

Задания экспериментального тура

11 класс

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ БУФЕРНЫХ РАСТВОРОВ

Вариант 1

Цели работы: 1) приготовление буферных растворов различного состава; 2) изучение свойств буферных растворов 3) определение буферной ёмкости буферных растворов и ее зависимости от различных факторов.

Приборы и оборудование: мерные колбы на 50 мл; бюретки, химические стаканы вместимостью 100 мл, мерные цилиндры вместимостью 10 мл и 50 мл, капельная пипетка, промывалка, стеклянная палочка, pH-метр.

Реактивы: 2М растворы уксусной кислоты (CH_3COOH), ацетата натрия (CH_3COONa), соляной кислоты ($c_{\text{H}}=0,1$ моль/л), гидроксида натрия ($c_{\text{H}}=0,1$ моль/л), дистиллированная вода.

Выполнение работы. Работа состоит из следующих частей: 1) приготовление буферного раствора; 2) изучение буферных свойств раствора; 3) представление результатов эксперимента; 4) выводы и ответы на вопросы.

1. Приготовление буферного раствора

Из растворов уксусной кислоты и ацетата натрия с концентрацией 2 моль/л приготовьте в мерных колбах на 50 мл последовательно три ацетатных буферных раствора с концентрациями компонентов:

$c(\text{CH}_3\text{COOH})=0,5$ моль/л и $c(\text{CH}_3\text{COONa})=0,5$ моль/л (Раствор №1)

$c(\text{CH}_3\text{COOH})=0,5$ моль/л и $c(\text{CH}_3\text{COONa})=0,1$ моль/л (Раствор №2)

$c(\text{CH}_3\text{COOH})=0,1$ моль/л и $c(\text{CH}_3\text{COONa})=0,1$ моль/л (Раствор №3)

Предварительно произведите расчеты объемов исходных растворов кислоты и соли и внесите их в таблицу 1.

Таблица 1

Объемы компонентов для приготовления ацетатного буферного раствора
различного состава

Раствор	Концентрации компонентов, моль/л		Объемы исходных 2М растворов, мл	
	$c(\text{CH}_3\text{COOH})$	$c(\text{CH}_3\text{COONa})$	$V(\text{CH}_3\text{COOH})$	$V(\text{CH}_3\text{COONa})$
№1	0,5	0,5		
№2	0,5	0,1		
№3	0,1	0,1		

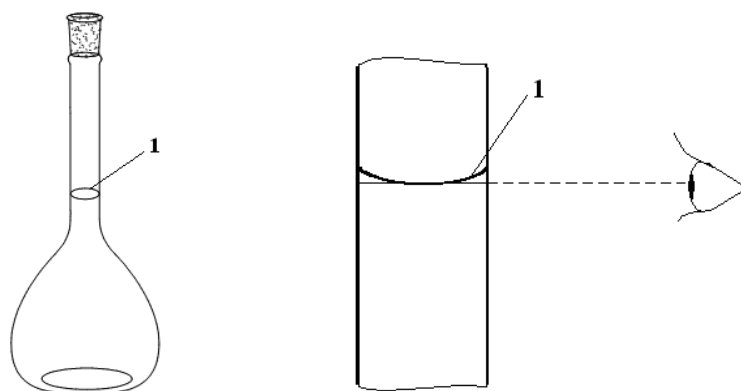


Рис. 1. Мерная колба
1 - Круговая метка

С помощью бюретки отмерьте и прилейте в мерную колбу рассчитанные объемы растворов компонентов, составляющих буферный раствор. Доведите уровень раствора в колбе до метки дистиллированной водой, используя на последнем этапе капельную пипетку. Нижний край мениска должен находиться на метке! (рис.1) Растворы тщательно перемешайте и приступайте к изучению их свойств.

2. Изучение свойств буферных растворов

Буферные растворы должны поддерживать определенное значение рН при разбавлении и концентрировании, а также при добавлении небольших количеств сильных кислот и оснований. Для подтверждения этих свойств применительно к каждому из приготовленных буферных растворов необходимо:

- измерить рН исходного буфера;
- разбавить исходный буферный раствор в 10 раз, используя мерные цилиндры, тщательно перемешать стеклянной палочкой и измерить его рН;
- разбавить исходный буфер в 100 раз, используя мерные цилиндры, тщательно перемешать стеклянной палочкой и измерить его рН;
- 20 мл исходного буфера отмерить с помощью цилиндра и налить в стаканчик, добавить к исследуемому раствору из бюретки 1 мл 0,1 н. раствора хлороводородной кислоты, тщательно перемешать стеклянной палочкой и измерить его рН;
- добавить в этот же раствор из бюретки еще 9 мл 0,1 н. раствора хлороводородной кислоты (в общем 10 мл), тщательно перемешать стеклянной палочкой и измерить его рН;
- 20 мл исходного буфера отмерить с помощью цилиндра и налить в стаканчик, добавить к исследуемому раствору из бюретки 1 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия, тщательно перемешать стеклянной палочкой и измерить его рН;
- добавить в этот же раствор из бюретки еще 9 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия (в общем 10 мл), тщательно перемешать стеклянной палочкой и измерить его рН.

Измерение рН. Для измерения рН исследуемого раствора погрузите электрод в раствор и нажмите клавишу «Изм». Через 30 секунд запишите установившееся на дисплее прибора значение рН. Нажмите на клавишу «Отм», достаньте электрод из раствора и промойте его дистиллированной водой из промывалки. После этого можно приступать к измерению рН в следующем растворе или опустить электрод в дистиллированную воду, если измерения завершены.

Результаты измерений запишите в таблицу 2.

Таблица 2

Результаты опытов по изучению свойств буферных растворов

Варианты	Значение рН по рН-метру		
	Раствор №1	Раствор №2	Раствор №3
Исходный буферный раствор			
После разбавления раствора в 10 раз			

После разбавления раствора в 100 раз			
После добавления 1 мл HCl			
После добавления 10 мл HCl			
После добавления 1 мл NaOH			
После добавления 10 мл NaOH			

3. Представление результатов эксперимента

Задание 1. На основании полученных данных сделайте *вывод о влиянии концентрации компонентов буфера и их соотношения на буферные свойства исследуемого раствора.*

Задание 2. Одним из показателей работы буферного раствора является его **буферная ёмкость**, то есть число моль-эквивалентов сильного электролита, приводящее к смещению pH 1 л буферного раствора на 1 единицу. Произведите расчет буферной ёмкости (В) трех буферных растворов при добавлении к ним 1 мл сильного электролита (HCl и NaOH) по формуле:

$$B = \frac{C_n \cdot V_{эл-та}}{V_{буф} \cdot \Delta pH}, \text{ [моль-экв/л]},$$

где C_n – концентрация сильного электролита ($C_n=0,1$ моль/л); $V_{эл-та}=1$ мл;

$V_{буф}$ – объем буферного раствора; ΔpH – изменение pH (по модулю) при добавлении 1 мл сильного электролита по сравнению с pH исходного буфера.

Результаты расчетов буферной емкости внесите в таблицу 3.

Таблица 3

Буферная емкость растворов различного состава

Раствор	Буферная емкость, моль-экв/л	
	по кислоте (при добавлении 1 мл 0,1н. HCl)	по щелочи (при добавлении 1 мл 0,1н. NaOH)
Раствор №1		
Раствор №2		
Раствор №3		

Сделайте вывод о влиянии концентрации компонентов буферного раствора и их соотношения на величину буферной ёмкости.

Задание 3. Объясните, почему при добавлении небольшого объема сильной кислоты или сильного основания pH буферного раствора практически не изменяется? Объясните механизм действия буферного раствора на основании уравнений реакций, протекающих в буферных растворах. Какой из электролитов (кислота или щелочь) в большей степени повлияли на буферные свойства Вашего раствора?

Задание 4. Объясните, почему при небольшом разбавлении буферные растворы сохраняют свои свойства.

Задания экспериментального тура

Одиннадцатый класс

Вам необходимо определить молярную массу вещества криоскопическим методом, т.е. по изменению температуры начала кристаллизации водного раствора этого вещества относительно температуры кристаллизации чистой воды. Для этого выполните следующие **задания**:

1. Снимите кривую охлаждения чистой воды.
2. Приготовьте водный раствор исследуемого вещества.
3. Снимите кривую охлаждения водного раствора.
4. Постройте график в координатах температура – время.
5. По разнице температур определите молярную массу исследуемого вещества.

Реактивы: вода дистиллированная, ацетамид.

Оборудование: криостат, термометр Бекмана, латунная мешалка, секундомер.

Справочная информация: криоскопическая постоянная воды $K_{\text{воды}} = 1,86 \text{ К}$.

Методика: под присмотром преподавателя или лаборанта включить криостат. Количественно перенести 100 мл дистиллированной воды в пробирку криостата, затем закрепить в пробирке термометр Бекмана. Переключить криостат в режим охлаждения. Затем, помешивая исследуемую жидкость мешалкой, снять кривую охлаждения – т.е. зависимость температуры в пробирке криостата от времени. На кривой охлаждения будут наблюдаться 3 участка – участок падения температуры, участок повышения температуры и температурное плато. После выхода на температурное плато (3 - 5 точек с одинаковой температурой) следует прекратить эксперимент. После взять навеску исследуемого вещества и растворить в воде,

находящейся в пробирке кристата. Повторить вышеописанный опыт с получившимся раствором.