

ТЕМА 3. Учение о растворах (продолжение). Титриметрические методы анализа (продолжение).

Цель занятия:

Углубление, закрепление и формирование системных знаний о реакциях окисления и восстановления, как основы оксидиметрических методов объемного анализа. Закрепление навыков составления окислительно-восстановительных реакций. Формирование практических навыков применения метода перманганатометрии для определения вещества в исследуемом растворе.

Задачи занятия:

- 1) В процессе занятия необходимо сформировать и закрепить:
 - навыки определения степени окисления атомов элементов в соединениях, определения окислителей, восстановителей, процессов окисления, восстановления;
 - навыки составления уравнений окислительно-восстановительных реакций;
 - умения рассчитывать окислительно-восстановительный эквивалент в реакциях.
- 2) Сформировать у студентов конкретные химические знания и понятия по данной теме.
- 3) Развить практические умения обращаться с аналитической посудой, выполнения последовательных операций объемного анализа и нахождения точки эквивалентности при титровании; проводить химический эксперимент, соблюдая правила техники безопасности.
- 4) Воспитать ценностное отношение к химическим объектам.

Мотивационная характеристика необходимости изучения темы:

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 (каталаза, пероксидаза и др.), цитохромы, гемоглобин в присутствии нитратов, нитритов и др. окислителей.

В биохимическом и клиническом анализе используется KMnO_4 в качестве рабочего раствора (перманганатометрия) для определения мочевой кислоты в моче, сахара в крови, ионов Ca^{2+} и Fe^{2+} 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.

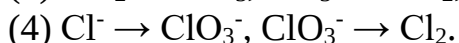
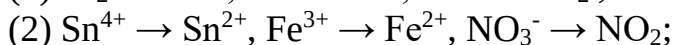
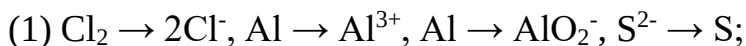
Метод йодометрии – разновидность оксидиметрии, широко применяется в клинической биохимии. Так, рабочий раствор йода используют в клиническом анализе при определении в крови фермента пероксидазы, аскорбиновой кислоты крови и др. В санитарно-гигиенических

исследованиях йодометрия применяется для определения активного хлора в хлорной извести, остаточного хлора в питьевой воде и др. Этим методом анализируют многие органические и неорганические лекарственные вещества (окислители и восстановители).

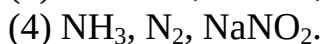
Вопросы для самоподготовки:

ПОВТОРИТЬ: Степень окисления. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций.

а) Укажите, какие из указанных процессов представляет собой окисление и какие восстановление:



б) Укажите, какие из указанных веществ могут проявлять только окислительные свойства; только восстановительные свойства; проявляют окислительно-восстановительную двойственность:



в) Какие из указанных ионов играют роль окислителей, а какие восстановителей: S^{2-} , Fe^{3+} , Ag^+ , Cu^{2+} , Cl^- , Br^- , I^- ?

Вопросы для аудиторного контроля знаний:

Электронно-ионный метод уравнения окислительно-восстановительных реакций. Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования.

Тесты для проверки уровня знаний:

1. На каких реакциях основана оксидиметрия:

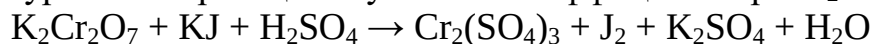
а) комплексообразование

б) окислительно-восстановительные

в) нейтрализации

г) осаждение

2. Составьте уравнение реакции и укажите коэффициент при $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$:



а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

3. Выберите восстановитель для $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$:

а) H_2SO_4 б) NaOH в) FeSO_4 г) K_2FeO_4 .

4. Рассчитайте молярную массу эквивалента KNO_2 в превращении $\text{KNO}_2 \rightarrow \text{KNO}_3$.

а) 85 б) 42,5 в) 28,3 г) 21,2.

5. На реакцию с 5 мл раствора KI в кислой среде израсходовано 10 мл 0,1 н раствора KMnO_4 . Рассчитайте массу (г) KI в 50 мл раствора.

а) 0,033 б) 0,83 в) 1,66 г) 3,32.

Учебно-исследовательская работа (УИРС):
"Определение содержания железа в растворе его соли"

Цель работы: Освоить метод перманганатометрии. Закрепить навыки титриметрического определения веществ в растворах.

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

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

Концентрацию раствора железа (П) можно определить с помощью рабочего раствора KMnO_4 методом титриметрического анализа.

Выполнение эксперимента.

1. Получите у преподавателя пробирку с контрольным раствором соли железа (П) и запишите в журнал номер контрольного раствора (пробирки).
2. Перелейте контрольный раствор в **мерную колбу** вместимостью 50мл (пользуйтесь воронкой). Пробирку заполните водой, и эту воду перелейте в мерную колбу. Повторите эту операцию еще 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.
3. Бюретку заполните *рабочим раствором KMnO_4* . Запишите в лабораторный журнал молярную концентрацию эквивалента рабочего раствора калия перманганата.
4. Для определения концентрации контрольного раствора отберите пипеткой 5 мл его в *колбу для титрования*, прибавьте в колбу с помощью 1мл раствора H_2SO_4 и оттитруйте рабочим раствором KMnO_4 до появления не исчезающей **розовой окраски** титруемого раствора. Запишите в журнал объем раствора KMnO_4 , израсходованный на окисление железа (П).
5. 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:

$$\begin{array}{l} V_1 = 2,94 \text{ мл} - \text{явно перетитровано} \\ V_2 = 2,71 \text{ мл} \\ V_3 = 2,66 \text{ мл} \\ V_4 = 2,70 \text{ мл} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{array}} \right\} \text{сходящиеся результаты}$$

Необходимо также обратить внимание на то, что анализируемый контрольный раствор соли железа (П) не должен долго соприкасаться с

воздухом во избежание частичного окисления ионов Fe^{2+} кислородом. Поэтому постарайтесь всю работу провести **быстро**.

Обработка результатов эксперимента

По результатам анализа найдите **средний объем** рабочего раствора KMnO_4 , израсходованный на титрование 5 мл контрольного раствора соли железа (II) $V_{\text{ср}} = \frac{V_2 + V_3 + V_4}{3} = \dots$ 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 (Fe^{2+}) в моль/л.

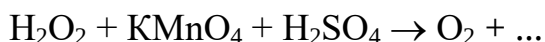
Учитывая объем анализируемого раствора (50 мл = 0,05 л), рассчитайте **количество** (моль) железа (II) в контрольном растворе и его **массу**.

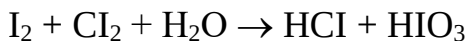
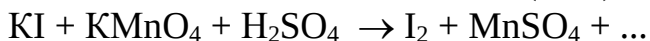
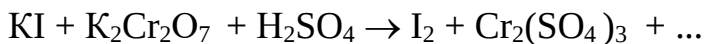
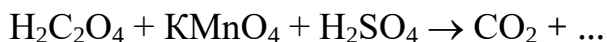
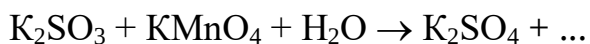
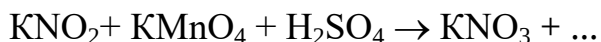
Сообщите преподавателю результат анализа контрольного раствора соли железа (II) и узнайте у преподавателя числовые значения действительного содержания Fe^{2+} -ионов в контрольном растворе.

Рассчитайте абсолютное и относительное отклонение результата анализа от истинного значения. Запишите уравнение реакции, протекающей в колбе для титрования.

Задания для самостоятельной 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 KMnO_4 в:
а) кислой, б) нейтральной, в) щелочной среде?
3. Рассчитать молярную массу эквивалента:
а) Fe^{2+} ,
б) KI в реакциях с KMnO_4 в кислой среде.
4. Сколько граммов KMnO_4 необходимо для приготовления 1,5 л раствора с концентрацией $c(1/5 \text{KMnO}_4) = 0,2$ моль/л?
5. Рассчитайте навеску сухого $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ для приготовления 100 мл раствора 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 FeSO_4 израсходовано 21,6 мл раствора KMnO_4 с концентрацией $c(1/5 \text{KMnO}_4) = 0,09$ моль/л. Сколько граммов FeSO_4 содержалось в растворе?
9. Составьте полные уравнения приведенных ниже реакций. Укажите окислитель и восстановитель.





10. Определите содержание кальция в мг на 100 мл сыворотки крови, если на титрование израсходовано 0,25 мл раствора KMnO_4 с концентрацией $c(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,1$ моль/л.
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: Na_2CO_3 , Na_2SO_3 , HCl , KCl , NaOH , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 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 йода. Определите молярную концентрацию эквивалента и титр раствора йода.
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 KMnO_4 с концентрацией $c(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,133$ моль/л и выделившийся йод оттитровали 12,95 мл раствора тиосульфата натрия. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора тиосульфата натрия.

Список литературы:

Основная:

1. Общая химия: учебное пособие / С.В.Ткачёв, В.В.Хрусталёв. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – гл.15, 16.

Дополнительная:

1. Болтromeюк, В.В. Общая химия: пособие для студентов обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело», 1-79 01 05 «Медико-психологическое дело», 1-79 01 06 «Сестринское дело» / В.В. Болтromeюк. – Гродно: ГрГМУ, 2020. – 576 с.