**Тема занятия:**

**«История открытия и «преодоления»: химические элементы …»**

**Цель занятия**:

**Задачи**:

**План занятия**

1. Как всё появилось… (экскурс в самую далёкую историю).
2. Немного о ядерных реакциях.
3. Трансурановые элементы.
4. Трансактиниды (трансактиноиды).
5. Новые элементы: Нихоний, Московий, Теннесий, Оганессон.
6. *Практическое задание* «Занимательно о сложном…»

1. Как всё появилось… (экскурс в самую далёкую историю)

Согласно теории эволюции звезд – тяжелые элементы образовались из более легких. Теория эволюции и возникновения звезд – одно из крупнейших достижений ХХ века.

Плотность земной атмосферы на уровне моря – 1019 атомов /см3, космическое пространство – 1-1,5 атома (Н) на 1 см3, газовые облака – от 100 частиц до 106 частиц/см3.

Что же происходит в центральной части огромного газового облака – «сгустке»? Газ сжат максимально, вследствие чего он разогревается до 5-15 млн 0С (материя переходит в состояние плазмы). Таких температур достаточно для того, чтобы начались ядерные реакции.

Ядерные реакции принципиально отличаются от химических. Если для первых характерна перестройка только внешних электронов атомов (иногда предвнешних), то в ядерных реакция происходит изменение состава ядра. Т.е. один элемент превращается в другой, что в химических процессах невозможно.

Один из типов реакции в центре газового «сгустка» - это синтез, когда более легкие ядра объединяются в тяжелые. При слиянии ядер выделяется огромное количество энергии, которая и обуславливает свечение плотных газовых облаков.

Синтез является основным процессом в центре звезд (в том числе и Солнца), а температура может достигать сотен миллионов градусов.

Два типа реакции, происходящих на Солнце:

;

.

При ядерных реакциях в звездах генерируется «звёздный ветер», представляющий собой истечение вещества из звезд со скоростью 100 тыс. км/с.

Судьба звезды, в первую очередь, зависит от ее массы. Во всех звегдах протекают реакции, превращающие водород в гелий. Наиболее быстро этот процесс происходим в массивных звездах, потому что их центральная часть максимально сжата и разогрета.

Жизнь гиганта драматична: реакции, протекающие в «ядре» звезды, приводят к образованию тяжелых элементов; образующиеся элементы располагаются в «ядре» слоями (железо, кремний, неон, углерод …); когда цент звезды становится достаточно «железным», то из-за нестабильности процессов происходит взрыв (вспышка сверхновой).

Как это не обидно, но Солнце относится к звездам-карликам, оно не такое горячее, как большинство его родственниц. Свехновая звезда в данном случае не возникнет.

По мере того, как в результате термоядерной реакции будет выгорать весь водород, солнце превратиться в красного гиганта, при этом оно настолько увеличится в размерах, что поглотит планеты Солнечной системы. По мере того, как гигант увеличивается, он становится неустойчивым и сбрасывает внешнюю часть своей газовой оболочки, в результате чего остается только небольшая сфера, диаметром 1/100 от первоначального размера – белый карлик.

.

.

Нуклесинтез во вселенной

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/nuclsynt/>

Ядерные реакции

<http://www.physics.ru/courses/op25part2/content/chapter6/section/paragraph8/theory.html#.WJL5TlOLTIU>

**Остров стабильности** − гипотетическая [трансурановая](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B) область на [карте изотопов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%BD%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2), для которой вследствие предельного заполнения в [ядре](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE" \o "Атомное ядро)[протонных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD) и [нейтронных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD) оболочек, [время жизни](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%8F_%D0%B6%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B8_%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B)[изотопов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF) значительно превышает время жизни «соседних» трансурановых изотопов, делая возможным долгоживущее и стабильное существование таких элементов, в том числе в природе.

(в соответствии с [теорией оболочечного строения ядра](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%87%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%B0) [М. Гёпперт-Мейер](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%91%D0%BF%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%82-%D0%9C%D0%B0%D0%B9%D0%B5%D1%80,_%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F) и [Х. Йенсена](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%99%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B5%D0%BD,_%D0%99%D0%BE%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%81_%D0%A5%D0%B0%D0%BD%D1%81_%D0%94%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%BB%D1%8C), удостоенных в [1963](https://ru.wikipedia.org/wiki/1963) [Нобелевской премии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%8F))

# Сколько α- и β-распадов должно произойти при радиоактивном распаде ядра урана-238 до его конечного превращения в ядро свинца-82?

**Трансактиниды**

Резерфордий

Впервые сто четвёртый элемент [периодической системы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2) с массовым числом 261 был синтезирован в [1964 году](https://ru.wikipedia.org/wiki/1964_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) учёными [Объединённого института ядерных исследований](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%8A%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%D1%83%D1%82_%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) в [Дубне](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B0) под руководством [Г. Н. Флёрова](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D1%91%D1%80%D0%BE%D0%B2,_%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9_%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87). Они обстреливали мишень из плутония-242 ядрами неона-22 энергией около 115 МэВ:

{\displaystyle \mathrm {^{242}\_{94}{Pu}+\_{10}^{22}Ne\rightarrow \_{104}^{264}Rf^{\*}} {\begin{matrix}\nearrow \mathrm {^{260}\_{104}Rf+4\_{0}^{1}n} \\\searrow \mathrm {^{259}\_{104}Rf+5\_{0}^{1}n} \end{matrix}}}

Образовавшиеся атомы 104-го элемента попадали в среду газообразного [хлорида циркония](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4_%D1%86%D0%B8%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%8F&action=edit&redlink=1), где связывались с хлором и переносились к детекторам спонтанного деления.

Удалось выделить в наблюдаемом, спонтанном делении два периода полураспада — 0,1 и 3,5 с, а также оценить количественно химические свойства элемента — температуру кипения RfCl4, равную 450±50°. Это достижение было признано как [научное открытие](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D0%B8%D0%B5) и занесено в [Государственный реестр открытий СССР](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80_%D0%BE%D1%82%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D0%B8%D0%B9_%D0%A1%D0%A1%D0%A1%D0%A0) под № 37 с приоритетом от 9 июля 1964 г.[[1]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%B9#cite_note-1) В дальнейшем первый из указанных периодов полураспада не подтвердился (260Rf имеет период полураспада 21 мс), тогда как второй соответствует 259Rf (по современным данным 2,8 с).

В [1969 году](https://ru.wikipedia.org/wiki/1969_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) элемент был получен группой учёных в [университете Беркли, Калифорния](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BD%D0%B8%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82_%D0%91%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BB%D0%B8), которые утверждали, что не смогли повторить эксперименты советских учёных. Они использовали мишень из калифорния-249, которую облучали ионами углерода-12[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%B9#cite_note-69Gh01-2):

{\displaystyle \mathrm {^{249}\_{98}{Cf}+\_{6}^{12}C\rightarrow \_{104}^{261}Rf^{\*}\rightarrow \_{104}^{257}Rf+4\_{0}^{1}n} }

Синтез по американской методике был независимо подтверждён в 1973 году идентификацией резерфордия как источника наблюдаемых Kα-рентгеновских линий, свидетельствующих об образовании продукта распада резерфордия — нобелия-253[[3]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%B9#cite_note-73Be01-3).

В 1974 году в ОИЯИ получили резерфордий в реакции холодного слияния атомов свинца-208 и титана-50[[4]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%B9#cite_note-4):

{\displaystyle \mathrm {^{208}\_{82}Pb+\_{22}^{50}Ti\rightarrow \_{104}^{258}Rf^{\*}} {\begin{matrix}\nearrow \mathrm {^{255}\_{104}Rf+3\_{0}^{1}n} \\\rightarrow \mathrm {^{256}\_{104}Rf+2\_{0}^{1}n} \\\searrow \mathrm {^{257}\_{104}Rf+\_{0}^{1}n} \end{matrix}}}

В 1970 исследователи из Калифорнийского университета под руководством [Альберта Гиорсо](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%BE,_%D0%90%D0%BB%D1%8C%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82) получила резерфордий-261 в реакции слияния ядер кюрия-248 и кислорода-18[[5]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%B9#cite_note-70Gh01-5):

{\displaystyle \mathrm {^{248}\_{96}Cm+\_{8}^{18}O\rightarrow \_{104}^{266}Rf^{\*}\rightarrow \_{104}^{261}Rf+5\_{0}^{1}n} }

В 1996 году в Беркли был получен изотоп резерфордия-262 при облучении плутония-244 ионами неона-22[[6]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%B9#cite_note-96La01-6):

{\displaystyle \mathrm {^{244}\_{94}Pu+\_{10}^{22}Ne\rightarrow \_{104}^{266}Rf^{\*}} \rightarrow {\begin{cases}\mathrm {^{261}\_{104}Rf+5\_{0}^{1}n} \\\mathrm {^{262}\_{104}Rf+4\_{0}^{1}n} \end{cases}}}

В 1999 году был открыт изотоп резерфордий-263 при электронном захвате дубния-263[[7]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%B9#cite_note-Kratz03-7).

В 2000 году физикам из Дубны удалось получить резерфордий при облучении мишени из урана-238 ионами магния-26[[8]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%B9#cite_note-j1-8):

{\displaystyle \mathrm {^{238}\_{92}U+\_{12}^{26}Mg\rightarrow \_{104}^{264}Rf^{\*}} \rightarrow {\begin{cases}\mathrm {^{261}\_{104}Rf+3\_{0}^{1}n} \\\mathrm {^{260}\_{104}Rf+4\_{0}^{1}n} \\\mathrm {^{259}\_{104}Rf+5\_{0}^{1}n} \\\mathrm {^{258}\_{104}Rf+6\_{0}^{1}n} \end{cases}}}

## Дубний

Элемент 105 впервые получен на ускорителе в [наукограде](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4" \o "Наукоград) [Дубне](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B0) в [1970 году](https://ru.wikipedia.org/wiki/1970_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) группой [Г. Н. Флёрова](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D1%91%D1%80%D0%BE%D0%B2,_%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9_%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87) путём бомбардировки ядер [243Am](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%B9) ионами [22Ne](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BE%D0%BD-22)[[1]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9#cite_note-fl1970-1) и независимо в [Беркли](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BB%D0%B8_(%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%8F)) ([США](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A8%D0%90)) в реакции [249Cf](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%B9-249)+[15N](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82-15)→260Db+4n[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9#cite_note-gh1970-2). Рабочая группа [ИЮПАК](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%AE%D0%9F%D0%90%D0%9A) в 1993 году сделала вывод, что честь открытия элемента 105 должна быть разделена между группами из Дубны и Беркли[[3]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9#cite_note-iupac1993-3).

## Происхождение названия[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9&veaction=edit&section=2) | [править вики-текст](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9&action=edit&section=2)]

Советские исследователи предложили назвать новый элемент нильсборием (Ns), в честь [Нильса Бора](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D1%80,_%D0%9D%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%81)[[4]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9#cite_note-fl1987-4), американцы — ганием (Ha), в честь [Отто Гана](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BD,_%D0%9E%D1%82%D1%82%D0%BE" \o "Ган, Отто), одного из авторов открытия спонтанного деления [урана](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82))[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9#cite_note-gh1970-2). Комиссия [ИЮПАК](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%AE%D0%9F%D0%90%D0%9A) в 1994 году предложила название жолиотий (Jl), в честь [Жолио-Кюри](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BE-%D0%9A%D1%8E%D1%80%D0%B8,_%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA" \o "Жолио-Кюри, Фредерик)[[5]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9#cite_note-iupac1994-5); до этого элемент официально назывался [латинским](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D1%8B%D0%BD%D1%8C) числительным — уннилпентиумом (Unp), то есть просто 105-м. Символы Ns, На, Jl можно было видеть в таблицах элементов, изданных в разные годы. Согласно окончательному решению [ИЮПАК](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%AE%D0%9F%D0%90%D0%9A) в 1997 году этот элемент получил название дубний — в честь российского центра по исследованиям в области ядерной физики, наукограда [Дубны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B0)[[6]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9#cite_note-iupac1997-6).

[243Am](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%B9) + [22Ne](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BE%D0%BD-22)= 260Db + 5n

ИСТОРИЯ .Элемент с атомным номером 105. К его открытию параллельно шли два больших научных коллектива: Лаборатория ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований в Дубне и Радиационная  лаборатория имени Эрнста Лоуренсав Беркли, США. В Дубне элемент сумели получить раньше и назвали нильсборием в честь Нильса Бора. Американские физики, получившие элемент № 105 двумя месяцами позже, предложили для него свое название — ганий, в честь Отто Гана. Под этим названием он и фигурирует в американской литературе.Первая попытка как и все другие элементы тяжелее фермия, элемент № 105 получен в ядерных реакциях с участием ускоренных тяжелых ионов. Первые опыты по синтезу 105-го элемента начались в Дубне в 1967 г. под руководством академика Г. Н. Флерова. Была выбрана реакция полного слияния ионов неона-22 (ускоренных на циклотроне до энергии около 120 Мэв) с америцием-243:

По теоретическим оценкам известных американских ученых Гленна Сиборга и Виктора Вайолы, изотопы 260105 и 261105 должны быть альфа-излучателями. За очень короткое время (от 0,01 до 0,1 секунды) они должны были, испустив по альфа-частице (с энергией 9,4— 9,7 Мэв), превратиться в ядра 103-го элемента.Этот элемент достаточно изучен: его изотопы с массой 255 и 256 «живут» 20—30 секунд и тоже испускают альфа-частицы, превращаясь в ядра элемента № 101 — менделевия. Вполне закономерно, что первые попытки идентифицировать элемент № 105 сводились к установлению генетической связи альфа-частиц с новыми, ненаблюдавшимися прежде характеристиками, с альфа-частицами, порожденными уже известным 103-м элементом.

К началу 1968 г. в результате длительных опытов удалось зарегистрировать около десяти случаев таких генетически связанных альфа-распадов. Новый короткожи-вущий излучатель давал альфа-частицы с энергией около 9,4 Мэв, что соответствовало предсказаниям теоретиков. С большой вероятностью это излучение можно было приписать элементу № 105, однако наблюдавшийся эффект был очень мал и неустойчив, а теория не слишком надежна.Для ядер с нечетным числом нуклонов ее прогнозы о времени жизни и энергии альфа-частиц всегда очень неопределенны. Если в ряду «четных» ядер (число протонов и число нейтронов — четные) эти свойства изменяются закономерно, то у «нечетных» картина совсем иная: исключений из правила почти столько же, сколько «правильных» ядер.

Естественно, что неопределенность теоретических оценок затрудняет поиски «нечетных» элементов и изотопов.Правда, кое в чем теория помогла. Она допускала, что превращение ядра элемента № 105 в 103-й может идти несколько необычным путем. Испустив альфа-частицу, ядро со 105 протонами не сразу превращается в ядро130- элемента в основном его состоянии; может суще-ствоватъ некое промежуточное, возбужденное состояние образующихся дочерних ядер. Поэтому энергия испускаемых новыми ядрами альфа-частиц может оказаться меньше предсказанной теоретиками величины 9,4—9,7 Мэви составить всего 8,9—9,2 Мэв. В силу этого обстоятельства время жизни ядер 105-го может оказаться в десятки раз больше, чем ожидалось… Из всего этого следовало, что так же внимательно, как область 9,4—9,7 Мэв, нужно исследовать и другую, более низкую по энергиям часть спектра.Здесь, видимо, надо объяснить, что это за спектры. Как к при многих других исследованиях, вядерной химии получают не отдельные сведения, а спектры — полнуюкартину разброса частиц по энергии. «Снимали» такие спектры и в дубненских экспериментах по синтезу элемента № 105.

Однако в опытах 1968 г. анализ части спектра ниже 9,4 Мэв был сильно затруднен из-за фона излучения, подобного искомому, но возникающего от побочных ядерных реакций. Альфа-излучатели образовывались на микропримесях свинца в материале мишени. Эти фоновые реакции более вероятны, чем главная, а ядерные свойства продуктов этих реакций весьма близки к ожидаемым для 105-го элемента. Опасны даже ничтожные примеси свинца. И урана тоже.Гарантии, что этой микропримеси в мишенях нет, не было. Таким образом, хотя полученные в опытах 1968 г. результаты были близки к предсказанным, они, по мнению Г. Н. Флерова и большинства его сотрудников, не могли служить достаточным основанием для того, чтобы утверждать: элемент № 105 уже открыт.Видимо, нужно было идти другим путем. Но каким?

**Следы на никелевой ленте.**

Анализ свойств элементов № 102, 103 и 104 позволял предполагать, что наряду с альфа-распадом элемент № 105 должен испытывать и спонтанное деление.Идентификация элемента по спонтанному делению имеет бесспорные достоинства. Во-первых, факт распада тяжелого ядра на два осколка обнаруживается значительно проще и надежнее, чем случаи альфа-распада. Аппаратура, регистрирующая спонтанное деление, намного чув-ствительнее. А во-вторых, при правильной постановкеопыта фон практически исключен.Принимая во внимание эти обстоятельства, в ноябре1969 г. в Лаборатории ядерных реакций были начаты поиски элемента № 105 по спонтанному делению. Реакция синтеза оставалась той же: америций-243 + неон-22. Схема установки, которая использовалась в этих опытах, показана на рисунке.Ядра мишени, получив больший импульс от налетающих ионов, выбивались из нее и попадали па сборник — бесконечную никелевую ленту-конвейер длиной 8 м и шириной 2,5 см. Лента двигалась с постоянной скоростью.

Сборник перемещал приобретенные ядра от мишени к детекторам, регистрирующим осколки спонтанного деления. Чтобы исключить фон, и сборник и детекторы делали из сверхчистых материалов с рекордно низким содержанием урана — менее одной стомиллиардной грамма урана на грамм материала.Более ста детекторов, приготовленных из фосфатного стекла (в виде пластинок размером 60X35 мм), располагались вдоль ленты. После специальной химической обработки на таких стеклах можно отчетливо видеть следы (треки), оставленные осколками деления. По распределению треков на детекторах (при известной скорости движения ленты-сборника) можно судить о времени жизни спонтанно делящегося изотопа, а по числу следов — о вероятности его образования…

**Сибо́ргий** (Seaborgium, Sg) — [элемент](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) побочной подгруппы шестой группы седьмого периода [периодической системы элементов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2) с [атомным номером](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE) 106; короткоживущий радиоактивный элемент.

Сиборгий синтезирован в [1974 г.](https://ru.wikipedia.org/wiki/1974) в [Лаборатории имени Лоуренса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B8_%D0%9B%D0%BE%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0_%D0%B2_%D0%91%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BB%D0%B8) [Калифорнийского университета в Беркли](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82_%D0%B2_%D0%91%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BB%D0%B8)[[1]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9#cite_note-gh1974-1). Для получения нового элемента была использована реакция 249Cf+18O→263106+4n. Нуклид был идентифицирован по α-распаду в 259Rf и далее в 255No. Одновременно и независимо работавшая в [Дубне](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B0) группа [Г. Н. Флерова](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D1%91%D1%80%D0%BE%D0%B2,_%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9_%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87) и [Юрия Оганесяна](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%8F%D0%BD,_%D0%AE%D1%80%D0%B8%D0%B9_%D0%A6%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87) опубликовала данные о синтезе 106-го элемента в реакциях слияния ядер [свинца](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%86) и [хрома](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC)[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9#cite_note-og1974-2). Учёные приписали наблюдавшееся ими спонтанное деление продукта реакции ядру 259106 с периодом полураспада в несколько миллисекунд[[3]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9#cite_note-hof1998-3). Это достижение было признано как [научное открытие](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D0%B8%D0%B5) и занесено в [Государственный реестр открытий СССР](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80_%D0%BE%D1%82%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D0%B8%D0%B9_%D0%A1%D0%A1%D0%A1%D0%A0) под № 194 с приоритетом от 11 июля 1974 г. в следующей формулировке: *«Установлено неизвестное ранее явление образования радиоактивного изотопа элемента с атомным номером 106, заключающееся в том, что при облучении изотопов свинца ускоренными ионами хрома происходит слияние ядер свинца и ядер хрома с образованием изотопа элемента с атомным номером 106 и периодом полураспада около 0,01 с»*[[4]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9#cite_note-4).

Рабочая группа [IUPAC](https://ru.wikipedia.org/wiki/IUPAC) в [1993 г.](https://ru.wikipedia.org/wiki/1993) заключила, что работа группы из Дубны имела большое значение для дальнейших исследований, но, в отличие от работы группы из Беркли, не продемонстрировала с достаточной уверенностью образование нового элемента[[5]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9#cite_note-iupac1993-5). Поэтому в [1997 г.](https://ru.wikipedia.org/wiki/1997) IUPAC (вопреки своей предыдущей рекомендации, где было высказано согласие на предложение советских учёных назвать элемент «резерфордием»[[6]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9#cite_note-iupac1994-6)) принял решение назвать элемент в честь физика из Беркли [Гленна Сиборга](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD_%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3" \o "Гленн Сиборг)[[7]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9#cite_note-iupac1997-7), который участвовал в открытии [плутония](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%B9) и девяти других [трансурановых элементов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B). Сиборг стал первым учёным, при жизни которого элемент был назван его именем[[8]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9#cite_note-koppenol-8).

Сиборгий был получен искусственно путём ядерного синтеза. Большое число частиц в [ядре](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE) делает атом нестабильным и вызывает расщепление на более мелкие осколки сразу после получения.

Сиборгий принадлежит к числу трансактиноидов, предположительно расположен в группе VIB, в седьмом периоде [системы Менделеева](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%9C%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B5%D0%B2%D0%B0). Формула трёх внешних электронных слоев атома сиборгия предположительно такова:

5s2 p6 d10 f14 6s2 p6 d4 7s2.

Учёные получили несколько [изотопов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF) сиборгия с массовыми числами 258—267, 269 и 271, различающихся периодом полураспада. Наибольший период полураспада (2,4 минуты) имеет 271Sg.

## Химические соединения[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9&veaction=edit&section=3) | [править вики-текст](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9&action=edit&section=3)]

Известны следующие соединения сиборгия: SgO2Cl2, SgO2F2,SgO3, SgO2OH2, а также комплексные ионы [SgO2F3]- и [Sg(OH)5(H2O)]+.

Изучен [карбонильный комплекс](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81) сиборгия Sg(CO)6[[10]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B9#cite_note-Even-10).

249Cf+18O→263106+4n

**Московий** будет быстро окисляться на воздухе [кислородом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4) или [азотом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82), бурно реагировать с водой с выделением [водорода](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4) и образовывать прочную ионную связь с [галогенами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%8B)[[17]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9#cite_note-BFricke-17).

Другой степенью окисления московия является +3. Она предполагается также весьма устойчивой и будет похожа на соли висмута в степени окисления +3, но проявлять он сможет её только в относительно жёстких условиях (при высоких температурах с кислородом или другими галогенами), с некоторыми сильными кислотами.

В отличие от более лёгких элементов, московий, как ожидается, не будет проявлять окислительных свойств, что сделает невозможным его степень окисления −3. Причина этого кроется в том, что присоединение трёх электронов энергетически очень невыгодно основной 7p-подоболочке, и московий, как ожидается, будет проявлять только восстановительные свойства. Степень окисления +5 (высшая возможная для всех элементов, начиная с азота) будет также невозможна по причине очень стабильной электронной пары 7s2, на распаривание которой будет требоваться слишком большое количество энергии. Как следствие, +1 и +3 будут единственными двумя возможными степенями окисления московия[[17]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9#cite_note-BFricke-17).

 Центре по изучению тяжёлых ионов им. Гельмгольца (Дармштадт, Германия)