

## ЗАНЯТИЕ N12

### ТЕМА: РЕАКЦИИ С ПЕРЕНОСОМ ЭЛЕКТРОНОВ В КОЛИЧЕСТВЕННОМ АНАЛИЗЕ. ОКСИДИМЕТРИЯ. ПЕРМАНГАНАТОМЕТРИЯ.

Медико-биологическое значение: Окислительно-восстановительные реакции широко распространены в природе. Большинство химических реакций, лежащих в основе процессов жизнедеятельности, являются окислительно-восстановительными. По окислительно-восстановительному механизму работают многочисленные ферменты - цитохромы, каталаза, пероксидаза, гемоглобин и др.

В биохимическом и клиническом анализе, медицинских и санитарно-гигиенических исследованиях широко применяются аналитические методы, основанные на окислительно-восстановительных реакциях (например, определение ацетона, хинона и гидрохинона, мочевой кислоты в моче, сахара в крови, ионов кальция в сыворотке крови и др.).

Оксидиметрию используют для контроля качества фармацевтических препаратов, в санитарно-гигиенических исследованиях. Так, с помощью оксидиметрии определяют содержание активного хлора в питьевой воде, растворенного кислорода и органических примесей в природной воде. В медицине и биологии широко применяют метод перманганатометрии.

Цель занятия: Углубление, закрепление и формирование системных знаний о реакциях окисления и восстановления, как основы оксидиметрических методов объемного анализа. Формирование практических навыков применения метода перманганатометрии для определения вещества в исследуемом растворе.

#### К занятию необходимо:

1. ИЗУЧИТЬ следующие программные вопросы: Общая характеристика метода перманганатометрии: титранты и их стандартизация, фиксирование точки эквивалентности. Общая характеристика метода иодометрии: титранты и их стандартизация, фиксирование точки эквивалентности, определение окислителей и восстановителей. Значение титриметрического анализа в медико-биологических исследованиях и клиническом анализе.

2. ВЫПОЛНИТЬ упражнения и решить задачи: см. Вопросы для самоконтроля №8, 9, 16.

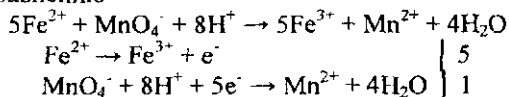
3. ПОДГОТОВИТЬСЯ к выполнению УИРС.

Литература: /1/ гл. 4 (4.2); /8/ гл. IX (93-97); /3/ гл. 5 (5.9, 5.10).

Учебно-исследовательская работа (УИРС):

"Определение содержания железа в растворе его соли"

Ионы  $\text{Fe}^{2+}$  легко окисляются ионом  $\text{MnO}_4^-$ . В кислой среде реакция протекает по уравнению



Ионы  $\text{Fe}^{2+}$ , окисляясь, теряют 1 электрон. Поэтому молярная масса эквивалента железа (II) равна молярной массе железа.

Для определения содержания железа (II) в контрольном растворе необходимо найти концентрацию раствора и его объем.

Концентрацию раствора железа (II) можно определить с помощью рабочего раствора  $\text{KMnO}_4$  методом титриметрического анализа.

**Цель.** Закрепить навыки титриметрического определения веществ в растворах и проверить качество выполнения лабораторных работ 5.7-5.9.

**Оборудование.** Мерная колба вместимостью 100 мл, воронка, микробюретка вместимостью 5 мл, мерная пипетка вместимостью 2 мл, коническая колба для титрования объемом до 100 мл, мерный цилиндр или специальная бюретка для раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

**Реактивы.** Рабочий раствор  $\text{KMnO}_4$ , раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  концентрацией 1 моль/л, дистиллированная вода.

**Выполнение эксперимента.**

Получите у преподавателя пробирку с контрольным раствором соли железа (II) и запишите в журнал номер контрольного раствора (пробирки). Затем перелейте контрольный раствор в мерную колбу вместимостью 50 мл (пользуйтесь воронкой). Пробирку заполните водой и эту воду также перелейте в мерную колбу. Повторите эту операцию ещё раз. Таким образом, весь контрольный раствор будет количественно перенесен в мерную колбу на 50 мл. Затем долейте в мерную колбу дистиллированной воды до метки и перемешайте полученный раствор.

Для определения концентрации контрольного раствора отберите 5,00 мл его в колбу для титрования, прибавьте в колбу из специальной бюретки 2 мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и оттитруйте рабочим раствором  $\text{KMnO}_4$  до появления не исчезающей розовой окраски титруемого раствора. Запишите в журнал объем раствора  $\text{KMnO}_4$ , израсходованный на окисление железа (II).

Повторите операцию титрования до тех пор, пока не получите ряд сходящихся в пределах 0,04 мм результатов.

Все полученные результаты запишите в рабочий журнал. Если сочтете необходимым, прокомментируйте тот или иной результат.

Например:  $V_1 = 2,94$  мл – явно перетитровано  
 $V_2 = 2,71$  мл  
 $V_3 = 2,66$  мл – сходящиеся результаты  
 $V_4 = 2,70$  мл

$$V_{\text{ср}} = \frac{V_2 + V_3 + V_4}{3} = \dots$$

Необходимо также обратить внимание на то, что анализируемый контрольный раствор соли железа (II) не должен долго соприкасаться с воздухом во избежание частичного окисления ионов  $\text{Fe}^{2+}$  кислородом. Поэтому постарайтесь всю работу провести быстро.

**Обработка результатов эксперимента.** По результатам анализа найдите средний объем рабочего раствора  $\text{KMnO}_4$ , израсходованный на титрование 2 мл контрольного раствора соли железа (II). Используя закон эквивалентов

$$c\left(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4\right) \cdot V(\text{KMnO}_4) = c(\text{Fe}^{2+}) \cdot V(\text{Fe}^{2+}),$$

рассчитайте концентрацию контрольного раствора с  $(\text{Fe}^{2+})$  в моль/л.

Учитывая объем анализируемого раствора (50 мл = 0,05 л), рассчитайте количество (моль) железа (II) в контрольном растворе и его массу.

Сообщите преподавателю результат анализа контрольного раствора соли железа (II) и узнайте у преподавателя числовые значения действительного содержания  $\text{Fe}^{2+}$  - ионов в контрольном растворе.

Рассчитайте абсолютное и относительное отклонение результата анализа от истинного значения. Проанализируйте вероятный источник ошибки эксперимента. Запишите уравнение реакции.

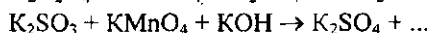
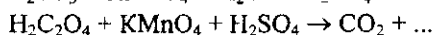
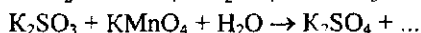
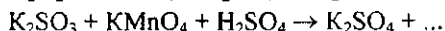
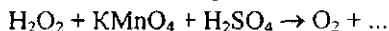
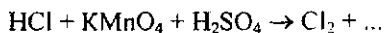
### **Вопросы для самоконтроля подготовленности к занятию** **и защиты работы:**

1. Какую степень окисления должны иметь сера, азот, хлор, чтобы они проявляли свойства только а) окислителя; б) восстановителя.
2. Чему равна молярная масса эквивалента окислителя  $\text{KMnO}_4$  в а) кислой, б) нейтральной, в) щелочной среде?
3. Рассчитать молярную массу эквивалента: а)  $\text{Fe}^{2+}$ , б)  $\text{KI}$  в реакциях с  $\text{KMnO}_4$  в кислой среде.
4. Сколько граммов  $\text{KMnO}_4$  необходимо для приготовления 1,5 л раствора с концентрацией с  $(1/5 \text{KMnO}_4) = 0,2$  моль/л?
5. Рассчитайте навеску сухого  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  для приготовления 100 мл раствора  $\text{FeSO}_4$  с молярной концентрацией эквивалента 0,05 моль/л, который будет использован в окислительно-восстановительном титровании.
6. В чем заключается сущность метода перманганатометрии? Для определения каких веществ его можно использовать?
7. Как в перманганатометрии фиксируется точка эквивалентности?

8. На титрование раствора  $\text{FeSO}_4$  израсходовано 21,6 мл раствора  $\text{KMnO}_4$  с концентрацией  $c(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,09$  моль/л. Сколько граммов  $\text{FeSO}_4$  содержалось в растворе?

9. Определите содержание кальция в мг на 100 мл сыворотки крови, если на титрование израсходовано 0,25 мл раствора  $\text{KMnO}_4$  с концентрацией  $c(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,1$  моль/л.

10. Составьте полные уравнения приведенных ниже реакций. Укажите окислитель и восстановитель.



11. Какие реакции лежат в основе иодометрического титрования? Какие вещества можно определять этим методом?

12. Каким образом можно зафиксировать точку эквивалентности в иодометрии? В чем заключается особенность применения индикатора?

13. Какие способы проведения титрования используются при иодометрическом определении: а) окислителей, б) восстановителей. Ответ пояснить, привести примеры.

14. Какие из следующих соединений можно количественно определить с помощью иодометрии:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Cl}_2$ .

15. Сколько граммов тиосульфата натрия потребуется для приготовления 1,5 л раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л.

16. При иодометрическом определении дихромата калия в растворе на титрование пробы 10 мл анализируемого раствора затрачено в среднем 2,5 мл раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л. Сколько граммов дихромата содержится в 50 мл раствора?

17. На титрование 10,0 мл раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  с молярной концентрацией эквивалента 0,0192 моль/л израсходовано 10,5 мл раствора иода. Определите молярную концентрацию эквивалента и титр раствора иода.

18. Для приготовления 1 л раствора дихромата калия взята навеска 3,5 г  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Определите титр, молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента полученного раствора (фактор эквивалентности  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  равен 1/6).

19. К подкисленному раствору иодида калия прилили 10 мл раствора  $\text{KMnO}_4$  с концентрацией  $c(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,133$  моль/л и выделившийся иод оттитровали 12,95 мл раствора тиосульфата натрия. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора тиосульфата натрия.

20. Составьте ионные уравнения приведенных ниже реакций. Укажите окислитель и восстановитель.

