

# Нейтронно-активационный анализ

- В химии, нейтронно-активационный анализ (НАА) — это ядерный процесс, используемый для определения концентраций элементов в образце. НАА позволяет дискретным образом определять элементы, так как не учитывает химическую форму образца, и сосредотачивается исключительно на ядрах элементов. Метод основан на нейтронной активации и, следовательно, требуется источник нейтронов. Образец подвергается бомбардировке нейтронами, в результате чего образуются элементы с радиоактивными изотопами, обладающими коротким периодом полураспада. Радиоактивное излучение и радиоактивный распад хорошо известны для каждого элемента. Используя эту информацию, можно изучать спектры излучения радиоактивного образца и определять в нём концентрации элементов. Особым преимуществом этого метода является то, что он не разрушает образец, а продолжительность наведенной радиации обычно составляет от нескольких наносекунд до часов. Метод используется для анализа произведений искусства и исторических артефактов. НАА также может быть использован для определения активности радиоактивных образцов и благородных металлов в рудах.

- **Нейтронно-активационный анализ** является чувствительным многоэлементным аналитическим методом для качественного и количественного анализа практически всех элементов. НАА был открыт в 1936 году Хевеши и Леви, которые обнаружили, что образцы, содержащие определенные редкоземельные элементы стали очень радиоактивны после контакта с источником нейтронов.

# Для получения нейтронов могут быть использованы различные источники :

- **Реакторы**

- Некоторые реакторы используются для нейтронного облучения образцов при производстве радиоизотопов для различных целей. Образец для облучения может быть помещён в контейнер, который затем помещают в реактор. Если нет эпитепловых нейтронов, необходимых для облучения, то [кадмий](#) может быть использован для фильтрации тепловых нейтронов.

- **Фузор**

- Относительно простой [фузор Фансуорта-Хирша](#) может быть использован для создания нейтронов при экспериментах НАА. Преимуществом такого аппарата является то, что он компактен (настольный размер), и то, что его можно просто выключить и снова включить. Недостатком является то, что этот тип источника не будет производить поток нейтронов, которые могут быть получены с использованием реактора.

- **Изотопный источник**

- Очень часто в области реактора используется дорогой элемент, и его заменяют сочетанием источников  $\alpha$ -излучения и [бериллия](#). Эти источники, как правило, гораздо слабее, чем реакторы.

- **Газоразрядные трубки**

- Они могут быть использованы для создания импульсов нейтронов, и там, где распад целевого изотопа происходит очень быстро. Например, в нефтяных скважинах.

# Детекторы

- Существует целый ряд детекторов, используемых в НАА. Большинство из них предназначены для обнаружения испускаемого гамма-излучения. Наиболее распространёнными типами детекторов: газ-ионизирующие, сцинтилляционные и полупроводниковые. Из них сцинтилляционные и полупроводниковые являются наиболее широко используемыми.

# Аналитические возможности

- НАА может обнаружить до 74 элементов в зависимости от экспериментальной процедуры. Минимальные пределы обнаружения от 0,1 до  $1 \times 10^6$  нг г<sup>-1</sup> в зависимости от элемента. Более тяжелые элементы имеют большее ядро, поэтому они имеют большую площадь сечения захвата нейтрона и, скорее всего, будут активированы. Некоторые ядра могут захватывать нейтроны и остаются относительно стабильным, не подвергаясь трансмутации или распаду в течение многих месяцев или даже лет. Другие ядра мгновенно распадаются, и образуются только стабильные изотопы, которые и могут быть идентифицированы по БНАА.