

Федеральное агентство по образованию
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра химии и экологии

Буферные растворы

Методические указания к лабораторной работе

Великий Новгород
2006

Буферные растворы: Метод указ./Сост. Н. И. Ульянова, Г. Н. Олисова –
Великий Новгород, НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2006, 7 стр.

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

"Свойства буферных растворов"

Цель работы:

Научиться готовить буферные растворы и исследовать зависимость рН буферного раствора от концентраций и соотношения концентраций компонентов буферной системы.

Задание

Приготовить несколько растворов, содержащих ацетатный буфер. Установить зависимость рН этих растворов от концентраций компонентов. Выяснить влияние добавления небольших количеств сильных протолитов на рН буферного раствора.

Приборы, оборудование и реактивы.

На одно рабочее место: штатив для пробирок: пробирки(12); бюретки вместимостью 25 мл(2); воронки диаметром 30 мм(2); мензурки 12); пипетка вместимостью 1 мл: капельницы (4). Соляная кислота $C(HCl)=0,1$ моль/л; растворы: уксусной кислоты $C = 0,1$ моль/л, ацетата натрия $C = 0,1$ моль/л, хлорида натрия $\omega = 0,9\%$, метиловый оранжевый и метиловый красный..

Сущность работы заключается в визуальном наблюдении за изменениями в пробирках, содержащих буферные растворы с добавкой индикатора, происходящими при добавлении различных протолитов.

Ход работы:

Задание I. Установление зависимости рН буферных растворов от соотношения концентраций составляющих их компонентов и от разведения.

1. Готовят серию буферных растворов с разными соотношениями концентраций компонентов
Рассчитывают, какие объемы исходных растворов требуются для приготовления буферных растворов объемом по 10 мл с соотношением концентраций соли и кислоты:
Пробирка №1 – 1 : 9; пробирка №2 – 5:5 ; пробирка №3 – 9:1. Точные объемы растворов уксусной кислоты и ацетата натрия отмеривают в пробирки из бюреток; содержимое пробирок тщательно перемешивают.

2. Готовят серию буферных растворов с тем же соотношением, но с меньшей суммарной концентрацией компонентов.

Пипеткой отбирают по 1,0мл приготовленных в 1 растворов, к каждому добавляют по 8,0мл дистиллированной воды и перемешивают. Таким образом, в пробирках №1 и №4, №2 и №5, №3 и №6 будут растворы с одинаковыми соотношениями концентраций компонентов, но растворы в пробирках 4-6 будут разбавленными по сравнению с растворами в пробирках № 1-3.

3. Сравнивают рН приготовленных растворов.

Во все пробирки добавляют, по 5 капель раствора метилового оранжевого и растворы перемешивают. На белом фоне сравнивают:

- окраску растворов в пробирках №1 - 3 и №4 – 6;
- окраску растворов в пробирках №№1 – 4, 2 – 5 и 3 – 6. Результаты наблюдения записывают в таблицу I.

4. Рассчитывают рН приготовленных буферных растворов.

Для расчета используют уравнение Гендерсона-Гассельбаха, принимая во внимание, что в данной буферной системе ацетат-ион, концентрация которого численно равна концентрации ацетата натрия, является основанием, сопряженным уксусной кислоте. $pK_a(CH_3COOH)$ находят в справочнике.

Таблица 1. Зависимость pH буферных растворов от соотношения концентраций составляющих их компонентов и от разведения.

№ пробирки с исходным буферным раствором	1	2	3
C (CH ₃ COONa) : C (CH ₃ COOH)			
Цвет буферного раствора после добавления индикатора			
pH буферного раствора, измеренное на pH - метре			
Расчётное значение pH буферного раствора			
№ пробирки с разбавленным буферным раствором			
C (CH ₃ COONa) : C (CH ₃ COOH)			
Цвет буферного раствора после добавления индикатора			
pH буферного раствора, измеренное на pH - метре			
Расчётное значение pH буферного раствора			

Вывод:

Задание 2. Выяснение влияния добавления небольших количеств сильных кислот и оснований на pH буферного раствора.

1. Готовят исходные растворы.

В пробирках №№1-2 готовят по 10мл буферного раствора с соотношением концентраций ацетата натрия и уксусной кислоты, равным 2:3, отмеряя рассчитанные объемы растворов из бюреток. В пробирки № 3-4 отбирают по 10мл физиологического раствора. Ко всем растворам добавляют по 5 капель растворов индикаторов (см. табл. 2) и перемешивают. Наблюдаемую окраску записывают в таблицу 2. Выравнивают окраску физиологических растворов, добавляя в пробирки № 3-4 по каплям соляную кислоту с концентрацией 0,01 моль/л.

2. Выясняют влияние добавления небольшого количества сильного основания на pH буферного и физиологического растворов.

В пробирки №2 и №4 добавляют по 5 капель раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,1 моль/л. Растворы перемешивают; наблюдаемую окраску записывают в таблицу 2.

3. Выясняют влияние добавления небольшого количества сильной кислоты на pH буферного и физиологического, растворов.

В пробирки №1 и №3 добавляют по 5 капель соляной кислоты с концентрацией 0,1 моль/л. Растворы перемешивают; наблюдаемую окраску записывают в таблицу 2.

Таблица 2. Влияние добавления небольших количеств сильных кислот и оснований.

№ пробирки	Объект изучения	Окраска раствора после добавления индикатора	Окраска раствора после добавления HCL 0,01 моль/л	Окраска раствора после добавления 5 капель HCL 0,1 моль/л	Окраска раствора после добавления 5 капель NaOH 0,1 моль/л
1	Буферный раствор	метилоранж	–		–
2	Буферный раствор	метиловый красный	–	–	
3	Физиологический раствор	метилоранж			–
4	Физиологический раствор	метиловый красный		–	

Вывод:

«Буферная ёмкость растворов».

Цель работы

Научиться исследовать зависимость буферной ёмкости раствора от разбавления и экспериментально определять буферную ёмкость раствора по кислоте и основанию.

Задание

- Выяснить влияние разбавления на буферную ёмкость раствора.
- Экспериментально определить буферную ёмкость приготовленного раствора по кислоте и щелочи.
- Провести теоретический расчёт по приготовлению заданного объема буферного раствора с " заданным значением pH использованием стандартного набора реактивов; рассчитать буферную ёмкость такого раствора по кислоте и основанию.

Приборы, оборудование и реактивы.

На одно рабочее место: штатив для пробирок; пробирки (2); бюретки вместимостью 25 мл(4); воронки диаметром 30 мм(4); колбы конические вместимостью 50 мл (4); пипетка вместимостью 1 мл; капельницы (4).

Раствор уксусной кислоты $C(CH_3COOH) = 0,1$ моль/л; раствор ацетата натрия $C(CH_3COONa) = 0,1$ моль/л; раствор гидроксида натрия $C(NaOH) = 0,1$ моль/л; соляная кислота $c(HCl) = 0,1$ моль/л; раствор метилового оранжевого, раствор метилового красного.

Сущность работы.

Задание 3: визуальное наблюдение за происходящими при добавлении различных протолитов изменениями в пробирках, содержащих буферные растворы с добавкой индикатора.

Задание 4: буферная ёмкость раствора по кислоте определяется прямым ацидиметрическим титрованием; буферная ёмкость по основанию - прямым алкалометрическим титрованием с визуальной индикацией точки эквивалентности.

Ход работы

Задание 3. Установление зависимости буферной ёмкости раствора от разбавления.

1. Готовят два буферных раствора с одинаковым соотношением концентраций составляющих его компонентов, но с разной суммарной концентрацией.

В пробирке № 1 готовят 10 мл буферного раствора с соотношением концентраций ацетата натрия и уксусной кислоты, равным 1:9. Рассчитанные объёмы растворов отмеривают из бюреток. В пробирку № 2 отбирают пипеткой 1,0 мл раствора из пробирки № 1 и добавляют 8,0 мл дистиллированной воды (точно), после чего раствор перемешивают. В обе пробирки добавляют по 2 капли раствора метилового оранжевого. Наблюдаемую окраску записывают в таблицу 3.

2. Сравнивают буферную ёмкость приготовленных растворов при добавлении небольшого количества щелочи.

К растворам в обеих пробирках добавляют по 5 капель раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,1 моль/л. Растворы перемешивают, наблюдаемую окраску записывают в таблицу 3.

Таблица 3. Зависимость буферной ёмкости раствора от его разбавления

№ пробирки	Объект исследования	Окраска раствора после добавления метилового оранжевого	Окраска раствора после добавления 5 капель NaOH, с=0.1 моль/л
1	Исходный буферный раствор		
2	Разбавленный буферный раствор		

Вывод:

Задание 4. Определение буферной ёмкости раствора по кислоте и основанию.

1. Готовят испытуемые буферные растворы и растворы-свидетели

В колбах № 1 и № 3 готовят по 20 мл испытуемого ацетатного буферного раствора с равными молярными концентрациями компонентов (5 : 5).

В колбах № 2 и № 4 готовят буферные растворы-свидетели с соотношением концентраций соли и кислоты, равными:

в колбе № 2 1 : 9 в колбе № 4 9 : 1.

2. Определяют буферную ёмкость по кислоте.

В колбы № 1 и № 2 добавляют по 5 капель метилового оранжевого, растворы перемешивают и наблюдаемую окраску записывают в таблицу 4. Испытуемый раствор в колбе № 1 титруют соляной кислотой до получения окраски, одинаковой с окраской

раствора-свидетеля. Результат титрования записывают в таблицу 4. Буферную ёмкость V_a рассчитывают по формуле:

$$V_a = (V_{\text{HCl}} * C_{\text{HCl}}) / (V_{\text{буф. р-ра}} * \Delta\text{pH}), \text{ моль/л}$$

ΔpH - изменение pH испытуемого буферного раствора в процессе добавления соляной кислоты; $\Delta\text{pH} = [\text{pH}(\text{исп.р-р}) - \text{pH}(\text{свид.})]$; величины для расчета pH определялись в задании I.

3. Определяют буферную ёмкость по основанию

В колбы № 3 и № 4 добавляют по 5 капель метилового красного, растворы перемешивают и наблюдаемую окраску записывают в таблицу 4. Испытуемый раствор в колбе № 3 титруют раствором гидроксида натрия до получения окраски, одинаковой с окраской раствора-свидетеля. Результат титрования записывают в таблицу 4. Буферную ёмкость V_b рассчитывают по формуле:

$$V_b = (V_{\text{NaOH}} * C_{\text{NaOH}}) / (V_{\text{буф. р-ра}} * \Delta\text{pH}), \text{ моль/л.}$$

ΔpH - изменение pH испытуемого буферного раствора в процессе добавления раствора NaOH; $\Delta\text{pH} = [\text{pH}(\text{исп.р-р}) - \text{pH}(\text{свид.})]$; величины для расчета pH определялись в задании I.

Таблица 4. Определение буферной ёмкости по кислоте и основанию

№ колбы	Объект изучения	$C(\text{CH}_3\text{COONa}) : C(\text{CH}_3\text{COOH})$	pH до титрования	V титранта, мл	pH после титрования	V_b , моль/л
По кислоте (с метиловым оранжевым)						
1	Испытуемый раствор	5 : 5				
2	Раствор-свидетель	1 : 9		-	-	-
По основанию (с метиловым красным)						
3	Испытуемый раствор	5 : 5				
4	Раствор-свидетель	9 : 1		-	-	-

Вывод: