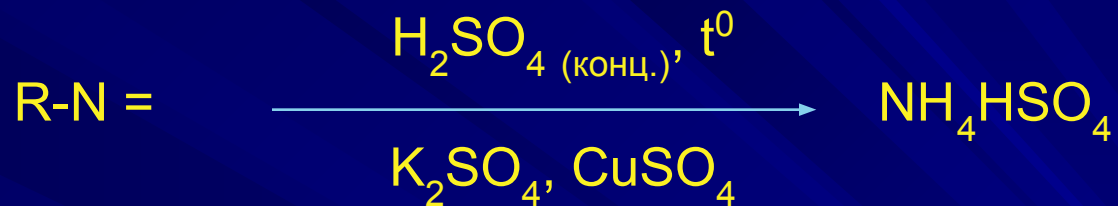


**Применение метода кислотно-
основного титрования в
количественном анализе
химических веществ и
лекарственных средств**

План:

1. Элементный анализ. Анализ по функциональным группам.
2. Способы прямого титрования кислот и оснований.
3. Способы обратного титрования кислот и оснований.
4. Способы заместительного титрования.

Метод Кьельдаля



Метод Кьельдаля

1



Метод Кьельдаля

2



$$\text{pK}_a \text{H}_3\text{BO}_3 = 9,24 \quad \text{pK}_b \text{BO}_2^- = 4,76$$



NO_3^- и NO_2^-

определяют после их восстановления сплавом Арнда (60% Cu, 40% Mg) в слабокислой или нейтральной среде или сплавом Деварда (50% Cu, 45% Al, 5% Zn) в щелочной среде



Определение серы

проводят путем сжигания органического соединения в токе кислорода (по методу Шенигера)

Образующийся при этом диоксид и триоксид серы поглощают раствором H_2O_2 .



Галогены

Хлор-, бромсодержащие органические вещества

после разрушения образуют кислоты:

R-Cl разрушение HCl(газ)

R-Br разрушение HBr(газ)



H_3O^+ титруют NaOH

Ковалентно связанный иод определяют окислительно-восстановительным методом

Определение функциональных групп органических соединений

- **Вещества, содержащие карбоксильную (- COOH), сульфогруппу (- SO₃H),** обладающие кислотными свойствами (K_a=10⁻⁵ - 10⁻⁸), определяют прямым титрованием с индикатором фенолфталеином.
- **Алифатические амины** имеют K_b~10⁻⁵ и их можно титровать кислотой (прямое титрование).



- **Ароматические амины** (анилин, пиридин и его производные) являются слабыми основаниями с K_b~10⁻¹⁰. Их титруют HClO₄ в среде безводной CH₃COOH.

Прямая алкалиметрия

- Полипротонные кислоты титруют в соответствии с величинами их K_T .

Щавелевая кислота – $H_2C_2O_4$ ($K_{a1}=5,6 \cdot 10^{-2}$, $K_{a2}=5,4 \cdot 10^{-5}$),
фосфорная – H_3PO_4 ($K_{a1}=7,1 \cdot 10^{-3}$, $K_{a2}=6,2 \cdot 10^{-8}$, $K_{a3}=5,0 \cdot 10^{-13}$),
мышьяковая H_3AsO_4 ($K_{a1}=5,6 \cdot 10^{-3}$, $K_{a2}=1,7 \cdot 10^{-7}$, $K_{a3}=2,95 \cdot 10^{-12}$)
титруются как двухпротонные.

- Органические оксикарбоновые кислоты:

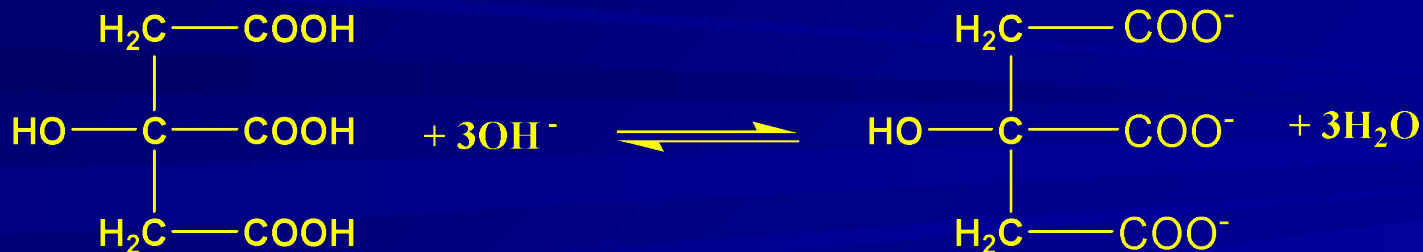
Глюконовая ($K_a = 1,4 \cdot 10^{-4}$) титруется как одноосновная:



Винная ($K_{a_1} = 1,3 \cdot 10^{-3}$, $K_{a_2} = 3,0 \cdot 10^{-5}$) титруется как двухосновная:



Лимонная ($K_{a_1} = 7,4 \cdot 10^{-4}$, $K_{a_2} = 2,2 \cdot 10^{-5}$, $K_{a_3} = 4,0 \cdot 10^{-7}$, $K_{a_4} = 1 \cdot 10^{-16}$) титруется как трехосновная

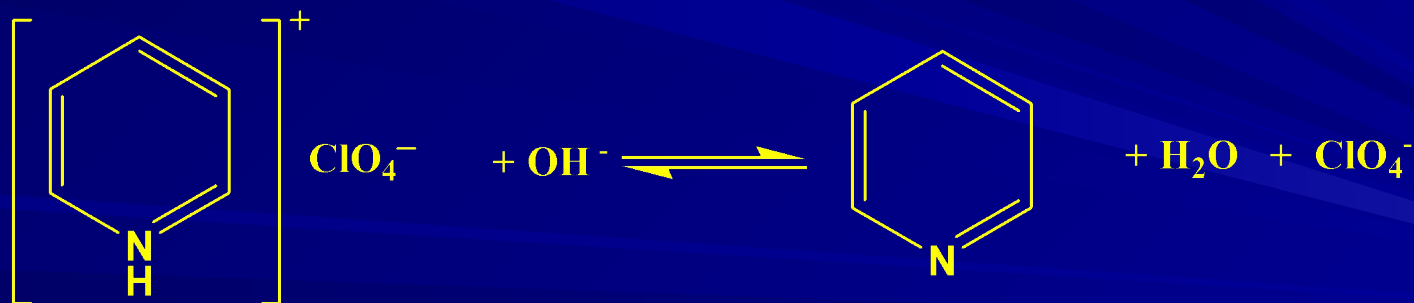


- Соли слабых неорганических и органических азотистых оснований

гидразина-сульфат $N_2H_4 \cdot H_2SO_4$



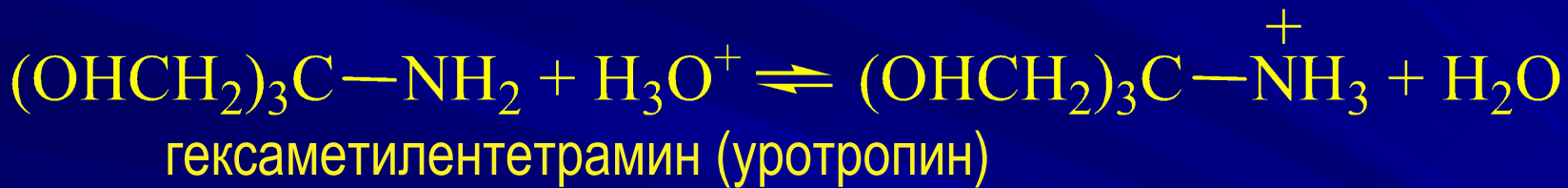
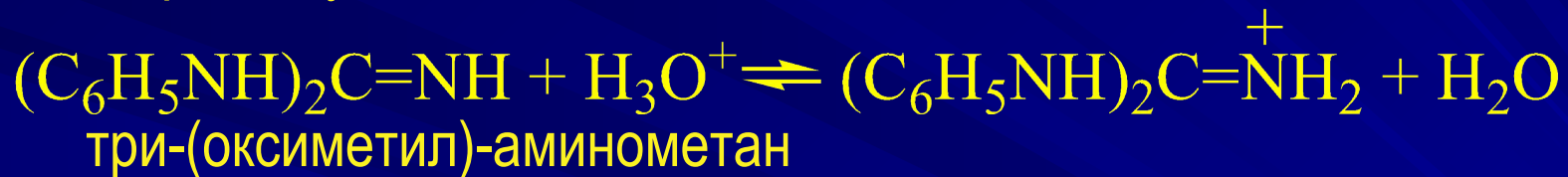
пиридиний перхлорат $[C_5H_6NH]^+ ClO_4^-$



Прямая ацидиметрия

- **щелочи** (NaOH, KOH, Ba(OH)₂);
- **органические основания с $K_b \geq 5 \cdot 10^{-7}$** (метиламин – CH₃NH₂, триметиламин – (CH₃)₃N и др.):

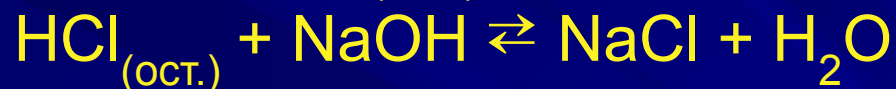
дифенилгуанидин



- **соли слабых и очень слабых кислот** (натрия карбонат, натрия гидрокарбонат, натрия дигидрофосфат, натрия гидрофосфат, натрия тетраборат и др.);
- **анионные основания** (натрия салицилат, натрия бензоат и др.)

Способы обратного титрования кислот и оснований

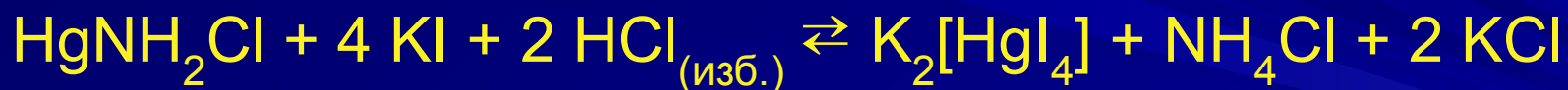
- **Определение раствора аммиака**



- **Определение фосфатов магния, кальция и других трудно растворимых солей**



- **Определение ртути(II) амидохлорида**



- **Определение формальдегида в формалине**



Способ заместительного кислотно-основного титрования

- Определение оксида ртути(II)

