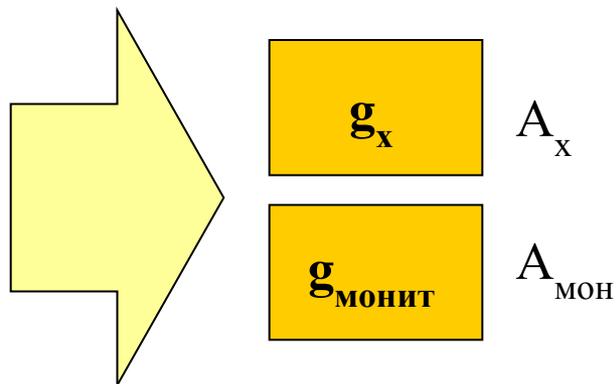


Метод мониторов



Метод мониторов занимает промежуточное положение между абсолютным и относительным методом активационного анализа.

Монитор – это элемент, который активируется вместе с образцом.

Требования к монитору: $\sigma_{\text{монитора}} = k \cdot f$ и $A_{\text{монитора}} = k' \cdot f$

Мониторы при активации тепловым и нейтронами : Au, Ag, In, Cu, Mn

Метод удобен при многоэлементном анализе.

Предел обнаружения методов активационного анализа

- $g \rightarrow g_{\min}$ если:
 1. время облучения образца $\tau \rightarrow \infty$ (обычно $\tau = 3-4 T_{1/2}$)
 2. время между облучением и измерением $\tau_1 \rightarrow 0$

$$g = \frac{M \cdot A_{\tau_1}}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot \Theta \cdot f \cdot \sigma \cdot (1 - e^{-\lambda \tau}) \cdot e^{-\lambda \tau_1}}$$

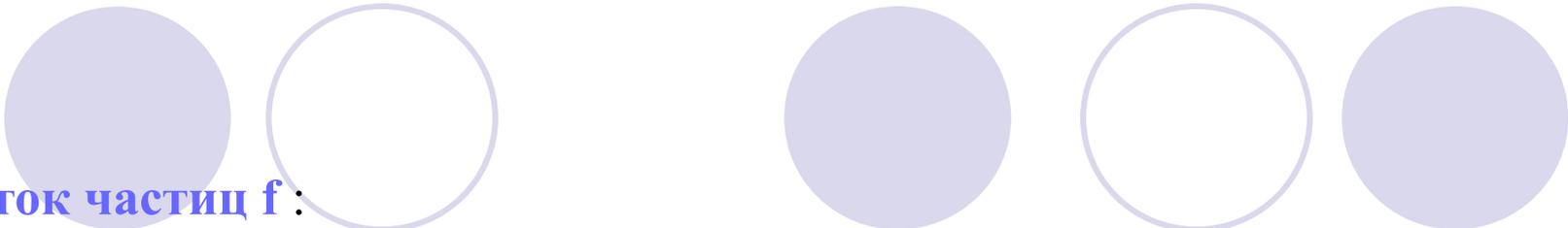


$$g = \frac{M \cdot A_{\tau}}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot f \cdot \sigma \cdot \Theta}$$

- $g_{\min} \downarrow$, если $f \uparrow$, $\sigma \uparrow$, $\Theta \uparrow$

Преимущество применения **тепловых нейтронов** в качестве активирующих частиц:

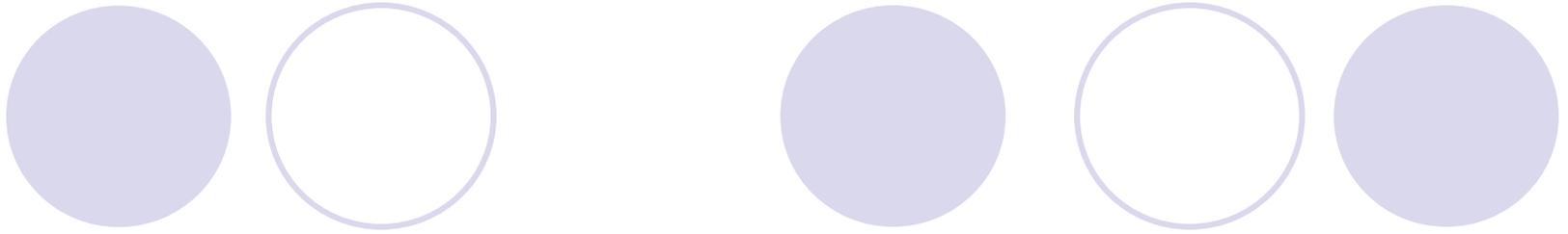
- отсутствие энергетического порога при взаимодействии с ядрами,
- высокое значение сечения захвата для большинства ядер,
- доступность получения большого потока нейтронов в реакторах и нейтронных генераторах.

- 
- **Поток частиц f** :
 - лабораторные радио-бериллиевые нейтронные источники $f=10^4$ н/см² · с
 - ядерные реакторы – $f=10^{15}$ н/см² · с
 - циклотроны и электростатические генераторы $f=10^8 - 10^{15}$ частиц/см² · с.
 - **Сечение захвата σ** - оказывает большое влияние на чувствительность анализа. $\sigma=10^{-3} - 10^3$ барн (1 барн= 10^{-24} см²).
 - **Предел обнаружения**: при $f=10^{13}$ н/см² · с около **70** элементов определяются в количестве $10^{-7} - 10^{-12}$ г ($10^{-5} - 10^{-10}$ масс.%), причем для **52** элементов $g_{\min} < 10^{-9}$ г.

Пример. Пусть активируемый элемент имеет $M=100$, его содержание в образце $\Theta=1$. Пусть $A_{\tau}=10$ расп/с, $f=10^{13}$ н/см² · с, $\sigma=1\ 000$ барн= $10^3 \cdot 10^{-24}$ см². Минимальное количество определяемого элемента (г) будет равно:

$$g = \frac{100 \text{ г / моль} \cdot 10 \text{ расп / с}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ част / моль} \cdot 10^{13} \text{ част / (см}^2 \cdot \text{с)} \cdot (10^3 \cdot 10^{-24}) \text{ см}^2 \cdot 1} = 10^{-13} \text{ г}$$

Если навеска $G=1$ г, то $c_{\min} = \frac{g}{G} \cdot 100\% = \frac{10^{-13} \text{ г}}{1 \text{ г}} \cdot 100\% = 10^{-11} \text{ масс.}\%$



- Активационный метод с использованием заряженных частиц используется **для анализа легких элементов** и позволяет определять такие элементы, как Be, B, C, N, O, F в металлах и полупроводниках на уровне **$10^{-7} - 10^{-8}$ масс. %**.
- **Стандартное отклонение** при активационном анализе составляет 20 – 60% при абсолютном методе и 5 – 10% при методе эталонов.

Основные методы, используемые при анализе

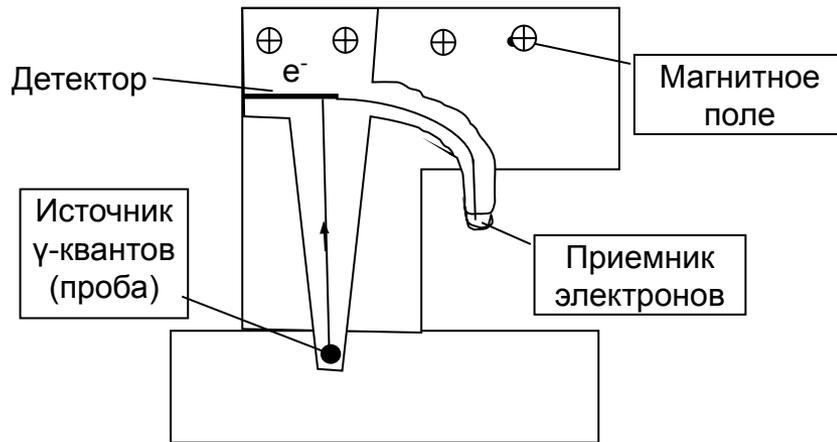
- **Радиохимический метод** сопряжен со стадией выделения определяемых элементов, т.е. после облучения образца его нужно растворить, разделить и провести отдельный анализ по каждому элементу.

Недостатки:

1. длительность анализа
2. необходимость работать дистанционно с высокоактивными образцами
3. неприменим к короткоживущим изотопам.

● **Инструментальный метод** - метод спектроскопии γ -излучений.

Суть метода : с помощью потока γ -квантов получают поток вторичных электронов, которые затем попадают в приемник электронов и анализируются.



$$R_e = \frac{mv}{eB}$$

Детекторы: кристаллы NaI, монокристаллы из активированного таллия (Tl) или из германия, содержащего литий Ge(Li)

Разрешающая способность γ -спектрометра определяется возможностью разделения двух линий γ -спектра, близких по энергиям.

Эффективность регистрации γ -спектрометра определяется вероятностью образования вторичной частицы и ее регистрации.

● **Сложности** методики радиоактивационного анализа :

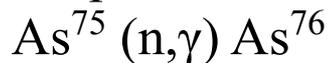
1. Необходимость использования различных источников облучения и разных режимов для получения изотопов, удобных для регистрации.
2. Высокая активность облученного образца часто требует дистанционных приемов работы.
3. Усложняет анализ эффект самоэкранировки, обуславливающий изменение потока нейтронов по глубине материала:

$$f = f_0 \cdot e^{-\sigma \cdot n \cdot x}$$

где f, f_0 – поток нейтронов на поверхности образца и на расстоянии x от нее;
 n – число поглощающих атомов.

4. анализ усложняется также протеканием побочных реакций, которые приводят к образованию анализируемого изотопа за счет других элементов.

Пример. При анализе на мышьяк по реакции



Возможны следующие побочные реакции:

