

В третьем ряду родоначальником ряда был плутоний  $\text{Pu}_{94}^{239}$  с  $T=10^4$  лет, но он успел распасться и в естественном виде не обнаруживается.

Последний ряд был предсказан теоретически и создан в лабораторных условиях после усовершенствования методов искусственного получения изотопов. Естественный изотоп  $\text{Np}_{93}^{237}$  за время существования Земли давно распался и в настоящее время в земной коре тоже практически отсутствует.

Из сравнения периодов полураспада родоначальников становится ясно, почему в земле очень много тория и почему в естественной смеси изотопов  $\text{U}_{92}^{238}$  значительно больше, чем  $\text{U}_{92}^{235}$ . Приведем в качестве примера превращения, происходящие в ряду тория (табл. 2).

Таблица 2

Наименование	Торий	Радий	Активный	Торий	Радий	Радон	Полоний	Свинец	Висмут	Полоний	Таллий	Свинец
Символ	$\text{Th}_{90}^{232}$	$\text{Ra}_{88}^{228}$	$\text{Ac}_{89}^{228}$	$\text{Th}_{90}^{228}$	$\text{Ra}_{88}^{224}$	$\text{Rn}_{86}^{220}$	$\text{Po}_{84}^{216}$	$\text{Pb}_{82}^{212}$	$\text{Bi}_{83}^{212}$	$\text{Po}_{84}^{212}$	$\text{Tl}_{81}^{208}$	$\text{Pb}_{82}^{208}$
Тип излучения	$\alpha$	$\beta$	$\beta$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\beta$	$\beta\alpha$	$\alpha$	$\beta$	устойчив
$T$	$1,4 \cdot 10^{10}$ лет	6,7 лет	6,1 час	1,9 лет	3,6 дня	52 сек	0,16 сек	10,6 час	60 мин	$3 \cdot 10^{-7}$ сек	3,1 лет	

## § 16. ТРАНСУРАНОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Начиная с 1940 г. началось последовательное получение трансуранических элементов, т. е. элементов с атомными номерами  $Z > 92$ . Постепенно были получены изотопы элементов со все большими и большими  $Z$ .

В настоящее время уже известны следующие трансуранические элементы: нептуний  $\text{Np}_{93}^{237}$ , плутоний  $\text{Pu}_{94}^{242}$ , америций  $\text{Am}_{96}^{243}$ , кюрий  $\text{Cm}_{96}^{245}$ , берклий  $\text{Bk}_{97}^{249}$ , калифорний  $\text{Cf}_{98}^{249}$ , эйнштейний  $\text{Es}_{99}^{253}$ , фермий  $\text{Fm}_{100}^{255}$ , менделевий  $\text{Mv}_{101}^{256}$ , нобелий  $\text{N}_{102}^{257}$ , лоуренсий  $\text{L}_{103}^{258}$ , последний элемент с  $Z=104$  (курчатовий) получен в 1964 г.

Все трансуранические элементы — металлы, ядовитые для человека. Все легко делятся, некоторые из них имеют практическое значение как материал для ядерного оружия ( $\text{Pu}_{94}^{239}$ ). Получаются они преимущественно в реакторах. Для многих трансуранических элементов получены изотопы (всего известно 80 трансуранических изотопов).