

ДЛЯ УЧАСТНИКОВ
(теоретическая часть экспериментального тура)

Лист 1

10 КЛАСС

В лабораторной практике и ряде технологических процессов часто возникает необходимость проведения работы в растворах, способных сохранять значение водородного показателя (рН) практически постоянным, не изменяющимся при добавлении к нему небольших количеств сильных кислот или сильных оснований, а также при разбавлении. В таких случаях пользуются так называемыми кислотно-основными буферными растворами. Как правило, кислотно-основные буферные растворы содержат в своем составе слабую кислоту и соль, образованную этой кислотой и сильным основанием (так, например, ацетатный буферный раствор состоит из уксусной кислоты и ацетата натрия), или слабое основание и соль, образованную этим основанием и сильной кислотой (так, например, аммиачный буферный раствор состоит из аммиака и хлорида аммония). Меняя соотношение компонентов, можно получать буферные растворы с различным значением рН.

Теоретические задания:

1. Почему при добавлении к кислотно-основному буферному раствору небольших количеств сильных кислот или сильных оснований его значение рН практически не меняется? Ответ мотивируйте, используя уравнения химических реакций.
2. Буферный раствор, содержащий 0.2 М NaH_2PO_4 и 0.2 М Na_2HPO_4 , смешали с равным объемом буферного раствора, содержащего 0.2 М H_3PO_4 и 0.2 М NaH_2PO_4 . Будет ли проявлять буферные свойства полученная система? Ответ поясните.

ДЛЯ УЧАСТНИКОВ
(практическая часть экспериментального тура)

Лист 2

10 КЛАСС

В лабораторной практике и ряде технологических процессов часто возникает необходимость проведения работы в растворах, способных сохранять значение водородного показателя (рН) практически постоянным, не изменяющимся при добавлении к нему небольших количеств сильных кислот или сильных оснований, а также при разбавлении. В таких случаях пользуются так называемыми кислотно-основными буферными растворами. Как правило, кислотно-основные буферные растворы содержат в своем составе слабую кислоту и соль, образованную этой кислотой и сильным основанием (так, например, ацетатный буферный раствор состоит из уксусной кислоты и ацетата натрия), или слабое основание и соль, образованную этим основанием и сильной кислотой (так, например, аммиачный буферный раствор состоит из аммиака и хлорида аммония). Меняя соотношение компонентов, можно получать буферные растворы с различным значением рН.

Практические задания:

3. Определите точную концентрацию исходного раствора NaOH методом кислотно-основного титрования.

4. Определите точную концентрацию уксусной кислоты CH_3COOH в выданном Вам буферном растворе методом кислотно-основного титрования.

5. Используя полученные экспериментальные данные, рассчитайте значение рН анализируемого буферного раствора, если известно, что $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.75 \cdot 10^{-5}$, а суммарная концентрация уксусной кислоты и ацетата натрия в анализируемом растворе составляет 0.1000 моль/л.

Реагенты:

- Щавелевая кислота $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, водный раствор.
- Гидроксид натрия NaOH , водный раствор.
- Фенолфталеин, 0.1%-ный раствор в 60%-ном этаноле.

Оборудование:

- Мерная колба (100.0 мл) – 1 шт.
- Мерная колба (200.0 мл) – 1 шт.
- Пробка для мерной колбы – 2 шт.
- Пипетка Мора (10.00 мл) – 1 шт.
- Резиновая груша или пипетатор – 1 шт.
- Капельница с дистиллированной водой – 1 шт.
- Капельница с раствором индикатора – 1 шт.
- Коническая колба для титрования (100 мл) – 2 шт.
- Бюретка прямая с краном (25 мл) – 1 шт.
- Стеклянная воронка для бюретки – 1 шт.
- Хлоркальциевая трубка с натронной известью – 1 шт.
- Штатив для титрования – 1 шт.

Методика эксперимента:

1. *Приготовление стандартного раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.* Растворенную в мерной колбе объемом 200.0 мл навеску щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (масса навески указана на рабочем месте участника) разбавляют до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают, многократно переворачивая колбу. Рассчитывают молярную (моль/л) концентрацию приготовленного раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Результат расчета молярной концентрации раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ записывают с точностью до четырех значащих цифр.

2. *Стандартизация раствора NaOH .* В бюретку через воронку наливают раствор гидроксида натрия NaOH и закрывают ее хлоркальциевой трубкой с натронной известью. В коническую колбу для титрования емкостью 100 мл помещают пипеткой Мора 10.00 мл стандартного раствора щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, добавляют 20 мл дистиллированной воды, 2–3 капли фенолфталеина и титруют

раствором гидроксида натрия до появления бледно-розовой окраски, устойчивой в течение 30 с. Титровать нужно по возможности быстро, а раствор не следует перемешивать слишком интенсивно во избежание поглощения раствором CO_2 из воздуха. По бюретке измеряют объем раствора NaOH , пошедший на титрование, и записывают его с точностью до 0.10 мл. Заполняют бюретку до нулевой отметки, закрывают ее хлоркальциевой трубкой с натронной известью и повторяют титрование до получения трех результатов, попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл. Эти результаты усредняют и используют для расчета молярной (моль/л) концентрации исходного раствора NaOH . Результат расчета молярной концентрации раствора NaOH записывают с точностью до четырех значащих цифр.

3. Приготовление ацетатного буферного раствора. Выданный организаторами ацетатный буферный раствор в мерной колбе объемом 100.0 мл разбавляют до метки дистиллированной водой, закрывают пробкой и тщательно перемешивают, многократно переворачивая мерную колбу.

4. Определение содержания CH_3COOH в буферном растворе. В бюретку через воронку наливают раствор гидроксида натрия NaOH и закрывают ее хлоркальциевой трубкой с натронной известью. В коническую колбу для титрования емкостью 100 мл помещают пипеткой Мора 10.00 мл ацетатного буферного раствора, 2–3 капли фенолфталеина и титруют раствором NaOH до получения окраски, одинаковой с окраской раствора-свидетеля (выдается организаторами). По бюретке измеряют объем раствора NaOH , пошедший на титрование, и записывают его с точностью до 0.10 мл. Заполняют бюретку до нулевой отметки, закрывают ее хлоркальциевой трубкой с натронной известью и повторяют титрование до получения трех результатов, попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл. Эти результаты усредняют и используют для расчета молярной (моль/л) концентрации CH_3COOH в анализируемом растворе. Результат расчета молярной концентрации CH_3COOH в растворе записывают с точностью до четырех значащих цифр.

5. Расчет значения pH анализируемого буферного раствора. Рассчитывают значение pH анализируемого буферного раствора, пользуясь формулой

$$\text{pH} = -\lg K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) + \lg \left(\frac{0.1000 - c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} \right),$$

где $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ — концентрация уксусной кислоты в анализируемом растворе.