

СИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ



Институт фундаментального образования
Кафедра общей и аналитической химии

МЕТОД НЕЙТРАЛИЗАЦИИ. РАСЧЕТЫ В МЕТОДЕ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ. ИОННОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ ВОДЫ. ПОНЯТИЕ PH.

Лантаноиды и Actиноиды

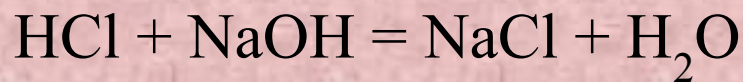
62	Eu	63	Gd	64	Tb	65	Dy	66	Ho	67	Er	68	Tm	69
151,96		157,25		158,924		162,5		164,93		167,26		168,934		
94	Am	95	Cm	96	Bk	97	Cf	98	Es	99	Fm	100	Md	101

Метод нейтрализации

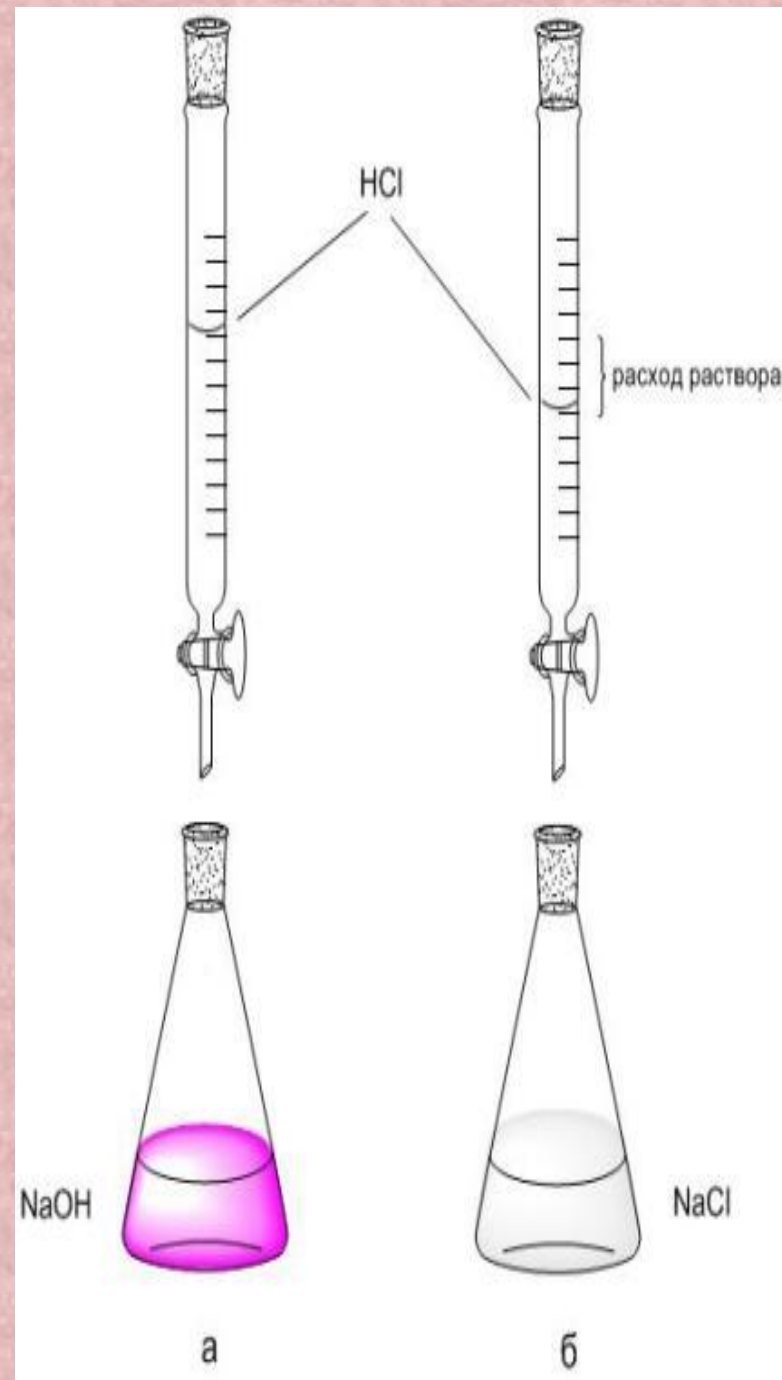
Метод нейтрализации – это один из видов титриметрического анализа, который широко используется в лабораториях различного медицинского и экологического профиля: клинических, диагностических, санитарно-гигиенических, судебно-экспертных, контроля состояния окружающей среды, стандартизации и контроля лекарственных форм.



Нейтрализация (от лат. *neuter* — ни тот, ни другой) — взаимодействие кислоты и основания (щелочи) между собой с образованием соли и малодиссоциирующего вещества (воды). В большинстве своем, реакции нейтрализации экзотермичны. К примеру, реакция гидроксида натрия и соляной кислоты:



В ионном виде уравнение записывают так:



Кислотно-основное титрование

Это метод, основанный на измерении объема рабочего раствора, пошедшего на взаимодействие с анализируемым веществом.

Титрование – процесс постепенного контролируемого добавления рабочего раствора к определенному объему анализируемого вещества.

Рабочим (стандартным, титрованным, титрантом) называют раствор точно известной концентрации.

Измерение объема рабочего раствора осуществляется титрованием.

Титрование анализируемого вещества заканчивают в точке эквивалентности (ТЭ). ТЭ – это момент в процессе титрования, когда вещества прореагируют в эквивалентных количествах.

Приемы титрования:

- 1) прямое титрование, когда анализируемое вещество титруется непосредственно рабочим раствором.
- 2) обратное титрование (титрование по остатку), когда к анализируемому веществу прибавляют вспомогательный стандартный раствор, избыток которого оттитровывают рабочим раствором.
- 3) косвенное титрование (титрование по заместителю), когда к анализируемому веществу добавляют вспомогательный стандартный раствор, продукт взаимодействия с которым оттитровывают рабочим раствором.

Расчеты в методе нейтрализации

Требуется рассчитать массу щелочи (m_{NaOH}) в растворе гидроксида натрия. В расчетах будем использовать выражение $C_{\text{H1}} \cdot V_1 = C_{\text{H2}} \cdot V_2$ закона эквивалентов для растворов: $C_{\text{H}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = C_{\text{H}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$, где NaOH – анализируемое вещество, а HCl – рабочее вещество. Подставим в это уравнение выражение нормальности NaOH:

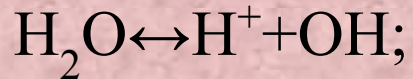
$$\frac{m(\text{NaOH}) \cdot 10^3}{M_{\text{Э}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})} \cdot V(\text{NaOH}) = C_{\text{H}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$$

Отсюда выразим массу щелочи:

$$m(\text{NaOH}) = \frac{M_{\text{Э}}(\text{NaOH}) \cdot C_{\text{H}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{10^3} = M_{\text{Э}}(\text{NaOH}) \cdot C_{\text{H}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$$

Ионное произведение воды

Вода – слабый электролит. Запишем уравнение диссоциации воды и выражение константы равновесия K .



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 1,8 \cdot 10^{-16}, (1)$$

где $[\text{H}^+]$, $[\text{OH}^-]$, $[\text{H}_2\text{O}]$ – равновесные концентрации, моль/л;

$1,8 \cdot 10^{-16}$ – табличная величина константы равновесия воды при 20°C .



Так как K очень мала, то можно считать равновесную концентрацию воды величиной постоянной $[\text{H}_2\text{O}] \approx \text{const}$.
Рассчитаем молярную концентрацию воды, зная, что один литр воды составляет 1000 миллиграммов, а молярная масса воды – 18г/моль.

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{10^3 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 55,56 \text{ моль/л.}$$

Произведение постоянных величин K и $[\text{H}_2\text{O}]$ есть величина постоянная и ее называют ионным произведением воды $K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = K_{\text{H}_2\text{O}}$

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 10^{-14}$$

В соответствии с уравнением (1) запишем:

$K_{\text{H}_2\text{O}} [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$. Поскольку один моль воды при диссоциации дает по одному молю ионов водорода и гидроксильной группы, то их равновесные концентрации равны:

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ моль/л.}$$

Водородный показатель pH

Водородный показатель (pH) – это отрицательный десятичный логарифм равновесной концентрации ионов водорода

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]. \quad (2)$$

$$\text{pH} = -\lg[10^{-7}] = 7.$$

При $\text{pH} = 7$ – среда нейтральная. Если $\text{pH} > 7$, то среда щелочная, а при $\text{pH} < 7$ – среда кислая.



Ошибки метода нейтрализации

- Индикаторные ошибки относятся к систематическим ошибкам и возникают тогда, когда изменение окраски индикатора не соответствует точке эквивалентности реагирующих веществ.
- При титровании по методу нейтрализации индикаторные ошибки обусловлены несовпадением pH в точке эквивалентности с показателем титрования (pT) применяющегося индикатора. Различают водородную, гидроксильную, кислотную, щелочную и солевую ошибки титрования.

Особенности, достоинства и недостатки метода

- Достоинствами РН являются ее универсальность и высокая специфичность; недостатки — большая трудоемкость; необходимость строго соблюдать стерильность материалов, посуды и инструментов; высокая стоимость живых биологических систем; относительная длительность биопробы и необходимость проведения математических расчетов.

Примеры:

1. Рассчитать pH децинормального раствора HCl.

Решение: HCl диссоциирует на ионы: $\text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ и значит

$[\text{HCl}] = [\text{H}^+] = 0,1$ моль/л. Для HCl нормальная концентрация равна молярной, так как $M(\text{HCl}) = M_{\text{э}}(\text{HCl})$.

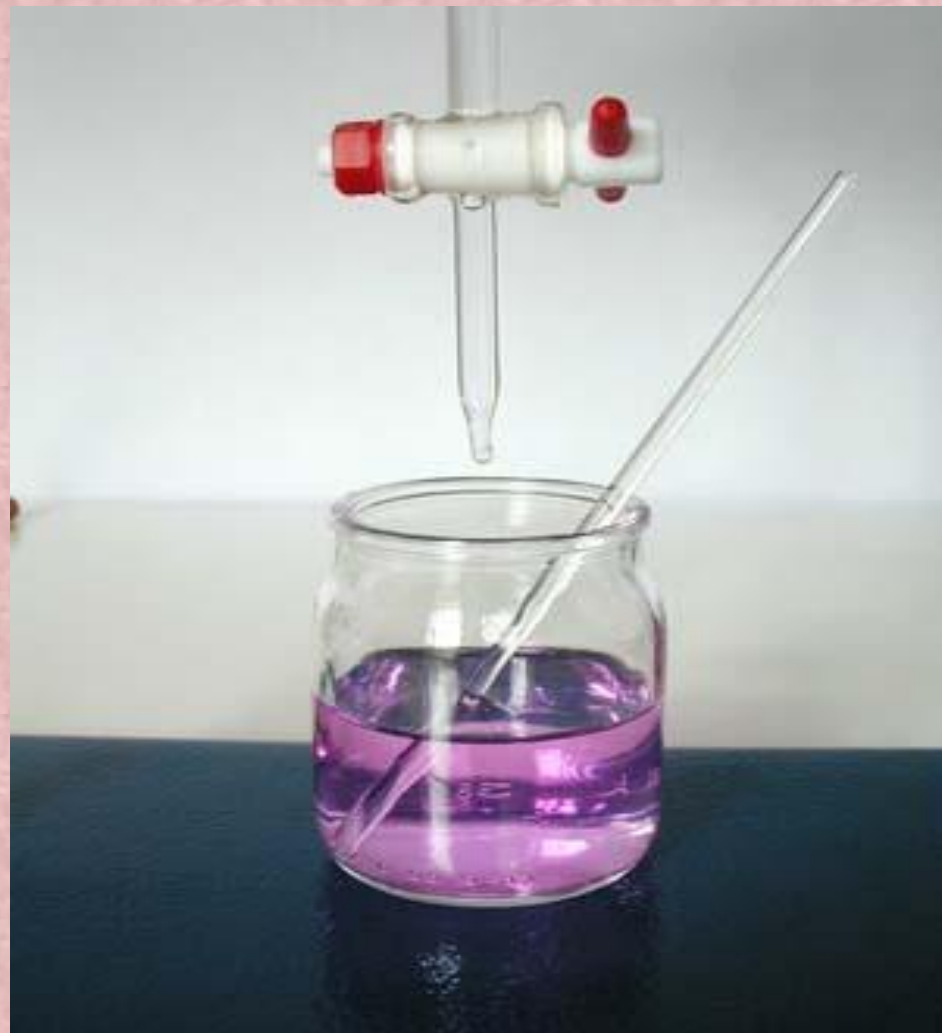
Рассчитываем pH по уравнению 2:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg[10^{-1}] = 1$$



Значение метода нейтрализации

Данный метод позволяет анализировать кислоты, гидроксиды, соли, оксиды, то есть любые вещества, способные взаимодействовать с кислотой и со щелочью. Этот способ получил широкое применение в гидро- и электрометаллургии. Точность метода приблизительно $0,1 \div 0,2\%$.



Список используемой литературы

- 1) Отто М. Современные методы аналитической химии: в 2 т.: пер. с нем. Т. 1/ М. Отто; под. ред. А.В. Тармаша. – М.: Техносфера, 2003, 2004. – 412, 281 с. : ил.
- 2) Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа : учеб. для студ. вузов, обучающихся по химико- технол. спец. / В.П. Васильев. – 5-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2005. –383 с.
- 3) 1) Основы аналитической химии: в 2 кн. Под ред. академика Ю.А. Золотова. – М. "Высшая школа", 2004. – 503 с.
- 4) 2) Васильев В.П. Аналитическая химия в 1 кн.: Кн. 2/ Физико-химические методы анализа. – М. "Дрофа", 2002. – 383 с.
- 5) Количественный анализ. Кислотно-основное титрование : лабораторный практикум по дисциплинам "Методы контроля и анализа веществ", "Аналитическая химия и физико-химические методы анализа" / Сост. : В.Д. Иванова, О.Р. Глухова, Р.М. Белкина, С.В. Зенцова: СибГИУ– Новокузнецк, 2010. – 11 с.
- 6) Ссылка на видео
<https://www.youtube.com/watch?v=CD30WHVBmu0>