

# АКТИНОИДЫ

семейство из 14 химических элементов с атомными номерами  $Z$  90-103, которые расположены в 7 периоде периодической таблицы за актинием  $Ac$  и относящихся, как и актиний, к III группе таблицы.

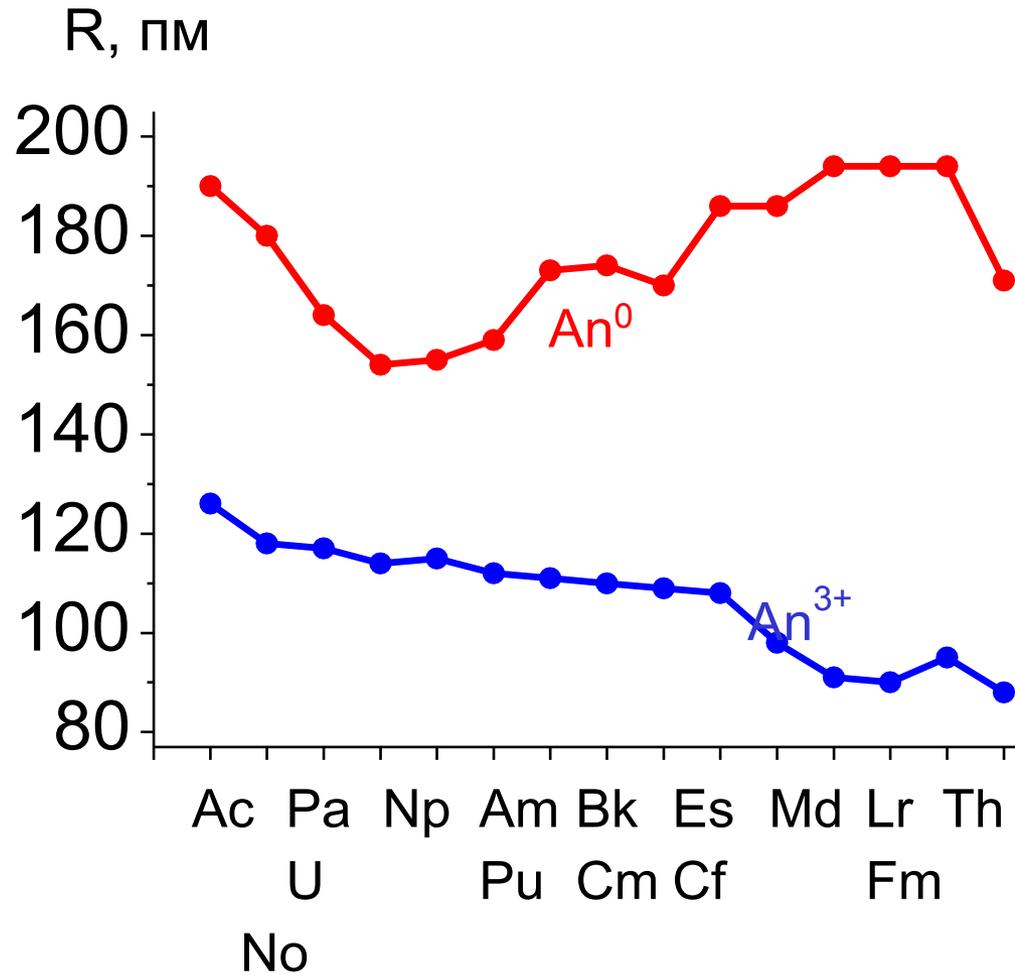
# *f*-металлы

- Actinides: химически очень разнообразны, с.о. **от +2 до +7**
- Все актиноиды являются радиоактивными т.е. у них нет стабильных изотопов
- Для всех *f*-элементов характерны высокие координационные числа
- *Th, Pa и U* принадлежат к естественно-радиоактивным элементам, встречающимся в природе
- Только *Np и Pu* обнаружены в малейших количествах в некоторых радиоактивных рудах, более "тяжелые" актиноиды (то есть актиноиды с большими атомными номерами) в природе не обнаружены.

- Заполняется  $f$ -подуровень 5-го периода
- Близость  $5f$  и  $6d$  орбиталей обеспечивает легкость перехода электронов между ними
- Элементы от Pa до Cm проявляют разнообразие степеней окисления
- Для тяжелых актинидов характерна устойчивая степень окисления +3

№	Название	Символ	Электронная конфигурация	Степень окисления
89	Актиний	Ac	$6d^1 7s^2$	3
90	Торий	Th	$6d^2 7s^2$	(2),3,4
91	Протактиний	Pa	$5f^2 6d^1 7s^2$	3,4,5
92	Уран	U	$5f^3 6d^1 7s^2$	3,4,(5),6
93	Нептуний	Np	$5f^4 6d^1 7s^2$	(3),4,5,6,7
94	Плутоний	Pu	$5f^6 7s^2$	3,4,5,6,7
95	Америций	Am	$5f^7 7s^2$	2,3,4,5,6,(7)
96	Кюрий	Cm	$5f^7 6d^1 7s^2$	(2),3,4,(5)
97	Берклий	Bk	$5f^9 7s^2$	(2),3,4
98	Калифорний	Cf	$5f^{10} 7s^2$	2,3,(4)
99	Эйнштейний	Es	$5f^{11} 7s^2$	2,3
100	Фермий	Fm	$5f^{12} 7s^2$	2,3
101	Менделезий	Md	$5f^{13} 7s^2$	2,3
102	Нобелий	No	$5f^{14} 7s^2$	2,3
103	Лоуренсий	Lr	$5f^{14} 6d^1 7s^2$	3

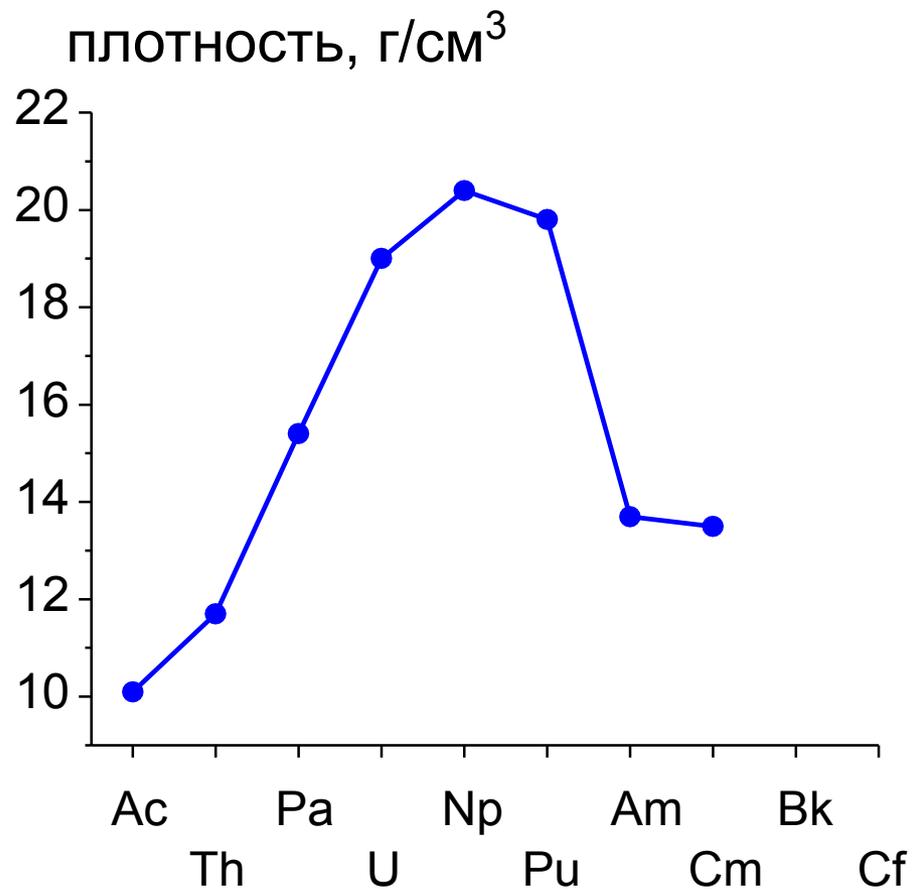
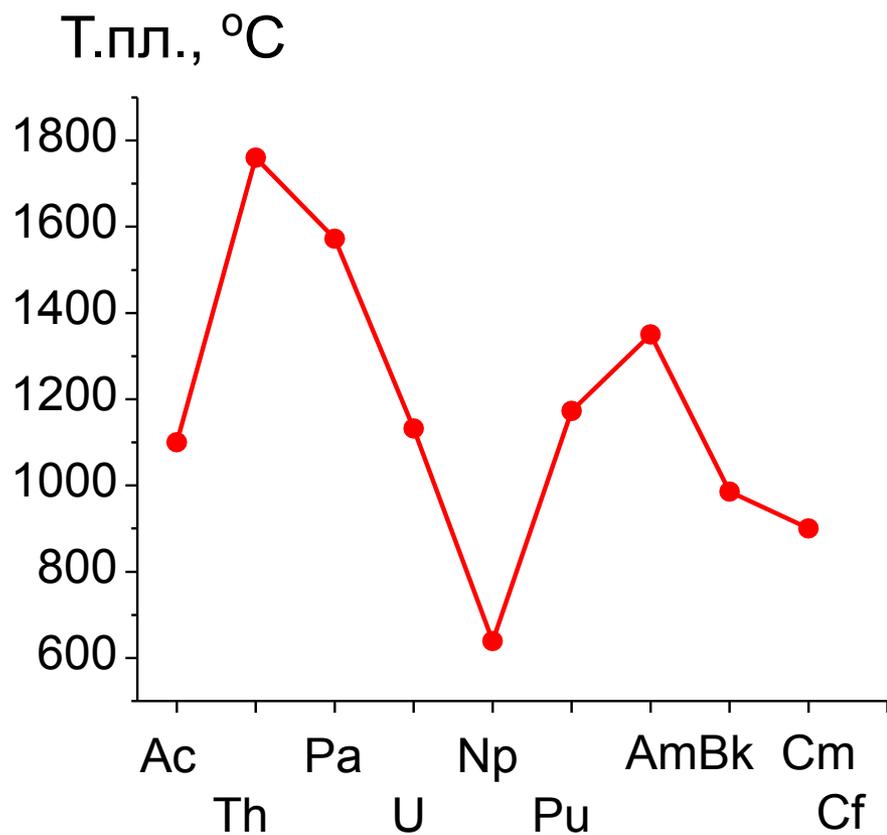
# Атомные и ионные радиусы An



# Физические свойства

- Все они мягкие, серебристого цвета, темнеют на воздухе, обладают высокой плотностью и пластичностью.
- Некоторые из этих металлов можно разрезать ножом.
- Для всех металлов известно много полиморфных модификаций.
- Все металлы относительно плохо проводят электрический ток и тепло.
- Все металлы устойчивы к действию щелочей.

# Изменение свойств актинилов



# Химические свойства

1. Все металлы растворяются в кислотах.



2. Только актиний растворяется в воде:



3. **Pa** – наименее активный металл, не реагирует с разбавленными кислотами

$4\text{Pa} + 5\text{O}_2 = 2\text{Pa}_2\text{O}_5$	(t°)	<b>Pa<sup>V</sup></b>
$2\text{Pa} + 5\text{Br}_2 = 2\text{PaBr}_5$	(t°)	<b>Pa<sup>V</sup></b>
$2\text{Pa} + 3\text{H}_2 = 2\text{PaH}_3$	(t°)	<b>Pa<sup>III</sup></b>

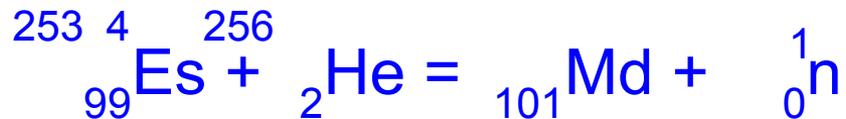
# Получение актинидов

1. Только **Th** и **U** получают химическими методами
2. Остальные элементы получают в результате ядерного синтеза

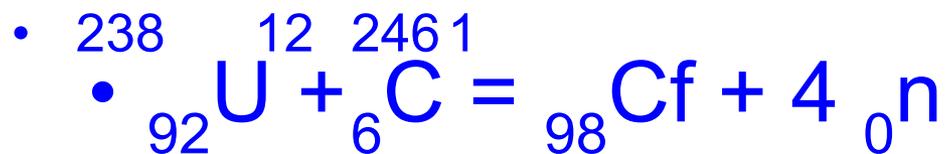
- Бомбардировка нейтронами:



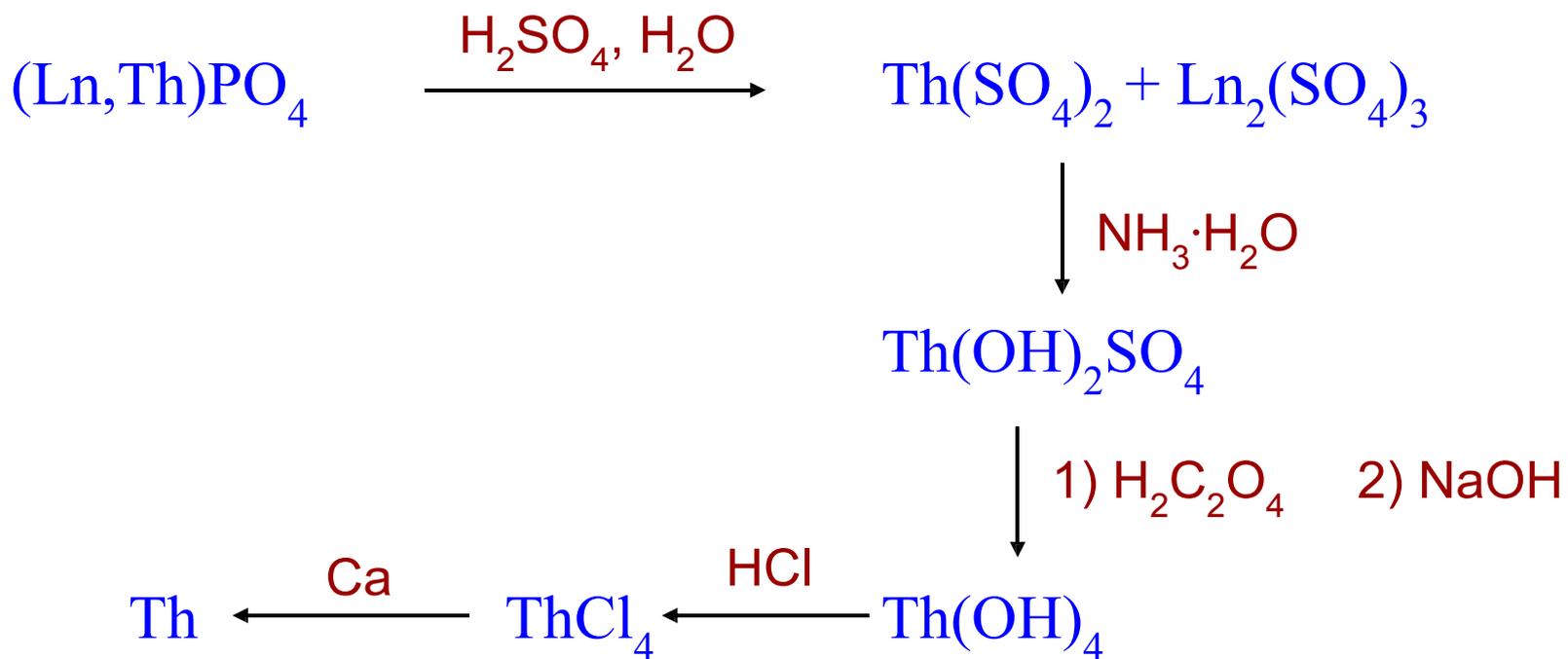
- Бомбардировка  $\alpha$ -частицами:



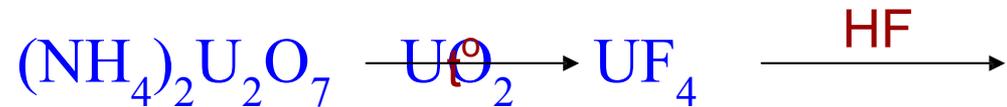
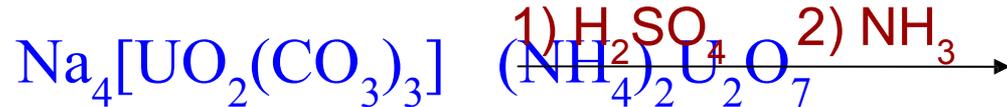
- Бомбардировка ядрами углерода:



## Получение Тория:

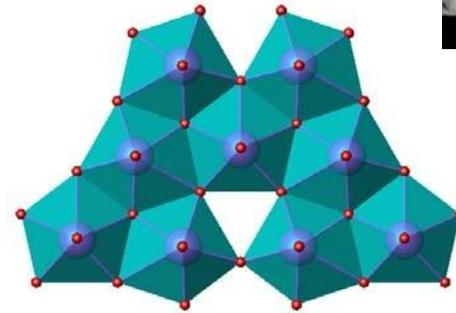


# Получение Урана



# Основные минералы

- *карнотит*  $\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{UO}_3 \cdot \text{V}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
- *урановая смолка*  $\text{U}_3\text{O}_8$



- *монацит*  $(\text{Ln}, \text{Th})\text{PO}_4$



- *торит*  $\text{Th}(\text{SiO}_4)_2$



# Оксиды

Оксид	T пл.	T кип.
ThO <sub>2</sub>	3390 °C	4400 °C
PaO <sub>2</sub>		
UO <sub>2</sub>	2878 °C	
NpO <sub>2</sub>	2600 °C	
PuO <sub>2</sub>	2400 °C	2800 °C
AmO <sub>2</sub>	2050 °C	

# Получение оксидов

- $\text{Th}(\text{OH})_4 = \text{ThO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $3\text{U} + 4\text{O}_2 = \text{U}_3\text{O}_8$
- $\text{U} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{UO}_2 + 2\text{H}_2$

# Гидроксиды

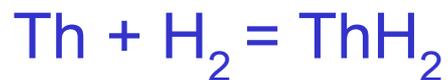
- $\text{Th}(\text{OH})_4 = \text{ThO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{ThCl}_4 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Th}(\text{OH})_4 \downarrow + 4\text{NH}_4\text{Cl}$
- $\text{Th}(\text{OH})_4 + 4\text{HNO}_3 = \text{Th}(\text{NO}_3)_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Th}(\text{OH})_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Th}(\text{SO}_4)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Th}(\text{OH})_4 + \text{CO}_2 = \text{ThOCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

# Химия тория

1. Реагирует с кислотами



2. Реагирует с неметаллами



# Оксид и гидроксид тория

1. Оксид тугоплавков

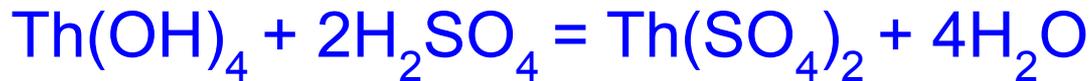
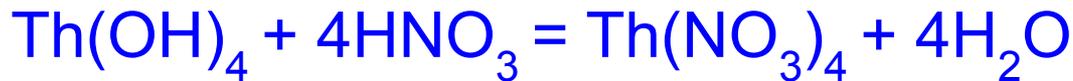


Т.пл. = 3220 °С

2. Гидроксид  $\text{Th}^{\text{IV}}$  нерастворим в



ПР =  $10^{-42}$



3. Соли  $\text{Th}^{\text{IV}}$  устойчивы в растворе, не гидролизуются

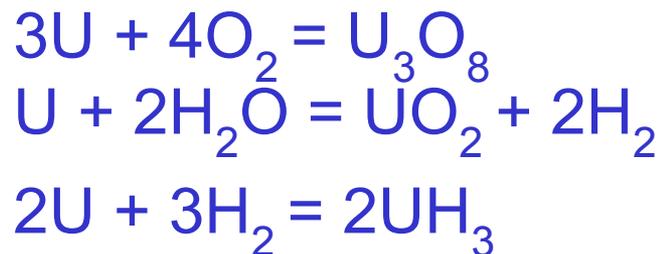


4. Известны пероксиды



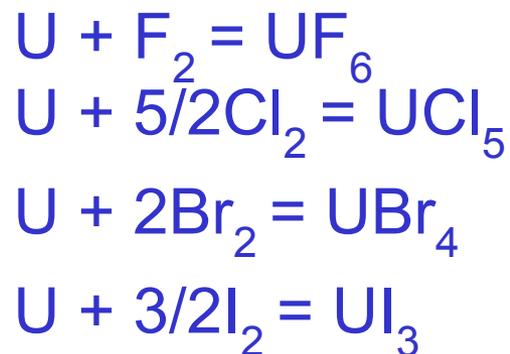
# Химия урана

## 1. Уран – активный металл



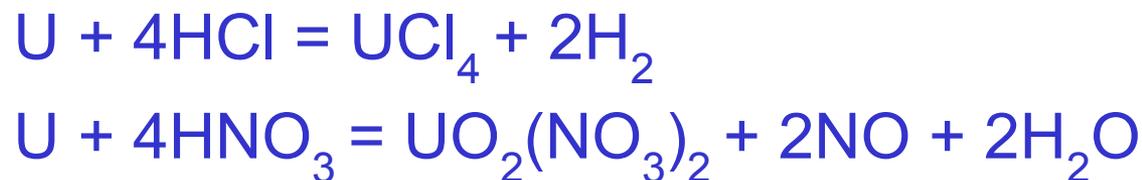
медленно при н.у.  
выше 200 °С бурно  
(t°)

## 2. Реакции с галогенами



легко разлагается

## 3. Реакции с кислотами



# Различия лантанидов и актиноидов

1. Актиниды не имеют стабильных изотопов
2.  $4f$ -орбитали не принимают участия в ковалентной связи,  $5f$ -
  - орбитали – принимают
3. Легкие актиноиды похожи на  $d$ -металлы с тем же числом валентных электронов: образуют устойчивые комплексы и проявляют высокие с.о.

## Схожесть

порядок заполнения  $5f$ -уровней точно такой же, как и  $4f$ -уровней. Хотя тяжелые актиноиды изучены мало, имеющиеся данные свидетельствуют о том, что в их ряду тоже наблюдается явление  $f$ -сжатия.

# Применение

- приборостроение (датчики дыма)
- космические технологии
- создание ядерного оружия
- применение в качестве топлива в ядерных реакторах