

Презентация по теме «Радиоактивные ряды. Трансурановые элементы»



Выполнила студентка гр. Ф-34пр Котрюмина Е.И.

Радиоактивные ряды

Радиоактивные ряды (семейства) — цепочки радиоактивных превращений.

Выделяют три естественных радиоактивных ряда и один искусственный.

Естественные ряды:

- ▣ ряд тория ($4n$) — начинается с нуклида Th-232;
- ▣ ряд радия ($4n+2$) — начинается с U-238;
- ▣ ряд актиния ($4n+3$) — начинается с U-235.

Искусственный ряд:

- ▣ ряд нептуния ($4n+1$) — начинается с Np-237.

После альфа- и бета-радиоактивных превращений ряды заканчиваются образованием стабильных изотопов.

Активности тех членов ряда, путь к которым от родительского

изотопа не проходит через ветвления, при наступлении векового равновесия равны. Так, активность радия-224 в ториевых образцах через несколько десятков лет после изготовления становится практически равной активности тория-232, тогда как активность таллия-208 (образующегося в этом же ряду при α -распаде висмута-212 с коэффициентом ветвления 0,3594) стремится к 35,94 % от активности тория-232. Характерное время прихода к вековому равновесию в ряду равно нескольким периодам полураспада наиболее долгоживущего (среди дочерних) члена семейства. Вековое равновесие в ряду тория наступает достаточно быстро, за десятки лет, так как периоды полураспадов всех членов ряда (кроме родительского нуклида) не превышают нескольких лет (максимальный период полураспада $T_{1/2} = 5,7$ лет — у радия-228). В ряду урана-235 равновесие восстанавливается примерно за сто тысяч лет (наиболее долгоживущий дочерний член ряда — протактиний-231, $T_{1/2} = 32760$ лет), в ряду урана-238 — примерно за миллион лет (определяется ураном-234, $T_{1/2} = 245500$ лет)

Типы рядов.

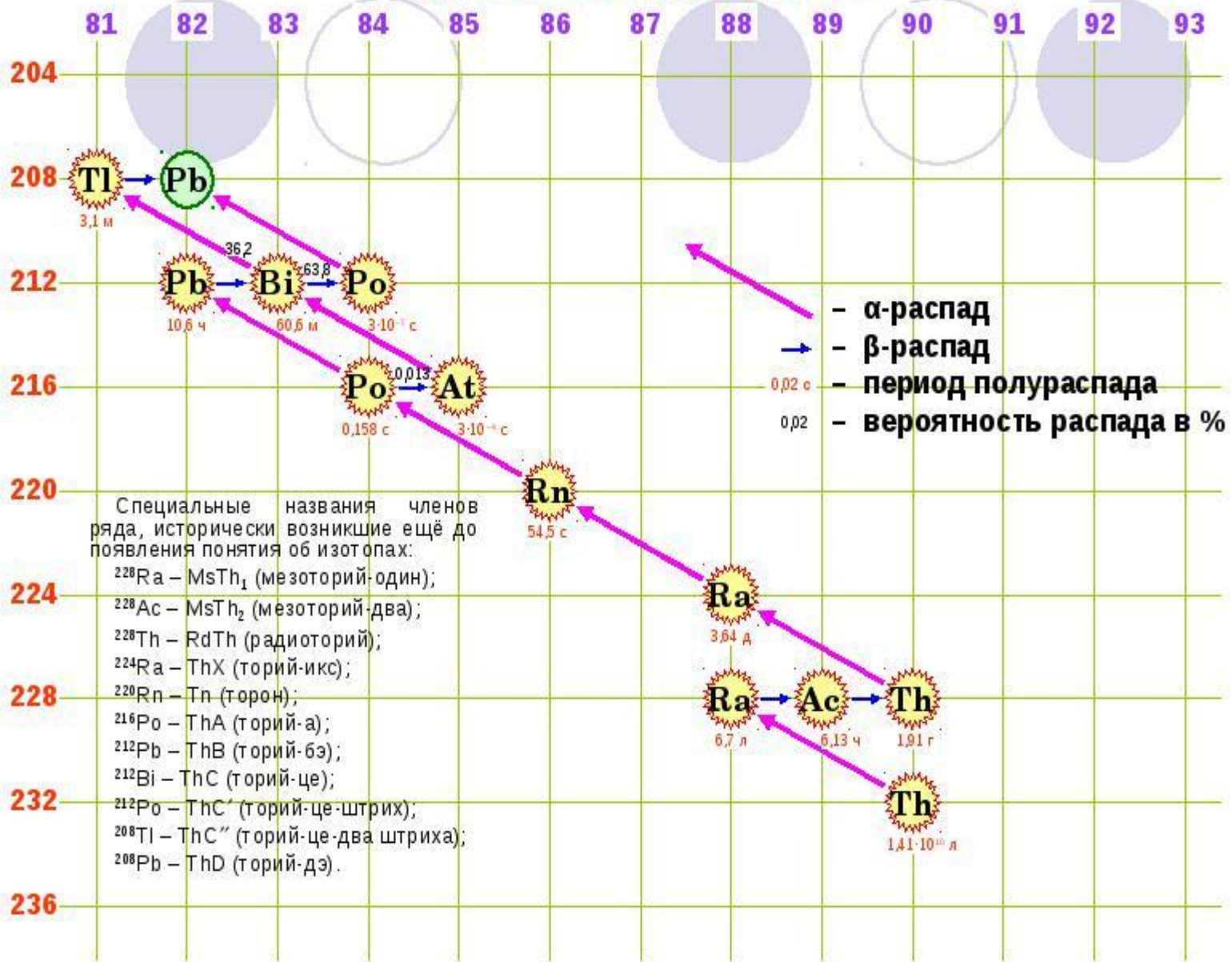
Три наиболее распространёнными видами радиоактивного распада являются α -распад, β^\pm -распад и изомерный переход. В результате альфа-распада массовое число ядер всегда уменьшается на четыре, тогда как в результате бета-распадов и изомерных переходов массовое число ядра не меняется. Это приводит к тому, что все нуклиды делятся на четыре группы (ряда) в зависимости от остатка целочисленного деления массового числа нуклида на четыре (то есть родительский нуклид и его дочерний нуклид, образовавшийся в результате альфа-распада, будут принадлежать к одной группе). Во всех рядах происходит образование гелия (из альфа-частиц).

Три основных радиоактивных ряда, наблюдающихся в природе, обычно называются рядом тория, рядом радия и рядом актиния. Каждый из этих рядов заканчивается образованием различных стабильных изотопов свинца. Массовый номер каждого из нуклидов в этих рядах может быть представлен в виде $A=4n$, $A=4n+2$ и $A=4n+3$, соответственно.

Ряд тория

Радиоактивный ряд нуклидов с массовым числом, представимым в виде $4n$, называется рядом тория. Ряд начинается с встречающегося в природе [тория-232](#) и завершается образованием стабильного [свинца-208](#).

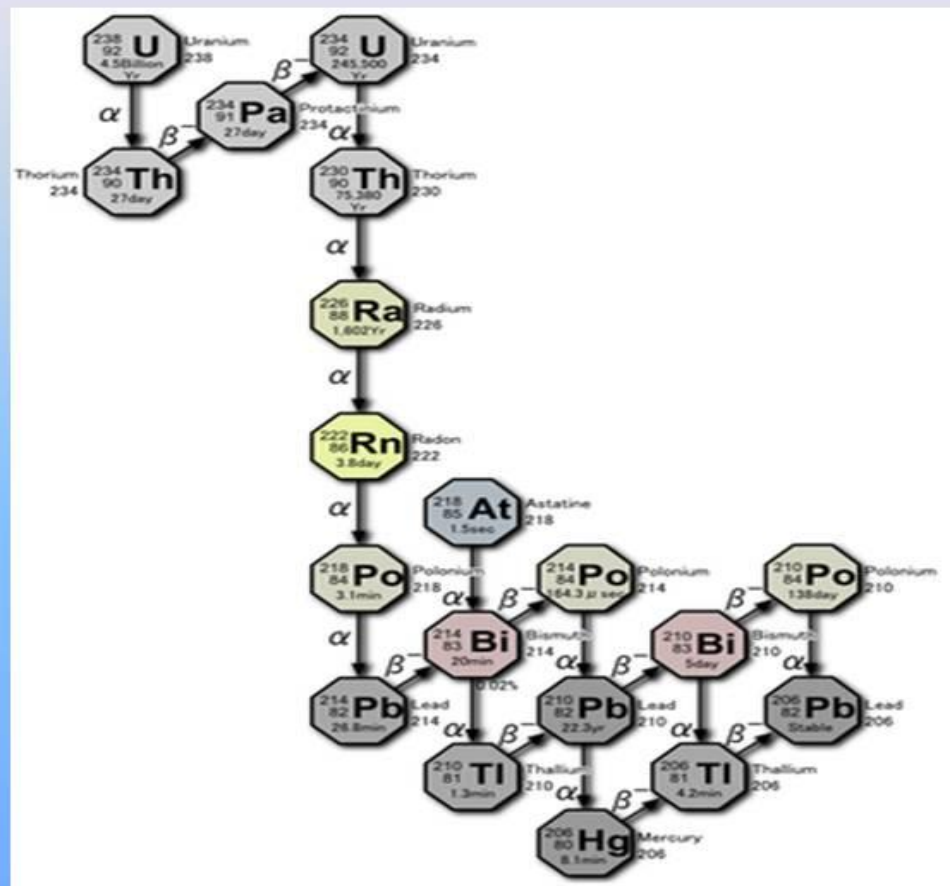
Радиоактивный ряд тория ^{232}Th



Ряд радия

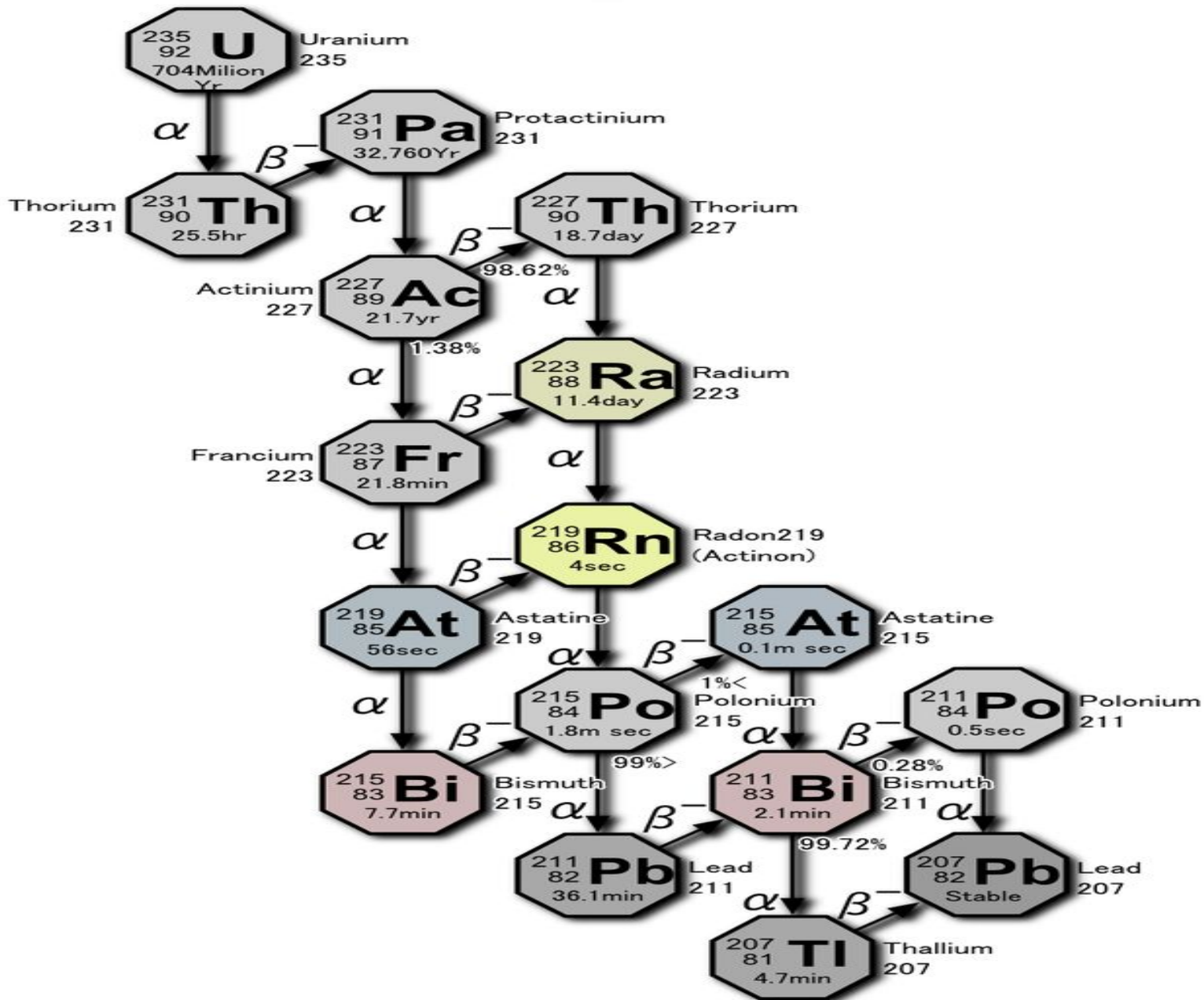
Радиоактивный ряд нуклидов с массовым числом, представимым в виде $4n+2$, называется рядом радия (иногда называют рядом урана или урана-радия). Ряд начинается с урана-238 (встречается в природе) и завершается образованием стабильного свинца-206.

Схема распада РН ряда урана-радия $^{238}_{92}\text{U}$ и $^{226}_{88}\text{Ra}$



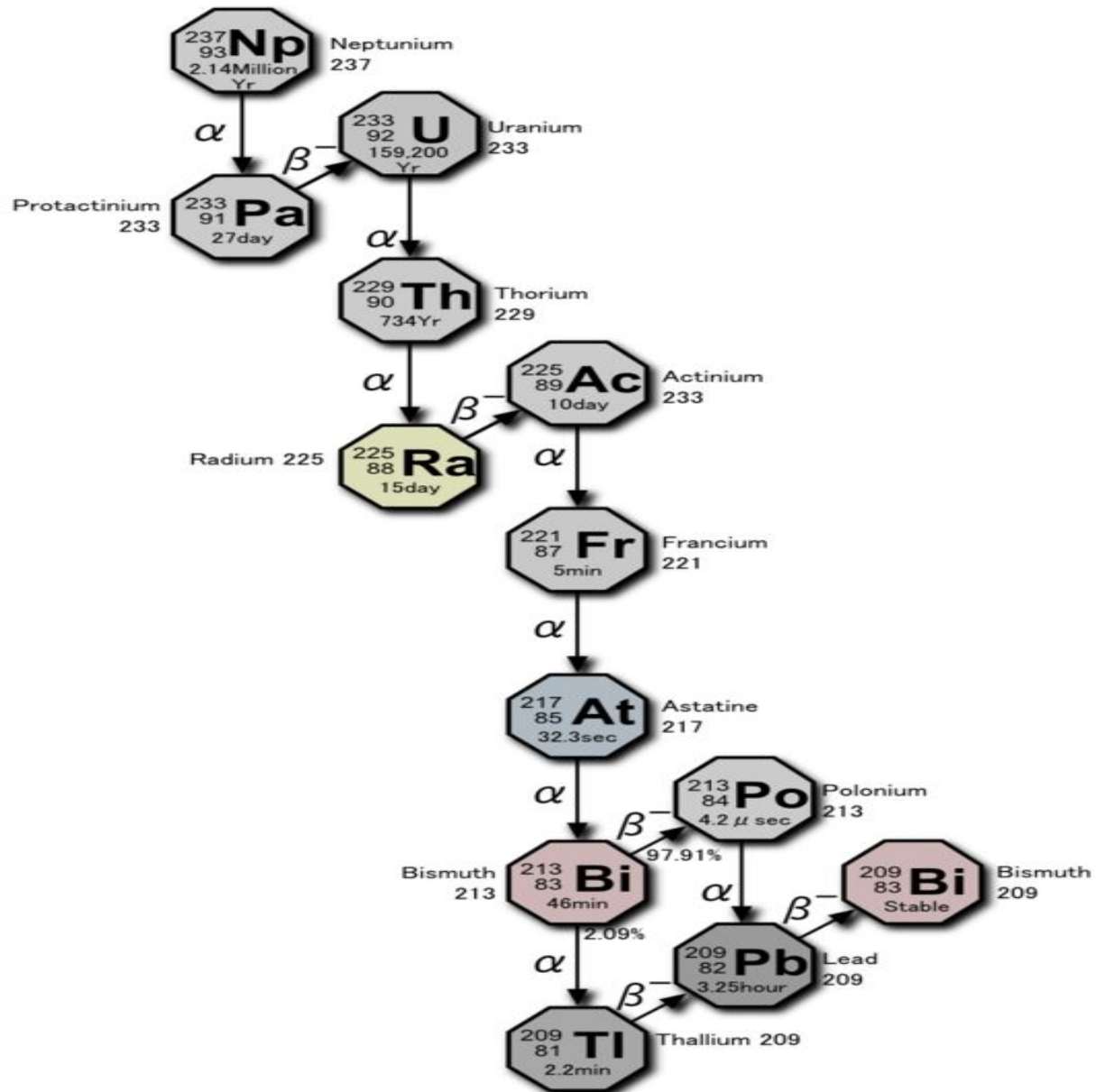
Ряд актиния

Радиоактивный ряд нуклидов с массовым числом, представимым в виде $4n+3$, называется рядом актиния или урана-актиния. Ряд начинается с [урана-235](#) и завершается образованием стабильного [свинца-207](#).



Ряд нептуния

Радиоактивный ряд нуклидов с массовым числом, представимым в виде $4n+1$, называется рядом нептуния. Ряд начинается с [нептуния-237](#) и завершается образованием стабильного [таллия-205](#). В этой серии только два нуклида встречаются в природе — [висмут-209](#) и [таллий-205](#). Однако с развитием ядерных технологий в результате ядерных испытаний и радиационных аварий в окружающую среду попали радионуклиды, такие как плутоний-241 и америций-241, которые также могут быть отнесены по массовому числу к началу ряда нептуния. Так как этот ряд был изучен недавно, его изотопы не имеют исторических названий. Слабая альфа-активность висмута-209 была обнаружена лишь в 2003 году, поэтому в более ранних работах он называется конечным (и единственным сохранившимся в природе) нуклидом ряда.



Известно 14 Т. э. Из-за относительно высокой скорости их радиоактивного распада Т. э. в заметных количествах не сохранились в земной коре. Возраст Земли около 5×10^9 лет, а период полураспада $T_{1/2}$ наиболее долгоживущих изотопов Т. э. меньше 10^7 лет. За время существования Земли Т. э., возникшие в процессе нуклеосинтеза, либо полностью распались, либо их количество резко уменьшилось (до 10^{12} раз). В природных минералах найдены микроколичества ^{244}Pu - наиболее долгоживущего Т. э. ($T_{1/2} \sim 8 \times 10^6$ лет), который, возможно, сохранился на Земле с момента её формирования. В урановых рудах обнаружены следы ^{237}Np ($T_{1/2} \sim 2,14 \times 10^6$ лет) и ^{239}Pu ($T_{1/2} \sim 2,4 \times 10^4$ лет), которые образуются в результате ядерных реакций с участием ядер U.

Первые Т. э. были синтезированы в начале 40-х гг. 20 в. в Беркли (США) группой учёных под руководством Э. Макмиллана и Г. Сиборга, удостоенных Нобелевской премии за открытие и изучение этих элементов.

Известно несколько способов синтеза Т. э. Они сводятся к облучению мишени потоками нейтронов или заряженных частиц. Если в качестве мишени используется U, то с помощью мощных нейтронных потоков, образующихся в **ядерных реакторах** или при взрыве ядерных устройств, можно получить все Т. э. до Fm ($Z = 100$) включительно.



Для синтеза далёких Т. э. используется два типа ядерных реакций - слияния и деления. В первом случае ядра мишени и ускоренного иона полностью сливаются, а избыточная энергия образовавшегося возбуждённого составного ядра снимается путём "испарения" нейтронов. С испарением нейтронов конкурирует процесс деления возбуждённого ядра. Для элементов с $Z = 104-105$ вероятность испарения одного нейтрона в 500-100 раз меньше вероятности деления. Это объясняет малый выход новых элементов: доля ядер, которые "выживают" в результате снятия возбуждения, составляет всего $10^{-8}-10^{-10}$ от полного числа ядер мишени, слившихся с частицами. В этом кроется причина того, что за последние 20 лет синтезировано всего 5 новых элементов ($Z = 102-106$).

Расчёты барьеров деления и времён жизни сверхтяжёлых элементов привели к выводу, что некоторые сверхтяжёлые элементы могут иметь период полураспада около 10^8 лет и их микроколичества могли сохраниться на Земле до нашего времени. В 1968 под руководством Флёрова начаты поиски сверхтяжёлых элементов в природе. Исследуются земные минералы, продукты извержения вулканов, геотермальные воды, а также объекты, способные к аккумуляции тяжёлой компоненты **космических лучей** (железо-марганцевые конкреции со дна океанов, илы донных отложений озёр и морей, метеориты, породы лунного регалита). Изучают образцы, в которых, согласно теоретическим представлениям, могут содержаться химические элементы с $Z > 108$. Одновременно ведутся исследования с помощью ускорителей многозарядных ионов.



Спасибо за внимание!