

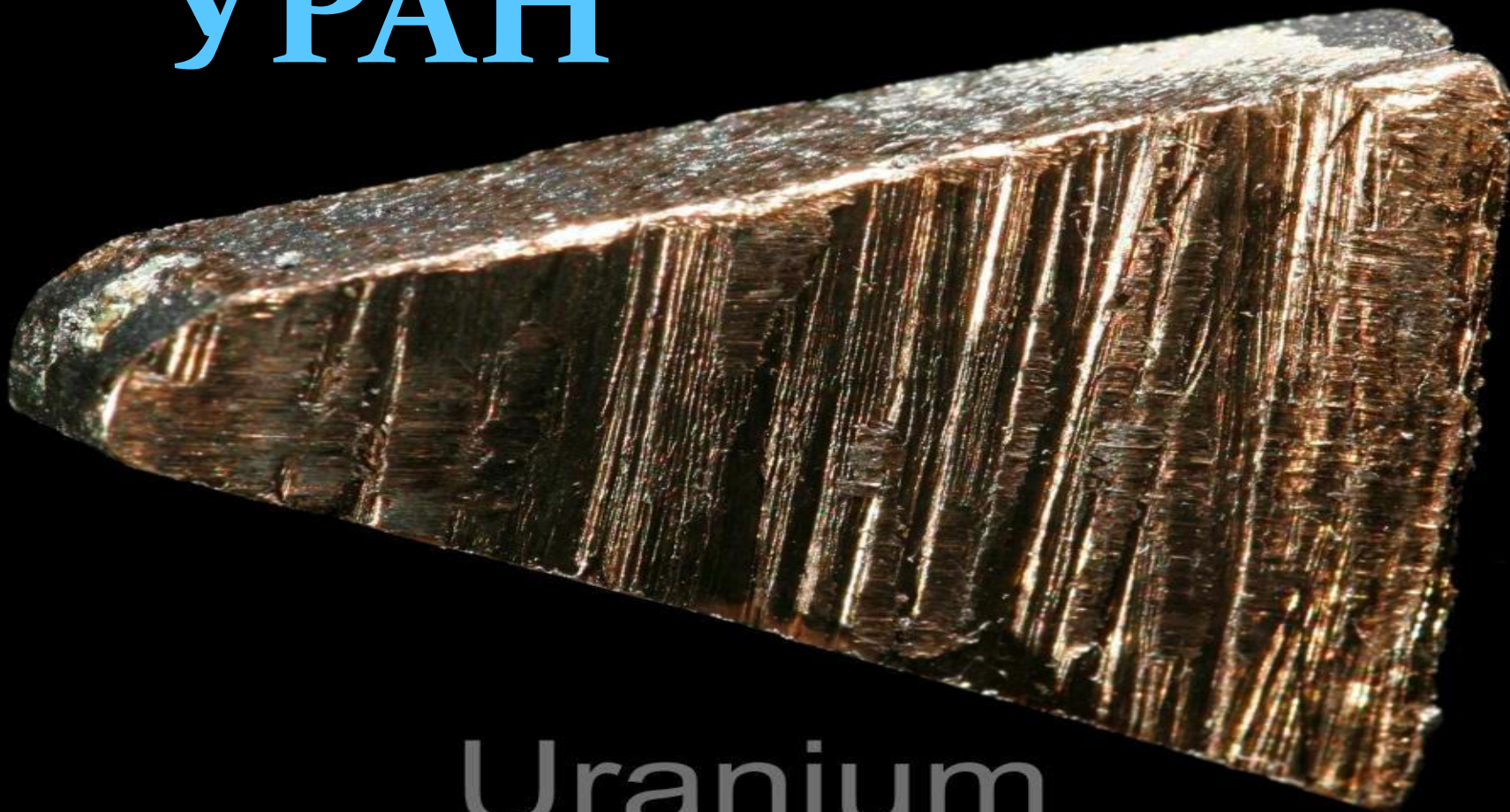
U



92


УРАН

238.03



Uranium

- Ура́н (ура́ний) — химический элемент с атомным номером 92 в периодической системе, атомная масса 238,029; обозначается символом U (лат. Uranium), относится к семейству актиноидов.



Общая характеристика
элемента:


- 92 номер в таблице Менделеева
- Электронная формула основного состояния: $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^{10} 4s^2 p^6 d^{10} f_{14} 5s^2 p^6 d^{10} f_3 6s^2 p^6 d_1 7s^2$
Электронная формула возбужденного состояния:
 $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^{10} 4s^2 p^6 d^{10} f_{14} 5s^2 p^6 d^{10} f_3 6s^2 p^6 d_2 7s^1$
(или сокращенно: ... $5f_3 6d_2 7s^1$)
- Атом урана в возбужденном состоянии имеет 6 неспаренных электронов (3 - на 5-м уровне, 2 - на 6-м и 1 на внешнем) и может проявлять валентность 6 и степень окисления +6, например, в оксиде UO_3

● Валентных электронов в атоме урана 6

● Характерные степени окисления:

Уран может проявлять степени окисления от +3 до +6.

Кроме того, существует оксид U_3O_8 . Степень окисления в нём формально дробная, а реально он представляет собой смешанный оксид урана (V) и (VI).



Распространение в природе

- Содержание урана в земной коре составляет 0,0003 %, он встречается в поверхностном слое земли в виде четырёх разновидностей 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 Демократической Республике Конго, 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 четвёртый 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 ещё 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. В слое литосферы толщиной 20 км содержится $\sim 10^{14}$ т, в морской воде 10^9 — 10^{10} т.

- Россия по запасам урана, с учетом резервных месторождений, занимает третье место в мире (после Австралии и Казахстана). В месторождениях России содержится почти 550 тыс.т запасов урана, или немногим менее 10 % его мировых запасов; около 63 % их сосредоточено в Республике Саха (Якутия). Основными месторождениями урана в России являются: Стрельцовское, Октябрьское, Антей, Мало-Тулукоевское, Аргунское молибден-урановые в вулканитах (Читинская область), Далматовское урановое в песчаниках (Курганская область), Хиагдинское урановое в песчаниках (Республика Бурятия), Южное золото-урановое в метасоматитах и Северное урановое в метасоматитах (Республика Якутия). Кроме того, выявлено и оценено множество более мелких урановых месторождений и рудопроявлений.



Основные физические свойства

- Уран — очень тяжёлый, серебристо-белый глянцеватый металл. В чистом виде он немного мягче стали, ковкий, гибкий, обладает небольшими парамагнитными свойствами. Уран имеет три аллотропные формы: (призматическая, стабильна до $667,7\text{ }^{\circ}\text{C}$), (четырёхугольная, стабильна от $667,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $774,8\text{ }^{\circ}\text{C}$), (с объёмно центрированной кубической структурой, существующей от $774,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ до точки плавления).

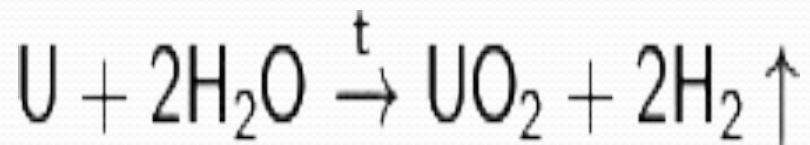


Химические свойства

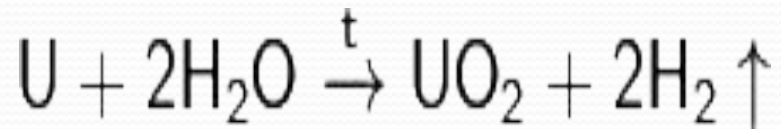


Свойства простого вещества

- Химически уран весьма активен. Он быстро окисляется на воздухе и покрывается радужной пленкой оксида. Мелкий порошок урана самовоспламеняется на воздухе, он загорается при температуре 150—175 °С, образуя U_3O_8 . Реакции металлического урана с другими неметаллами приведены в таблице.
- Вода способна разъедать металл, медленно при низкой температуре, и быстро при высокой, а также при мелком измельчении порошка урана:



- В кислотах-неокислителях уран растворяется, образуя UO_2 или соли U^{4+} (при этом выделяется водород). С кислотами-окислителями (азотной, концентрированной серной) уран образует соответствующие соли уранила UO_2^{2+} . С растворами щелочей уран не взаимодействует.
- При сильном встряхивании металлические частицы урана начинают светиться.



- В кислотах-неокислителях уран растворяется, образуя UO_2 или соли U^{4+} (при этом выделяется водород). С кислотами-окислителями (азотной, концентрированной серной) уран образует соответствующие соли уранила UO_2^{2+} . С растворами щелочей уран не взаимодействует.
- При сильном встряхивании металлические частицы урана начинают светиться.



Соединения урана III

- Соли урана(+3) (преимущественно, галогениды) — восстановители. На воздухе при комнатной температуре они обычно устойчивы, однако при нагревании окисляются до смеси продуктов. Хлор окисляет их до UCl_4 . Образуют неустойчивые растворы красного цвета, в которых проявляют сильные восстановительные свойства:



- Галогениды урана III образуются при восстановлении галогенидов урана (IV) водородом:

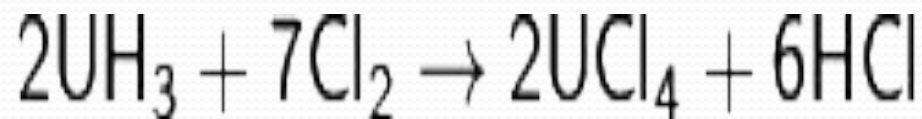
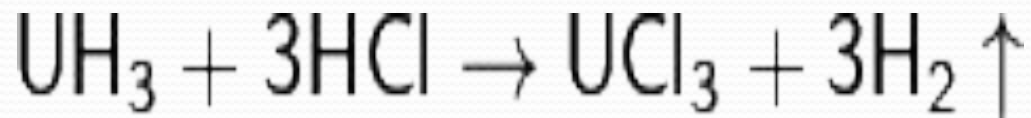


или иодоводородом:



а также при действии галогеноводорода на гидрид урана UH_3 .

- Кроме того, существует гидрид урана (III) UH_3 . Его можно получить, нагревая порошок урана в водороде при температурах до 225°C , а выше 350°C он разлагается. Большую часть его реакций (например, реакцию с парами воды и кислотами) можно формально рассматривать как реакцию разложения с последующей реакцией металлического урана:



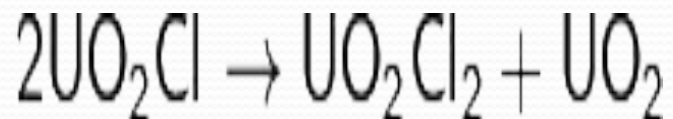
Соединения урана IV

- Уран (+4) образует легко растворимые в воде соли зеленого цвета. Они легко окисляются до урана (+6)



Соединения урана V

- Соединения урана(+5) неустойчивы и легко диспропорционируют в водном растворе:



Хлорид урана V при стоянии частично диспропорционирует:



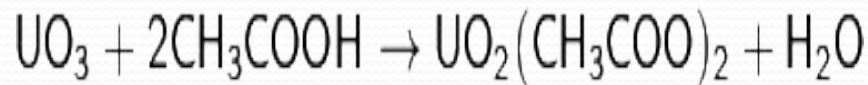
а частично отщепляет хлор:



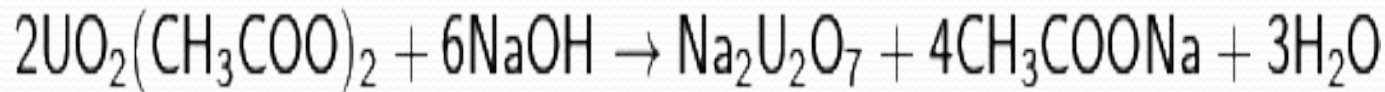


Соединения урана VI

- Степени окисления +6 соответствует оксид UO_3 . В кислотах он растворяется с образованием соединений катиона уранила UO_2^{2+} :



- С основаниями UO_3 (аналогично CrO_3 , MoO_3 и WO_3) образует различные уранат-анионы (в первую очередь, диуранат $\text{U}_2\text{O}_7^{2-}$). Последние, однако, чаще получают действием оснований на соли уранила:



- Из соединений урана (+6), не содержащих кислород, известны только гексахлорид UCl_6 и фторид UF_6 . Последний играет важнейшую роль в разделении изотопов урана.
- Соединения урана (+6) наиболее устойчивы на воздухе и в водных растворах.
- Ураниловые соли, такие как уранилхлорид, распадаются на ярком свете или в присутствии органических соединений.
- Уран также образует ураноорганические соединения.



Биологическое значение элемента

- 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.

Физиологическое действие



- 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 общеклеточным 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.



Применение



Ядерное топливо

- Наибольшее применение имеет изотоп урана ^{235}U , в котором возможна самоподдерживающаяся цепная ядерная реакция. Поэтому этот изотоп используется как топливо в ядерных реакторах, а также в ядерном оружии. Выделение изотопа U^{235} из природного урана — сложная технологическая проблема.
- 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.

Тепловыделяющая способность урана

- 1 тонна обогащенного урана по тепловыделяющей способности равна 1 миллиону 350 тысячам тонн нефти или природного газа.



Геология

- Основное применение урана в геологии — определение возраста минералов и горных пород с целью выяснения последовательности протекания геологических процессов. Этим занимается геохронология. Существенное значение имеет также решение задачи о смешении и источниках вещества.
- 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.



СТОИМОСТЬ

- Несмотря на бытующие легенды о десятках тысяч долларов за килограммовые или даже граммовые количества урана, реальная его цена на рынке не столь высока — стоимость килограмма необогащённой окиси урана U_3O_8 росла от \$21 в январе 2002, достигла пиковых \$300 в середине 2007 г., в дальнейшем понижалась и колеблется между нынешними \$90-130 за кг с некоторой тенденцией к росту. При этом следует понимать, что открытого мирового рынка урана как такового не существует, в отличие, например от золота.



спасибо за внимание!