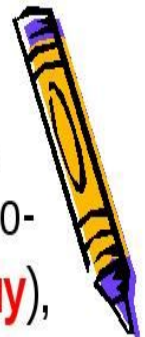


# **БУФЕРНЫЕ РАСТВОРЫ**

# Буферные растворы

- Буферные растворы - это растворы, концентрация ионов водорода (pH) которых не изменяется от прибавления ограниченных количеств сильной кислоты или щелочи.
- Основные типы:
  - Слабая кислота и ее анион  $A^- / HA$
  - Слабое основание и его катион  $B / BH^+$
  - Анионы кислой и средней соли или двух кислых солей
  - Ионы и молекулы амфолитов

**Буферный раствор** – это раствор, содержащий сопряженную кислотно-основную пару (**буферную систему**), способную поддерживать практически постоянное значение pH при разбавлении или при добавлении небольших количеств кислоты или щелочи.



## Буферные системы

- Для успешного проведения реакции необходимо не только создать нужное значение рН среды, но и поддерживать его постоянным в течение реакции.
- Для этого применяются **буферные растворы** – смеси, состоящие из слабой кислоты и ее соли или слабого основания и его соли.
- **Буферные системы** – это растворы, способные сохранять приблизительно постоянное значение рН при добавлении к ним небольших количеств сильных кислот или оснований.
- **Буферные системы** содержат в соизмеряемых количествах два компонента сопряженной пары кислота-основание.

**Буферным** называют раствор, содержащий смесь какой-либо слабой кислоты и ее растворимой соли.

Являясь компонентами **буферных систем организма**, ионы определяют их свойства – способность **поддерживать pH на постоянном уровне**

**Буферные системы организма:**

- 1. фосфатная, состоящая из  $\text{HPO}_4^{2-}$  и  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , поддерживает pH внутриклеточной жидкости в пределах 6,9 – 7,0.**
  - 2. бикарбонатная буферная система, состоящая из  $\text{H}_2\text{CO}_3$  и  $\text{HCO}_3^-$ , поддерживающая pH на уровне 7,4.**
- 



# БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

Буферными системами (буферами) называют растворы, обладающие свойством достаточно стойко сохранять постоянство концентрации ионов водорода как при добавлении кислот или щелочей, так и при разведении.

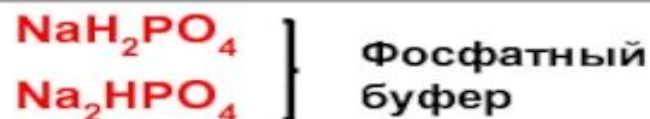
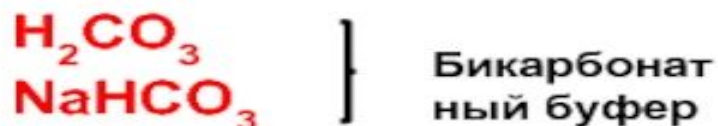
## Классификация буферных систем

<b>Кислотные</b> – состоят из слабой кислоты и соли этой кислоты, образованной сильным основанием.	Ацетатный буфер: $\frac{\text{CH}_3\text{COOH}}{\text{CH}_3\text{COONa}}$ Гидрокарбонатный буфер: $\frac{\text{H}_2\text{CO}_3}{\text{NaHCO}_3}$
<b>Основные</b> – состоят из слабого основания и соли этого основания, образованной сильной кислотой.	Аммиачный буфер: $\frac{\text{NH}_4\text{OH}}{\text{NH}_4\text{Cl}}$
<b>Солевые</b> – состоят из гидрофосфата и дигидрофосфата Na или K.	Фосфатный буфер: $\frac{\text{NaH}_2\text{PO}_4}{\text{Na}_2\text{HPO}_4}$ роль слабой к-ты



## По своему составу буферные растворы можно разделить на три типа:

- **Кислотный буфер** – образован *слабой кислотой и её солью*, например,



- **Основной буфер** – образован *слабым основанием и его солью*, например,



- **Солевой буфер**

– образован *двумя солями*, одна из которых выполняет роль *слабой кислоты*, а другая – *сопряженного ей основания*, например,





**Буферные растворы**, содержащие **смесь слабого электролита** (слабой кислоты или слабого основания) **и его соли**:

- **Ацетатный буфер** – водный раствор уксусной кислоты и ацетата натрия  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$  (pH  $\approx$  4,76);
- **Формиатный буфер** – смесь растворов муравьиной кислоты и формиата натрия  $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$  (pH  $\approx$  3,75);
- **Аммиачный буфер** – смесь растворов аммиака и хлорида аммония  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$  (pH  $\approx$  9,24).
- **Универсальная буферная смесь** – растворы ортофосфорной, уксусной и борной кислот с раствором гидроксида натрия ( $\Delta$ pH = 2 – 12).

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$  — ацетатный буфер;

$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$  — бикарбонатный буфер;

$\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$  — аммиачный буфер;

$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$  — фосфатный буфер.



# рН буфера

(уравнение Гендерсона-Гассельбаха)

$$\bullet \text{ рН}_6 = \text{рК}_a(\text{к-та/осн.}) + \lg \frac{[\text{основание}]}{[\text{кислота}]}$$

# Это обобщенное уравнение для любого буфера, как кислотного, так и основного.

Оно показывает, что **рН буферного раствора зависит:**

- от природы сопряж. кислотно-основной пары (через её  $\text{рК}_a$ )
- от температуры (также через  $\text{рК}_a$ )
- от соотношения равновесных молярных концентраций основания и кислоты

# Буферные растворы можно приготовить двумя способами:

1. Частичной нейтрализацией слабого  
электролита сильным  
 $\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{избыток}} + \text{NaOH}$   
*или*  $\text{NH}_3_{\text{избыток}} + \text{HCl}$

- Буферные растворы играют важную роль во многих **технологических процессах**.
- Буферные растворы **используются**:
  - при электрохимическом нанесении защитных покрытий,
  - в производстве красителей, фотоматериалов и кожи.
  - в химическом анализе и для калибровки рН-метров.
- **В качественном анализе** буферные растворы используют, когда необходимо соблюдать постоянство рН растворов при разбавлении или добавлении в реакционную смесь других реагентов.
  1. При проведении ОВР, реакций осаждения сульфидов, гидроксидов, карбонатов, фосфатов и др.
  2. При действии групповых реагентов для осаждения катионов **III** и **IV** аналитических групп.

*Например*, для осаждения катионов с помощью  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  и  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  используют основной буферный раствор  $(\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl})$   $\text{pH} \approx 9$ .



## Применение буферных растворов в аналитической химии

- Буферные системы играют значительную роль в регуляции жизнедеятельности живых организмов, в которых должно сохраняться постоянство pH крови, лимфы и других жидкостей.
- *Например,*
- **ΔpH крови** в организме человека = 7,35 – 7,45.
- Действующими **буферами крови** являются: фосфатный буфер, гидрокарбонатный буфер и белковый буфер.
- Буферы, состоящие из белков, поддерживают **pH слез** равным 7,4.
- Буферные растворы используют в **бактериологических исследованиях** для поддержания постоянства pH культурных сред для выращивания бактерий.

# **Выводы:**

- *Буферные растворы обладают определенной буферной емкостью и сохраняют близкие значения pH только до прибавления определенного количества кислоты или щелочи*
- *Буферная емкость тем больше, чем выше концентрация компонентов буферного раствора*