

Лекция № 3

**Вода**

**Водородный показатель**

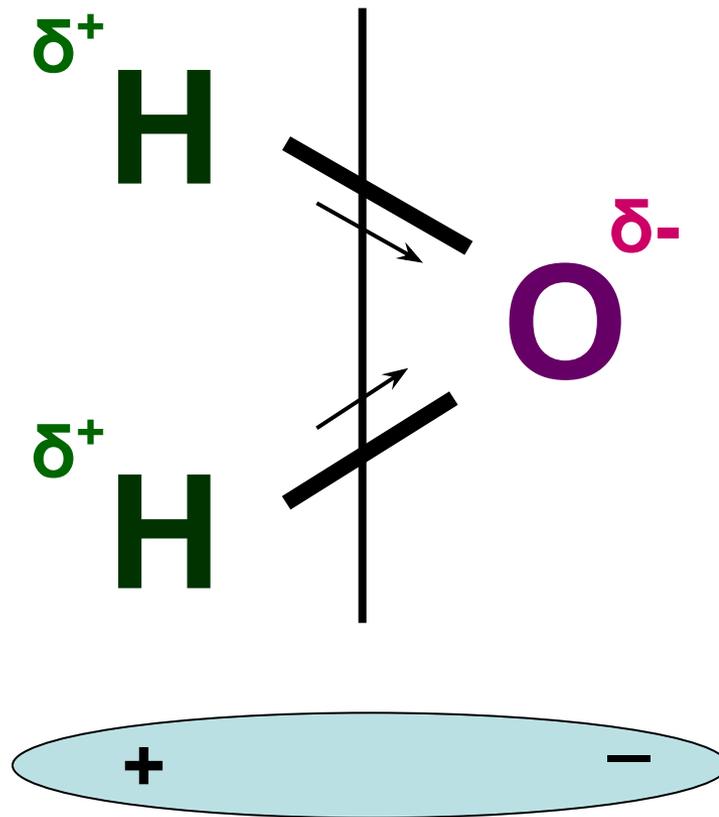
# Общая характеристика воды

- **Вода является самым распространенным веществом на Земле;**
- **Жизнь зародилась в воде, и вода входит в состав всех живых организмов;**
- **В организме взрослого человека содержание воды составляет 60-65 % или примерно  $2/3$ ;**

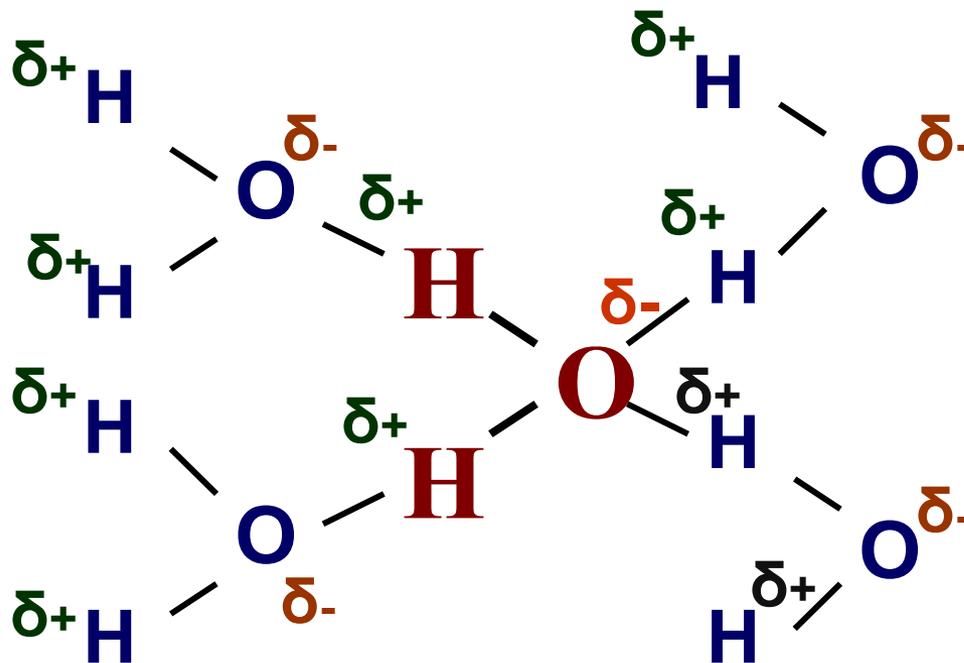
# Биологические функции воды

- ❖ Вода является универсальным растворителем, в ней растворены почти все химические соединения, входящие в состав живого организма;
- ❖ Вода выполняет транспортную функцию: легко перемещаясь по пространствам организма, вода переносит растворенные в ней вещества;
- ❖ Вода участвует в терморегуляции и способствует поддержанию у теплокровных организмов постоянной температуры;
- ❖ Вода участвует в обмене веществ.

# Строение молекулы воды



# Водородные связи в воде



# Характеристика водородных связей

- Водородные связи очень непрочные: они в 10-12 раз слабее ковалентных связей;
- Время существования водородных связей всего  $1 \cdot 10^{-10}$  -  $1 \cdot 10^{-11}$  с;
- Водородные связи обладают кооперативным эффектом (*кооперативностью*): при увеличении количества водородных связей их суммарная прочность резко возрастает;

- **Количество водородных связей в воде зависит от температуры;**
- **При 0°C каждая молекула воды образует водородные связи с четырьмя соседними;**
- **При повышении температуры количество водородных связей уменьшается, и при температуре 100°C водородные связи не образуются.**

- **Благодаря огромному количеству водородных связей у воды имеется ряд уникальных свойств, отсутствующих у других жидкостей:**

- ❖ **Высокая теплоемкость;**

- ❖ **Высокая теплопроводность;**

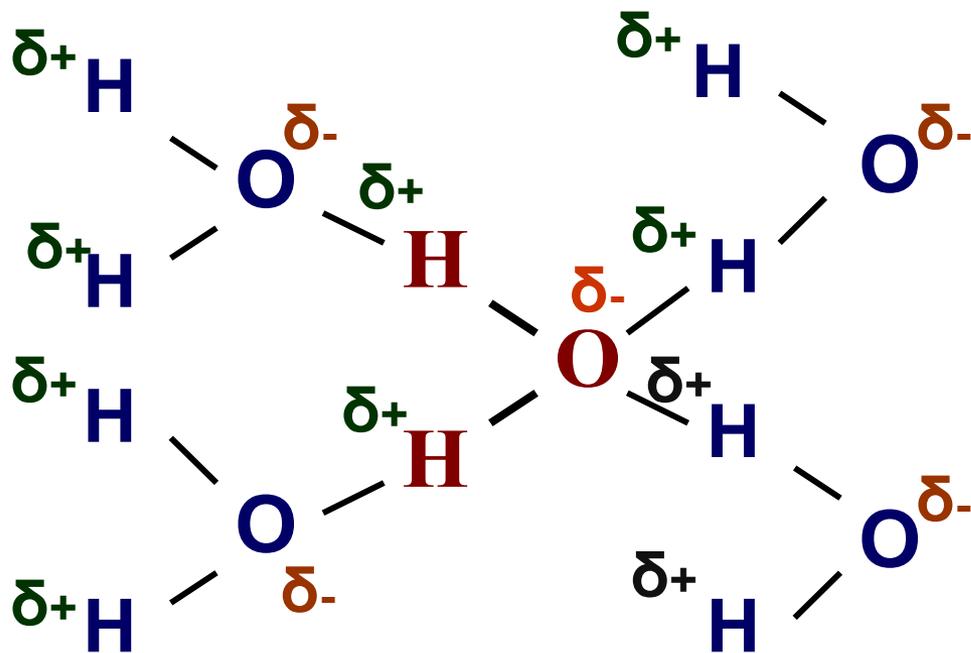
- ❖ **Высокая температура кипения;**

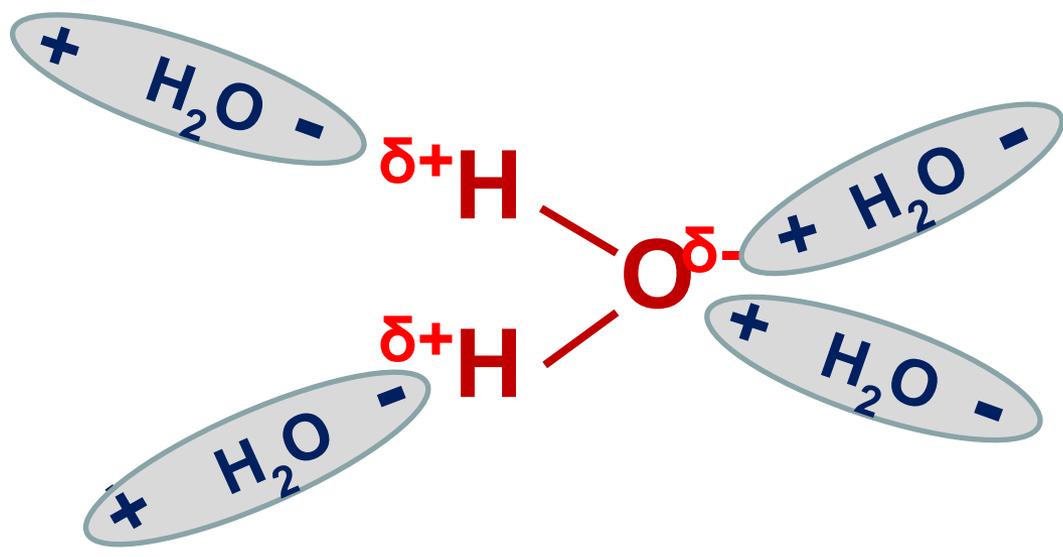
- ❖ **Большая теплота испарения**

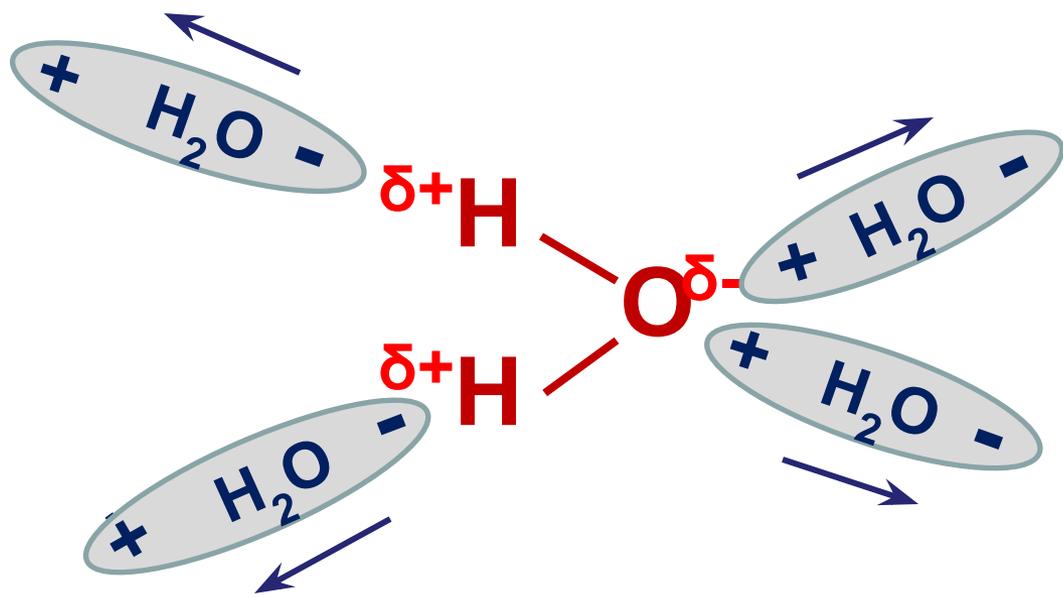
# Электролитическая диссоциация воды

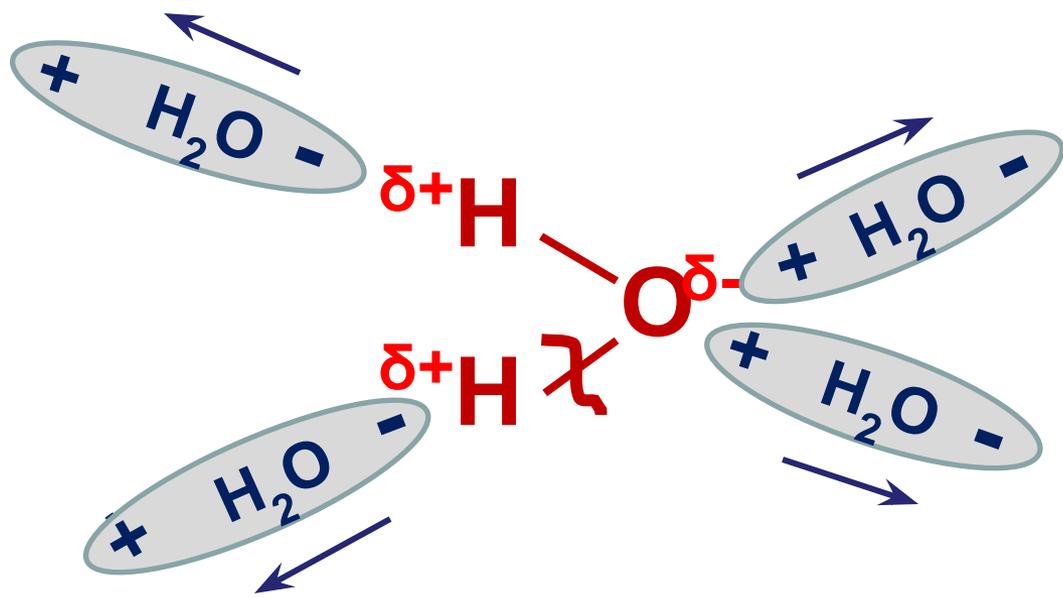
- Вода является слабым электролитом и подвергается расщеплению под действием соседних молекул с образованием иона водорода и иона гидроксила:

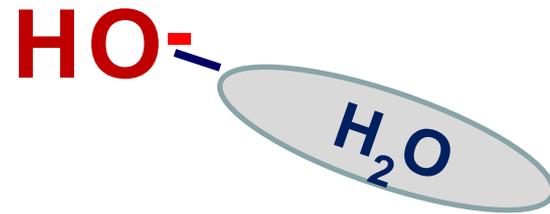








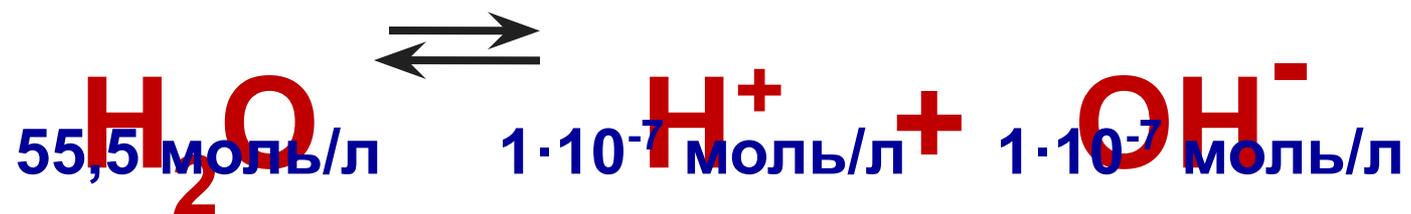






**H<sup>+</sup>**

**HO<sup>-</sup>**



- **Однако присутствие ионов водорода и гидроксидов даже в очень низких концентрациях существенно влияет на свойства воды и водных растворов;**
- **Для оценки содержания ионов водорода и гидроксидов в воде и водных растворах используют соответственно водородный и гидроксильный показатели.**

- **Водородный показатель – это отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода:**

**Водородный  
показатель = - lg [ H<sup>+</sup> ]**

**- lg = p                      Водородный  
показатель = pH**

- **В дисциллированной воде концентрация ионов водорода равна  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л;**

$$\text{pH} = - \lg 1 \cdot 10^{-7} = 7$$

- Гидроксильный показатель – это отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов гидроксила:

$$pOH = - \lg [OH^-]$$

- В дистиллированной воде концентрация ионов гидроксила равна  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л

$$pOH = - \lg 1 \cdot 10^{-7} = 7$$

- В нейтральной среде

$$pH = pOH = 7$$

**В воде и во всех водных растворах**  
 **$\text{pH} + \text{pOH} = 14$**

**Ионное произведение воды:**

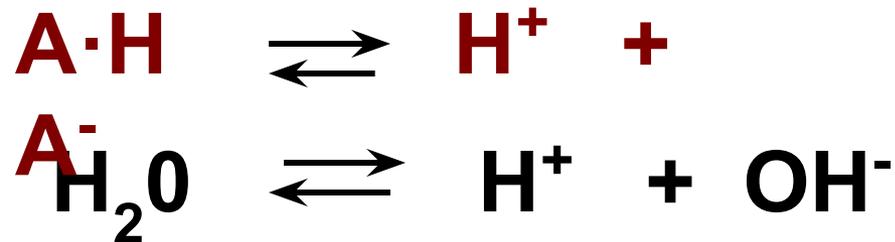
$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 10^{-7} = 1 \cdot 10^{-14}$$

# Кислая среда

- Кислота – любое вещество, способное отщеплять ионы водорода:



- В кислой среде протекает диссоциация как молекул кислоты, так и молекул воды



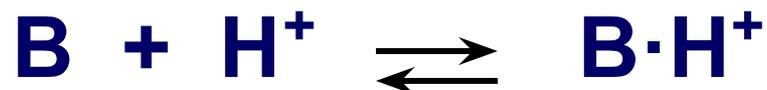
**В кислой среде:**

$$[\text{H}^+]_{\text{кисл}} > [\text{H}^+]_{\text{нейтр}} > 1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л}$$

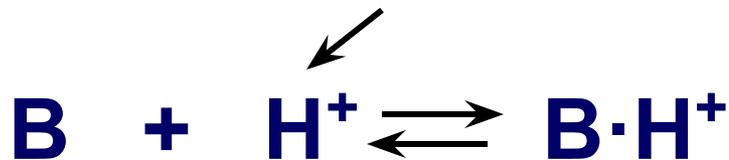
$$\text{pH}_{\text{кисл}} < \text{pH}_{\text{нейтр}} < 7$$

## Щелочная среда

Основание – любое вещество, способное присоединять ионы водорода:



В щелочной среде протекает диссоциация молекул воды и захват молекулами основания ионов водорода:



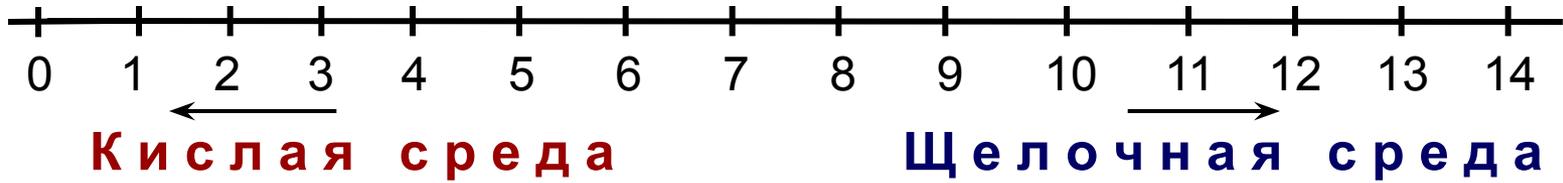
**В щелочной среде:**

$$[\text{H}^+]_{\text{щел}} < [\text{H}^+]_{\text{нейтр}} < 1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л}$$

$$\text{pH}_{\text{щел}} > \text{pH}_{\text{нейтр}} > 7$$

**Изменению рН на одну единицу  
соответствует повышение или  
снижение кислотности в 10 раз**

**Нейтральная среда**



# Методы определения pH

- ❖ Индикаторные или колориметрические
- ❖ Электрометрические

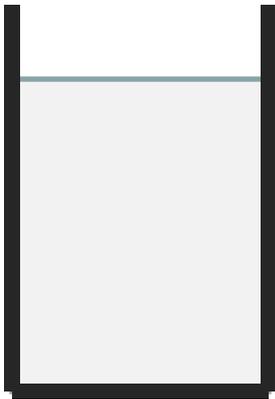
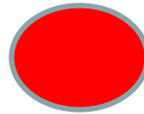
- Индикатор – слабая органическая кислота или основание, у которых диссоциированная и недиссоциированная формы имеют разную окраску:



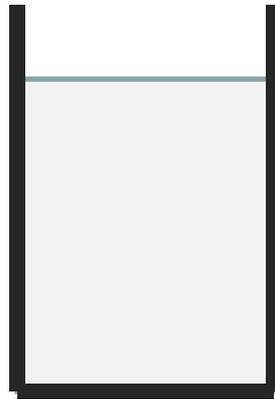
- Соотношение между диссоциированной и недиссоциированной формами индикатора зависит от кислотности.

- **Поэтому каждому диапазону кислотности соответствует определенная окраска индикатора.**

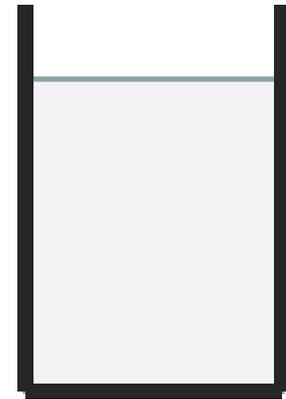
**Индикатор  
метиловый  
красный  
(метилрот)**



**pH 1-2**

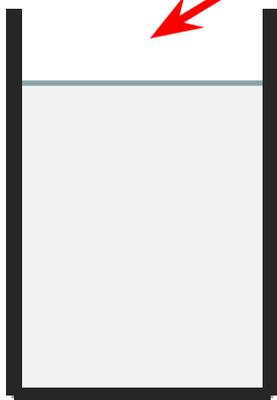
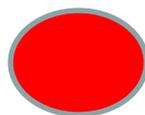


**pH 5-6**

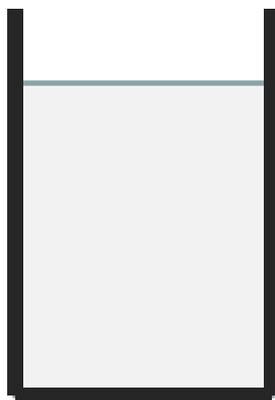


**pH 11-12**

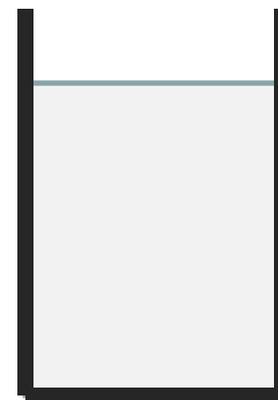
**Индикатор  
метиловый  
красный  
(метилрот)**



**pH 1-2**

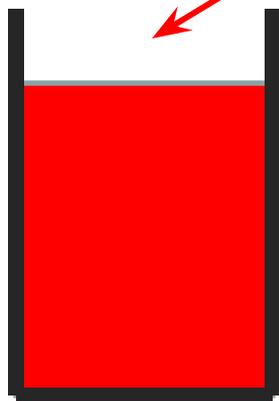
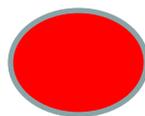


**pH 5-6**

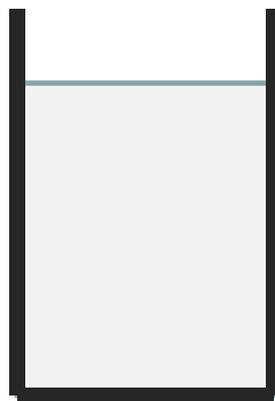


**pH 11-12**

**Индикатор  
метиловый  
красный  
(метилрот)**



**pH 1-2**

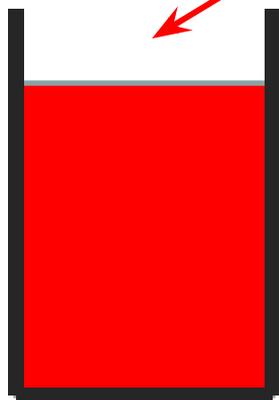
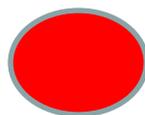


**pH 5-6**

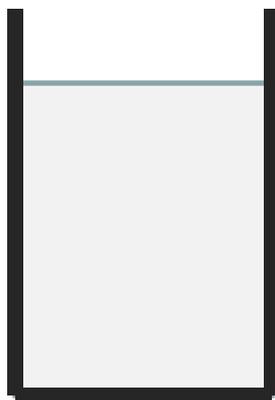


**pH 11-12**

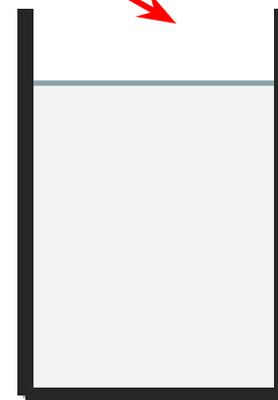
**Индикатор  
метиловый  
красный  
(метилрот)**



**pH 1-2**

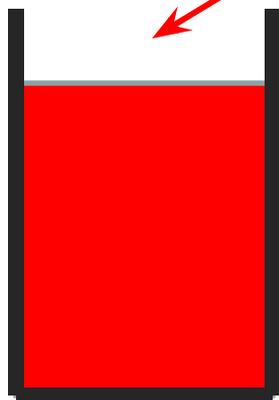
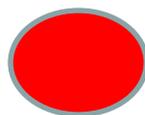


**pH 5-6**

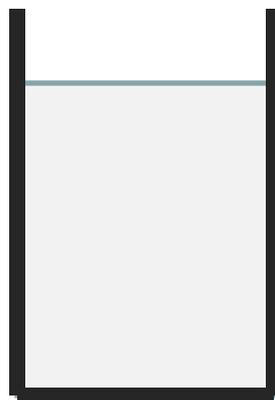


**pH 11-12**

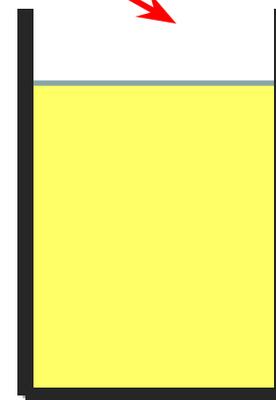
**Индикатор  
метилловый  
красный  
(метилрот)**



**pH 1-2**

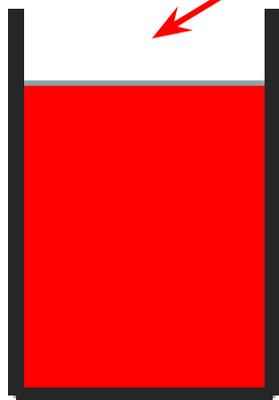
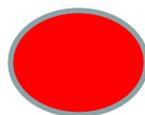


**pH 5-6**

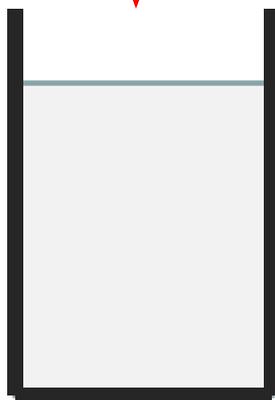


**pH 11-12**

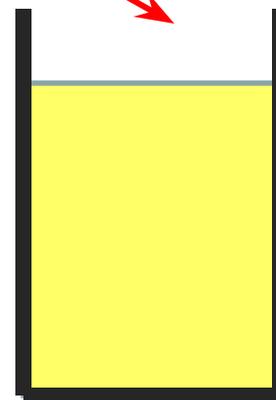
**Индикатор  
метилорый  
красный  
(метилрот)**



**pH 1-2**

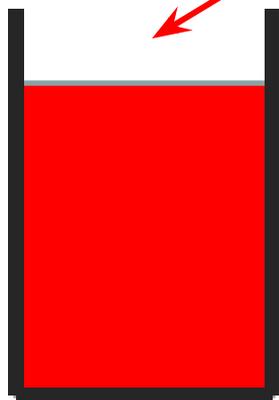
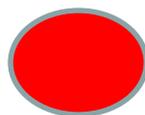


**pH 5-6**

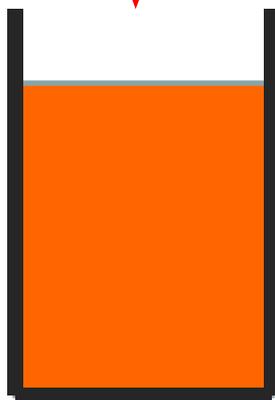


**pH 11-12**

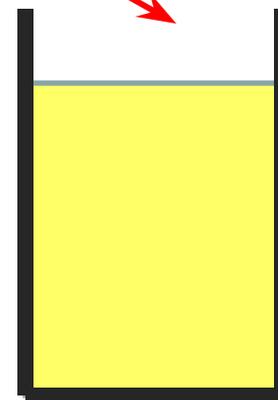
**Индикатор  
метилловый  
красный  
(метилрот)**



**pH 1-2**



**pH 5-6**

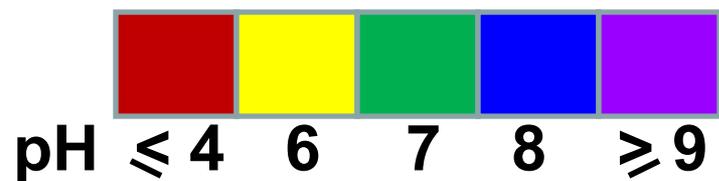
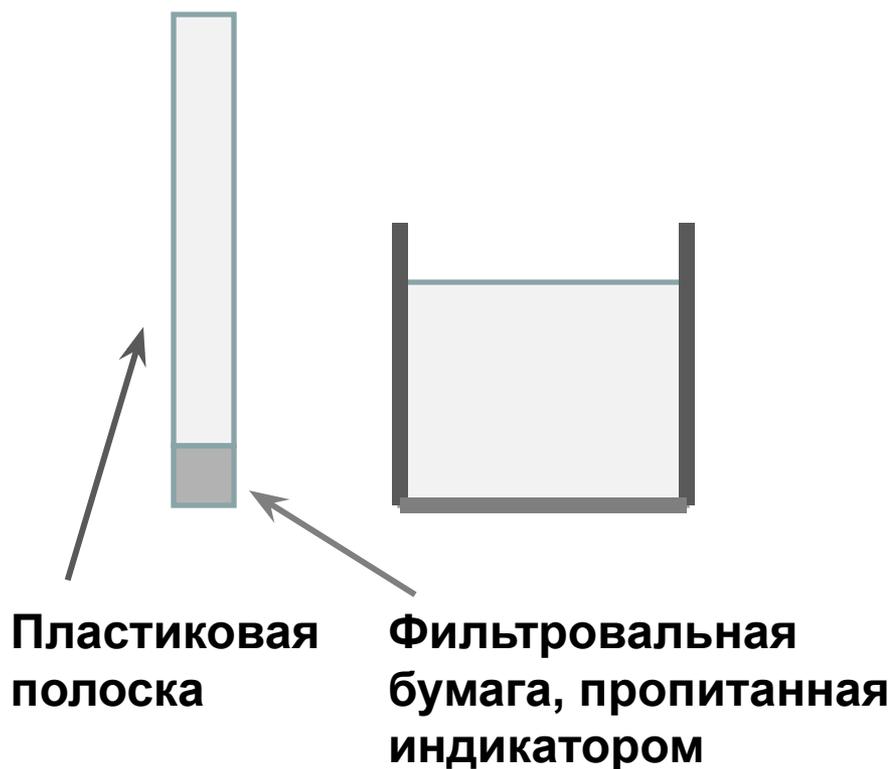


**pH 11-12**

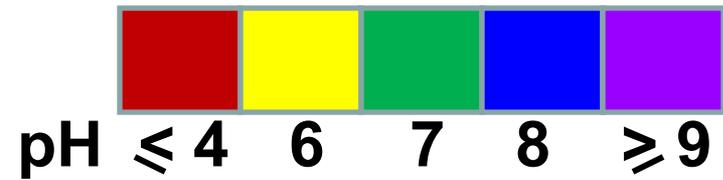
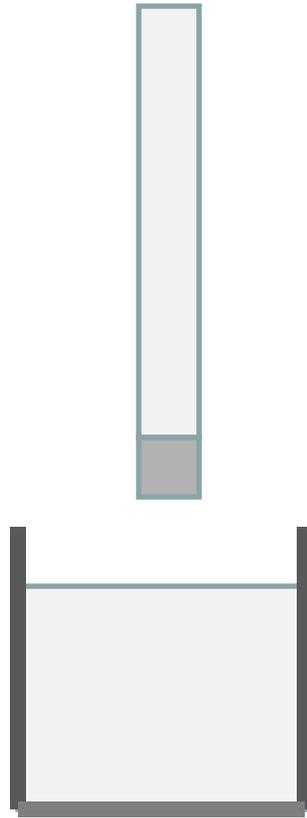
# Универсальный индикатор

- Для определения кислотности часто используется универсальный индикатор, являющийся смесью нескольких индикаторов с разными зонами перехода;
- Универсальный индикатор последовательно меняет окраску от красной в кислой среде до фиолетовой в щелочной;
- Каждому значению рН соответствует определенная окраска;
- По цветной шкале находят величину рН

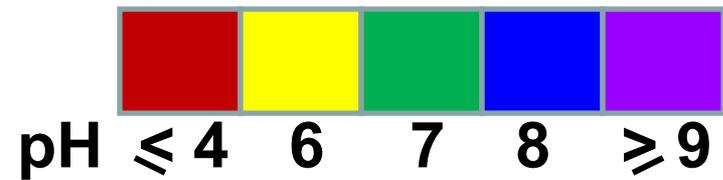
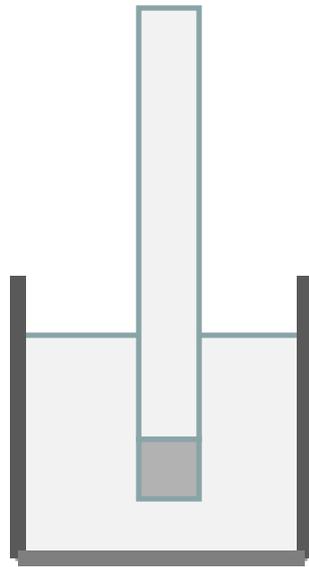
# Универсальный индикатор



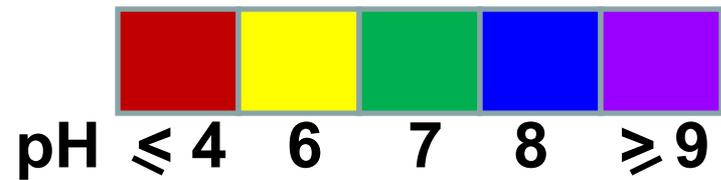
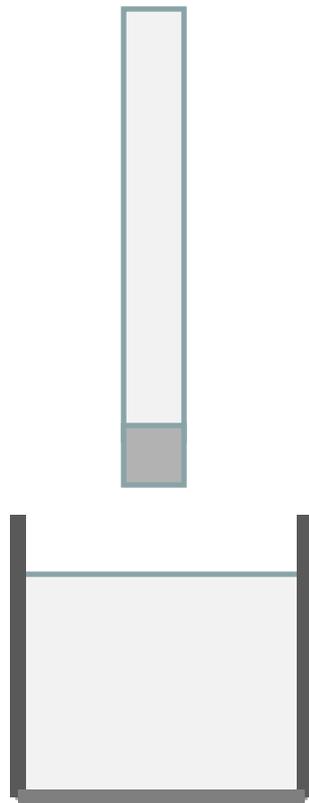
# Универсальный индикатор



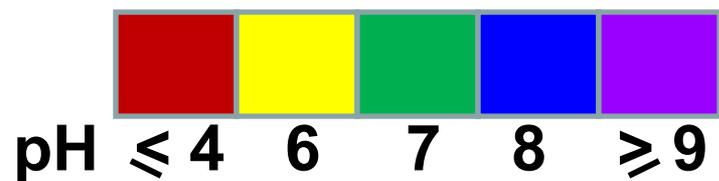
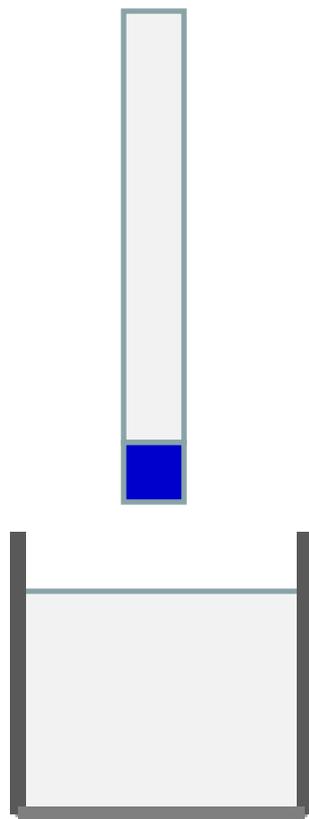
# Универсальный индикатор



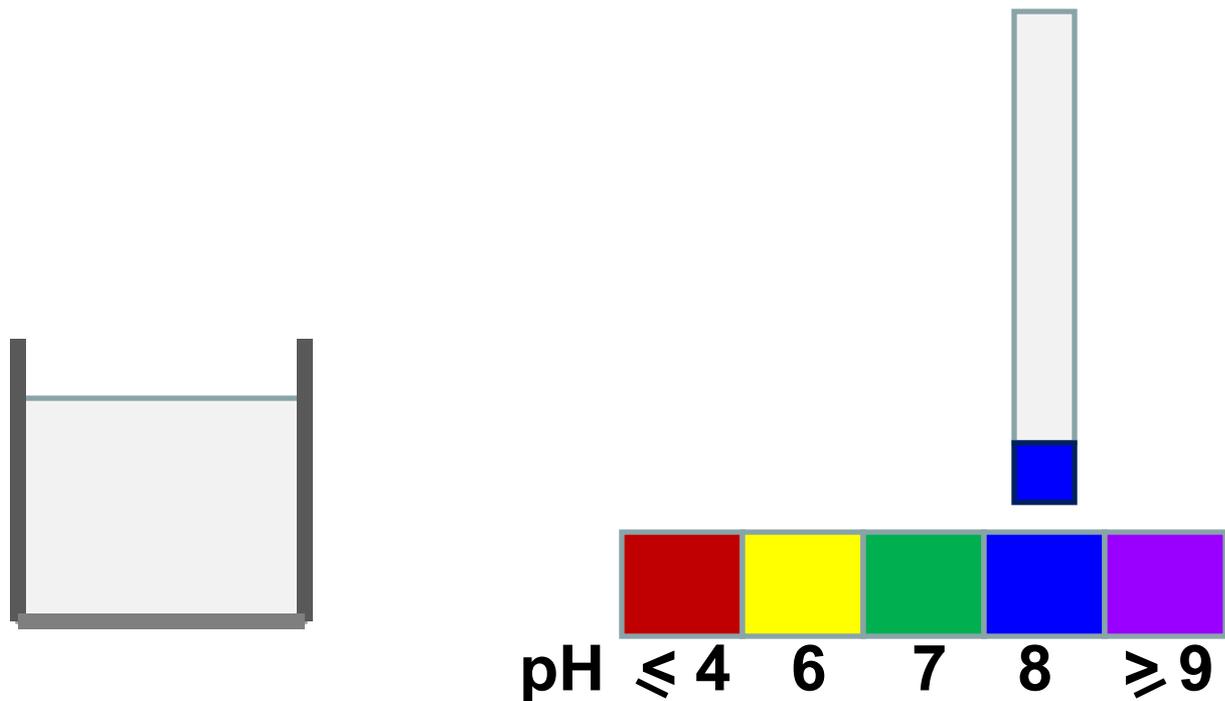
# Универсальный индикатор



# Универсальный индикатор



# Универсальный индикатор



# Электрометрические методы

- **Измерение кислотности проводится с использованием специальных приборов - рН-метров;**
- **Главной частью рН-метра является стеклянный электрод, электрический потенциал которого зависит от величины рН.**

# Буферные растворы

- **Буферные растворы (буферные системы) – растворы способные сохранять постоянное значение pH при добавлении кислоты или щелочи;**
- **Любой буферный раствор содержит два компонента: кислотный и основной:**

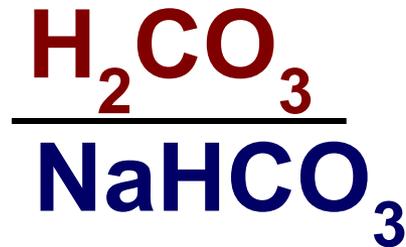
- **Кислотный компонент – слабая кислота, предназначенная для нейтрализации щелочей;**

**Основной компонент – слабое основание, предназначенное для нейтрализации кислот;**

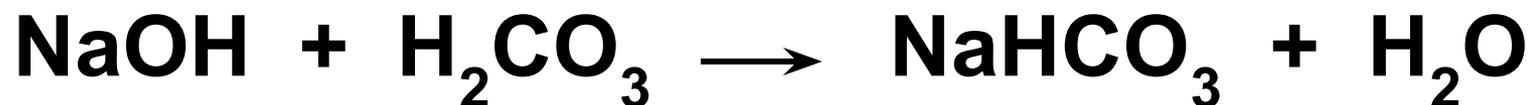
- **Часто это соль слабой кислоты и сильного основания, обладающая основными свойствами.**

# Бикарбонатный буфер

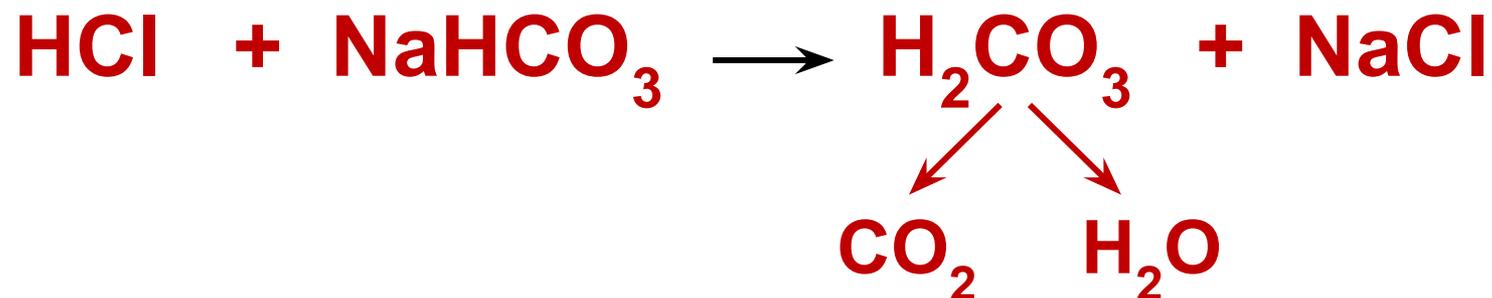
- В состав бикарбонатного буфера входит угольная кислота (слабая кислота) и бикарбонат натрия (слабое основание):



- При поступлении в буферный раствор щелочи (например, NaOH) ее нейтрализует кислотный компонент:



- При поступлении в буферный раствор кислоты (например, HCl) ее нейтрализует основной компонент:



# Буферная емкость

- **Эффективность буферного действия оценивается буферной емкостью;**
- **Буферная емкость – количество молей сильной кислоты (например, HCl) или сильной щелочи (например, NaOH) , которое необходимо добавить к 1 л буферного раствора для изменения pH на одну единицу.**

# рН биологических жидкостей

<b>Биологическая жидкость</b>	<b>рН</b>	<b>Среда</b>
<b>Слюна</b>	<b>6,8-7,0</b>	<b>Нейтральная</b>
<b>Желудочный сок</b>	<b>1,0-2,0</b>	<b>Сильнокислая</b>
<b>Поджелудочный сок</b>	<b>7,0-8,0</b>	<b>Слабощелочная</b>
<b>Артериальная кровь</b>	<b>7,4</b>	<b>Слабощелочная</b>
<b>Венозная кровь</b>	<b>7,36</b>	<b>Слабощелочная</b>
<b>Моча</b>	<b>5,5-6,5</b>	<b>Слабокислая</b>

## **Тест 1**

### **Содержание воды в организме взрослого человека**

- а) 10-20 %**
- б) 30-40 %**
- в) 60-70 %**
- г) 80-90 %**

## Тест 2

**Молекулы воды соединяются друг с другом:**

- а) водородными связями**
- б) донорно-акцепторными**
- в) ионными связями**
- г) металлическими связями**

## Тест 3

Концентрация ионов гидроксидов в дистиллированной воде равна:

- а)  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л
- б)  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л
- в)  $1 \cdot 10^{-12}$  моль/л
- г)  $1 \cdot 10^{-14}$  моль/л

## Тест 4

Концентрация ионов водорода в дистиллированной воде равна:

- а)  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л
- б)  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л
- в)  $1 \cdot 10^{-12}$  моль/л
- г)  $1 \cdot 10^{-14}$  моль/л

## Тест 5

При повышении кислотности в 100 раз pH:

- а) не изменяется
- б) повышается на 1 единицу
- в) повышается на 2 единицы
- г) снижается на 2 единицы