

Презентация по теме «Металлы» «Уран»



*Работа Садковского
Ивана 9 «В»*

Уран-(устаревший вариант ураний)-

- химический элемент с атомным номером 92 в периодической системе, атомная масса 238,029; обозначается символом **U** (лат. Uranium), относится к семейству актиноидов.
- **Физические свойства:** Уран — очень тяжёлый, серебристо-белый глянцеватый металл. В чистом виде он немного мягче стали, ковкий, гибкий, обладает небольшими парамагнитными свойствами
- Степени окисления урана-6,5,4 и 3.

Химические свойства урана

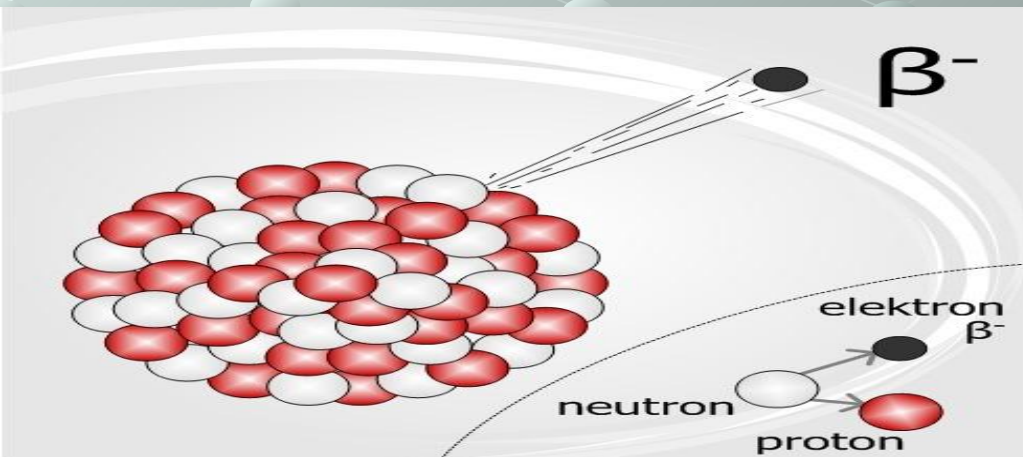
- Уран может проявлять степени окисления от +III до +VI. Соединения урана(III) образуют неустойчивые растворы красного цвета и являются сильными восстановителями:
- $4\text{UCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{UCl}_4 + \text{UO}_2 + \text{H}_2\uparrow$
- Соединения урана(IV) являются наиболее устойчивыми и образуют водные растворы зелёного цвета.
- Соединения урана(V) неустойчивы и легко диспропорционируют в водном растворе:
- $2\text{UO}_2\text{Cl} \rightarrow \text{UO}_2\text{Cl}_2 + \text{UO}_2$
- Химически уран очень активный металл. Быстро окисляясь на воздухе, он покрывается радужной пленкой оксида. Мелкий порошок урана самовоспламеняется на воздухе, он загорается при температуре 150—175 °С, образуя U_3O_8 . При 1000 °С уран соединяется с азотом, образуя желтый нитрид урана. Вода способна разъедать металл, медленно при низкой температуре, и быстро при высокой, а также при мелком измельчении порошка урана. Уран растворяется в соляной, азотной и других кислотах, образуя четырёхвалентные соли, зато не взаимодействует с щелочами. Уран вытесняет водород из неорганических кислот и солевых растворов таких металлов, как ртуть, серебро, медь, олово, платина и золото. При сильном встряхивании металлические частицы урана начинают светиться. Уран имеет четыре степени окисления — III—VI. Шестивалентные соединения включают в себя триокись урана (окись уранила) UO_3 и уранилхлорид урана UO_2Cl_2 . Тетрахлорид урана UCl_4 и диоксид урана UO_2 — примеры четырёхвалентного урана. Вещества, содержащие четырёхвалентный уран, обычно нестабильны и обращаются в шестивалентные при длительном пребывании на воздухе. Ураниловые соли, такие как уранилхлорид, распадаются в присутствии яркого света или органики.

История

- Ещё в древнейшие времена (I век до нашей эры) природная окись урана использовалась для изготовления жёлтой глазури для керамики. Исследования урана развивались, подобно порождаемой им цепной реакции. Вначале сведения о его свойствах, как и первые импульсы цепной реакции, поступали с большими перерывами, от случая к случаю. Первая важная дата в истории урана — 1789 год, когда немецкий натурфилософ и химик Мартин Генрих Клапрот восстановил извлечённую из саксонской смоляной руды золотисто-жёлтую «землю» до чёрного металлоподобного вещества. В честь самой далёкой из известных тогда планет (открытой Гершелем восемью годами раньше) Клапрот, считая новое вещество элементом, назвал его ураном. Пятьдесят лет уран Клапрота числился металлом. Только в 1841 г. Эжен Мелькиор Пелиго [(Eugene-Melchior Péligot) — французский химик (1811—1890)] доказал, что, несмотря на характерный металлический блеск, уран Клапрота не элемент, а окисел **UO₂**. В 1840 г. Пелиго удалось получить настоящий уран — тяжёлый металл серо-стального цвета и определить его атомный вес.

История

- Следующий важный шаг в изучении урана сделал в 1874 г. Д. И. Менделеев. Опираясь на разработанную им периодическую систему, он поместил уран в самой дальней клетке своей таблицы. Прежде атомный вес урана считали равным 120. Великий химик удвоил это значение.(!) Через 12 лет предвидение Менделеева было подтверждено опытами немецкого химика Циммермана.
- Изучение урана началось с 1896: французский химик Антуан Анри Беккерель случайно открыл Лучи Беккереля, которые позже Мария Кюри переименовала в радиоактивность. В это же время французскому химику Анри Муассану удалось разработать способ получения чистого металлического урана. В 1899 г. Резерфорд обнаружил, что излучение урановых препаратов неоднородно, что есть два вида излучения — альфа- и бета-лучи. Они несут различный электрический заряд; далеко не одинаковы их пробег в веществе и ионизирующая способность. Чуть позже, в мае 1900 г., Поль Вийар открыл третий вид излучения — гамма-лучи.



История

- Эрнест Резерфорд провёл в 1907 г. первые опыты по определению возраста минералов при изучении радиоактивных урана и тория [4] на основе созданной им совместно с Фредериком Содди (Soddy, Frederick, 1877—1956; Нобелевская премия по химии, 1921) теории радиоактивности. В 1913 г. Ф. Содди ввёл понятие об изотопах (от греч. ισος — «равный», «одинаковый», и τόπος — «место»), а в 1920 г. предсказал, что изотопы можно использовать для определения геологического возраста горных пород. В 1928 г. Ниггот реализовал, а в 1939 г. А.О.К.Нир (Nier, Alfred Otto Carl, 1911 — 1994) создал первые уравнения для расчёта возраста и применил масс-спектрометр для разделения изотопов.
- В 1938 немецкие физики Отто Ган и Фриц Штрассман открыли непредсказанное явление, происходящее с ядром урана при облучении его нейтронами. Захватывая свободный нейтрон, ядро изотопа урана ^{235}U делится, при этом выделяется (в расчете на одно ядро урана) достаточно большая энергия, в основном, за счёт кинетической энергии осколков и излучения. Позднее теория этого явления была обоснована Лизой Мейтнер и Отто Фришем. Данное открытие явилось истоком как мирного, так и военного использования внутриатомной энергии.
- В 1939—1940 гг. Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович впервые теоретически показали, что при небольшом обогащении природного урана ураном-235 можно создать условия для непрерывного деления атомных ядер, то есть придать процессу цепной характер.

ИЗОТОПЫ

- Изотопы (от греч. $\iota\sigma\omicron\varsigma$ — «равный», «одинаковый», и $\tau\acute{o}\tau\omicron\varsigma$ — «место») — разновидности атомов (и ядер) одного химического элемента с разным количеством нейтронов в ядре. Название связано с тем, что изотопы находятся в одном и том же месте (в одной клетке) таблицы Менделеева. Химические свойства атома зависят практически только от строения электронной оболочки, которая, в свою очередь, определяется в основном зарядом ядра Z (то есть количеством протонов в нём) и почти не зависит от его массового числа A (то есть суммарного числа протонов Z и нейтронов N). Все изотопы одного элемента имеют одинаковый заряд ядра, отличаясь лишь числом нейтронов. Обычно изотоп обозначается символом химического элемента, к которому он относится, с добавлением верхнего левого индекса, означающего массовое число (например, ^{12}C , ^{222}Rn). Можно также написать название элемента с добавлением через дефис массового числа (например, углерод-12, радон-222). Некоторые изотопы имеют традиционные собственные названия (например, дейтерий, актинон).

Нахождение в природе

- Уран широко распространён в природе. Количество урана в слое литосферы толщиной 20 км оценивается в $1,3 \cdot 10^{14}$ т.
- Основная масса урана находится в кислых породах с высоким содержанием кремния. Значительная масса урана сконцентрирована в осадочных породах, особенно обогащённых органикой. В больших количествах как примесь уран присутствует в ториевых и редкоземельных минералах (ортит, сфен $\text{CaTiO}_3[\text{SiO}_4]$, монацит $(\text{La}, \text{Ce})\text{PO}_4$, циркон ZrSiO_4 , ксенотим YPO_4 и др.). Важнейшими урановыми рудами являются настуран (урановая смолка), уранинит и карнотит. Основными минералами — спутниками урана являются молибденит MoS_2 , галенит PbS , кварц SiO_2 , кальцит CaCO_3 , гидромусковит и др.



Минерал	Основной состав минерала	Содержание урана, %
Уранинит	$\text{UO}_2, \text{UO}_3 + \text{ThO}_2, \text{CeO}_2$	65-74
Карнотит	$\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	~50
Казолит	$\text{PbO}_2 \cdot \text{UO}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	~40
Самарскит	$(\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce}, \text{U}, \text{Ca}, \text{Fe}, \text{Pb}, \text{Th}) \cdot (\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti}, \text{Sn})_2\text{O}_6$	3.15-14
Браннерит	$(\text{U}, \text{Ca}, \text{Fe}, \text{Y}, \text{Th})_3\text{Ti}_5\text{O}_{15}$	40
Тюямунит	$\text{CaO} \cdot 2\text{UO}_3 \cdot \text{V}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	50-60
Цейнерит	$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	50-53
Отенит	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	~50
Шрекингерит	$\text{Ca}_3\text{NaUO}_2(\text{CO}_3)_3\text{SO}_4(\text{OH}) \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	25
Уранофан	$\text{CaO} \cdot \text{UO}_2 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	~57
Фергюсонит	$(\text{Y}, \text{Ce})(\text{Fe}, \text{U})(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_4$	0.2-8
Торбернит	$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	~50
Коффинит	$\text{U}(\text{SiO}_4)_{1-x}(\text{OH})_{4x}$	~50

Содержание урана в земной коре составляет 0,003 %, он встречается в поверхностном слое земли в виде четырех видов отложений. Во-первых, это жилы уранинита, или урановой смолки (диоксид урана UO_2), очень богатые ураном, но редко встречающиеся. Им сопутствуют отложения радия, так как радий является прямым продуктом изотопного распада урана. Такие жилы встречаются в Заире, Канаде (Большое Медвежье озеро), Чехии и Франции. Вторым источником урана являются конгломераты ториевой и урановой руды совместно с рудами других важных минералов. Конгломераты обычно содержат достаточные для извлечения количества золота и серебра, а сопутствующими элементами становятся уран и торий. Большие месторождения этих руд находятся в Канаде, ЮАР, России и Австралии. Третьим источником урана являются осадочные породы и песчаники, богатые минералом карнотитом (уранил-ванадат калия), который содержит, кроме урана, значительное количество ванадия и других элементов. Такие руды встречаются в западных штатах США. Железоурановые сланцы и фосфатные руды составляют четвертый источник отложений. Богатые отложения обнаружены в глинистых сланцах Швеции. Некоторые фосфатные руды Марокко и США содержат значительные количества урана, а фосфатные залежи в Анголе и Центральноафриканской Республике еще более богаты ураном. Большинство лигнитов и некоторые угли обычно содержат примеси урана. Богатые ураном отложения лигнитов обнаружены в Северной и Южной Дакоте (США) и битумных углях Испании и Чехии [3].

Физиологическое действие



- В микроколичествах (10^{-5} — 10^{-8} %) обнаруживается в тканях растений, животных и человека. В наибольшей степени накапливается некоторыми грибами и водорослями. Соединения урана всасываются в желудочно-кишечном тракте (около 1 %), в легких — 50 %. Основные депо в организме: селезёнка, почки, скелет, печень, лёгкие и бронхо-лёгочные лимфатические узлы. Содержание в органах и тканях человека и животных не превышает 10^{-7} г.
- Уран и его соединения токсичны. Особенно опасны аэрозоли урана и его соединений. Для аэрозолей растворимых в воде соединений урана ПДК в воздухе $0,015 \text{ мг/м}^3$, для нерастворимых форм урана ПДК $0,075 \text{ мг/м}^3$. При попадании в организм уран действует на все органы, являясь обще клеточным ядом. Уран практически необратимо, как и многие другие тяжелые металлы, связывается с белками, прежде всего, с сульфидными группами аминокислот, нарушая их функцию. Молекулярный механизм действия урана связан с его способностью подавлять активность ферментов. В первую очередь поражаются почки (появляются белок и сахар в моче, олигурия). При хронической интоксикации возможны нарушения кроветворения и нервной системы.

Получение урана

- Самая первая стадия уранового производства — концентрирование. Породу дробят и смешивают с водой. Тяжёлые компоненты взвеси осаждаются быстрее. Если порода содержит первичные минералы урана, то они осаждаются быстро: это тяжёлые минералы. Вторичные минералы урана легче, в этом случае раньше оседает тяжёлая пустая порода. (Впрочем, далеко не всегда она действительно пустая; в ней могут быть многие полезные элементы, в том числе и уран).
- Следующая стадия — выщелачивание концентратов, перевод урана в раствор. Применяют кислотное и щелочное выщелачивание. Первое — дешевле, поскольку для извлечения урана используют серную кислоту. Но если в исходном сырье, как, например, в урановой смолке, уран находится в четырёхвалентном состоянии, то этот способ неприменим: четырёхвалентный уран в серной кислоте практически не растворяется. В этом случае нужно либо прибегнуть к щелочному выщелачиванию, либо предварительно окислять уран до шестивалентного состояния.
- Не применяют кислотное выщелачивание и в тех случаях, если урановый концентрат содержит доломит или магнезит, реагирующие с серной кислотой. В этих случаях пользуются едким натром (гидроксидом натрия).
- Проблему выщелачивания урана из руд решает кислородная продувка. В нагретую до 150 °С смесь урановой руды с сульфидными минералами подают поток кислорода. При этом из сернистых минералов образуется серная кислота, которая и вымывает уран.

Получение урана

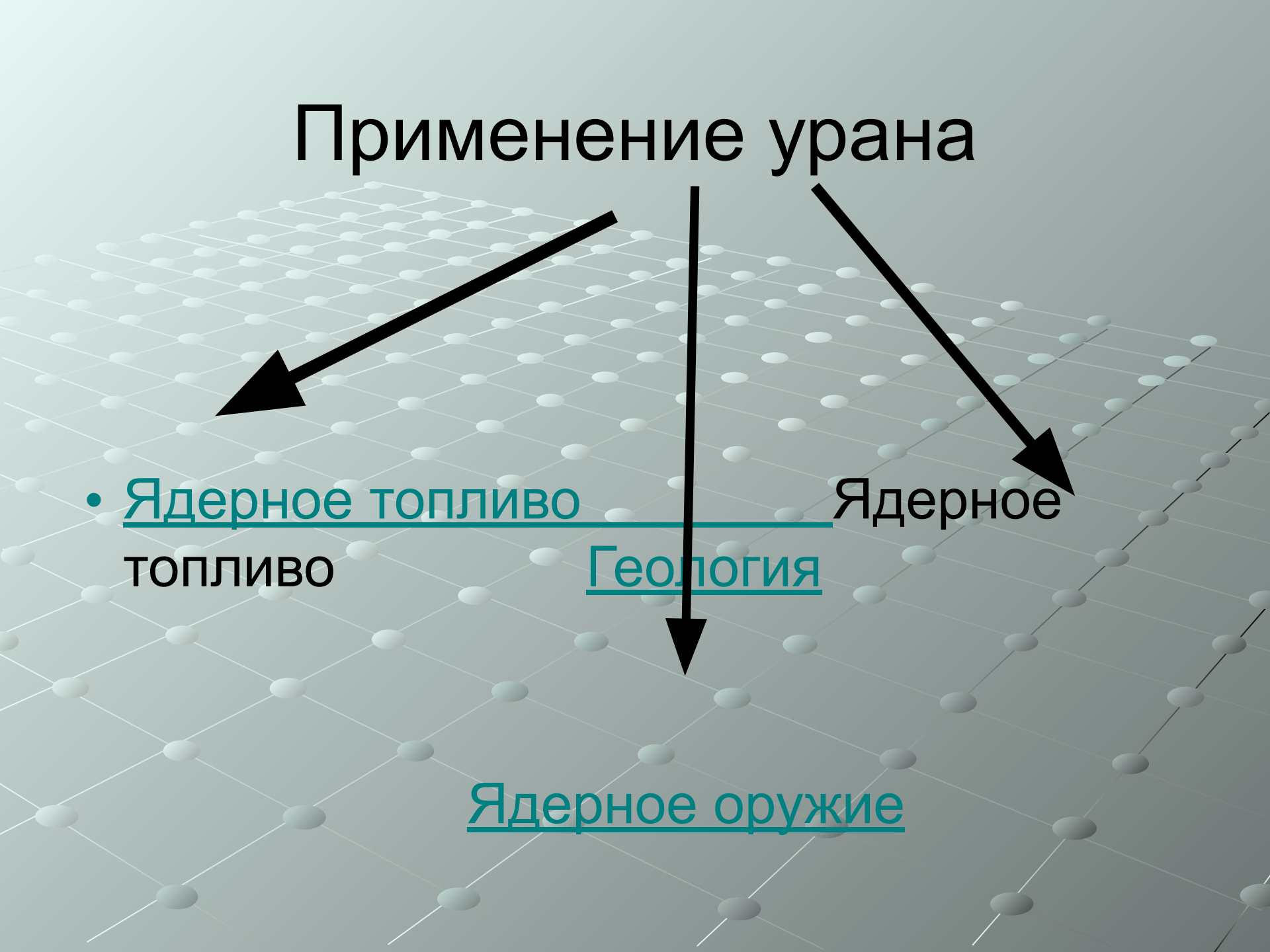
- На следующем этапе из полученного раствора нужно избирательно выделить уран. Современные методы — экстракция и ионный обмен — позволяют решить эту проблему.
- Раствор содержит не только уран, но и другие катионы. Некоторые из них в определённых условиях ведут себя так же, как уран: экстрагируются теми же органическими растворителями, оседают на тех же ионообменных смолах, выпадают в осадок при тех же условиях. Поэтому для селективного выделения урана приходится использовать многие окислительно-восстановительные реакции, чтобы на каждой стадии избавляться от того или иного нежелательного попутчика. На современных ионообменных смолах уран выделяется весьма селективно.
- Методы ионного обмена и экстракции хороши ещё и тем, что позволяют достаточно полно извлекать уран из бедных растворов (содержание урана — десятые доли грамма на литр)



Получение урана

- После этих операций уран переводят в твёрдое состояние — в один из оксидов или в тетрафторид UF_4 . Но этот уран ещё надо очистить от примесей с большим сечением захвата тепловых нейтронов — бора, кадмия, гафния. Их содержание в конечном продукте не должно превышать сотых и миллионных долей процента. Для удаления этих примесей технически чистое соединение урана растворяют в азотной кислоте. При этом образуется уранилнитрат $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$, который при экстракции трибутил-фосфатом и некоторыми другими веществами дополнительно очищается до нужных кондиций. Затем это вещество кристаллизуют (или осаждают пероксид $\text{UO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и начинают осторожно прокаливать. В результате этой операции образуется трёхокись урана UO_3 , которую восстанавливают водородом до UO_2 .
- На диоксид урана UO_2 при температуре от 430 до 600 °C воздействуют сухим фтористым водородом для получения тетрафторида UF_4 . Из этого соединения восстанавливают металлический уран с помощью кальция или магния.

Применение урана



```
graph TD; A[Применение урана] --> B[Ядерное топливо]; A --> C[Геология]; A --> D[Ядерное оружие];
```

- Ядерное топливо
ТОПЛИВО

Геология

Ядерное

Ядерное оружие

Ядерное топливо

- Изотоп U^{238} способен делиться под влиянием бомбардировки высокоэнергетическими нейтронами, эту его особенность используют для увеличения мощности термоядерного оружия (используются нейтроны, порождённые термоядерной реакцией).
- В результате захвата нейтрона с последующим β -распадом ^{238}U может превращаться в ^{239}Pu , который затем используется как ядерное топливо.
- Уран-233, искусственно получаемый в реакторах из тория (торий-232 захватывает нейтрон и превращается в торий-233, который распадается в протактиний-233 и затем в уран-233), может в будущем стать распространённым ядерным топливом для атомных электростанций (уже сейчас существуют реакторы, использующие этот нуклид в качестве топлива, например KAMINI в Индии) и производства атомных бомб (критическая масса около 16 кг).
- Уран-233 также является наиболее перспективным топливом для газофазных ядерных ракетных двигателей.



Геология

- Основная отрасль использования урана — определение возраста минералов и горных пород с целью выяснения последовательности протекания геологических процессов. Этим занимаются Геохронология и Теоретическая геохронология.
- Существенное значение имеет также решение задачи о смещении и источниках веществ. В связи с тем, что горные породы содержат различные концентрации урана, они обладают различной радиоактивностью. Это свойство используется при выделении горных пород геофизическими методами. Наиболее широко этот метод применяется в нефтяной геологии при геофизических исследованиях скважин, в этот комплекс входит, в частности, γ — каротаж или нейтронный гамма-каротаж, гамма-гамма-каротаж и т. д.

Ядерное оружие

- Урановая бомба:
- Для того, чтобы реакция могла поддерживать сама себя, необходимо соответствующее «топливо», в качестве которого на первых этапах использовался изотоп урана.
- Уран в природе встречается в виде двух изотопов — уран-235 и уран-238. При поглощении ураном-235 нейтрона в процессе распада выделяется от одного до трёх нейтронов.
- Уран-238, напротив, при поглощении нейтронов умеренных энергий не выделяет новые, препятствуя ядерной реакции. Он превращается в уран-239, затем в нептуний-239, и наконец, в относительно стабильный плутоний-239.
- Для обеспечения работоспособности ядерной бомбы содержание урана-235 в ядерном топливе должно быть не ниже 80 %, иначе уран-238 быстро погасит цепную ядерную реакцию. Природный же уран почти весь (около 99,3 %) состоит из урана-238. Поэтому при производстве ядерного топлива применяют сложный и многоступенчатый процесс обогащения урана, в результате которого доля урана-235 повышается.
- Бомба на основе урана стала первым ядерным оружием, использованным человеком в боевых условиях (бомба «Малыш», сброшенная на Хиросиму).

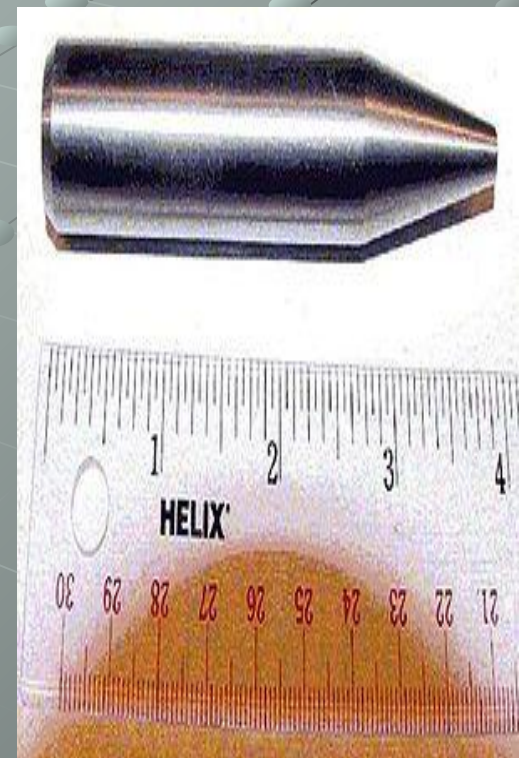


Обеднённый уран

- После извлечения ^{235}U и ^{234}U из природного урана, оставшийся материал (уран-238) носит название «обеднённый уран», так как он обеднён $^{235}\text{-м}$ изотопом. Обеднённый уран в два раза менее радиоактивен, чем природный уран, в основном за счёт удаления из него ^{234}U . Из-за того, что основное использование урана — производство энергии, обеднённый уран — малополезный продукт с низкой экономической ценностью.
- В основном его использование связано с большой плотностью урана и относительно низкой его стоимостью. Обеднённый уран используется для радиационной защиты (как это ни странно) и как балластная масса в аэрокосмических применениях, таких как рулевые поверхности летательных аппаратов. В каждом самолёте «Боинг-747» содержится 1500 кг обеднённого урана для этих целей. Ещё этот материал применяется в высокоскоростных роторах гироскопов, больших маховиках, как балласт в космических спускаемых аппаратах и гоночных яхтах, при бурении нефтяных скважин.

Сердечники бронебойных снарядов

- Самое известное применение обеднённого урана — в качестве сердечников для бронебойных снарядов. При сплавлении с 2 % Mo или 0,75 % Ti и термической обработке (быстрая закалка разогретого до 850 °C металла в воде или масле, дальнейшее выдерживание при 450 °C 5 часов) металлический уран становится твёрже и прочнее стали (прочность на разрыв больше 1600 МПа, при том, что у чистого урана она равна 450 МПа). В сочетании с большой плотностью, это делает закалённую урановую болванку чрезвычайно эффективным средством для пробивания брони, аналогичным по эффективности более дорогому вольфраму. Тяжёлый урановый наконечник также изменяет распределение масс в снаряде, улучшая его аэродинамическую устойчивость.
- Подобные сплавы типа «Стабилла» применяются в стреловидных оперенных снарядах танковых и противотанковых артиллерийских орудий.
- Процесс разрушения брони сопровождается измельчением в пыль урановой болванки и воспламенением её на воздухе с другой стороны брони. Около 300 тонн обеднённого урана остались на поле боя во время операции «Буря в Пустыне» (по большей части это остатки снарядов 30-мм пушки GAU-8 штурмовых самолётов A-10, каждый снаряд содержит 272 г уранового сплава).
- Такие снаряды были использованы войсками НАТО в боевых действиях на территории Югославии[12]. После их применения обсуждалась экологическая проблема радиационного загрязнения территории страны.
- Впервые уран в качестве сердечника для снарядов был применен в Третьем рейхе.
- Обеднённый уран используется в современной танковой броне, например, танка M-1 «Абрамс».



Другие сферы применения

- Небольшая добавка урана придаёт красивую жёлто-зелёную флуоресценцию стеклу. Уранат натрия $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$ использовался как жёлтый пигмент в живописи.[11]
- Соединения урана применялись как краски для живописи по фарфору и для керамических глазурей и эмалей (окрашивают в цвета: жёлтый, бурый, зелёный и чёрный, в зависимости от степени окисления).[11]
- Некоторые соединения урана светочувствительны.[11]
- В начале XX века уранилнитрат широко применялся для усиления негативов и окрашивания (тонирования) позитивов (фотографических отпечатков) в бурый цвет.[11]
- Карбид урана-235 в сплаве с карбидом ниобия и карбидом циркония применяется в качестве топлива для ядерных реактивных двигателей (рабочее тело — водород + гексан).
- Сплавы железа и обеднённого урана (уран-238) применяются как мощные магнитоотрицательные материалы.



Конец.