановления перманганат – иона в нейтральной среде. Как рассчитать эквивалент MnO_4^- в данном случае?

3. Используя метод полуреакций, составьте уравнение реакции восстановления перманганат – иона в щелочной среде. Как рассчитать эквивалент MnO_4^- в данном случае?

4. Для чего метод перманганатометрии используется в клиническом анализе?

5. Почему раствор перманганата калия нужно хранить в темноте? Приведите соответствующее уравнение реакции.

IV. Допишите недостающие составляющие следующих определений:

а) Приготовить титрованный раствор перманганата калия по точной навеске нельзя, так как

б) В перманганатометрии реакцию проводят в кислой среде, так как

в) Установление нормальности и титра раствора KMnO_4 обычно проводят по раствору

V. Составьте три тестовых задания по теме данного занятия по образцу:

Перманганатометрия относится к методам титриметрии, в основе которых лежит реакция:

- а) нейтрализации
- б) гидролиза;
- в) окисления-восстановления;
- г) комплексообразования.

VI. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1). В перманганатометрии используют индикатор:

- а) крахмал;
- б) KMnO_4 ;
- в) лакмус;
- г) фенолфталеин.

2). Эквивалент KMnO_4 в реакции $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ равен:

- а) $\mathcal{E} = \frac{M_{\text{KMnO}_4}}{2}$;
- б) $\mathcal{E} = \frac{M_{\text{KMnO}_4}}{1}$;
- в) $\mathcal{E} = \frac{M_{\text{KMnO}_4}}{5}$;
- г) $\mathcal{E} = \frac{M_{\text{KMnO}_4}}{3}$.

3). Выберите стандартное вещество для стандартизации титранта KMnO_4 :

- а) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
- б) CaO ;
- в) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$;
- г) Na_2CO_3 .

4). Фактор эквивалентности f окислителя в превращении $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ равен:

- а) $1/5$;
- б) $1/2$;

в) 1;

г) 1/3.

5). Определить молярную массу эквивалента окислителя (г/моль) в реакции: $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

1) 31,6;

2) 52,67;

3) 158;

4) 17.

6). Определить молярную массу эквивалента окислителя (г/моль) в реакции: $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$

1) 31,6;

2) 52,67;

3) 158;

4) 63.

7). Определить молярную массу эквивалента окислителя (г/моль) в реакции $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

1) 31,6;

2) 52,67;

3) 158;

4) 63.

8). Составить уравнение окр ионно-электронным методом и указать сумму коэффициентов у окислителя и восстановителя $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$:

А) 5;

В) 7;

С) 10;

Д) 2.

9). Укажите анионы, которые не обесцвечивают раствор калия перманганата в сернокислой среде:

А. сульфит-ион;

В. сульфат-ион;

С. нитрит-ион;

Д. ацетат-ион.

10). Укажите анионы, окисляющиеся раствором калия перманганата в сернокислой среде:

А. хлорид-ион;

В. бромид-ион;

С. иодид-ион;

Д. карбонат-ион.

VII. Оформить лабораторную работу.

Тема занятия 9: «ЙОДОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ.»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: обоснованно использовать метод йодометрии для определения окислителей и восстановителей.

I. Вопросы для проверки базового (исходного) уровня:

1. Типы окислительно–восстановительных реакций.
2. Сопряженные окислительно–восстановительные пары в окислительно–восстановительных реакциях.
3. Процессы окисления и восстановления.
4. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-систем. Уравнение Нернста.
5. Способы выражения концентрации растворов (массовая доля, молярная концентрация, нормальность раствора, титр раствора).
6. Определение эквивалента окислителя и восстановителя.

II. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u> 1. Окислительно-восстановительные реакции с участием свободного йода. 2. Методы определения окислителей и восстановителей йодометрическим титрованием. 3. Условия проведения йодометрического титрования. 4. Преимущества и недостатки метода йодометрии.	<u>Литература:</u> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<u>Студент должен уметь:</u> 1. Готовить раствор йода с заданной концентрацией. 2. Проводить титрование методом йодометрии. 3. Рассчитывать нормальность рабочего раствора по стандартному раствору. 4. Составлять уравнения реакций йода с натрия тиосульфатом, ионов меди (II), дихромат-ионов и водорода пероксида с йодид-ионами. 5. Рассчитывать молярные массы эквивалента натрия тиосульфата, калия	<u>Литература:</u> 1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.

дихромата и меди (II) в йодометрических определениях.	
---	--

III. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Ответить на вопросы:

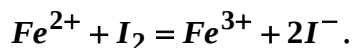
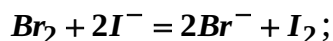
1. Запишите реакцию, лежащую в основе метода йодометрии.
2. В каких случаях метод иодометрии применяется для определения окислителей, а в каких – для определения восстановителей? Приведите примеры.
3. Запишите реакцию взаимодействия йода с тиосульфатом натрия. Уравняйте, применив метод полуреакций.
4. Допишите реакции и уравняйте, применив метод полуреакций:
А) $\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

Б) $\text{Sn}^{2+} + \text{I}_2 \rightarrow$

В) $\text{MnO}_4^{2-} + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow$

Г) $\text{ClO}_3^- + \text{H}^+ + \text{I}^- \rightarrow$
5. Какие продукты образуются при взаимодействии бихромата калия с иодидом калия в сернокислой среде? Напишите уравнение соответствующей реакции.

6. По приведенным схемам составьте полные уравнения реакций:



7. В каких случаях и как проводится метод прямого титрования?

8. Когда в йодометрии применяют метод обратного титрования? В чем он состоит?

9. Какой способ титрования применяют в йодометрии для определения окислителей? Опишите его.

1.1. Ответить на вопросы по практическим навыкам:

1. Почему титрование в методе йодометрии нужно проводить на холоду?

2. Почему титрование в методе йодометрии нельзя вести в щелочной среде? Какая протекает реакция? Как образующийся гипоиодид-ион окисляет тиосульфат-ион? Приведите соответствующие уравнения реакций.

3. Объясните, почему иодометрические определения нужно вести в присутствии избытка иодида калия?

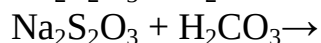
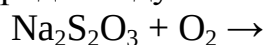
4. Почему титрованные растворы йода необходимо хранить в склянках из темного стекла? По какой реакции иодид калия окисляется кислородом воздуха?

5. Сравните точность метода йодометрии с другими окислительно–восстановительными методами.

6. Обязательно ли применение индикаторов в методе йодометрии? Почему?

7. Почему возможно применение неводных растворов в методе йодометрии?

8. Как водный раствор тиосульфата натрия разлагается под действием кислорода воздуха и оксида углерода (IV)? Допишите уравнения реакций:



9. Приведите формулу для расчета массы навески кристаллического тиосульфата натрия для приготовления раствора заданного объема и концентрации.

10. Как можно рассчитать нормальность и титр раствора тиосульфата натрия, используя нормальность и объем раствора йода?

III. 1. Допишите недостающие составляющие следующих определений:

а) Йодометрией называется метод

б) Преимущества метода йодометрии состоят в следующем ...

в) В йодометрии используют следующие способы титрования:

IV. Составьте 3 тестовых заданий по теме данного занятия по образцу:

В основе редоксиметрии лежит реакция:

- а) окисления-восстановления;
- б) нейтрализации;
- в) гидролиза;
- г) комплексообразования.

V. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1). В йодометрии в качестве индикатора используют:

- а) лакмус;
- б) фенолфталеин;
- в) раствор KMnO_4 ;
- г) раствор I_2 .

2). Титрантом в йодометрии служит:

- а) раствор йода в растворе KI ;
- б) тиосульфат натрия;
- в) щавелевая кислота;
- г) KMnO_4 .

- 3). Выберите стандартное вещество для стандартизации титранта I_2 :**
- а) $Na_2S_2O_3$;
 - б) As_2O_3 ;
 - в) $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$;
 - г) Zn (метал.).
- 4). Титрованным раствором называется раствор с:**
- а) известной концентрации;
 - б) известной массой;
 - в) известной плотностью;
 - г) известной температурой кипения.
- 5). Методы определения окислителей и восстановителей в титриметрии называются:**
- а) редоксиметрией;
 - б) комплексометрией;
 - в) нейтрализацией.
- 6). Укажите виды мерной посуды, используемые в титриметрическом анализе для точного измерения объема:**
- а) мерная колба, колба для титрования, мерный цилиндр;
 - б) мерная колба, бюретка, градуированная пробирка;
 - в) мерный цилиндр, мерная колба, бюретка;
 - г) мерная пипетка, мерная колба, бюретка.
- 7). При определении восстановителей в иодометрии используют:**
- А) прямое титрование
 - Б) обратное титрование
 - В) титрование по методу замещения
- 8). При определении окислителей в иодометрии используют:**
- А) прямое титрование
 - Б) обратное титрование
 - В) титрование по методу замещения
- 9). Иодометрические определения нужно проводить:**
- А) при повышенной температуре
 - Б) в щелочной среде
 - В) в кислой или нейтральной среде
 - Д) в присутствии иодида калия
- 10). Метод иодометрии:**
- А) характеризуется небольшой точностью
 - Б) требует титрования в присутствии индикатора
 - В) можно проводить в неводных средах
 - Г) применяют только для веществ, которые реагируют с иодом непосредственно

VI. Оформить лабораторную работу.

Тема занятия 10: «ДИХРОМАТОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ.»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: обоснованно использовать метод дихроматометрического титрования для определения восстановителей.

I. Вопросы для проверки базового (исходного) уровня:

1. Типы окислительно-восстановительных реакций.
2. Сопряженные окислительно-восстановительные пары в окислительно – восстановительных реакциях.
3. Процессы окисления и восстановления.
4. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций электронно–ионным методом (методом полуреакций).
5. Определение эквивалента окислителя и восстановителя.
6. Сущность и условия перманганатометрического титрования.
7. Сущность и условия иодометрического титрования.
8. Преимущества и недостатки перманганатометрического и йодометрического титрования.

II. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u> 1. Основные понятия окислительно-восстановительных процессов. 2. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-систем. 3. Уравнение Нернста. 4. Методика построения кривых окислительно-восстановительного титрования. 5. Сущность и условия дихроматометрического титрования. 6. Примеры дихроматометрического определения восстановителей.	<u>Литература:</u> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<u>Студент должен уметь:</u> 3. Составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций с участием дихромата калия. 4. Рассчитывать молярные массы эквивалента дихромата калия, солей железа(II) в реакциях окисления-восстановления. 5. Проводить определение вос-	<u>Литература:</u> 1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.

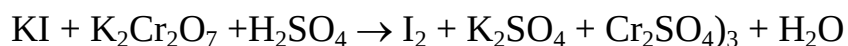
становителей прямым дихро- мометрическим титрованием.	
--	--

III. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Ответить на вопросы:

1. В чем сущность метода дихроматометрии?

2. Расставьте коэффициенты, используя метод электронного баланса в реакции:



Укажите окислитель и восстановитель.

3. Допишите следующие реакции, расставьте в них коэффициенты, используя метод электронно-ионного баланса:



4. Чему равна молярная масса эквивалента дихромата калия при взаимодействии его с железом(II)?

5. В чем преимущества дихроматометрии перед перманганатометрией?

6. Что такое редокс-индикаторы?

7. Как производят хроматометрическое определение железа (II)? Что при этом служит индикатором? Зачем к раствору прибавляют ортофосфорную кислоту?

II. Допишите недостающие составляющие следующих определений:

а) Дихроматометрия - это метод окислительно-восстановительного титрования, основанный на ...

б) При действии на восстановители дихромат-ион $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ приобретает ... электронов и восстанавливается до ...: (привести реакцию).

в) редокс-индикаторы – это

III. Составьте три тестовых задания по теме данного занятия по образцу:

Дихроматометрия относится к методам титриметрии, в основе которых лежит реакция:

- а) нейтрализации
- б) гидролиза;
- в) окисления-восстановления;
- г) комплексообразования.

IV. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1). В дихроматометрии чаще всего используют индикатор:

- а) крахмал;
- б) дифениламин;
- в) лакмус;
- г) фенолфталеин.

2). Эквивалент $K_2Cr_2O_7$ в реакции $Cr_2O_7^{2-} + 6e^- + 14H^+ \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ равен:

- а) $\mathcal{E} = \frac{M_{K_2Cr_2O_7}}{2}$;
- б) $\mathcal{E} = \frac{M_{K_2Cr_2O_7}}{1}$;
- в) $\mathcal{E} = \frac{M_{K_2Cr_2O_7}}{5}$;
- г) $\mathcal{E} = \frac{M_{K_2Cr_2O_7}}{6}$.

3). Указать процесс, протекающий в системе CrO_4^{2-} (щелочная среда) $\rightarrow Cr^{3+}$:

- 1) окисление;
- 2) восстановление;
- 3) диспропорционирование;
- 4) овр не протекает.

4). На титрование 10,00 мл 0,1000 н. раствора дихромата калия затрачено 20,00 мл раствора тиосульфата натрия. Молярная концентрация эквивалента $Na_2S_2O_3 \cdot 5 H_2O$ (N) равна (моль/л):

- а) ☐ 0,2000
- б) ☐ 0,005000
- с) ☐ 0,5000
- д) ☐ 0,1000
- е) ☐ 0,05000

5). Дихроматометрическое титрование используют для:

- а) ☐ обратного титрования окислителей
- б) ☐ заместительного титрования «ни окислителей», «ни восстановителей»
- с) ☐ для всего перечисленного
- д) ☐ прямого титрования восстановителей

6). Уравнение полуреакции титранта в дихроматометрическом титровании:

- a) $\square \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
b) $\square \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
c) $\square \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
d) $\square \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 4\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$

7). Укажите титрант метода дихроматометрии:

- A. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$;
B. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
C. K_2CrO_4 ;
D. H_2CrO_6 .

8). Выберите стандартное вещество для стандартизации титранта $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$:

- A. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
B. KBrO_3 ;
C. KBr ;

9). Определить молярную массу эквивалента восстановителя (г/моль) в реакции: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$.

- 1) 49;
2) 18,25;
3) 6,08;
4) 36,5.

10). Укажите требования, которым должны удовлетворять установочные вещества: а) состав вещества должен строго соответствовать химической формуле; б) вещество должно быть химическим чистым; в) вещество должно быть устойчивым как при хранении в твердом виде, так и в растворе; г) желательно возможно большая величина молярной массы эквивалента вещества.

- 1) все;
2) а, б, в;
3) а, в, г;
4) а, б, г.

V. Решите следующие задачи:

1. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента раствора калия дихромата, приготовленного для стандартизации натрия тиосульфата, если навеску массой 0,6129 г растворили в мерной колбе вместимостью 250,0 мл.

2. Рассчитайте титр раствора калия дихромата по железу(II), если раствор калия дихромата был получен растворением навески массой 0,5310 г в мерной колбе объемом 200,0 мл.

3. К 10,00 мл стандартного раствора калия дихромата с молярной концентрацией эквивалента 0,1184 моль/л добавили избыток калия иодида в сернокислой среде и оттитровали выделившийся иод 9,89 мл раствора натрия тиосульфата. Вычислите молярную концентрацию раствора натрия тиосульфата.

VI. Оформить лабораторную работу.

Тема занятия 11: «БРОМОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ.»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: обоснованно использовать метод бромометрического титрования для определения восстановителей.

I. Вопросы для проверки базового (исходного) уровня:

6. Типы окислительно-восстановительных реакций.
7. Сопряженные окислительно-восстановительные пары в окислительно – восстановительных реакциях.
8. Процессы окисления и восстановления.
9. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций электроно–ионным методом (методом полуреакций).

10. Определение эквивалента окислителя и восстановителя.
11. Сущность и условия бромометрического титрования.
12. Сущность и условия иодиметрического титрования.

II. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u> 7. Основные сведения по бромометрическому титрованию: – уравнения реакций, лежащих в основе метода бромометрии; – титрант метода бромометрии, его приготовление и стандартизация. 8. Сущность метода бромометрического определения натрия салицилата в препарате.	<u>Литература:</u> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<u>Студент должен уметь:</u> 1. Составлять уравнения реакций, лежащих в основе бромометрического титрования. 2. Рассчитывать молярную массу эквивалента бромата калия и определяемых веществ в методах бромометрического титрования.	<u>Литература:</u> 1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.

Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

I. Ответить на вопросы:

1. Напишите уравнение реакции, лежащее в основе бромометрического метода анализа.

2. Что является титрантом метода и как его готовят?

3. Зависит ли окислительно-восстановительный потенциал титранта метода от рН? Дайте обоснованный ответ.
4. Чему равна молярная масса эквивалента калия бромата в бромометрических определениях?
5. Какие вещества можно определять методом бромометрического титрования?
6. Какие индикаторы можно использовать при бромометрическом титровании?
7. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе бромометрического определения натрия салицилата.
8. Напишите формулу, по которой рассчитывают массовую долю натрия салицилата в препарате, и объясните ее.
9. Чему равна молярная масса эквивалента натрия салицилата при бромометрическом титровании?
10. Какой индикатор используют при бромометрическом определении натрия салицилата?

II. Допишите недостающие составляющие следующих определений:

- а) Бромометрия - это метод окислительно-восстановительного титрования, основанный на ...
- б) При бромометрическом титровании можно использовать индикаторы ...

III. Составьте три тестовых задания по теме данного занятия по образцу:

Бромометрия относится к методам титриметрии, в основе которых лежит реакция:

- а) нейтрализации
- б) гидролиза;
- в) окисления-восстановления;
- г) комплексообразования.

IV. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. Укажите титрант метода броматометрии:

- A. KBr ;
- B. KBrO_3 ;
- C. Br_2 ;
- D. H_3BO_3 .

2. Выберите стандартное вещество для стандартизации титранта KBrO_3 :

- A. KBr ;
- B. KBrO_3 ;

- C. KI;
D. KIO₃.
3. Выберите метод для определения прямым титрованием натрия салицилата:
A. ацидиметрия;
B. алкалиметрия;
C. иодиметрия;
D. нитритометрия.
4. Выберите вещество, которое можно определять обратным бромометрическим титрованием:
A. фенол;
B. анилин;
C. стрептоцид;
D. бензол.
5. Выберите вещество, которое можно определять обратным бромометрическим титрованием:
A. K₂Cr₂O₇;
B. бензойная кислота;
C. натрия салицилат;
D. новокаин.
6. Выберите индикатор для определения натрия салицилата обратным бромометрическим титрованием:
A. иодидкрахмальная бумага;
B. М-фенилантраниловая кислота;
C. нитротолуол;
D. хлороформ.
7. Молекулы воды не принимают участия в следующих схемах процессов окисления или восстановления: а) Br₂ (щелочная среда) → BrO₃⁻; б) NO₃⁻ (кислая среда) → NO₂; в) PH₃ (кислая среда) → H₃PO₄; г) ClO₃⁻ (щелочная среда) → Cl⁻;
1) б,г
2) а,б;
3) б,в;
4) а,г.

V. Решите следующие задачи:

1. Рассчитайте массу навески калия бромата для приготовления стандартного раствора объемом 1000 мл с титриметрическим фактором пересчета по мышьяку(III), равным 0,005000 г/мл.

2. В каком объеме надо растворить навеску калия бромата массой 0,6960 г для получения стандартного раствора с титром 0,001392 г/мл.

3. Вычислите титриметрический фактор пересчета раствора калия бромата по натрия гидроарсениту, если на титрование 10,00 мл раствора натрия гидроарсенита с молярной концентрацией эквивалента 0,02500 моль/л было затрачено 12,32 мл раствора титранта в присутствии индикатора метилового оранжевого, а на холостое титрование — 0,12 мл раствора титранта.

VI. Оформить лабораторную работу.

Тема занятия 11(продолжение): «НИТРИТОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: обоснованно использовать метод нитритометрического титрования для количественного определения веществ.

I. Вопросы для проверки базового (исходного) уровня:

13. Типы окислительно-восстановительных реакций.
14. Сопряженные окислительно-восстановительные пары в окислительно-восстановительных реакциях.
15. Процессы окисления и восстановления.
16. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций электронно-ионным методом (методом полуреакций).
17. Определение эквивалента окислителя и восстановителя.
18. Сущность и условия нитритометрического титрования.

<u>Студент должен знать:</u> 1. Возможности метода нитритометрического титрования. 2. Сущность нитритометрического определения веществ, содержащих первичную ароматическую аминогруппу. 3. Сущность методики стандартизации титранта-раствора натрия нитрита – по стандартизованному раствору калия перманганата.	<u>Литература:</u> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<u>Студент должен уметь:</u> 1. Составлять уравнения реакций и рассчитывать молярную концентрацию раствора натрия нитрита при стандартизации его по стандартизованному раствору калия перманганата. 2. Составлять в общем виде уравнение реакции, лежащей в основе нитритометрического титрования веществ, содержащих первичную ароматическую аминогруппу, и рассчитывать массовую долю определяемого вещества в препарате.	<u>Литература:</u> 1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.

Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

I. Ответить на вопросы:

1. Какие свойства может проявлять нитрит-ион в зависимости от природы реагирующего с ним вещества?
2. Какая реакция лежит в основе нитритометрического титрования веществ, содержащих первичную ароматическую аминогруппу? Напишите уравнение реакции в общем виде. Каковы оптимальные условия ее протекания?
3. Какие индикаторы применяют для установления точки эквивалентности в нитритометрическом титровании?
4. Напишите и объясните формулу, по которой рассчитывают массовую долю определяемого вещества в препарате по результатам нитритометрического титрования.
5. Как приготовить раствор натрия нитрита с концентрацией 0,1 моль/л при наличии сухой соли?
6. Какие вещества можно использовать в качестве первичных или вторичных стандартов для стандартизации раствора натрия нитрита?
7. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе стандартизации раствора натрия нитрита с помощью вторичного стандарта обратным перманганатометрическим титрованием с иодиметрическим окончанием. Чему равны факторы эквивалентности натрия нитрита, калия перманганата и натрия тиосульфата в соответствующих реакциях?

8. Объясните целесообразность применения обратного титрования при стандартизации раствора натрия нитрита по калия перманганату.
9. Почему при стандартизации раствора натрия нитрита обратным перманганатометрическим титрованием раствор натрия нитрита прибавляют к подкисленному раствору калия перманганата, а не наоборот?
10. Почему при нитритометрическом определении новокаина титрование проводят:
- а) в солянокислой среде;
 - б) в присутствии калия бромида;
 - в) при температуре не выше $18 - 20^{\circ} \text{C}$;
 - г) прибавляя титрант медленно, особенно вблизи точки эквивалентности?

II. Допишите недостающие составляющие следующих определений:

- а) Нитритометрия - это метод окислительно-восстановительного титрования, основанный на ...
- б) для установления точки эквивалентности в нитритометрическом титровании применяют индикаторы

III. Составьте три тестовых задания по теме данного занятия по образцу:

Нитритометрия относится к методам титриметрии, в основе которых лежит реакция:

- а) нейтрализации
- б) гидролиза;
- в) окисления-восстановления;
- г) комплексообразования.

IV. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. Выберите стандартное вещество для стандартизации титранта NaNO_2 :

- A. сульфосалициловая кислота;
- B. сульфаниловая кислота;
- C. FeCl_3 ;
- D. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

2. Выберите метод для определения прямым титрованием новокаина:

- A. ацидиметрия;
- B. бромометрия;
- C. нитритометрия;
- D. хлоридиметрия.

3. Выберите индикатор для определения Fe(II) нитритометрическим титрованием:

- A. ферроин;

- В. иодидкрахмальная бумага;
- С. эозин;
- Д. фенолфталеин.

4. Указать число электронов, принимающих участие в следующем процессе $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$:

- 1) 3;
- 2) 0;
- 3) 1;
- 4) 2.

5. Процесс восстановления не протекает в следующих схемах: а) $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}$; б) $\text{BrO}_3^- \rightarrow \text{Br}_2$; в) $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$; г) $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$:

- 1) б, г
- 2) а, в;
- 3) б, в;
- 4) а, г.

6. Процесс восстановления не протекает в следующих схемах: а) $\text{BrO}_3^- \rightarrow \text{Br}_2$; б) $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}$; в) $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$; г) $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$:

- 1) б, г
- 2) а, в;
- 3) б, в;
- 4) а, г.

7. Определяемое вещество - это:

- 1) раствор реагента с точно известной концентрацией;
- 2) химический элемент, простое или сложное вещество, содержание которого определяют в образце;
- 3) устойчивое химически чистое соединение точно известного состава;
- 4) раствор реагента с неизвестной концентрацией.

V. Решите следующие задачи:

1. Рассчитайте титр раствора натрия нитрита, если раствор был приготовлен растворением навески массой 0,3808 г в мерной колбе вместимостью 250,0 мл.

2. Вычислите поправочный коэффициент для раствора натрия нитрита с титром 0,007 г/мл по результатам титрования аликвотной доли (10,00 мл) сульфаниловой кислоты с молярной концентрацией 0,1118 моль/л:

9,96 мл;

9,98 мл;

10,02 мл.

3. Рассчитайте массовую долю новокаина в препарате, если навеску препарата массой 1,000 г. растворили в мерной колбе на 100,0 мл и аликвотную долю объемом 20,00 мл оттитровали 7,18 мл раствора 0,1000 моль/л натрия нитрита. (Молярная масса новокаина гидрохлорида 272,78 г/моль).

VI. Оформить лабораторную работу.

Тема занятия 12: «МЕТОДЫ ОСАДИТЕЛЬНОГО ТИТРОВАНИЯ»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: На основе знаний теоретических основ равновесий в системе осадок – насыщенный раствор и сущности методов аргентометрии, тиоцианометрии и меркурометрии уметь выполнять осадительное титрование и обосновывать условия его проведения; уметь проводить расчеты по результатам титрования, рассчитывать и строить кривые осадительного титрования.

I. Вопросы для проверки базового (исходного) уровня:

1. Понятия – гомогенная и гетерогенная системы. Гетерогенное равновесие.
2. Способы выражения растворимости малорастворимых сильных электролитов.
3. Произведение растворимости малорастворимого сильного электролита.
4. Условие образования осадков.
5. Полнота осаждения и влияние различных факторов на полноту осаждения.
6. Сущность метода осадительного титрования.

II. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u> 1. Сущность и условия аргентометрического титрования. 2. Построение кривых осадительного титрования. 3. Методики определения бромидов и иодидов методом аргентометрического титрования.	<u>Литература:</u> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<u>Студент должен уметь:</u> 1. Составлять уравнения реакций, используемых в методах осадительного титрования. 2. Выполнять расчеты концентраций ионов в насыщенном растворе с использованием произведения растворимости.	<u>Литература:</u> 1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.

III. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

I. Ответить на вопросы:

1. Какие требования предъявляются к реакциям, используемым в методах осадительного титрования.
2. Какие индикаторы, применяются в методах осадительного титрования, принцип их действия, условия применения.
3. Адсорбционные индикаторы, принцип их действия и условия применения.
4. В чем сущность определение галогенидов методом Мора. Индикатор метода. Условия титрования.
5. Определение галогенид-ионов методом Фаянса-Ходакова.
6. Устойчивость растворов серебра нитрата и их хранение.
7. Определение галогенидов, тиоцианатов методом Фольгарда. Индикатор метода. Условия титрования.

II. Ответить на вопросы по практическим навыкам:

1. Как проводят стандартизацию раствора аммония тиоцианата?
2. Почему в методах Мора и Фольгарда рекомендуется титровать медленно при энергичном перемешивании в отличие от метода Фаянса-Ходакова?
3. Почему определение хлоридов по методу Мора необходимо проводить в нейтральной или слабощелочной среде?
4. Почему определение йодидов по методу Фаянса-Ходакова нельзя проводить в сильноокислой среде?
5. В какой среде определяют бромиды по методу Фольгарда? Объясните почему?
6. С чем связано просветление раствора вблизи точки конца титрования при определении хлоридов методом Фаянса-Ходакова?
7. Укажите достоинства и недостатки методов Мора и Фаянса-Ходакова.
8. Напишите формулу, по которой рассчитывают содержание калия бромиды в растворе по методу Фольгарда.

III. Допишите недостающие составляющие следующих определений:

а) *Осадительное титрование* - метод титриметрического анализа, основанный на

б) *Аргентометрия* это метод ... титрования, в котором ...

в) *Адсорбционные индикаторы* это

IV. Составьте три тестовых задания по теме данного занятия по образцу:

Какое из перечисленных ниже веществ может быть установочным при стандартизации ~0,05 моль/л раствора серебра нитрата?

- A. цинк;
- B. натрия хлорид;
- C. кальция карбонат;
- D. калия дихромат.

V. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. 0,1 моль/л раствор натрия хлорида титруют 0,1 моль/л раствором серебра нитрата с индикатором калия хроматом. Укажите:

1). значение pH среды при титровании:

- A. 4–6;
- B. 6–8;
- C. 6–10;
- D. 8–10;
- E. 10–12;

2). окраску раствора в начальный момент титрования:

- A. фиолетовая;
- B. красная;
- C. оранжевая;
- D. желтая;
- E. бесцветная;

3). окраску осадка в конечной точке титрования:

- A. желтая;
- B. розовая;
- C. красная;
- D. фиолетовая;
- E. оранжевая.

2. Какой из перечисленных ниже титрантов можно использовать для прямого осадительного титрования ~ 0,05 моль/л раствора калия тиоцианата?

- A. $C(1/2 \text{ Hg}_2(\text{NO}_3)_2) = 0,05$ моль/л;
- B. 0,05 моль/л раствор калия гексацианоферрата(II);
- C. 0,05 моль/л раствор натрия хлорида;
- D. $C(1/2 \text{ Hg}(\text{NO}_3)_2) = 0,05$ моль/л.

3. Какой из перечисленных ниже титрантов можно использовать для определения калия бромида по методу Фольгарда?

- A. 0,05 моль/л раствор серебра нитрата;
- B. 0,05 моль/л раствор аммония тиоцианата;
- C. 0,05 моль/л раствор серебра нитрата; 0,05 моль/л раствор аммония тиоцианата;
- D. 0,05 моль/л раствор ЭДТА; 0,05 моль/л раствор магния сульфата.

4. Какое из перечисленных ниже веществ можно использовать для стандартизации 0,05 моль/л раствора аммония тиоцианата?

- A. 0,05 моль/л раствор натрия хлорида;
- B. 0,05 моль/л раствор серебра нитрата;
- C. цинк;
- D. кальция карбонат.

5. Сколько мл 0,1 М раствора AgNO_3 израсходуется на титрование 5 мл 0,2 М раствора NaCl ?

1) 5 мл;

- 2) 10 мл;
- 3) 100 мл;
- 4) 2 мл.

6. Количество поваренной соли NaCl в первых блюдах определяют методом Мора. Фильтрат титруют раствором AgNO_3 в присутствии индикатора K_2CrO_4 . Выпавший осадок Ag_2CrO_4 имеет:

- 1) белую окраску;
- 2) кирпично-красную;
- 3) жёлтую;
- 4) синюю.

7. Фактор эквивалентности хлорида натрия в аргентометрическом титровании равен:

- a) 1
- b) 2
- c) $1/2$
- d) $1/6$
- e) $1/5$

8. Индикатором в методе Мора является:

- a) избыточная капля титранта
- b) дихромат калия
- c) хромат калия
- d) флуоресцеин
- e) метилоранж

9. Молярная концентрация сульфата магния в растворе равна 1 М.

Молярная концентрация эквивалента (N) сульфата магния ($f_{\text{экв}}=1/2$) в этом же растворе равна:

- a) 1
- b) 6
- c) 5
- d) 2

10. Тиоцианатометрическое титрование проводят в:

- a) сильнощелочной среде
- b) кислой среде
- c) нейтральной среде
- d) щелочной среде

VI. Решите следующие задачи:

1. Вычислите массу навески аммония тиоцианата, необходимую для приготовления 250,0 мл раствора с молярной концентрацией 0,0500 моль/л.

2. Рассчитайте титр и молярную концентрацию раствора натрия хлорида, если в 300,0 мл раствора содержится 1,8233 г соли.

3. Какой объем раствора серебра нитрата с молярной концентрацией 0,05 моль/л необходимо взять для приготовления 100,0 мл раствора с молярной концентрацией 0,03 моль/л?

VII. Оформить лабораторную работу.

Тема занятия 13: «КОМПЛЕКСОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: на основе знания теоретических основ равновесий в растворах комплексных соединений, сущности метода комплексонометрии и навыков работы по титриметрическим методам анализа уметь выполнять комплексонометрическое титрование и обосновывать условия его проведения; уметь проводить расчеты по результатам титрования.

I. Вопросы для проверки базового (исходного) уровня:

1. Общие положения и понятия комплексных соединений.
2. Номенклатура комплексных соединений
3. Химическая связь в комплексных соединениях
4. Диссоциация комплексных соединений в растворах
5. Виды комплексных соединений
6. Способы получения комплексных соединений.
7. Равновесие в растворах комплексных соединений.
8. Устойчивость комплексных соединений.
9. Сущность комплексонометрического титрования.

II. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u> 1. Сущность методики определения массы цинка и свинца в растворе прямым и обратным комплексонометрическим титрованием. 2. Теорию и практику методов осадительного и комплексонометрического титрования.	<u>Литература:</u> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<u>Студент должен уметь:</u> 1. Составлять уравнения реакций, лежащих в основе метода комплексонометрического титрования, писать структурные формулы комплексонов. 2. Решать типовые задачи по теме: «Методы осадительного и комплексонометрического титрования».	<u>Литература:</u> 1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.

Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

I. Ответить на вопросы:

1. Перечислите требования, предъявляемые к реакциям комплексообразования в титриметрическом анализе.
2. Какие органические вещества называются комплексоном? Перечислите наиболее известные комплексоны.
3. Дайте химическое название ЭДТА и напишите структурную формулу этого соединения.
4. Какая реакция лежит в основе метода комплексонометрического титрования?
5. Напишите в общем виде уравнения реакций взаимодействия ЭДТА с двух- и трехзарядными катионами металлов.
6. Какие органические вещества используют в качестве индикаторов в методе комплексонометрического титрования? Каков принцип их действия?

7. Перечислите наиболее важные металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним.
8. В каком случае в комплексонометрическом титровании используют метод обратного титрования?
9. Какие реакции лежат в основе прямого и обратного комплексонометрического титрования?
10. Катионы каких металлов можно определить методом комплексонометрического титрования?
11. Каково молярное соотношение атома комплексообразователя и лиганда в большинстве комплексонов? Какова их окраска?
12. При анализе каких лекарственных веществ применяют метод комплексонометрического титрования?

II. Вопросы по практическим навыкам:

1. Какой индикатор применяется при определении массы железа(III) и кальция в растворе прямым комплексонометрическим титрованием?
2. В какой среде проводят комплексонометрическое титрование железа(III) в растворе? Ответ обоснуйте. Укажите pH раствора.
3. В какой среде проводят комплексонометрическое титрование кальция в растворе? Дайте обоснованный ответ. Укажите pH раствора.

4. Каково молярное соотношение металла и лиганда в комплексонатах кальция и железа(III)? Какова окраска этих комплексонатов?
5. Каков цвет комплекса, образуемого железом(III) с сульфосалициловой кислотой в солянокислой среде?

III. Допишите недостающие составляющие следующих определений:

а). *Комплексонометрия* – это титриметрический метод анализа, основанный на.....

б). *Комплексоны* – это.....

в). *Металлиндикаторы* – это.....

IV. Составьте три тестовых задания по теме данного занятия по образцу:

Комплексонометрия – это метод, в основе которого лежит реакция:

- 1) нейтрализации;
- 2) гидролиза;
- 3) комплексообразования.
- 4) окисления-восстановления.

V. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. Тип индикатора мурексида:

- a) адсорбционный
- b) редокс
- c) осадительный
- d) металлохромный.

2. Для прямого комплексонометрического определения железа(III) необходимо приготовить 500,0 мл 0,02000 моль/л раствора ЭДТА ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

1). Рассчитайте массу навески ЭДТА, необходимую для приготовления титранта.

2). Выберите подходящий для данного случая индикатор:

- A. эозин;
- B. мурексид;
- C. эриохром черный;
- D. ксиленоловый оранжевый;
- E. сульфосалициловая кислота.

3). В каком интервале значений pH следует проводить титрование?

- A. 2–3;
- B. 3–4;
- C. 4–5;
- D. 5–6;
- E. 6–7

4). Как меняется окраска раствора в конечной точке титрования?:

- A. из красно-фиолетовой в синюю;
- B. из синей в красно-фиолетовую;
- C. из красно-фиолетовой в желтую;
- D. из желтой в красно-фиолетовую;
- E. из красной в фиолетовую.

3. Для стандартизации 0,1 моль/л раствора магния сульфата необходимо приготовить 100,0 мл 0,1000 моль/л раствора ЭДТА ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

1). Рассчитайте массу навески ЭДТА.

2). Выберите подходящий для данного случая индикатор:

- A. мурексид;
- B. калия тиоцианат;
- C. эриохром черный Т;
- D. ксиленоловый оранжевый;

Е. метиловый оранжевый.

3). В каком интервале значений рН следует проводить титрование?:

А. 6–7;

В. 7–8;

С. 8–9;

Д. 9–10;

Е. 11–12;

4). Как меняется окраска раствора в конечной точке титрования? Присутствием каких ионов в растворе она обусловлена?:

А. из синей в красную;

В. из красной в синюю;

С. из синей в красно-фиолетовую;

Д. из красно-фиолетовой в синюю;

Е. из синей в фиолетовую.

4. Для прямого комплексонометрического определения Ca^{2+} необходимо приготовить 400,0 мл 0,0250 моль/л раствора ЭДТА.

1). Рассчитайте массу навески ЭДТА ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), необходимую для приготовления титранта.

2). Выберите подходящий для данного случая индикатор:

А. мурексид;

В. фенолфталеин;

С. эриохром черный;

Д. ксиленоловый оранжевый;

Е. метиловый оранжевый.

5. Комплексон II имеет состав.....(привести формулу соединения).

6. Комплексон III имеет состав.....(привести формулу соединения).

7. Взаимодействие трилона Б с двузарядным катионом можно представить схемой(написать уравнение реакции).

8. Преимущество комплексонов по сравнению с другими титрантами – это то, что.....

9. Комплексоны – это.....

10. Комплексоны по селективности уступают другим титрантам, так как Их селективность можно повысить, если.....

VI. Решите следующие задачи:

1. Какой объем раствора магния сульфата с молярной концентрацией 0,0905 моль/л необходимо взять для приготовления 150,0 мл раствора с молярной концентрацией 0,0250 моль/л?

2. Рассчитать титр раствора ЭДТА ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), если на титрование раствора, содержащего 0,0500 г CaO , идет 10,00 мл раствора ЭДТА.

3. На титрование соли кальция израсходовано 15,80 мл раствора ЭДТА с молярной концентрацией 0,05060 моль/л. Рассчитайте массу ионов кальция в анализируемом растворе.

VII. Оформить лабораторную работу.

Тема занятия 14: «ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА. ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА. ФОТОМЕТРИЯ»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: научиться проводить количественное фотоэлектроколориметрическое и спектрофотометрическое определение различных веществ.

I. Вопросы для проверки базового (исходного) уровня:

1. Инструментальные методы анализа и их классификация.
2. Основной закон светопоглощения (закон фотометрии).
3. Молярный и удельный коэффициенты погашения, факторы, влияющие на них.
4. Происхождение электронных спектров. Энергетические переходы (разрешенные и запрещенные). Хромофоры и ауксохромы.
5. Понятие батохромного и гипсохромного сдвига.
6. Гиперхромный и гипохромный эффект.

II. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u> 1. Сущность абсорбционно-спектроскопического анализа, возможности метода. 2. Природу поглощения электромагнитного излучения, происхождение электронных спектров поглощения. 3. Виды фотометрического анализа. 4. Принципы идентификации веществ по их электронным спектрам поглощения. 5. Сущность экстракционно-фотометрического анализа. 6. Оптические схемы фотоэлектроколориметра и спектрофотометра. 7. Способы расчета содержания вещества в растворе при фотометрических определениях.	<u>Литература:</u> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<u>Студент должен уметь:</u> 1. Рассчитывать величину навески для приготовления стандартного раствора.	<u>Литература:</u> 1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи

2. Готовить стандартные растворы методом разбавления. 3. Экстрагировать вещества из водного раствора органическими растворителями. 4. Измерять оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре. 5. Строить градуировочные графики и использовать их для количественного определения веществ. 6. Статистически обрабатывать экспериментальные данные.	по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.
--	--

III. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

I. Ответить на вопросы:

1. Какие параметры характеризуют индивидуальную полосу поглощения вещества в спектре?
2. Что такое максимум светопоглощения?
3. В каком интервале значений оптической плотности рекомендуется работать на спектрофотометрах и фотоэлектроколориметрах?
4. В каком спектральном интервале в качестве источника света используют лампу накаливания, водородную лампу, дейтериевую лампу?
5. Какие факторы необходимо учитывать при выборе рабочей длины волны, если спектр поглощения анализируемого вещества имеет несколько максимумов?

6. Какие кюветы используют при работе в УФ и видимой области спектра?

II. Ответить на вопросы по практическим навыкам:

1. Что происходит с молекулой при поглощении квантов видимого или УФ-света?
2. Приведите примеры хромофорных групп.
3. Какие оптические характеристики принимают во внимание при идентификации веществ на основе их спектров поглощения в УФ- и видимой областях спектра?
4. Можно ли достоверно определить подлинность вещества только на основании его спектров поглощения в УФ- и видимой областях?
5. Какие изменения в спектре поглощения характеризуют гиперхромный и гипохромный эффекты?
6. Какие изменения в спектрах называют гипохромным или батохромным сдвигом?

III. Допишите недостающие составляющие следующих определений:

а) Инструментальные методы анализа основаны на использовании зависимости между ...

б) Спектральной характеристикой называется зависимость светопоглощения от

в) Оптические методы основаны на

**IV. Составьте три тестовых задания по теме данного занятия по образцу:
Фотометрической реакцией называется реакция, при которой происходит:**

- а) образование окрашенного растворимого соединения
- б) образование малорастворимого соединения
- с) растворение малорастворимого соединения
- д) образование бесцветного малорастворимого соединения
- е) образование газообразного соединения

V. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. В фотометрическом титровании используется зависимость между:

- A - поглощением и объемом титранта
- B - поглощением и длиной волны
- C - поглощением и концентрацией
- D - концентрацией и объемом титранта
- E - длиной волны и объемом титранта

2. Количественный анализ в фотометрических методах анализа основан на зависимости интенсивности поглощения от:

- A - количества поглощающих частиц
- B - природы вещества
- C - длины волны света
- D - коэффициента светопоглощения
- E - интенсивности падающего света

3. Уравнение для расчета светопропускания:

- A- $T = I_t / I_o$
- B- $T = \lg I_t / I_o$
- C- $T = \lg I_o / I_t$
- D- $T = I_o / I$
- E- $T = I_t e^{-kc}$

4. Физический смысл удельного коэффициента светопоглощения - это поглощение раствора с толщиной слоя 1 см и концентрацией:

- A - 1%
- B - 1 г/л
- C - 1 н.
- D - 1М
- E - 1 г/мл

5. Видимой области спектра соответствует диапазон волн:

- A - 380-750 нм
- B - 100-750 нм
- C - 750-100000 нм
- D - 380-100000 нм
- E - 100-380 нм

6. Области оптического диапазона, в которых применим метод спектрофотометрии:

- A - Ультрафиолетовая; видимая; инфракрасная
- B - Инфракрасная; видимая
- C - Ультрафиолетовая; инфракрасная
- D - Ультрафиолетовая; видимая
- E - Видимая

7. Фотоколориметрический метод анализа основан на явлении:

- A - поглощение молекулами вещества электромагнитного излучения
- B - поглощение атомами вещества электромагнитного излучения
- C - поляризация молекул вещества
- D - рассеяние света

Е - преломление света

8. Концентрация раствора при использовании молярного коэффициента светопоглощения выражается в:

А - моль/л

В - мг/мл

С - моль-экв/л

Д- г/100 г раствора

Е - г/л

9. Светопропускание исследуемого раствора равно 25%. Светопоглощение этого раствора составляет:

А - 0,60

В - 0,53

С - 0,25

Д - 0,36

Е - 0,40

10. ИК области спектра соответствует диапазон длин волн:

А- 750-100000 нм

В - 100-380 нм

С - 380-750 нм

Д- 100-750 нм

Е- 380-100000 нм

VI. Оформить лабораторную работу.

Тема занятия 15: «АБСОРБЦИОННО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЩЕСТВА В РАСТВОРЕ

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: научиться проводить количественное определение различных веществ методом дифференциального фотометрического анализа.

I. Вопросы для проверки базового (исходного) уровня:

1. Инструментальные методы анализа и их классификация.
2. Какие параметры характеризуют спектры поглощения веществ?
3. Какова сущность закона Бугера-Ламберта-Бера?
4. Методы определений используют в колориметрии?
5. Происхождение электронных спектров. Энергетические переходы (разрешенные и запрещенные). Хромофоры и ауксохромы.

II. Целевые задачи:

<u>Студент должен знать:</u> 1. Сущность абсорбционно-спектро스코пического анализа, возможности метода. 2. Природу поглощения электромагнитного излучения, происхождение электронных спектров поглощения. 3. Виды фотометрического анализа. 4. Сущность дифференциального фотометрического анализа. 5. Оптические схемы фотоэлектроколориметра и спектрофотометра. 6. Способы расчета содержания вещества в растворе при фотометрических определениях. 7. Сущность метода фотометрического титрования.	<u>Литература:</u> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2003. 5-65с. 3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Практикум. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 4. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]. М.: Рус. Врач. 2004 5. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.	
<u>Студент должен уметь:</u> 1. Рассчитывать величину навески для приготовления стандартного раствора. 2. Готовить стандартные растворы методом разбавления. 3. Измерять оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре. 4. Строить градуировочные графики и использовать их для количественного определения веществ. 5. Статистически обрабатывать экспериментальные данные.	<u>Литература:</u> 1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме. 2. Харитонов Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. 3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989.	

III. Задания для самостоятельной работы по изучаемой теме:

I. Ответить на вопросы:

1. Какова сущность закона Бугера-Ламберта-Бера?

2. Какие приборы используют в колориметрии и фотоколориметрии?
3. В чем заключается отличие спектрофотометрии от колориметрии?
4. Какие приборы используют в спектрофотометрии?
5. В чем состоит принципиальное отличие дифференциальной фотометрии от прямой фотометрии?
6. В чем состоит преимущество дифференциальной фотометрии перед прямой фотометрией?
7. Погрешности спектрофотометрического анализа.
8. Фотометрическое титрование. Сущность метода, примеры определений.

II. Ответить на вопросы по практическим навыкам:

1. Какой вид имеет градуировочный график в методе дифференциальной фотометрии?
2. В каких случаях используют метод дифференциальной фотометрии?

3. Укажите пределы значений величин оптических плотностей, измеряемых с наименьшей ошибкой.
4. Что используют в качестве раствора сравнения в дифференциальной фотометрии?
5. Приведите формулу для расчета концентрации определяемого вещества в дифференциальной фотометрии.
6. Напишите реакцию, которая лежит в основе определения меди дифференциальным методом.
7. Погрешности фотометрического анализа. Факторы их вызывающие.

III. Допишите недостающие составляющие следующих определений:

а) Фотометрическое титрование это оптический метод анализа, основанный на ...

б) Чувствительность фотометрического анализа характеризуется ...

в) Дифференциальной спектрофотометрией называют спектрофотометрический метод, в котором

**IV. Составьте три тестовых задания по теме данного занятия по образцу:
Концентрация раствора при использовании удельного коэффициента поглощения выражается в:**

- А) - моль/л
- В) - г/100 мл раствора
- С) -г/л
- Д) - г/100 г раствора
- Е) - мг/мл

V. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. Формула для расчета светопоглощения (I_0 -интенсивность падающего света; I -интенсивность прошедшего):

A- $\lg I_0/I$

B - I/I_0

C - I_0/I

D - $\lg I/I_0$

E - $\ln I_0/I$

2. Концентрация анализируемого раствора при использовании метода одного стандарта равна:

A - $C=A_X/A_{CT} C_{CT}$

B- $C=A_X/E_X I$

C - $C=A_{CT}/A_X C_{CT}$

D - $C= A_{CT} C_{CT}/A_X$

E- $C=A_X/A_{CT}$

3. На молярный коэффициент поглощения влияют:

A - длина волны света

B - толщина поглощающего слоя

C - концентрация вещества

D - величина оптического поглощения

E - никакие факторы не влияют

4. Спектральной характеристикой называется зависимость светопоглощения от:

A - длины волны

B - концентрации

- С - толщины слоя
- D - молярного коэффициента светопоглощения
- Е - удельного коэффициента светопоглощения

5. Величина коэффициента светопоглощения зависит:

- A - от природы вещества
- B - от концентрации раствора
- С - от толщины поглощающего слоя
- D - от интенсивности света
- Е - не зависит ни от чего

6. Оптимальный интервал величины светопоглощения (A) для фотометрических измерений:

- A-0,01-2,0
- B-0,12-1,0
- С-1,0-2,0
- D-0,4-1,2
- Е-0,01-1,0

7. Фотометрической реакцией называется реакция, при которой происходит:

- A - образование малорастворимого соединения
- B - образование бесцветного малорастворимого соединения
- С - образование газообразного соединения
- D - образование окрашенного растворимого соединения
- Е - растворение малорастворимого соединения

8. Взаимосвязь между светопоглощением (A) и светопропусканием (T):

- A- $T = 1/A$
- B - $A = \lg T$
- С- $T = -\lg A$
- D - $A = -\lg T$
- Е - $T = \lg A$

9. Метод дифференциальной фотометрии применяется для:

- A - определения состава комплекса
- B - анализа окрашенных растворов с большим содержанием вещества
- С - определения констант диссоциации слабых кислот и оснований
- D - анализа многокомпонентных систем
- Е - проведения качественного анализа

10. Расчетная формула, используемая при определении концентрации вещества с помощью фактора пересчета (F) в методе дифференциальной фотометрии:

- A- $C_x = A_x F - C_0$
- B- $C_x = A_x F \cdot C_0$
- С- $C_x = A_x + F \cdot C_0$
- D- $C_x = A_x F + C_0$
- Е- $C_x = A_x F / C_0$

VI. Оформить лабораторную работу.