## Методические рекомендации для студентов

**Тема занятия** :«Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия».

**Значение темы:**

Перманганатометрическое титрование применяется в биологической химии, клиническом анализе и санитарно-химических лабораториях. Этим методом определяют активность каталазы крови, окисляемость воды, содержание ионов кальция в сыворотке крови, в продуктах питания, глюкозы в крови и витамина Р, катехинов.

На основе теоретических знаний и практических умений обучающийся должен

## знать:

* теоретические основы метода перманганатометрии;
* условия проведения титриметрического определения: среда раствора, температура, катализаторы;
* применение перманганатометрии в лабораторном и химическом анализе;
* расчетные формулы в титриметрическом анализе;
* лабораторную посуду и оборудование, используемые в анализе.

## уметь:

* проводить титрование растворов;
* фиксировать точку эквивалентности;
* выполнять расчеты в титриметрическом анализе;

## овладеть ОК и ПК:

ОК-1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК-2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ПК-1.1 Проводить физико-химические исследования и владеть техникой лабораторных работ.

ПК-1.5 Оказывать медицинскую помощь в экстренной форме.

## План изучения темы:

1. **Актуализация знаний.**
   1. Дайте характеристику методу перманганатометрии: основное уравнение метода, рабочий раствор.
   2. Почему нельзя приготовить точный титрованный раствор KMnO4?
   3. Какие установочные вещества применяют для стандартизации рабочего раствора перманганата калия?
   4. Какую кислоту используют для подкисления раствора в методе перманганатометрии. Почему не применяются растворы соляной и азотной кислоты?
   5. Какие дополнительные условия ускоряют химическую реакцию между KMnO4 и восстановителем.
   6. Напишите формулу расчета молярной массы эквивалента Мэ окислителя, восстановителя.
   7. Решите задачу: приготовить 100мл 0,1н раствора перманганата калия.

## Содержание темы.

В основе оксидиметрии лежат окислительно-восстановительные реакции. Оксидиметрия подразделяется на ряд методов: иодометрия, перманганатометрия.

Перманганатометрией называется титриметрический метод, в котором в качестве титранта применяется перманганат калия КМnО4. Перманганат калия является сильным окислителем, особенно в кислой среде.

В зависимости от среды при восстановлении КМnО4 получаются различные конечные продукты. В кислой среде ионы МnО4- восстанавливаются до бесцветных ионов Мn2+

МnО4- + 8Н++ 5ē → Мn2+ + 4Н2О (fэ=1/5)

В слабокислой, нейтральной и щелочной среде ионы МnО4- восстанавливаются до оксида марганца (IV) МnО2, образуя темно-коричневый осадок:

МnО4- + 2Н2О + Зē → MnO2↓ + 4ОН- (fэ=1/3)

Образование темного осадка затрудняет определение конца реакции, поэтому титрование проводят в кислой среде, прибавляя большой избыток кислоты. Кроме того, окислительная активность перманганата в кислой среде гораздо выше, чем в щелочной или нейтральной. Для подкисления применяют серную кислоту. Хлороводородную кислоту применять нельзя, так как она вступает в окислительно-восстановительную реакцию с перманганатом калия и на нее расходовалось бы добавочное количество титранта, что естественно искажало бы результат титрования. Азотная кислота, которая является окислителем, для подкисления в методах оксидиметрии не применяется.

Ионы МnО4- придают раствору КМnО4 малиновую окраску. Как было сказано выше, в процессе титрования раствор обесцвечивается. В момент, когда в растворе не останется восстановителя, от прибавления одной капли

КМnО4 титруемая смесь приобретает розовую окраску. Таким образом, точка эквивалентности фиксируется при помощи самого же титранта и индикатор в этом случае не применяется.

В некоторых случаях окислительно-восстановительная реакция с перманганатом калия проходит с небольшой скоростью. Поэтому титрование проводят в нагретом почти до кипения растворе. Реакция ускоряется и за счет действия катализатора, роль которого выполняют ионы Мn2+. Ионы Мn2+ образуются в процессе титрования (так называемый автокатализ), поэтому нет необходимости специально добавлять катализатор. Однако в самом начале титрования катализатор отсутствует, поэтому первые порции раствора КМnО4 реагируют медленно и начинать титровать надо с прибавления очень небольших порций КМnО4.

Титрованный раствор перманганата калия КМnО4 по точной навеске приготовить нельзя. Это объясняется тем, что КМnО4 всегда содержит примеси (чаще всего МnО2). Кроме того, он восстанавливается под влиянием органических веществ, присутствующих в воде. Вследствие этого концентрация раствора КМnО4 в первое время после приготовления несколько уменьшается. Поэтому раствор КМnО4 готовят приблизительно требуемой концентрации, затем устанавливают его титр.

Установочным веществом служит щавелевая кислота Н2С2О4 2H2O. При титровании протекает следующая реакция:

2КМnО4 + 5Н2С2О4 + 3H2SO4 = 2MnSO4 + K2SO4 + 10СО2↑ + 8H2O.

Перманганатометрию чаще всего применяют для анализа солей железа (II), кальция в виде оксалата, щавелевой кислоты, меди (I), пероксида водорода. Метод перманганатометрии можно применять для определения окислителей. В этом случае используют обратное титрование, прибавляя к определяемому веществу заведомо избыточное точно отмеренное количество раствора восстановителя. Затем избыток восстановителя титруют раствором перманганата калия.

**Перманганатометрическим титрованием** называется титриметрический метод анализа, основанный на использовании в качестве титранта KMnO4.

Основное уравнение: **MnO4-+8H++5ē → Mn2++4H2O**

Титрант: **0.1 *моль/л* раствор перманганата калия.**

Особенности приготовления титрованного раствора:

**- отстаивание в течение 2-3 суток;**

**- фильтрование через стеклянный фильтр.**

Условия:

**- титрование проводят в кислой среде в присутствии серной кислоты;**

**- медленное начало титрования (автокатализ);**

**- для ускорения возможно нагревание.**

Индикатор: **метод без индикаторный.**

Титрование: **прямое, обратное, заместительное.**

Применение: **для определения восстановителей и окислителей (ионов Fe2+, пероксида водорода, нитрита натрия и многих других).**

Мэ(KMnO4) **=31.6 *г/моль.*** fэ = **1/5**

## Самостоятельная работа студентов.

Требования по оформлению работы в тетради

1. Дата и тема.
2. Наименование практической работы.

*Оформить в таблице:*

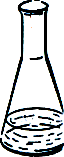
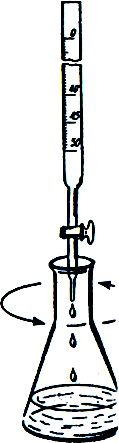
1. Краткое описание выполнения работы (реактивы и оборудование, используемые в работе, ход работы, уравнения химических реакций).
2. Результаты практической работы (результаты титрования).
3. Расчеты (основные формулы для расчетов, расчеты).

**Практическая работа**

*Задание №1:*

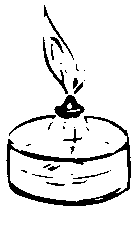
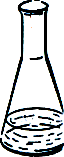
## Стандартизация раствора перманганата калия по щавелевой кислоте

1. Промыть бюретку раствором перманганата калия.
2. Заполнить бюретку рабочим раствором перманганата калия по верхнему мениску.
3. Промыть пипетку раствором щавелевой кислоты.
4. Отмерить пипеткой 5мл щавелевой кислоты.
5. Перенести щавелевую кислоту в колбу для титрования.
6. Цилиндром отмерить 8мл 2н серной кислоты.
7. Смесь нагреть до 70-80 °С на водяной бане.
8. Откапать 2 капли перманганата калия в горячий раствор кислоты, перемешивая дождаться обесцвечивания.
9. Оттитровать раствор щавелевой кислоты раствором перманганата калия до появления слаборозового окрашивания, не исчезающего 1 минуту.
10. Заметить объем перманганата калия по верхнему мениску.
11. Произвести 3 титрования и рассчитать молярную концентрацию.



титрант , *моль/л*

Точка эквивалентност



0,1 моль/л, 5 *мл*

H2SO4 2 *моль/л мл*

t = 70-800C

**не кипятить!**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Объем титруемого раствора H2C2O4, мл | Объем стандартного раствора, пошедшего на титрование KMnO4, мл | | | | Концентрация титруемого раствора KMnO4, моль/л |
|  | V1 | V2 | V3 | Vср |  |
|  |  |  |  |  |  |

**ВЫВОД:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*Задание №2:*

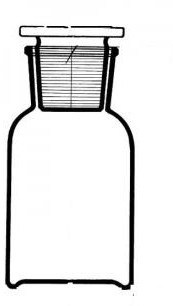
**Определение массовой доли перекиси водорода в растворе**

1. В бюретке довести раствор перманганата калия до нулевой метки.
2. В мерную колбу на 100 мл отмерить пипеткой 2 мл перекиси водорода, объем доводят очищенной водой до метки.
3. Пипеткой в колбу для титрования отмерить 5 мл из разведения.
4. В колбу для титрования мерным цилиндром (градуированной пробиркой) отмерить 5мл 2н серной кислоты.
5. Титровать рабочим раствором до появления неисчезающей розовой окраски. Титруют три раза, для расчета берут средний объем.

1)

*мл*

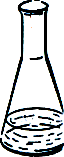




H2O**-до метки**

**H2O2 –3%**

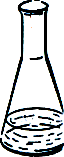
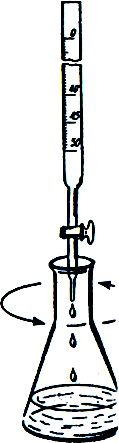
2)



\_H2O2,

*мл*

H2SO4



титрант

,

*моль/л*

2 *моль/л мл*

H2O2 – разв. Точка эквивалентности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Объем KMnO4 пошедший на титрование | Средний объем, мл | Концентрация H2O2, % |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |
| 3 |  |

Определить массовую долю перекиси водорода можно по формуле:

Мэ(H2O2) \* Сэ (KМnO4)\* V(KМnO4)\*Vколбы\* 100 %

ω%= -------------------------------------------------------------

1000 \* V1(H2O2)\* V2(H2O2) (взятой для анализа)

**ВЫВОД:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## Подведение итогов.

Проверка расчетов по результатам титрования.

Проверка оформления работы в тетради у преподавателя.

## Домашнее задание.

(1) с. 209 - 212, 217 - 221