

З А Н Я Т И Е N11

ТЕМА: ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.

РЕАКЦИИ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В КОЛИЧЕСТВЕННОМ АНАЛИЗЕ.

АЦИДИ - АЛКАЛИМЕТРИЯ.

Медико-биологическое значение: Титриметрический анализ является одним из простых и доступных способов получения химической информации. Он применяется в клинической биохимии для диагностики ряда патологических состояний. В биохимических, физиологических, санитарно-гигиенических и др. лабораториях для определения химического состава и количественного содержания отдельных компонентов органов и тканей, изучения обмена веществ, метаболизма лекарств, определения состава воды, почвы, воздуха и т.д. широко используются методы аналитической химии. Диагностика большинства заболеваний включает изучение клинических анализов, выполняемых с использованием методов количественного и качественного анализа.

В медико-биологических исследованиях широко используются методы кислотно-основного титрования, они позволяют решать многие задачи, возникающие при химическом анализе биологических жидкостей как при постановке диагноза, так и при лечении больных (для определения кислотности желудочного содержимого, щелочного резерва крови и плазмы). В санитарно-гигиенической практике методы кислотно-основного титрования позволяют оценить качество различных пищевых продуктов.

Чрезвычайно важна лабораторная часть занятий по данной теме, так как в процессе выполнения лабораторной работы формируются практические навыки работы с аналитической посудой, техники выполнения объемного анализа на примере метода кислотно-основного титрования.

Цель занятия: Формирование представлений о сущности и классификации методов титриметрического анализа, теоретических основах метода кислотно-основного титрования. Приобретение навыков титриметрического анализа: работы с аналитической посудой; выполнение последова-

тельных операций объемного анализа; приготовление рабочих (титрованных) растворов; выполнение расчетов по результатам титрования.

К занятию необходимо:

1. ИЗУЧИТЬ следующие программные вопросы: Титриметрический (объемный) анализ, его задачи, классификация методов. Расчеты в объемно-аналитических определениях. Принцип эквивалентности. Основные способы титрования в объемном анализе. Общая характеристика методов кислотно-основного титрования: титранты и их стандартизация, фиксирование точки эквивалентности. Выбор индикатора.

2. ПОВТОРИТЬ тему: "Способы выражения состава растворов".

3. РЕШИТЬ задачи:

1. На титрование 10 мл раствора гидроксида кальция пошло 2 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты. Сколько граммов гидроксида кальция содержится в 250 мл такого раствора.
2. На титрование 15 мл растворов фосфорной кислоты пошло 30 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия. Сколько граммов фосфорной кислоты в 500 мл её раствора.

4. ПОДГОТОВИТЬСЯ к выполнению учебно-исследовательской работы.

Литература: /2/, гл. 3 (3.4); /3/ гл. 5 (5.1-5.8).

Учебно-исследовательская работа (УИРС):

"Приготовление раствора тетрабората натрия и проверка его концентрации по HCl".

Приготовление стандартного раствора натрия тетрабората (50,0 мл раствора натрия тетрабората, с $(1/2 \text{ Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \sim 0,1$ моль/л с точностью до трех значащих цифр).

Цель. Приобрести навыки приготовления растворов химических веществ точной концентрации и взвешивания на аналитических весах.

Оборудование. Аналитические весы с разновесами, бюкс, мерная колба вместимостью 100 мл, воронка, шпатель, промывалка.

Реактивы. Натрий тетраборат декагидрат (хч), вода дистиллированная.

Выполнение эксперимента. Перед началом работы ознакомьтесь с устройством теххимических и аналитических весов с инструкциями по их эксплуатации. Приготовьте мерную колбу и сухую воронку. Рассчитайте массу навески натрия тетрабората, необходимую для приготовления заданного раствора. Рассчитанную навеску натрия тетрабората взвесьте на технических весах.

Запишите показания весов. Осторожно пересыпьте навеску через сухую воронку в мерную колбу.

Пользуясь промывалкой с подогретой дистиллированной водой, смойте вещество со стенок воронки в колбу и выньте воронку. Колбу на-

полните дистиллированной водой приблизительно на 2/3 объема, растворите все вещество, охладите раствор до комнатной температуры и долейте дистиллированной водой до метки.

Установление точной концентрации соляной кислоты по стандартному раствору натрия тетрабората.

Цель. Получить навыки приготовления рабочего раствора, проведения титрования и обработки результатов анализа. Установить концентрацию приготовленного ранее раствора соляной кислоты по стандартному раствору натрия тетрабората с точностью до трех значащих цифр.

Оборудование. Микробюретка вместимостью 5 мл, мерная пипетка вместимостью 2 мл, конические колбы вместимостью 50-100 мл, штатив для бюретки.

Реактивы. Рабочий раствор соляной кислоты, стандартный раствор натрия тетрабората, раствор индикатора метилового оранжевого, вода дистиллированная.

Выполнение эксперимента. Подготовьте посуду, необходимую для проведения титриметрического анализа. Микробюретку, пипетку и колбочки ополосните дистиллированной водой. Лабораторный журнал подготовьте для записи результатов анализа:

Отбираемый для анализа объем раствора $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ – 5,00 мл

с $(1/2 \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = \dots$ моль/л

V (HCl): 1-е титрование ...

2-е >> ...

3-е >> ...

V (HCl): среднее значение ...

Микробюретку заполните рабочим раствором HCl. Мерную пипетку вместимостью 5 мл ополосните раствором натрия тетрабората. Затем в конические колбы для титрования отберите пипеткой по 5,00 мл раствора $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, и 1 каплю раствора индикатора. Раствор становится желтым. Пробу в колбе титруйте раствором HCl до перехода окраски в бледно-розовую. (Иногда для повышения точности титрования используют колбу – «свидетель». Свидетель готовят, отмеривая в колбу 4,0 мл воды, 1 каплю кислоты и 1 каплю индикатора. Пробу титруют до появления такой же окраски, как в колбе – «свидетеле»). Розовая окраска в конце титрования означает наличие в колбе избытка кислоты около 1 капли. (Поэтому в отдельном опыте следует определить объем одной капли раствора для данной бюретки). Закончив титрование, ополосните колбу обычной, а затем дистиллированной водой и проведите опыт (титрование) ещё несколько раз до получения не менее четырех результатов, сходящихся в пределах 0,04 мл.

После окончания титрования слейте кислоту из бюретки и заполните её дистиллированной водой. Колбы для титрования и пипетку ополосните дистиллированной водой. Слянки с растворами уберите в стол или шкаф для выполнения других лабораторных работ.

Обработка результатов эксперимента. Из совокупности отдельных результатов титрования отбросьте промахи и найдите среднее из полученных результатов. По полученному объему кислоты рассчитайте ее концентрацию. Определите также ошибку анализа. Сформулируйте вывод, характеризующий основной результат работы: укажите концентрацию рабочего раствора HCl с точностью до трех значащих цифр.

Вопросы для самоконтроля подготовленности к занятию и защиты работы:

1. Какой закон лежит в основе титриметрического анализа? Приведите его математическую запись.
2. Какие требования предъявляются к реакциям, используемым в титриметрическом анализе?
3. Какие титранты применяют в ацидиметрии и алкалиметрии?
4. Что из себя представляют индикаторы, применяемые в методе кислотно-основного титрования? Приведите примеры кислотно-основных индикаторов.
5. Что называется интервалом перехода окраски индикатора? От чего он зависит?
6. Какие индикаторы следует выбрать при определении следующих веществ ацидиметрическим титрованием: KOH , NH_3 , NaHCO_3 ?
7. Какие индикаторы следует выбрать при определении следующих веществ алкалиметрическим титрованием: HNO_3 , CH_3COOH , HCl и CH_3COOH в смеси?
8. Каковы молярность и титр раствора HCl , если на титрование 25 мл его в присутствии фенолфталеина израсходовано 19,75 мл 0,1М раствора NaOH ?
9. Рассчитайте молярную массу эквивалента для следующих веществ: NaOH , H_3PO_4 , CaCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
10. Содержание каких веществ в пробе можно определить методом кислотно-основного титрования: NaCl , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, H_3PO_4 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, фруктоза.
11. На титрование 10 мл раствора HCl с титром, равным 0,001792 г/мл, израсходовано 12 мл раствора NaOH . Вычислить молярную концентрацию эквивалента и титр раствора NaOH .
12. При санитарном контроле за качеством продуктов необходим раствор щелочи. Рассчитайте: а) навеску гидроксида калия для приготовления 2л 0,05М раствора; б) объем 0,05М раствора гидроксида калия для приготовления 200мл 0,002М раствора.
13. В какой среде и почему наблюдается точка эквивалентности при титровании а) слабых кислот сильными основаниями; б) слабых оснований сильными кислотами?
14. В каком случае скачок титрования больше - при титровании 0,1М или 0,01М раствором HCl ?
15. При клинических исследованиях в определенных случаях определяют кислотность желудочного сока - содержание соляной кислоты и об-

щую кислотность. Кривая титрования имеет 2 скачка титрования, при pH - 3-5 и pH 8-10. Предложите а) схему выполнения анализа; б) какие индикаторы будете использовать.

16. Рассчитайте массовую долю (%) соляной кислоты в желудочном соке ($\rho = 1,01 \text{ г/см}^3$), если на титрование 5 мл сока израсходовано 3,1 мл 0,098М раствора гидроксида натрия.