

*Методы*  
**осаждения**

*Аналитическая химия*

# 1. Сущность методов осаждения

- **Метод осаждения объединяет титриметрические определения, при которых в результате реакции между определяемым веществом и рабочим раствором происходит реакция осаждения**

# **Требования к реакциям в методах осаждения:**

- 1) осадок должен быть практически нерастворимым;**
- 2) осадок должен выпадать быстро;**
- 3) не должно происходить побочных реакций, влияющих на результат титрования;**
- 4) точка эквивалентности должна легко фиксироваться**

- **Точка эквивалентности наступает тогда, когда исследуемое вещество полностью переходит в осадок.**
- **Конец, реакции определяется с помощью индикаторов.**
- **В зависимости от названия рабочего раствора методы осаждения подразделяются:**
  1. **Аргентометрия**
  2. **Роданометрия**
  3. **Меркуриметрия**

# Аргентометрический

метод анализа основан на применении в качестве рабочего раствора стандартного раствора нитрата серебра :



где Hal- являются Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup> и др.

**Метод называется аргентометрией.**

***В зависимости от индикатора, рабочего раствора и условий титрования различают:***

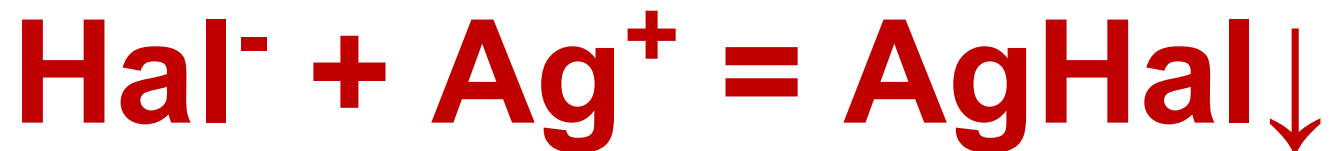
- ***метод Мора***
- ***метод Фольгарда***
- ***метод Фаянса***

## **Метод Мора (прямая аргентометрия) -**

- **наиболее простой из всех методов аргентометрии и в то же время достаточно точный. Рабочим раствором в этом методе является 0,1М раствор нитрата серебра  $\text{AgNO}_3$ .**
- **В основу метода Мора положена реакция взаимодействия ионов серебра с ионами хлора или брома:**

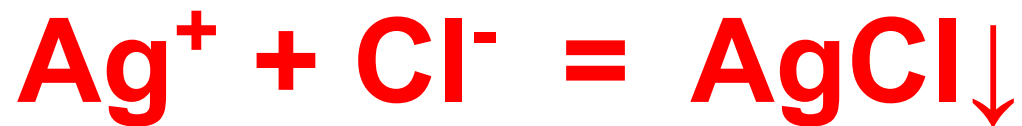
# Метод Мора

Основной реакцией  
титриметрической реакцией в  
аргентометрии является:





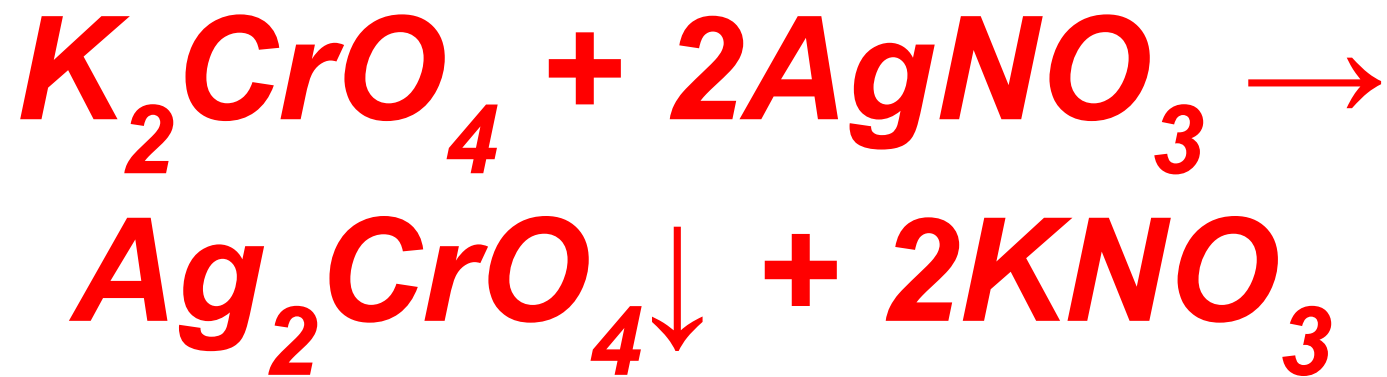
**Методом Мора определяют:**



- **Иодиды этим методом не определяют, так как выпадающий в осадок йодид серебра  $AgI$  сильно адсорбирует  $K_2CrO_4$ , поэтому точку эквивалентности определить невозможно.**

**Индикатором является раствор хромата калия  $K_2CrO_4$ , дающий с ионами серебра красно-кирпичный осадок хромата серебра  $Ag_2CrO_4$**

**В точке эквивалентности:**



- Стандартизация 0,1 М раствора  $\text{AgNO}_3$  проводится по 0,1 М раствору натрия хлорида

- **Растворимость  $\text{AgCl}$  ( $\text{AgBr}$ ) значительно меньше, чем растворимость  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , поэтому, если постепенно добавлять раствор  $\text{AgNO}_3$  к раствору, содержащему ионы  $\text{Cl}^-$  ( $\text{Br}^-$ ) и  $\text{CrO}_4^{2-}$ , вначале происходит образование труднорастворимой соли  $\text{AgCl}$  ( $\text{AgBr}$ ).**



**После того как, ионы  $Cl^-$  или  $Br^-$ )  
будут практически полностью  
выделены в виде  $AgCl$  или  $AgBr$ ,  
начинает выпадать осадок  $Ag_2CrO_4$**



**Окраска титруемой смеси  
изменяется, и таким образом  
определяется конец титрования.**

## Формула расчета

**массовой доли бромидов и  
хлоридов:**

**$f_{\text{экв}}(\text{NaBr})=1$**

$$\omega(\text{NaBr}) = \frac{T(\text{AgNO}_3 / \text{NaBr}) \cdot V(\text{AgNO}_3) \cdot 100\%}{a}$$



## Условия проведения метода:

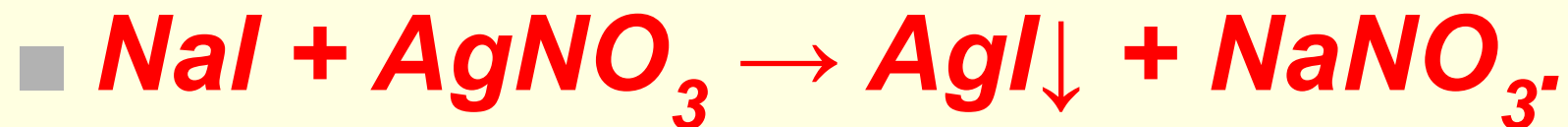
- *среда: нейтральная*

## 2. Метод Фаянса

### (прямая аргентометрия)

- *Титрант – 0,1М AgNO<sub>3</sub>,*
- *индикаторы – эозинат натрия  
(для Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>),  
бромфеноловый синий (Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>),*
- *среда – CH<sub>3</sub>COOH (30%)*
- *Определяют чаще йодиды*

## В основе метода лежит реакция



- Эозинат натрия в точке эквивалентности окрашивается в розово-малиновый цвета

## Формула расчета:

---

$$\omega\%(KI) = \frac{T(AgNO_3 / KI) \cdot V (AgNO_3) \cdot K(AgNO_3) \cdot 100\%}{q(KI)}$$

### 3. Метод Фольгарда (обратная аргентометрия, роданометрия)

---

- Рабочим раствором является раствор роданида калия **0,1M KSCN** или аммония **0,1 M NH<sub>4</sub>SCN**
- Метод Фольгарда является примером обратного титрования. Следовательно, в этом методе имеется **второй рабочий раствор** — титрованный раствор нитрата серебра **0,1M AgNO<sub>3</sub>**. Поэтому метод Фольгарда можно назвать и *аргентометрией и роданометрией*.

# Сущность метода

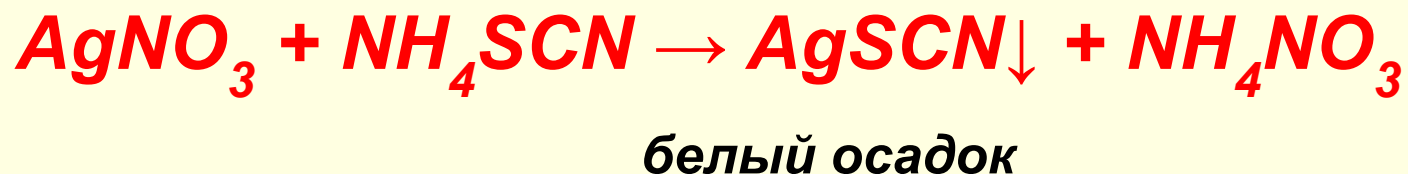
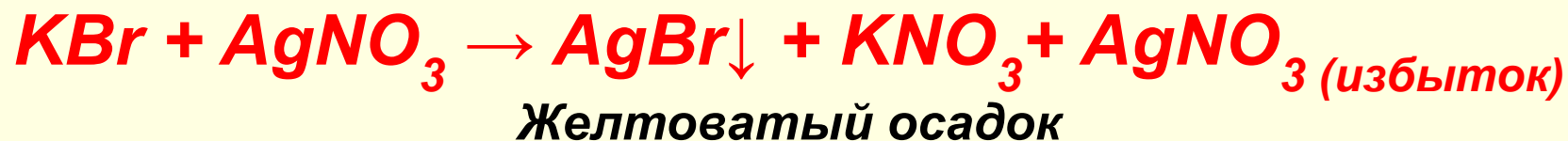
- Титранты – 1) 0,1М  $\text{AgNO}_3$ ,  
2) 0,1М  $\text{NH}_4\text{SCN}$  или  $\text{KSCN}$ ;
- Индикаторы –  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$   
железоаммонийные квасцы
- Среда –  $\text{HNO}_3$  (pH=3)
- Точка эквивалентности - кроваво красное окрашивание

## Определение хлоридов и бромидов по методу Фольгарда сводится к следующему

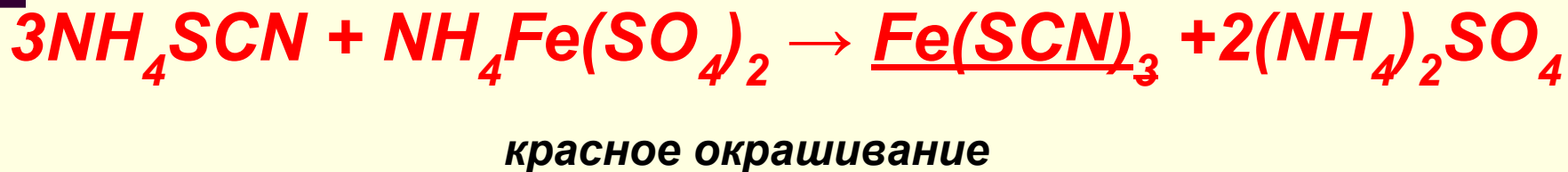
- *К определяемому раствору прибавляют из пипетки точно отмеренный объем титрованного раствора нитрата серебра; этот объем должен быть значительно больше, чем нужно для полного осаждения всего количества ионов  $\text{Cl}^-$  или  $\text{Br}^-$ )*
- *Избыток раствора серебра титруют раствором роданида калия или аммония.*

# Химические реакции в основе

метода:



**В конце титрования рабочий раствор взаимодействует с индикатором-железоаммонийными квасцами:**





# Преимущества перед другими методами

---

1. Сильнокислая среда,
2. Не мешают другие ионы;

## ■ Недостатки:

1. Меньшая точность (обратный метод)

# Стандартизация 0,1 М раствора $\text{NH}_4\text{SCN}$ или $\text{KSCN}$

---

- Проводится по 0,1 М раствору  $\text{AgNO}_3$

# Расчёт ведут по формуле обратного титрования:

---

$$M_3(\text{KBr}) \cdot V(\text{AgNO}_3) \cdot [C(\text{AgNO}_3) - C(\text{NH}_4\text{SCN})] \cdot V(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot 100\%$$

$$\omega\% = \frac{\text{-----}}{q(\text{KBr}) \cdot 1000}$$