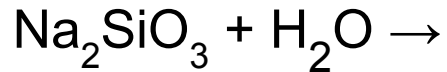


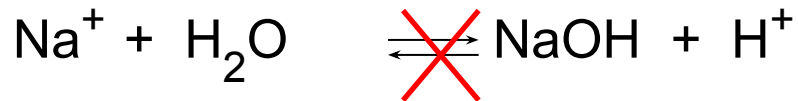
# Гидролиз



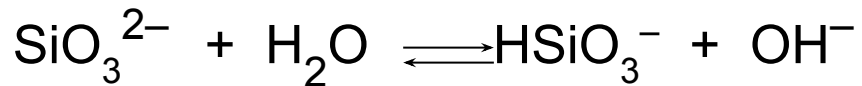
# Гидролиз по аниону



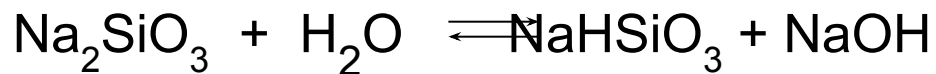
Гидролиз по катиону не идет:



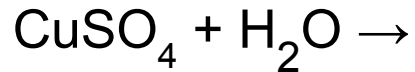
Гидролиз по аниону (краткий ионный вид процесса):



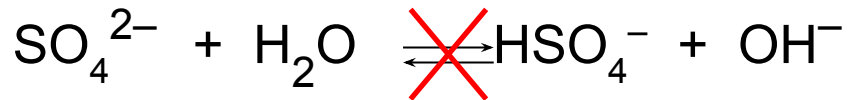
Молекулярный вид:



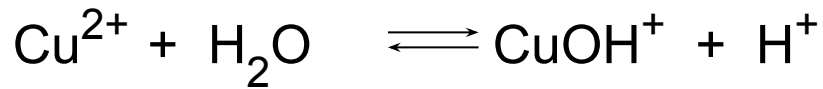
# Гидролиз по катиону



**Гидролиз по аниону не идет:**



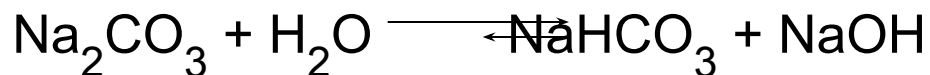
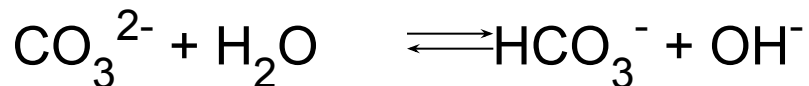
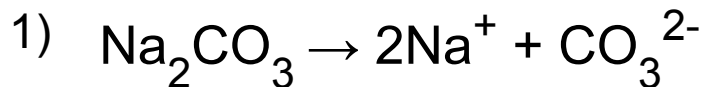
**Гидролиз по катиону (краткий ионный вид процесса):**



**Молекулярный вид:**

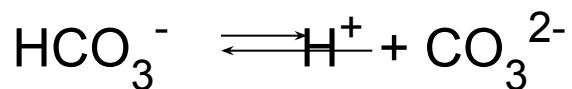
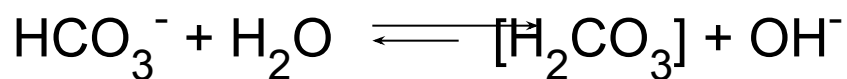
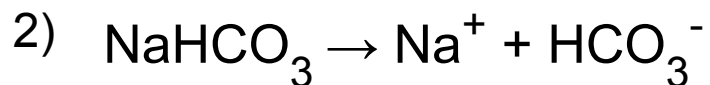


# Гидролиз солей угольной кислоты

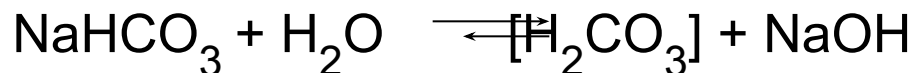


Возможен только гидролиз, диссоциация карбонат-аниона невозможна

Сильнощелочная среда,  $\text{pH} > 7$

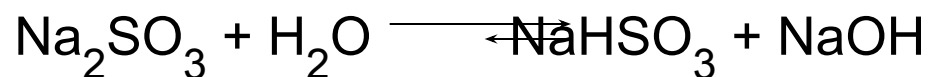
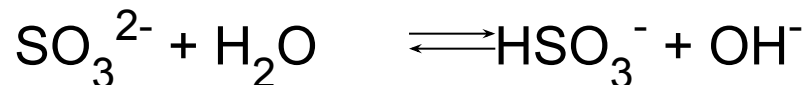
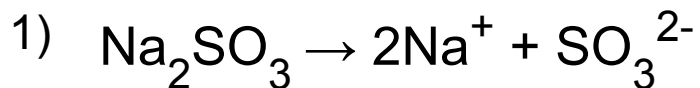


Процессы диссоциации и гидролиза конкурируют между собой, гидролиз идет сильнее



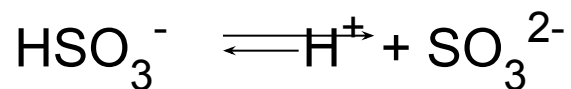
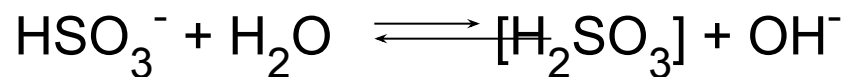
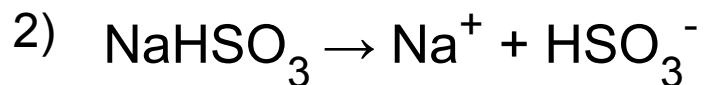
Слабощелочная среда,  $\text{pH} > 7$

# Гидролиз солей сернистой кислоты



Возможен только гидролиз, диссоциация сульфит-аниона невозможна

Сильнощелочная среда, pH > 7



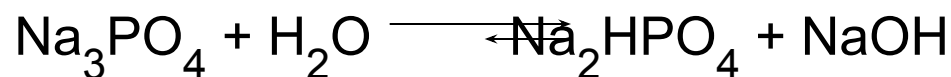
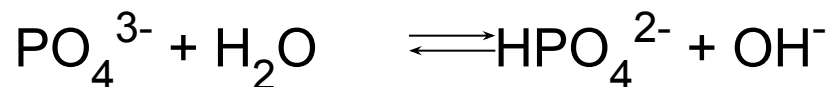
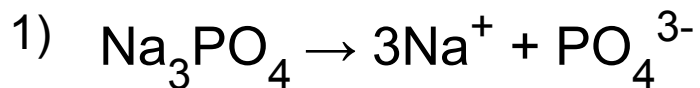
Процессы диссоциации и гидролиза конкурируют между собой, диссоциация идет сильнее

Процесс диссоциации протекает более интенсивно, чем гидролиз. **Для сравнения:** для солей угольной кислоты ситуация будет противоположной

=>

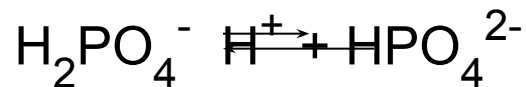
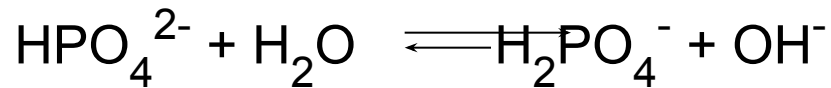
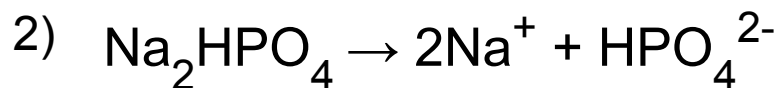
Слабокислая среда, pH < 7

# Гидролиз солей ортофосфорной кислоты

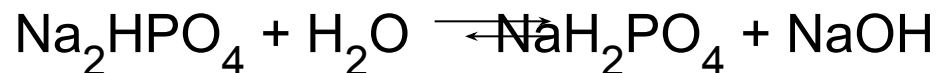


Возможен только гидролиз ортофосфат-аниона

Сильнощелочная среда, pH > 7

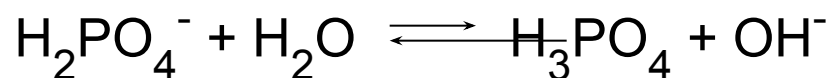
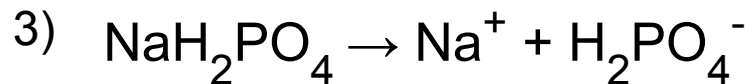


Процессы диссоциации и гидролиза конкурируют между собой



Слабощелочная среда, pH > 7

# Гидролиз солей ортофосфорной кислоты



Процесс диссоциации протекает более интенсивно, чем гидролиз

Процессы диссоциации и гидролиза конкурируют между собой

$\Rightarrow$  Слабокислая среда,  $\text{pH} < 7$

# Необратимый гидролиз

Необратимый гидролиз протекает в пяти случаях:

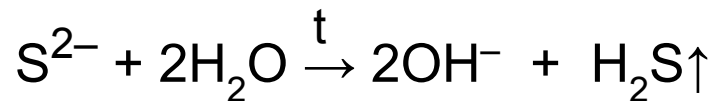
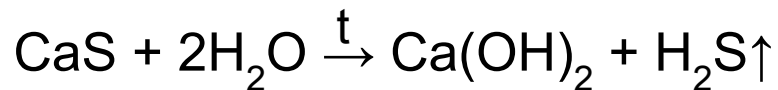
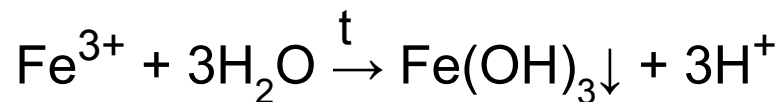
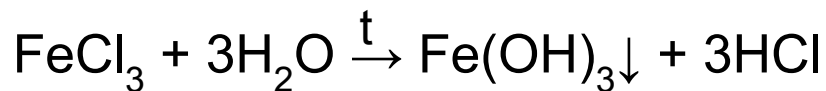
- 1) При нагревании раствора соли, гидролизующейся по одному иону.
- 2) Когда протекает ОВР сопропорционирования водорода  $H^{+1}$  из воды и водорода  $H^{-1}$  из гидрида металла ( $NaH$ ,  $LiH$ ,  $CaH_2$ ,  $Li[AlH_4]$  и т.д.)
- 3) Гидролиз солеподобных соединений, образованных кислотами гораздо более слабыми, чем вода ( $Al_4C_3$ ,  $Be_2C$ ,  $CaC_2$ ,  $Mg_2Si$ ,  $Li_3N$ ,  $NaNH_2$ ,  $NaN_3$ ,  $K_3P$ ,  $Na_2O_2$ , реактивы Гриньяра и т.д.).
- 4) Гидролиз галогенидов и оксигалогенидов неметаллов и металлов в высших степенях окисления ( $PCl_3$ ,  $PCl_5$ ,  $POCl_3$ ,  $SOCl_2$ ,  $SO_2Br_2$ ,  $COCl_2$ ,  $SnCl_4$  и т.д.).
- 5) **Двойной или смешанный гидролиз** - гидролиз солей, образованных слабой кислотой и слабым основанием (идет, если соль является растворимой).

*Примечание.* Реакции гидролиза, перечисленные в пунктах №1 и №3-5, не являются ОВР в отличие от пункта №1.



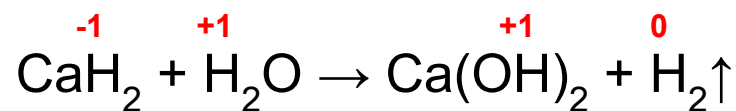
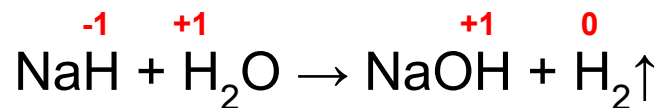
# Гидролиз по одному иону при нагревании

1) При нагревании растворов солей, гидролизующихся по одному иону, гидролиз идет до конца, так равновесие диссоциации воды смещается в сторону образования катионов водорода и гидроксид-анионов (вода при нагревании лучше диссоциирует, т.к. мы сообщаем энергию, требуемую для разрыва связи O–H по гетеролитическому механизму):



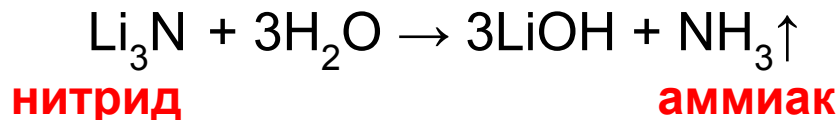
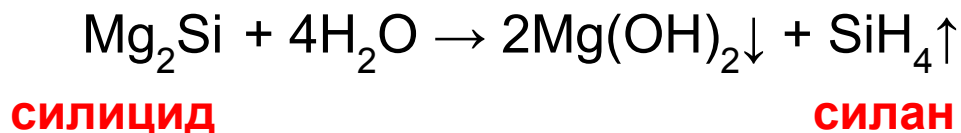
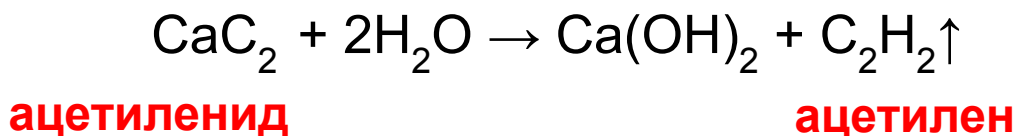
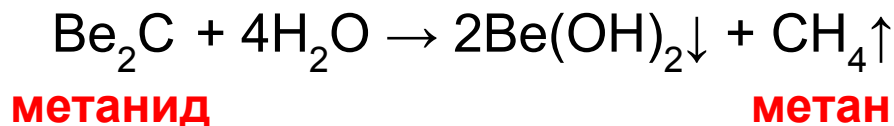
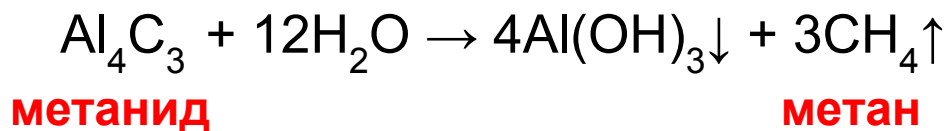
# Гидролиз гидридов металлов

2) При гидролизе гидридов металлов образуется молекулярный водород и соединение металла, устойчивое в водном растворе, как правило гидроксид:



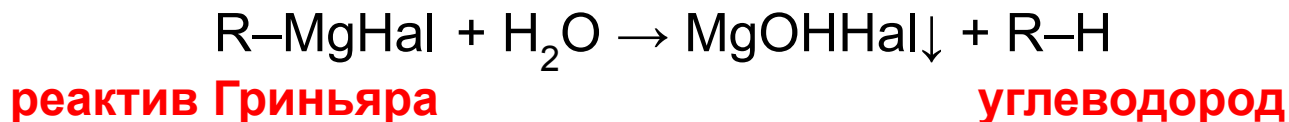
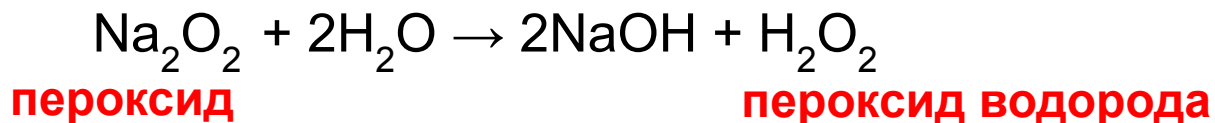
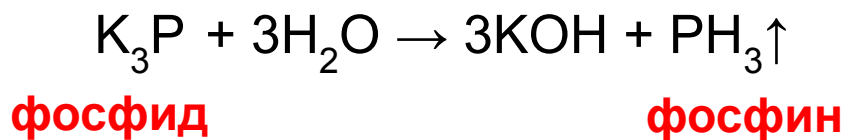
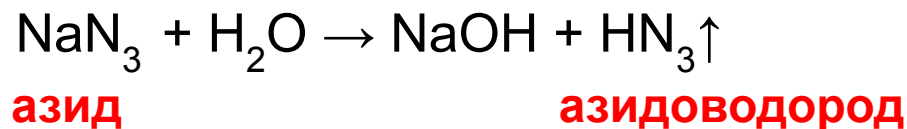
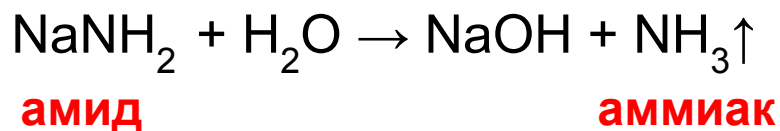
# Гидролиз «солей» очень слабых кислот

3) Гидролизуются солеобразные соединения, образованные кислотами, гораздо более слабыми, чем вода :



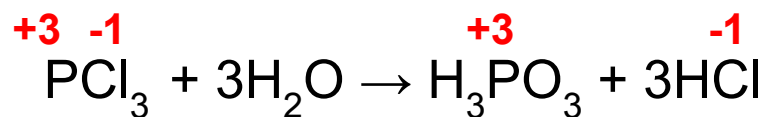
# Гидролиз «солей» очень слабых кислот

3) Гидролизуются солеобразные соединения, образованные кислотами, гораздо более слабыми, чем вода :

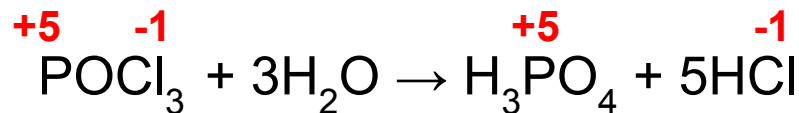
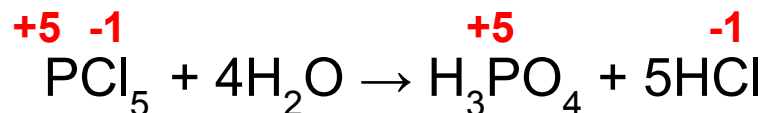


# Гидролиз галогенидов и оксигалогенидов

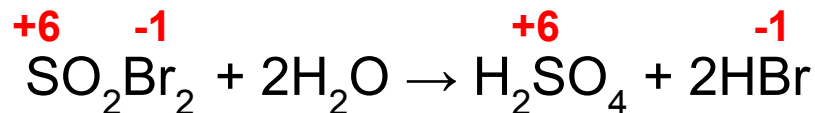
4) Гидролизуются галогениды и оксигалогениды неметаллов, а так же галогениды и оксигалогениды металлов в высоких степенях окисления. При это степени окисления элементов **не меняются**:



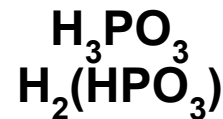
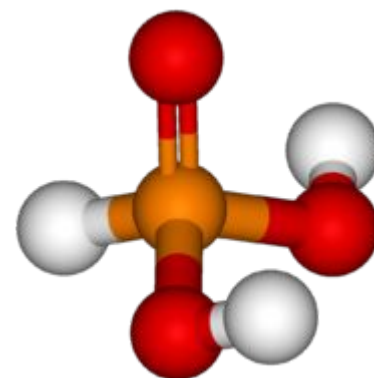
фосфористая  
кислота



хлорангидрид  
фосфорной кислоты

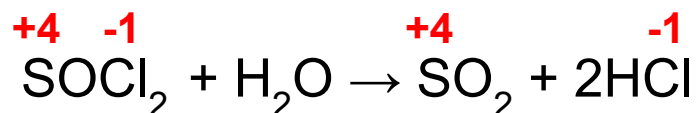


бромангидрид  
серной кислоты

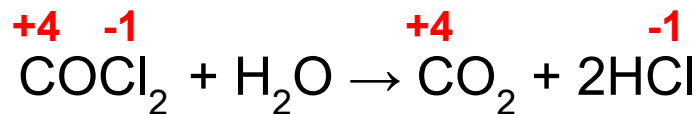


# Гидролиз галогенидов и оксигалогенидов

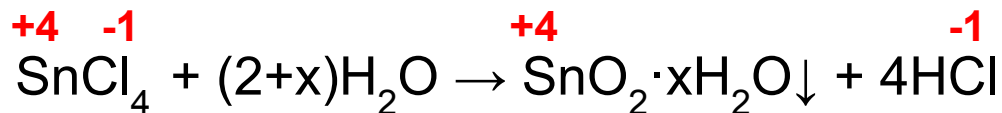
4) Гидролизуются галогениды и оксигалогениды неметаллов, а так же галогениды и оксигалогениды металлов в высоких степенях окисления. При это степени окисления элементов **не меняются**:



**хлорангидрид  
сернистой кислоты**

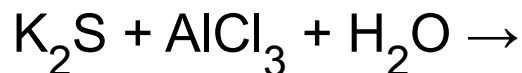


**фосген**

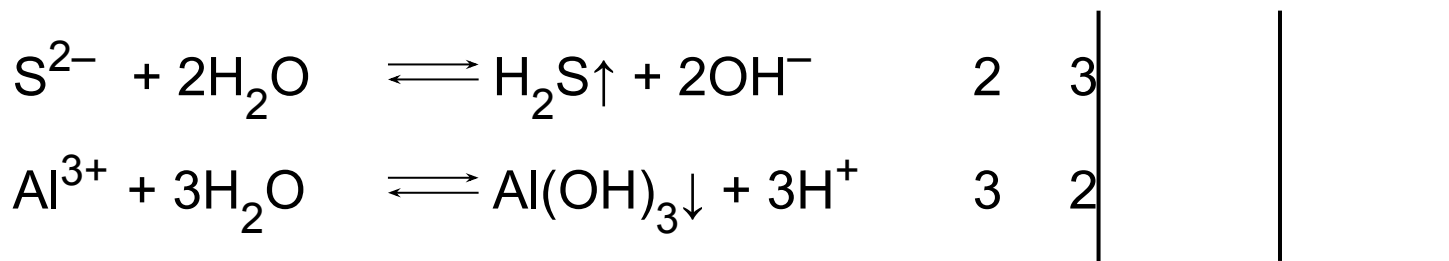


**тетрахлорид  
олова**

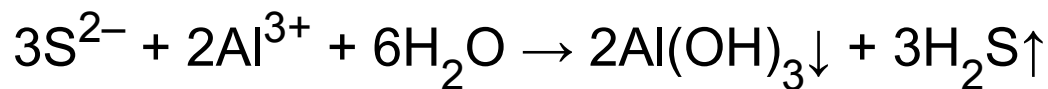
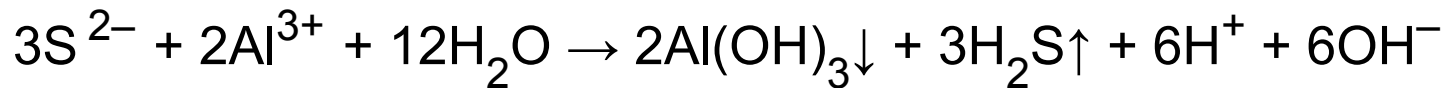
# Двойной гидролиз



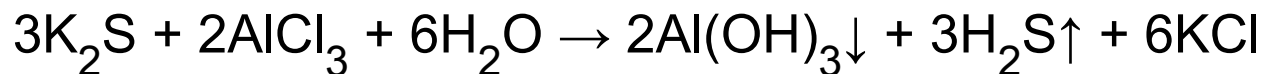
**Гидролиз по катиону и аниону:**



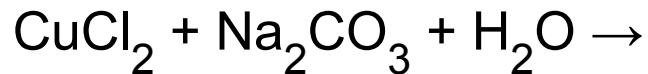
**Краткий ионный вид:**



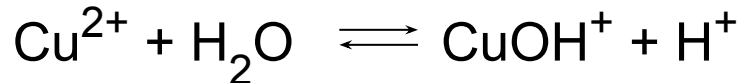
**Молекулярный вид:**



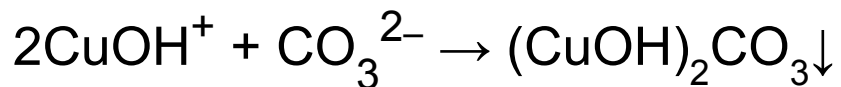
# Двойной гидролиз – особый случай



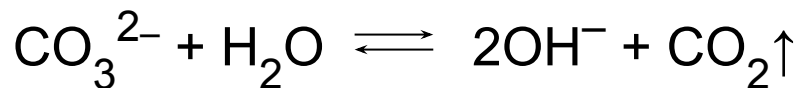
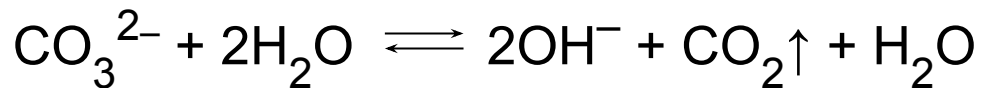
Гидролиз по катиону:



**Катионы гидроксомеди (II) связываются карбонат-анионами в основную соль:**

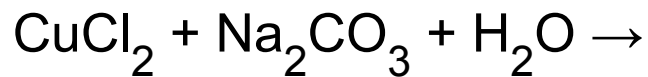


Гидролиз по аниону:

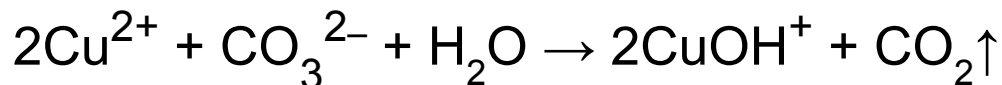
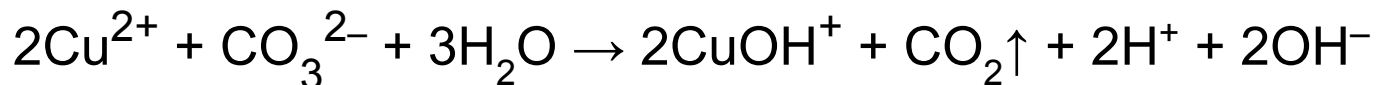




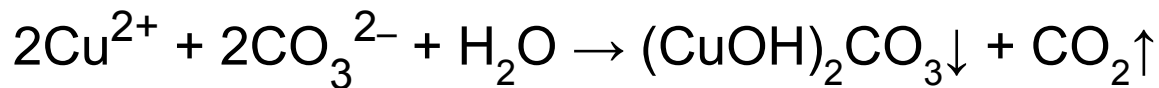
# Двойной гидролиз – особый случай



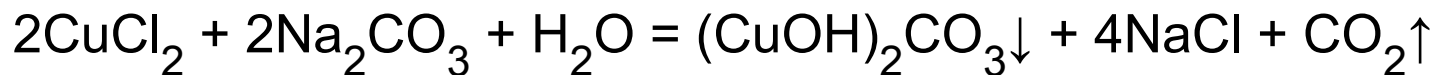
**Краткий ионный вид:**



**Краткий ионный вид с учетом ассоциации карбонат-анионов и катионов гидроксомеди (II):**



**Молекулярный вид:**



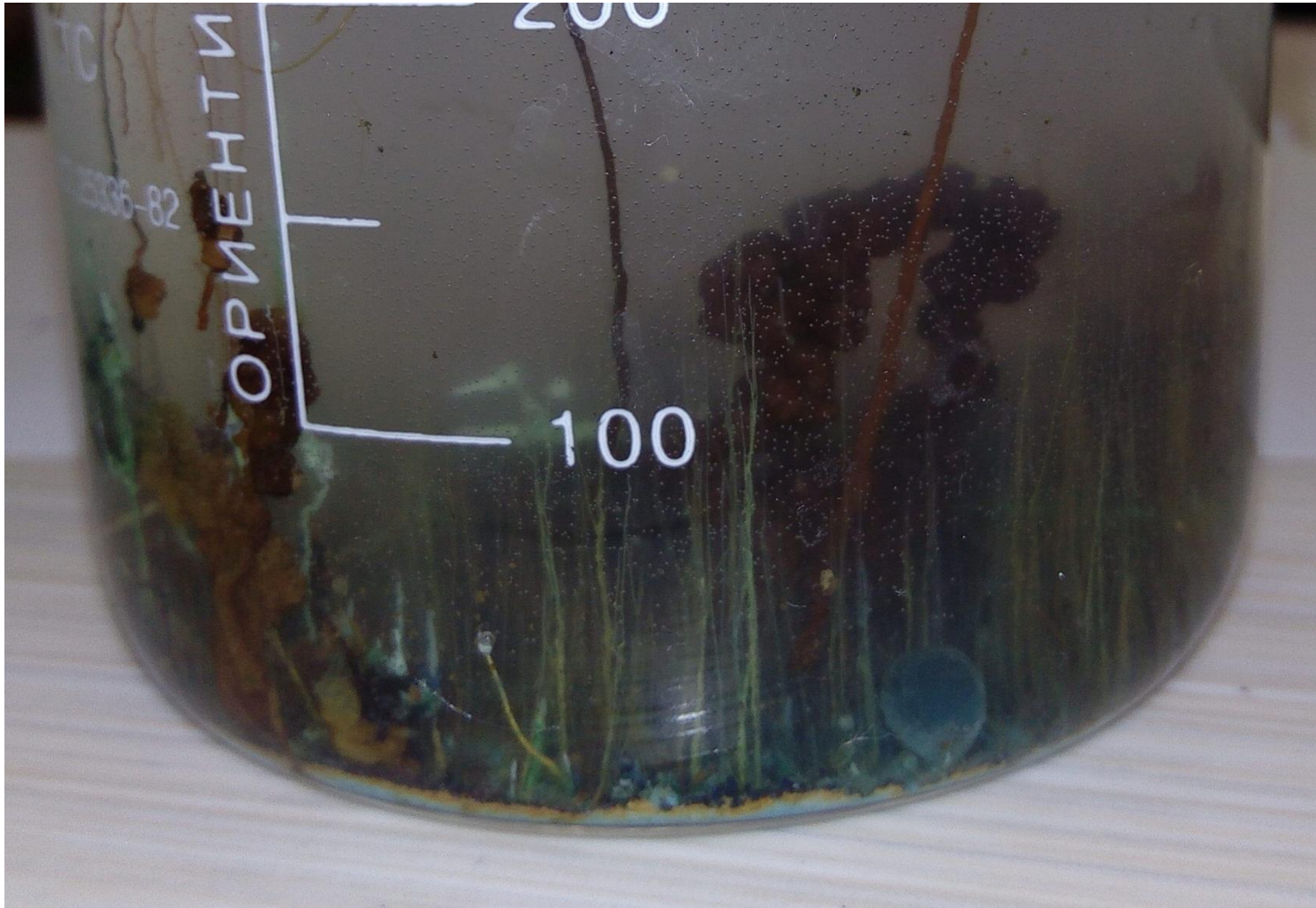
# Двойной гидролиз – определение итоговой среды раствора



$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

$$K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 6,3 \cdot 10^{-5}$$

# «Неорганический сад»



Выпадают продукты совместного гидролиза солей по катиону по силикат-аниону

# «Неорганический сад»

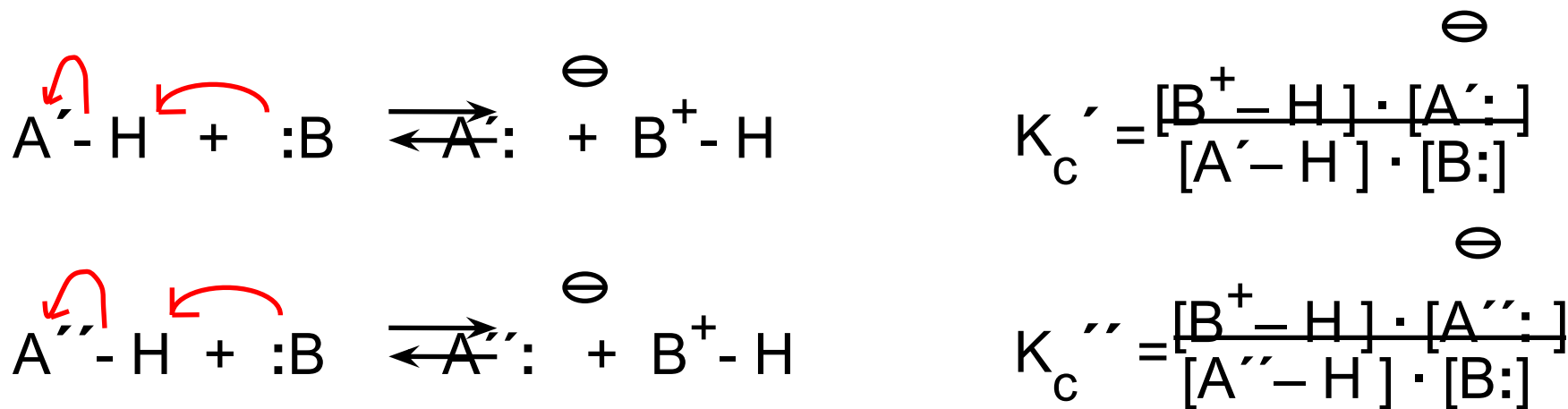


# Сравнение силы кислот и оснований

Чем сильнее кислота, тем его сопряженное основание слабее.

**Сильная кислота** – та кислота, от которой легче оторвать протон.

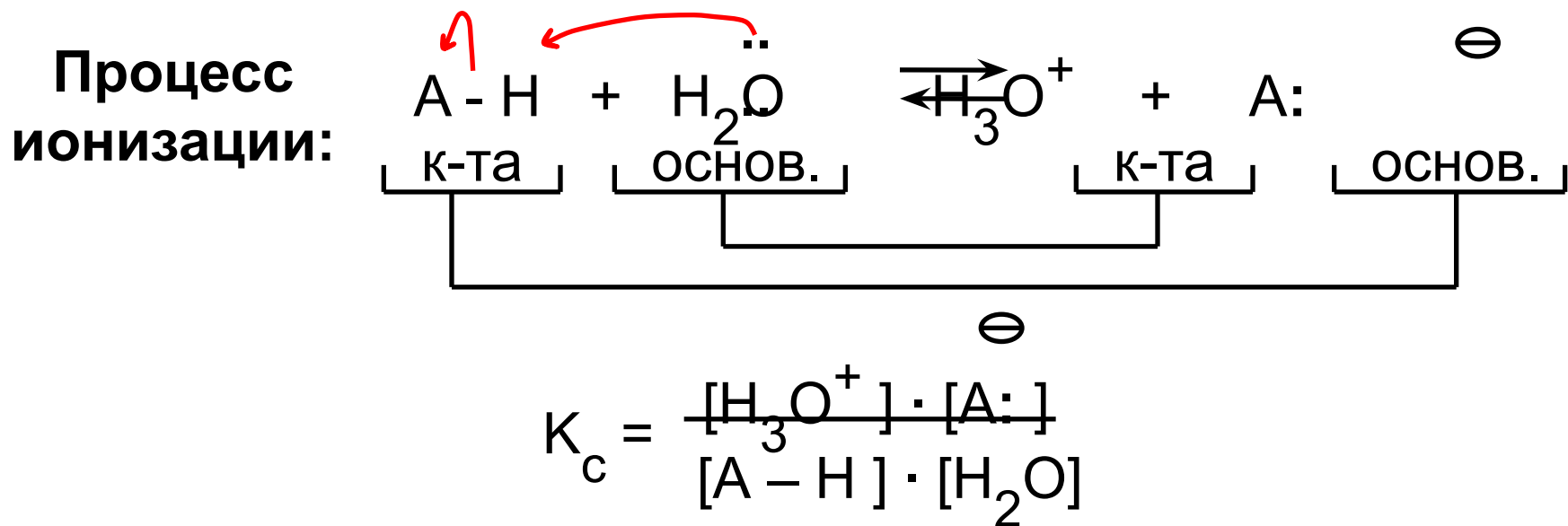
Для сравнения силы кислот нужно сравнивать с одним и тем же основанием.



Если  $K_c'' > K_c'$ , то  $\text{A}''\text{-H}$  сильнее  $\text{A}'\text{-H}$

# Сравнение силы кислот и оснований

Логично выбрать стандартное основание, и на основе взаимодействия с ним сравнивать силы различных кислот.



Концентрация воды в воде  $[\text{H}_2\text{O}] = \text{const}$ .

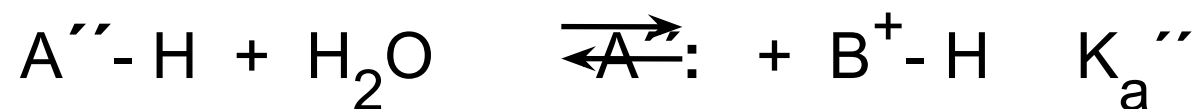
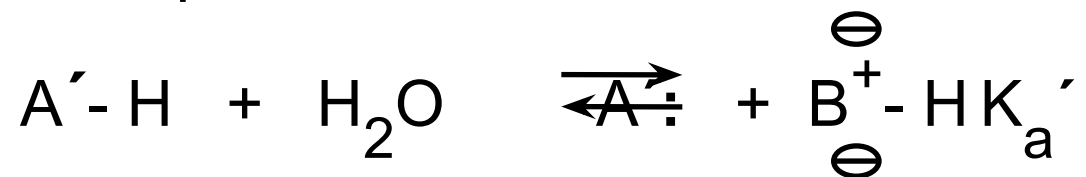
$K_c \cdot [\text{H}_2\text{O}] = \text{const} = K_a$  – константа кислотности – количественная мера силы кислоты.

# Сравнение силы кислот и оснований

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [A:]^{\ominus}}{[A-H]}$$

**Сильные кислоты** – это кислоты, полностью ионизирующиеся в водных растворах на ионы.

Константа кислотности  $K_a$  определяется экспериментально.



Если  $K_a'' > K_a'$ , то  $A''-H$  сильнее  $A'-H$







# Двойной гидролиз – определение итоговой среды раствора



$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5} \quad K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 6,3 \cdot 10^{-5}$$

Среда слабощелочная, т.к. слабое основание диссоциирует лучше, чем слабая кислота.

# Литературный гидролиз

