

# Количественный анализ



**Методами количественного анализа  
устанавливают в каких  
количественных соотношениях  
находятся составные части в  
исследуемом веществе.**

# Методы количественного анализа

Химические

Физические

Физико-  
химические

Гравиметрический  
метод

Основан на точном  
измерении массы  
(Весовой метод)

Титриметрический  
метод

Основан на точном  
измерении объема  
(Объемный метод)

Во всех методах количественного анализа прибегают к точному измерению определенной физической величины ( $m$ ,  $V$ , интенсивности окраски, электрической проводимости и т.д.)



Методами количественного анализа можно определить:

- содержание химического элемента или другой составной части в соединении, сплаве, смеси, растворе;
- атомные, эквивалентные и молекулярные массы;
- константы равновесия;
- кислотность или щелочность среды и т.д.

# Ошибки в количественном анализе

```
graph TD; A[Ошибки в количественном анализе] --> B[Грубые ошибки (промахи)]; A --> C[Систематические ошибки]; A --> D[Случайные ошибки];
```

**Грубые  
ошибки  
(промахи)**

**Систематические  
ошибки**

**Случайные  
ошибки**

**Грубые ошибки** - это результат небрежной работы (неправильный отсчет объема по бюретке, ошибки при вычислениях, проливание раствора, потеря части осадка и т.д.)

**Грубые ошибки** можно обнаружить по резкому отклонению полученных результатов от ожидаемых или от повторно выполненных анализов.

**Грубые ошибки выявляют и исключают!**

# Систематические ошибки -

это:

- 1) Ошибки, зависящие от особенностей метода анализа.
- 2) Ошибки, связанные с личными качествами аналитика.
- 3) Психологические ошибки, зависящие от настроения самого исполнителя.
- 4) Ошибки, связанные с применяемыми приборами и реактивами.

## Систематические ошибки

могут не вызывать значительных отклонений при повторных анализах.

## Систематические ошибки

можно исключить или

внести в них поправку!



## Случайные ошибки

возникают при любом измерении и зависят от помех, несовершенства приборов, органов чувств.

**Случайные ошибки** связаны с внешними факторами (загрязненность воздуха, влажность воздуха, колебания температуры, вибрация, разбрызгивание жидкости при кипячении и т.д.)

Случайные ошибки нельзя устранить введением поправок, их можно уменьшить более тщательной работой и увеличением числа параллельных опытов!

Ошибка может быть выражена абсолютным или относительным значением:

## Абсолютная ошибка

$(\Delta X)$

Разность между истинным или наиболее достоверным значением определяемой величины и получаемым результатом.

$$\Delta X = X_{\text{ист}} - X_{\text{эксп}}$$

## Относительная ошибка

$(\Delta X_{\text{отн}})$

Отношение абсолютной ошибки к истинному или среднему значению.

$$\Delta X_{\text{отн}} = \Delta X / X_{\text{ист}}$$
$$\Delta X_{\text{отн}} = (X_{\text{ист}} - X_{\text{эксп}}) / X_{\text{ист}}$$

# Гравиметрический анализ

Гравиметрический метод анализа основан на законе сохранения массы веществ.

В гравиметрическом анализе используют прямое измерение массы при помощи взвешивания. Определяемую составную часть выделяют либо в чистом виде, либо в виде определенного соединения.

Основной измерительный прибор - аналитические весы.















В основе гравиметрических определений лежат химические реакции:

- 1) Разложения
- 2) Замещения
- 3) Обмена
- 4) Образования комплексных соединений

Гравиметрический метод хорошо изучен, но в практике современного анализа применяется редко.

## Достоинства

Обеспечивает высокую точность

Не требует сложной аппаратуры

Доступен для любой химической лаборатории

## Недостатки

Длительность проведения анализа

# Типы гравиметрических определений

I Определяемую составную часть выделяют и взвешивают  
(определение зольности различных видов топлива).

## Ход анализа

1) Взвешивают на аналитических весах небольшой образец - навеску.

$(m_H)$

2) Навеску сжигают в тигле и тщательно прокаливают до тех пор, пока масса золы не прекратит уменьшаться.

$(m_3)$

3) Рассчитывают содержание золы в топливе.

$$X = (m_3 \cdot 100\%) / m_H$$











II Определяемую составную часть удаляют, а остаток взвешивают (определение влажности различных материалов).

## Ход анализа

1) Навеску исследуемого вещества тщательно высушивают до постоянной массы.

$(m_H)$

2) По разности масс до и после высушивания находят массу воды.

$(m_B)$

3) Рассчитывают содержание воды в навеске.

$$X = (m_B \cdot 100\%) / m_H$$











III Определяемую составную часть переводят в химическое соединение, которое изолируют и переводят в форму со строго определенным составом (гравиметрическую форму). По массе осадка гравиметрической формы рассчитывают содержание определяемой составной части.



Пример: Определить содержание серебра в сплаве.



# Ход анализа

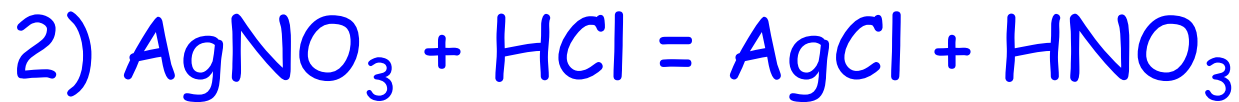
1) Навеску сплава растворяют в  $\text{HNO}_3$

2) Ионы серебра осаждают  $\text{HCl}$ .

3) Осадок после соответствующей обработки взвешивают.

4) Находим массу серебра в осадке.

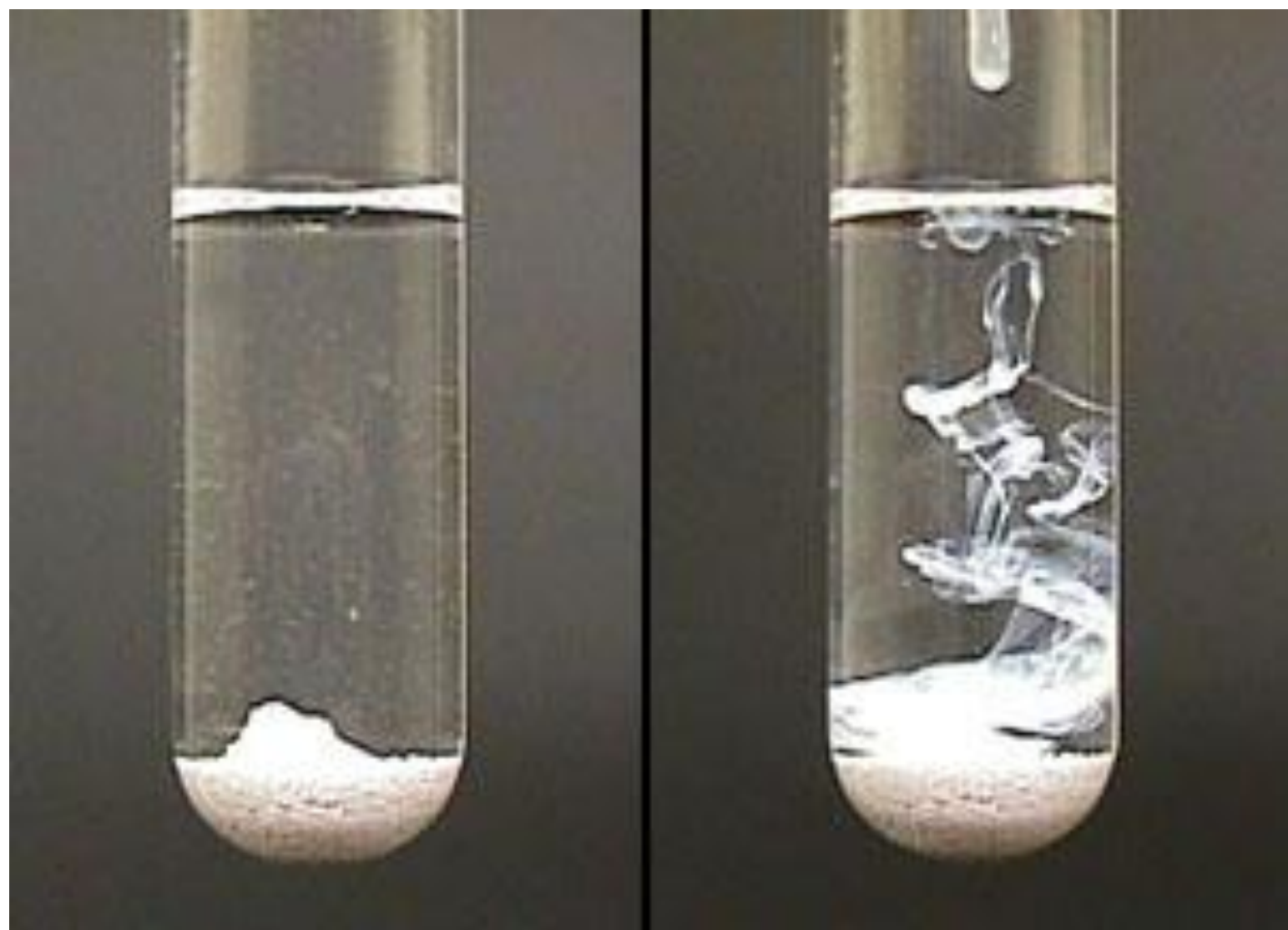
5) Находим содержание серебра в сплаве.



$$m(\text{Ag}) = (m(\text{AgCl}) \cdot M(\text{Ag})) / M(\text{AgCl})$$

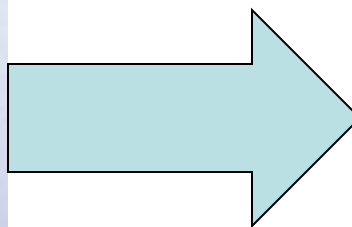
5)  $w(\text{Ag}) = (m(\text{Ag}) \cdot 100\%) / m_{\text{H}}$



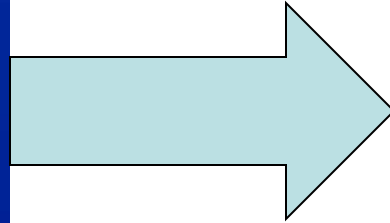


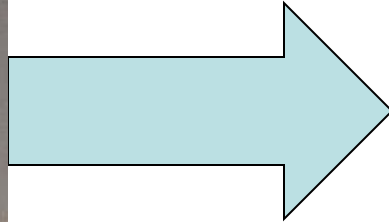
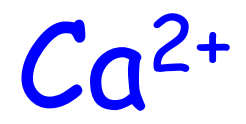


Осаждаемая и гравиметрическая формы









# Требования к осаждаемой и гравиметрической формам

- 1) Растворимость не должна превышать  $10^{-4}$  -  $10^{-5}$  моль/л, т.е. осадок должен быть практически нерастворим.
- 2) В растворе после осаждения не должно оставаться более 0,1 мг определяемого вещества.
- 3) Осадок должен быть крупнокристаллическим, т.е. в форме, удобной для отделения его от раствора.
- 4) Осадок не должен поглощать из раствора различные примеси.
- 5) Осадок должен иметь постоянный состав.
- 6) Осаждаемая форма должна легко и полно превращаться в гравиметрическую.
- 7) Гравиметрическая форма должна быть химически устойчивой и точно соответствовать определенной химической формуле.
- 8) Точность анализа будет выше, если содержание определяемого элемента в гравиметрической форме будет меньше.