

**Лаборатория Ядерных Реакций им. Г.Н. Флерова
Объединенного Института Ядерных Исследований**

Георгий Николаевич Флёрв



- | | |
|------------------|---|
| 1940 | <i>Открытие спонтанного деления урана</i> |
| 1942-1950 | <i>Участие в атомном проекте России</i> |
| 1955 | <i>Первые в мире пучки тяжелых ионов</i> |
| 1956-1957 | <i>Основание Лаборатории ядерных реакций в ОИЯИ (Дубна)</i> |
| 1962-1975 | <i>Синтез новых элементов: 103, 104, 105, 106, 107</i> |

Основные направления исследований

1. Тяжелые и сверхтяжелые ядра

- ✓ Синтез и изучение свойств сверхтяжелых атомов
- ✓ Химия новых элементов
- ✓ Реакции слияния-деления и многонуклонных передач
- ✓ Масс-спектрометрия и ядерная спектроскопия СТ ядер

2. Легкие экзотические ядра

- ✓ Свойства и структура легких экзотических ядер
- ✓ Реакции с экзотическими ядрами

3. Радиационные нанотехнологии

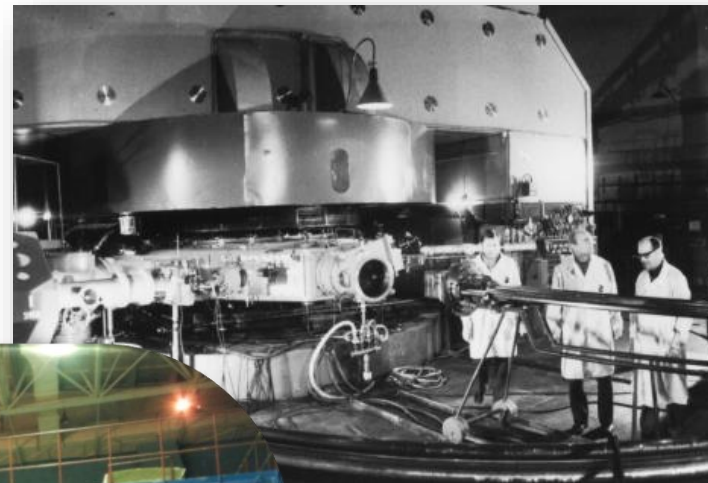
4. Ускорительные технологии

Персонал : 350 человек (из них 100 до 35 лет)

Ускорители ЛЯР



U400M



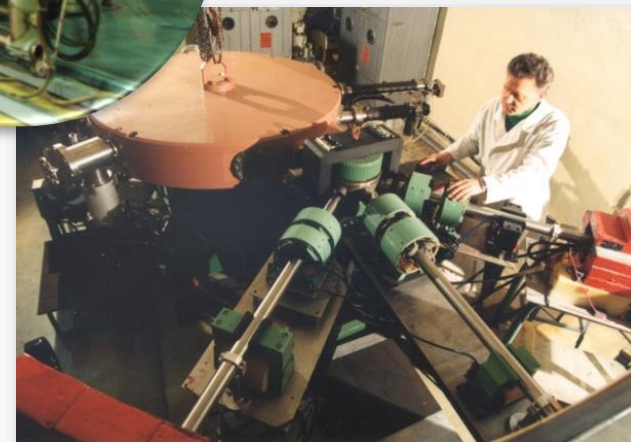
U200

U400



IC-100

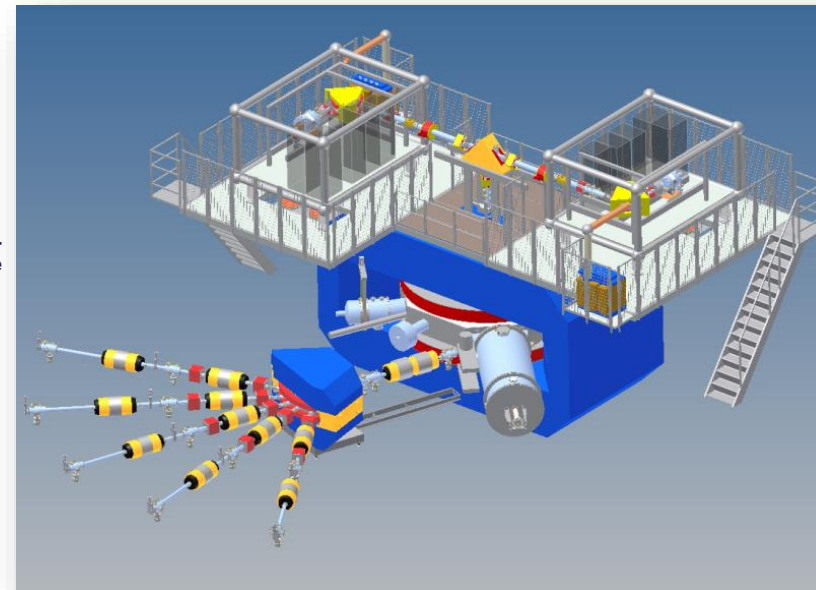
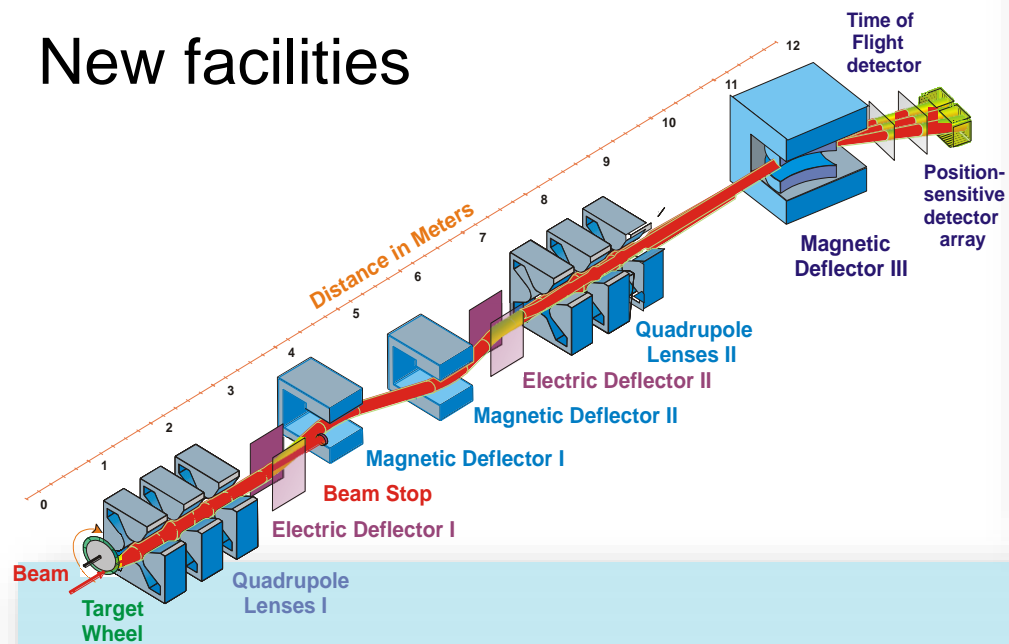
MT-25



SHE factory:

Высоко-поточный
циклотрон DC-280

New facilities



Новый
экспериментальный
зал

DC280-cyclotron – stand-alone SHE-factory



- Синтез и изучение свойств сверхтяжелых элементов.
- Поиск новых путей синтеза СТЭ.
- Химия сверхтяжелых.

DC280 (expected) E=4÷8 MeV/A		
Ion	Ion energy [MeV/A]	Output intensity
${}^7\text{Li}$	4	1×10^{14}
${}^{18}\text{O}$	8	1×10^{14}
${}^{40}\text{Ar}$	5	6×10^{13}
${}^{48}\text{Ca}$	5	$0.6-1.2 \times 10^{14}$
${}^{54}\text{Cr}$	5	2×10^{13}
${}^{58}\text{Fe}$	5	1×10^{13}
${}^{124}\text{Sn}$	5	2×10^{12}
${}^{136}\text{Xe}$	5	1×10^{14}
${}^{238}\text{U}$	7	5×10^{10}

Основной магнит DC280



DC280. Поворотный магнит



SHE factory

DC280 equipment completion (k\$).

№	Systems	years						Σ
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	
1.	Main magnet DC-280	125	2 250	2 690	2 350	200		7 615
2.	Main coil			344	335	150	50	880
3.	Trim coils				115	130	70	298
4.	Cyclotron vacuum chamber			121	121	400	120	763
5.	Acceleration RF structure			202	521	350	70	1143
6.	R.F. power supplies			124	364	50	30	568
7.	Polyharmonic buncher		23	19		50	20	113
8.	Permanent magnet ECR ion source			184	83	200	60	527
9.	High voltage platform			99	53	550	90	793
10.	Beam transport channels		254	330	236	150	30	1001
11.	Two plane correction magnets			161				161

№	Systems	years						Σ
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	
12.	Bending magnet with vacuum chamber			141	141	50		333
13.	Beam diagnostics			258	61	150	25	495
14.	Power supply transformers			249	228			478
15.	Power supplies of magnets			465	316	130		911
16.	Water cooling			365	342	150	20	878
17.	R.F. control system					550	50	600
18.	Simulation, drawing	30	15	17				64
19.	Dees, gound plates				96	190	32	319
20.	Beam injection system					450	20	470
21.	Vacuum system					850	60	910
22.	Control system					950	60	1010
23.	Transport					150		150
		← 14350 68 % →				6700 (32 %) 3630 (17%)		ΣΣ 21050

Экспериментальный зал Фабрики СТЭ 22.09.2014



on-line: <http://inflnr.jinr.ru/dc280.html>

ГБОУ ВО Министерство образования Московской области
Государственный университет «Дубна»



Факультет естественных и инженерных наук



<http://fein.uni-dubna.ru/>

г. Дубна, Московская области, ул. Университетская 19, +7 (49621) 66095, fein@uni-dubna.ru



Кафедры факультета

Название	Набор	Направления подготовки	Экзамены
Биофизика	108	Радиационная безопасность человека и окружающей среды	Математика Русский язык Физика
Высшая и прикладная математика		Прикладная математика и информатика	
Общая и прикладная геофизика		Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых	
Теоретическая физика		Теоретическая и математическая физика	
Ядерная физика		Физика ядра и элементарных частиц	
Энергия и окружающая среда		Электроэнергетика и электротехника, Авиастроение	
Нанотехнологии и новые материалы		Физика конденсированного состояния	
Электроника физических установок		Электроника физических установок	
Экология и науки о Земле	20	Экология и природопользование, геоэкология	Математика Русский язык География
Химия, геохимия и космохимия	25	Химия Химия, физика и механика материалов	Математика Русский язык Химия

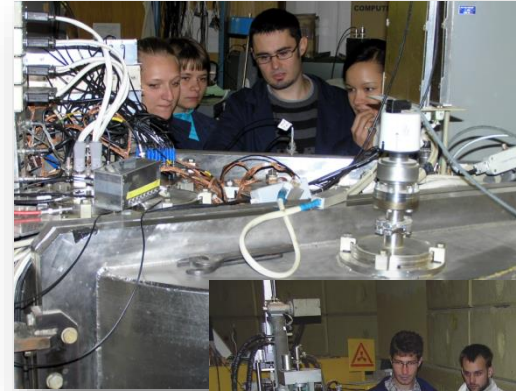


Учебная инфраструктура

Общезначительный лабораторный практикум

- Термодинамика и молекулярная физика
- Оптика
- Атомная физика
- Ядерная физика
- Спец. практикум по ядерной физике

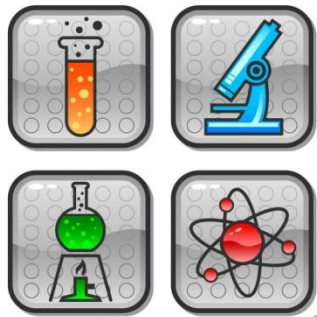
Кафедра Ядерной физики + ОИЯИ



- Аналитический центр коллективного пользования
- Эколого-аналитический центр университета «Дубна»
- Центр по разработке термодинамических баз данных (Термоцентр)

Кафедры Химии и Экологии





Учебная инфраструктура

- Лабораторный комплекс *кафедры Биофизики*
- Учебные лаборатории *кафедры Энергии и окружающей среды (МКБ «Радуга»)*
- Центр прототипирования университета «Дубна»

- Спортивный комплекс «ОЛИМП»
- Выездные практики (*Крым, полигон ГФ МГУ и др.*) *Кафедры Геофизики и Экологии*





Что значит поступить на факультет естественных и инженерных наук?

Жить в уютном городе с академическими традициями, расположенном недалеко от Москвы.
Иногородним студентам предоставляется общежитие

Получать повышенную стипендию.

Студенты нашего факультета получают повышенную базовую стипендию 3 300 руб., а те, кто отлично учатся, ведут активную научную и общественную работу, могут получать стипендию до 9 000 руб. ежемесячно

Получить отсрочку от армии на весь срок обучения

Принимать участие в интересных научных исследованиях мирового уровня и войти в международные коллаборации

Найти широкий выбор научных направлений и получить квалифицированное научное руководство

Получить поддержку региона, города и предприятий в рамках программ социальной поддержки молодежи

Продолжить обучение в аспирантуре университета “Дубна” и ОИЯИ

Активно заниматься спортом в новом суперсовременном спорткомплексе «Олимп»

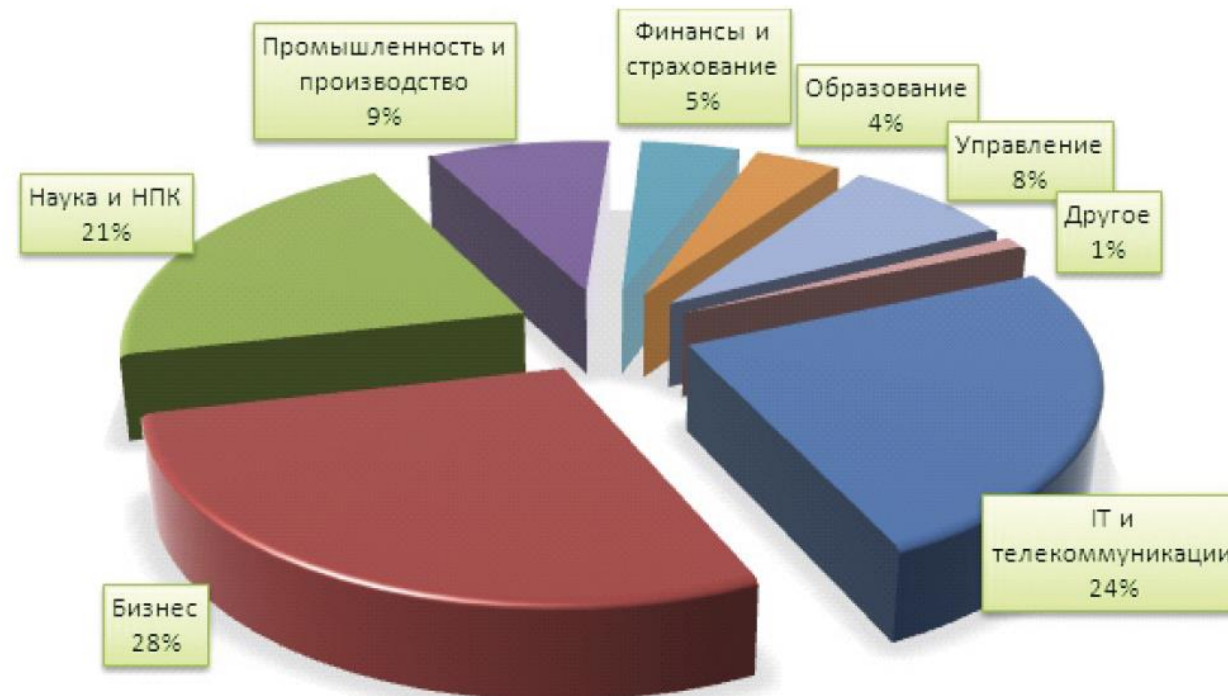
Участвовать в насыщенной культурной жизни университета, города, региона и страны

Трудоустройство выпускников университета "Дубна"



- ❑ Университет успешно закончили около 5000 человек
- ❑ Диплом с отличием - более 1000 человек
- ❑ Трудоустроены – более 90%
- ❑ Работают по специальности – 75%
- ❑ В высокотехнологичном секторе – 27%
- ❑ В Москве, Московской области и Дубне – 87%

Распределение выпускников по отраслям народного хозяйства

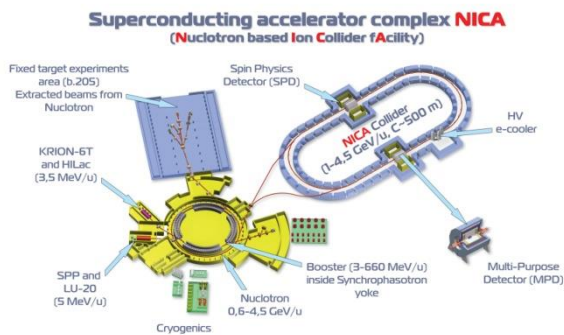


Стратегические партнеры университета “Дубна”

- ❑ Объединенный Институт Ядерных Исследований
- ❑ Машиностроительное конструкторское бюро «Радуга»
- ❑ Дубненский машиностроительный завод «Камов»
- ❑ Предприятия-резиденты ОЭЗ «Дубна»
- ❑ Территориальный инновационный кластер ядерно-физических и нанотехнологий
- ❑ НИИ Прикладной акустики
- ❑ Завод «Тензор»
- ❑ НИИ «Атолл»



Базовые кафедры. Взаимодействие с ОИЯИ

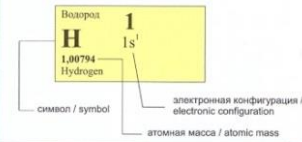


1. Занятия на территории ОИЯИ начиная с 1-ого курса
2. Вовлечение в международное научное сотрудничество
3. Частичное трудоустройство на старших курсах
4. Продолжение обучения в аспирантуре
5. Карьера в науке

Периодическая таблица элементов Д.И. Менделеева

D.I. Mendeleev's Periodic Table of Elements

период	группа	группы элементов																							
		a	I	б	a	II	б	a	III	б	a	IV	б	a	V	б	a	VI	б	a	VII	б	a	VIII	б
1	I	Водород H 1,00794 Hydrogen	1 1s ¹																				Гелий He 4,0026 Helium	2 1s ²	
2	II	Литий Li 6,941 Lithium	3 2s ¹	Бериллий Be 9,012182 Beryllium	4 2s ²	Бор B 10,811 Boron	5 2p ¹	Углерод C 12,011 Carbon	6 2p ²	Азот N 14,00674 Nitrogen	7 2p ³	Кислород O 15,9994 Oxygen	8 2p ⁴	Фтор F 18,9984032 Fluorine	9 2p ⁵	Неон Ne 20,1797 Neon	10 2p ⁶								
3	III	Натрий Na 22,989768 Sodium	11 3s ¹	Магний Mg 24,305 Magnesium	12 3s ²	Алюминий Al 26,981539 Aluminium	13 3p ¹	Кремний Si 28,0855 Silicon	14 3p ²	Фосфор P 30,973762 Phosphorus	15 3p ³	Сера S 32,066 Sulfur	16 3p ⁴	Хлор Cl 35,4527 Chlorine	17 3p ⁵	Аргон Ar 39,948 Argon	18 3p ⁶								
4	IV	Калий K 39,0983 Potassium	19 4s ¹	Кальций Ca 40,078 Calcium	20 4s ²	Скандий Sc 44,955910 Scandium	21 3d ¹ 4s ²	Титан Ti 47,88 Titanium	22 3d ² 4s ²	Ванадий V 50,9415 Vanadium	23 3d ³ 4s ²	Хром Cr 51,9961 Chromium	24 3d ⁴ 4s ²	Марганец Mn 54,93805 Manganese	25 3d ⁵ 4s ²	Железо Fe 55,847 Iron	26 3d ⁶ 4s ²	Кобальт Co 58,93320 Cobalt	27 3d ⁷ 4s ²	Никель Ni 58,6934 Nickel	28 3d ⁸ 4s ²				
	V	Медь Cu 63,546 Copper	29 3d ¹⁰ 4s ¹	Цинк Zn 65,39 Zinc	30 3d ¹⁰ 4s ²	Галлий Ga 69,723 Gallium	31 4p ¹	Германий Ge 72,61 Germanium	32 4p ²	Мышьяк As 74,92159 Arsenic	33 4p ³	Селен Se 78,96 Selenium	34 4p ⁴	Бром Br 79,904 Bromine	35 4p ⁵	Криптон Kr 83,80 Krypton	36 4p ⁶								
5	VI	Рубидий Rb 85,4678 Rubidium	37 5s ¹	Стронций Sr 87,62 Strontium	38 5s ²	Иттрий Y 88,90585 Yttrium	39 4d ¹ 5s ²	Цирконий Zr 91,224 Zirconium	40 4d ² 5s ²	Нобий Nb 92,90638 Niobium	41 4d ⁴ 5s ¹	Молибден Mo 95,94 Molybdenum	42 4d ⁵ 5s ¹	Технеций Tc [98] Technetium	43 4d ⁵ 5s ²	Рутений Ru 101,07 Ruthenium	44 4d ⁶ 5s ¹	Рейнхейм Rh 102,90550 Rhodium	45 4d ⁷ 5s ¹	Палладий Pd 106,42 Palladium	46 4d ¹⁰				
	VII	Серебро Ag 107,8682 Silver	47 4d ¹⁰ 5s ¹	Кадмий Cd 112,411 Cadmium	48 4d ¹⁰ 5s ²	Индий In 114,818 Indium	49 5p ¹	Олово Sn 118,710 Tin	50 5p ²	Сурьма Sb 121,757 Antimony	51 5p ³	Теллур Te 127,60 Tellurium	52 5p ⁴	Иод I 126,90447 Iodine	53 5p ⁵	Ксенон Xe 131,29 Xenon	54 5p ⁶								
6	VIII	Цезий Cs 132,90543 Cesium	55 6s ¹	Барий Ba 137,327 Barium	56 6s ²	Лантаноиды La 138,9055 Lanthanum	57 5d ¹ 6s ²	Гафний Hf 178,49 Hafnium	72 5d ² 6s ²	Тантал Ta 180,9479 Tantalum	73 5d ⁴ 6s ²	Вольфрам W 183,84 Tungsten	74 5d ⁴ 6s ²	Рений Re 186,207 Rhenium	75 5d ⁵ 6s ²	Осмий Os 190,23 Osmium	76 5d ⁶ 6s ²	Иридий Ir 192,22 Iridium	77 5d ⁷ 6s ²	Платина Pt 195,08 Platinum	78 5d ⁹ 6s ¹				
	IX	Золото Au 196,96654 Gold	79 5d ¹⁰ 6s ¹	Ртуть Hg 200,59 Mercury	80 5d ¹⁰ 6s ²	Таллий Tl 204,3833 Thallium	81 6p ¹	Свинец Pb 207,2 Lead	82 6p ²	Висмут Bi 208,98037 Bismuth	83 6p ³	Полоний Po [209] Polonium	84 6p ⁴	Астат At [210] Astatine	85 6p ⁵	Радон Rn [222] Radon	86 6p ⁶								
7	X	Франций Fr [223] Francium	87 7s ¹	Радий Ra [226] Radium	88 7s ²	Актиний Ac [227] Actinium	89 6d ¹ 7s ²	Резерфордий Rf [261] Rutherfordium	104	Дубний Db [262] Dubnium	105	Сибургий Sg [266] Seaborgium	106	Борий Bh [267] Bohrium	107	Хассий Hs [269] Hassium	108	Мейтнерий Mt [269] Meitnerium	109	Дармштадтий Ds [269] Darmstadtium	110				
	XI	Рогендий Rg [271] Roentgenium	111	Коперниций Cn [285] Copernicium	112	113	Флеровий Fl Flerovium	114	115	Ливерморий Lv Livermorium	116	117	118												



- s-ЭЛЕМЕНТЫ/ELEMENTS
- p-ЭЛЕМЕНТЫ
- d-ЭЛЕМЕНТЫ
- f-ЭЛЕМЕНТЫ

Лантаноиды Lanthanides

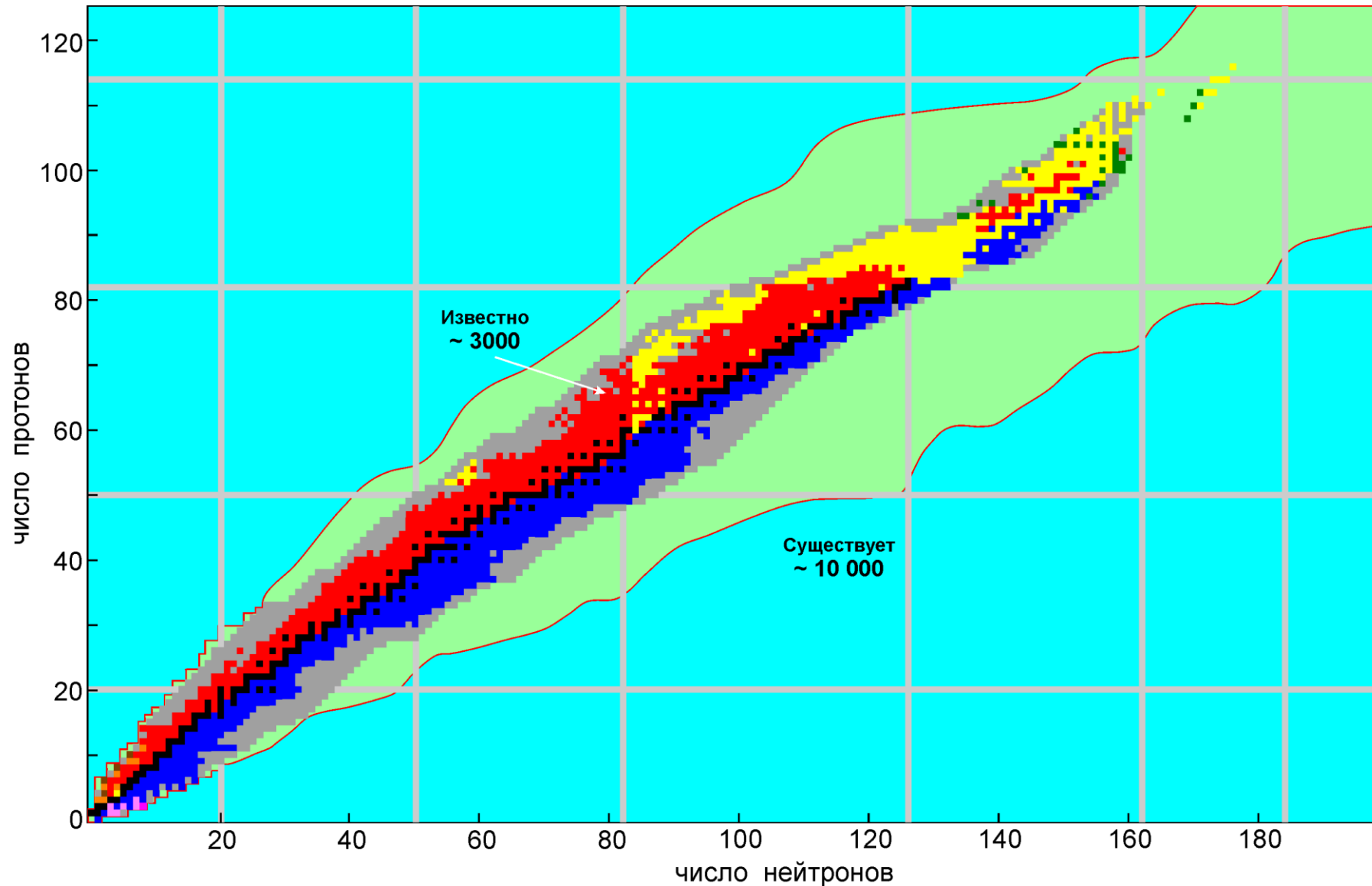
Церий Ce 140,115 Cerium	Прометий Pr 140,90765 Promethium	Неодим Nd 144,24 Neodymium	Прометий Pm [145] Promethium	Самарий Sm 150,36 Samarium	Европий Eu 151,965 Europium	Гадолиний Gd 157,25 Gadolinium	Тербий Tb 158,92534 Terbium	Диспрозий Dy 162,50 Dysprosium	Гольмий Ho 164,93032 Holmium	Эрбий Er 167,26 Erbium	Тулий Tm 168,93421 Thulium	Иттербий Yb 173,04 Ytterbium	Лютеций Lu 174,967 Lutetium
---	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--	--	---

Актинοиды Actinides

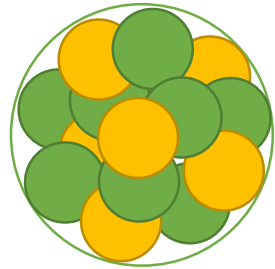
Торий Th 232,0381 Thorium	Протактиний Pa 231,03688 Protactinium	Уран U 238,02891 Uranium	Нептуний Np [237] Neptunium	Плутоний Pu [244] Plutonium	Америций Am [243] Americium	Кюрий Cm [247] Curium	Берклий Bk [247] Berkelium	Калифорний Cf [251] Californium	Эйнштейний Es [252] Einsteinium	Фермий Fm [257] Fermium	Менделевий Md [258] Mendelevium	Нобелий No [259] Nobelium	Лоуренсий Lr [262] Lawrencium
---	---	--	---	---	---	---------------------------------------	--	---	---	---	---	---	---


Карта ядер

- стабильные
- бета минус (β^-)
- бета плюс (β^+)
- альфа распад (α)
- спонтанное деление



Как устроены атомные ядра?

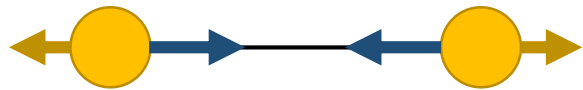


 протоны

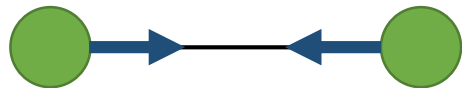
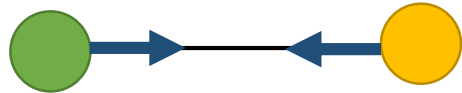
 нейтроны

Радиус протона:
 $\sim 1 \text{ фм} = 10^{-15} \text{ м}$

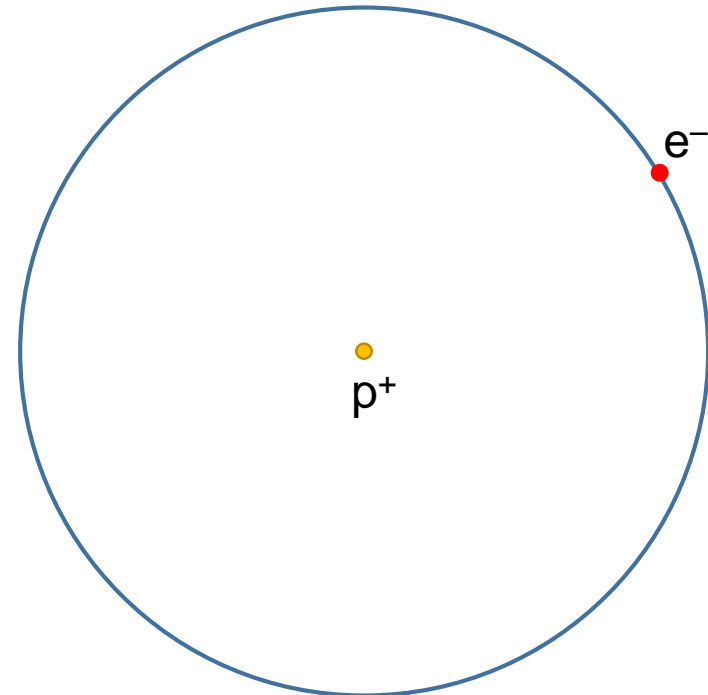
Размеры атома водорода:
 $\sim 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$



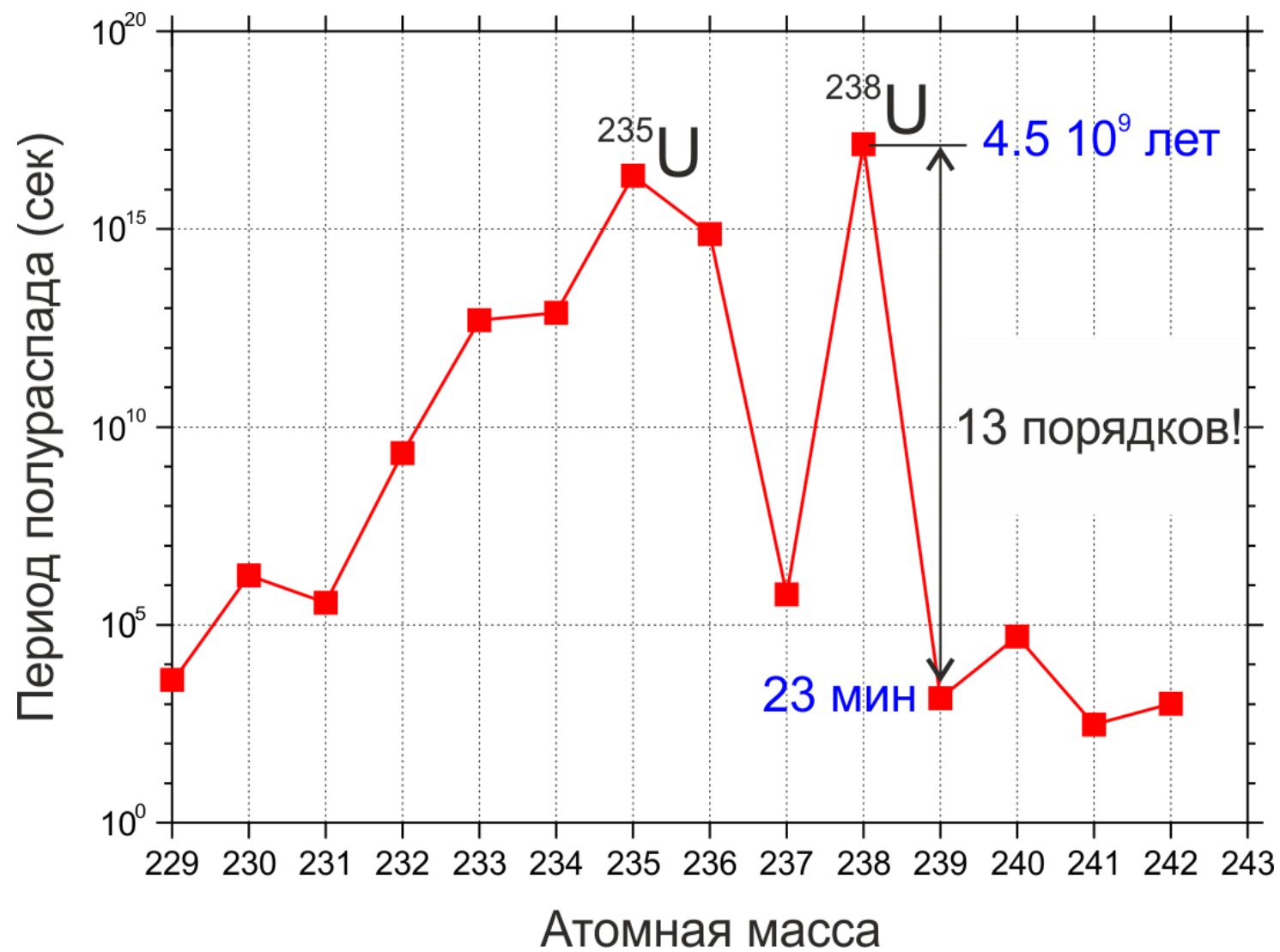
Силы кулоновского
отталкивания



Силы ядерного
притяжения



Изотопы урана: период полураспада

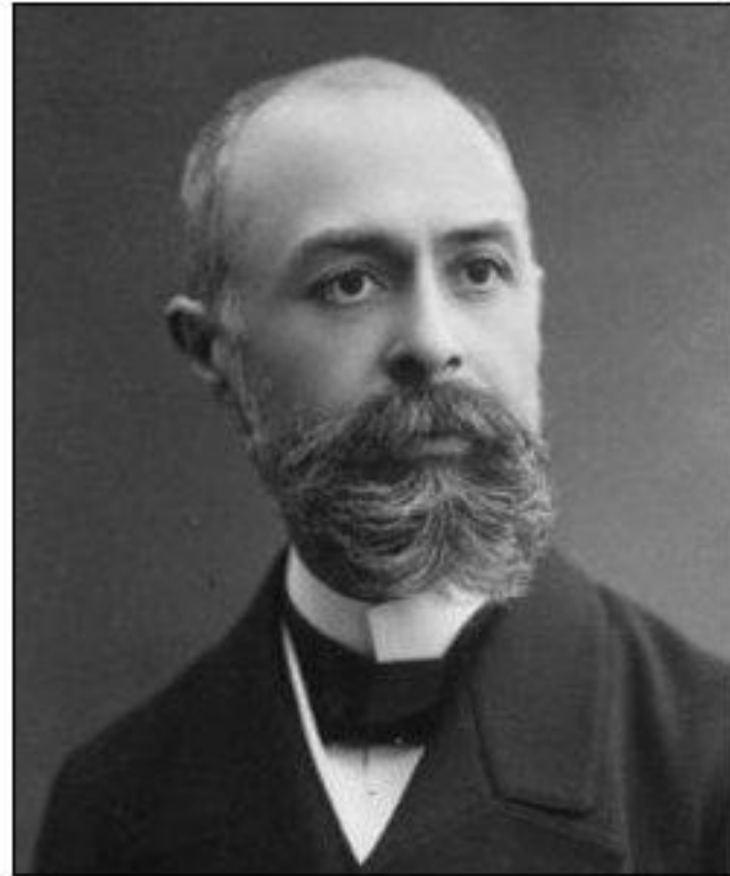
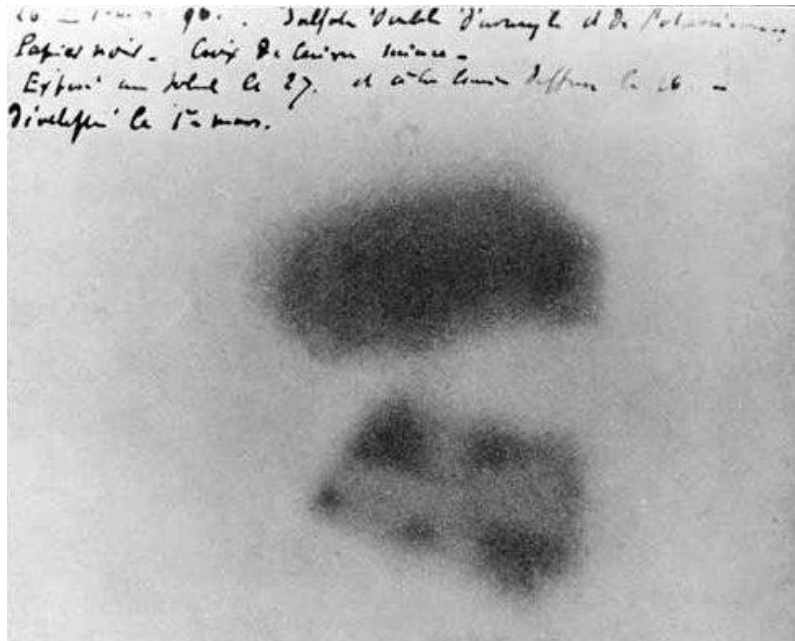


История открытия радиоактивности

1896 г. Открытие явления радиоактивности в опытах с солями урана.
(фотоэмульсионный метод)

Нобелевская премия по физике
за 1903 г. за открытие радиоактивности

*Фотопластинка Беккереля
Видна тень креста*



Антуан Анри Беккерель
(1852 – 1908)

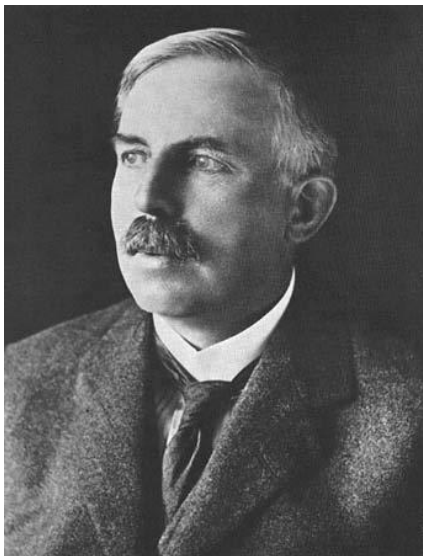
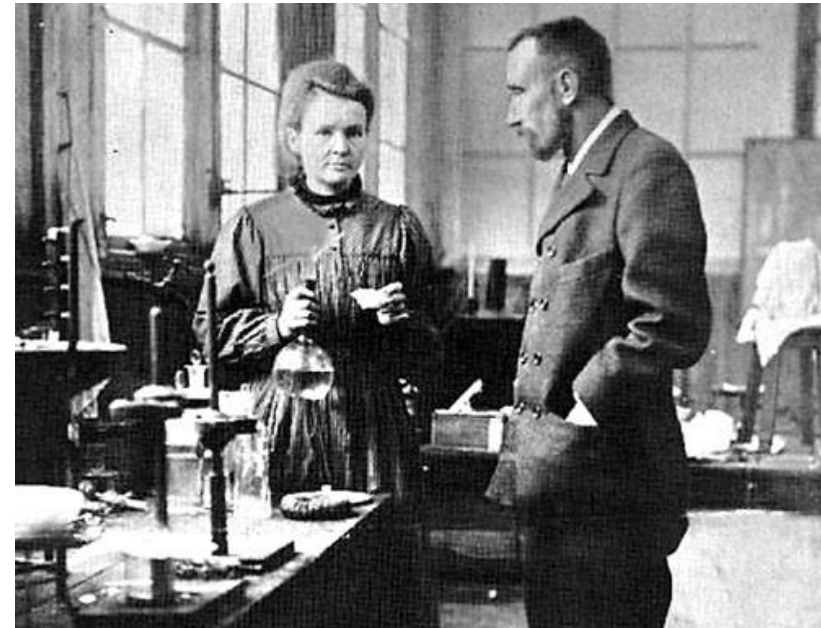
История открытия радиоактивности

Мария Склодовская-Кюри (1867 – 1934) Пьер Кюри (1859 – 1906)

1898 г. Открытие радия и полония в отходах после выделения урана из руды.

Введен термин «радиоактивность».

- ✓ *Нобелевская премия по физике за 1903 г. за исследование радиоактивности*
- ✓ *Нобелевская премия по химии за 1911 г. за открытие радия и полония*



Эрнест Резерфорд (1871 – 1937)

1899 г. Открытие двух видов излучения урана, названные α -излучение и β -излучением.

- ✓ *Нобелевская премия по химии за 1908 г. за исследования в области радиоактивности в химии радиоактивных веществ*

История открытия радиоактивности

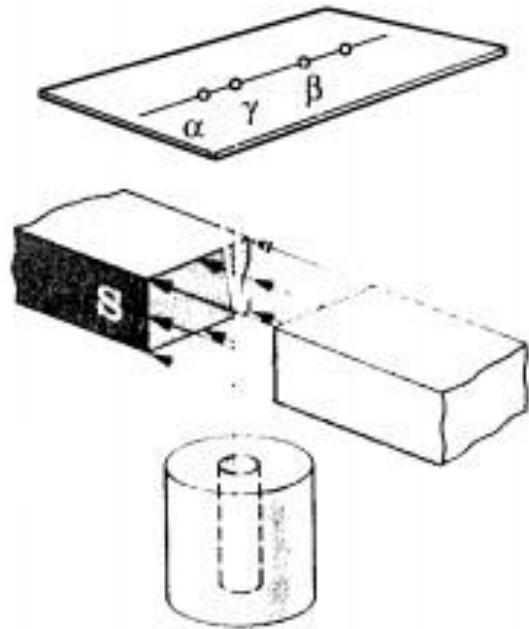


Рис. 13.6

Контейнер помещался в магнитное поле. Было обнаружено, что часть излучения не отклоняется.

1900 г. Открытие γ -излучения. Опыт: Образец радия помещался в закрытый свинцовый контейнер (тем самым отсекалось α -излучение).



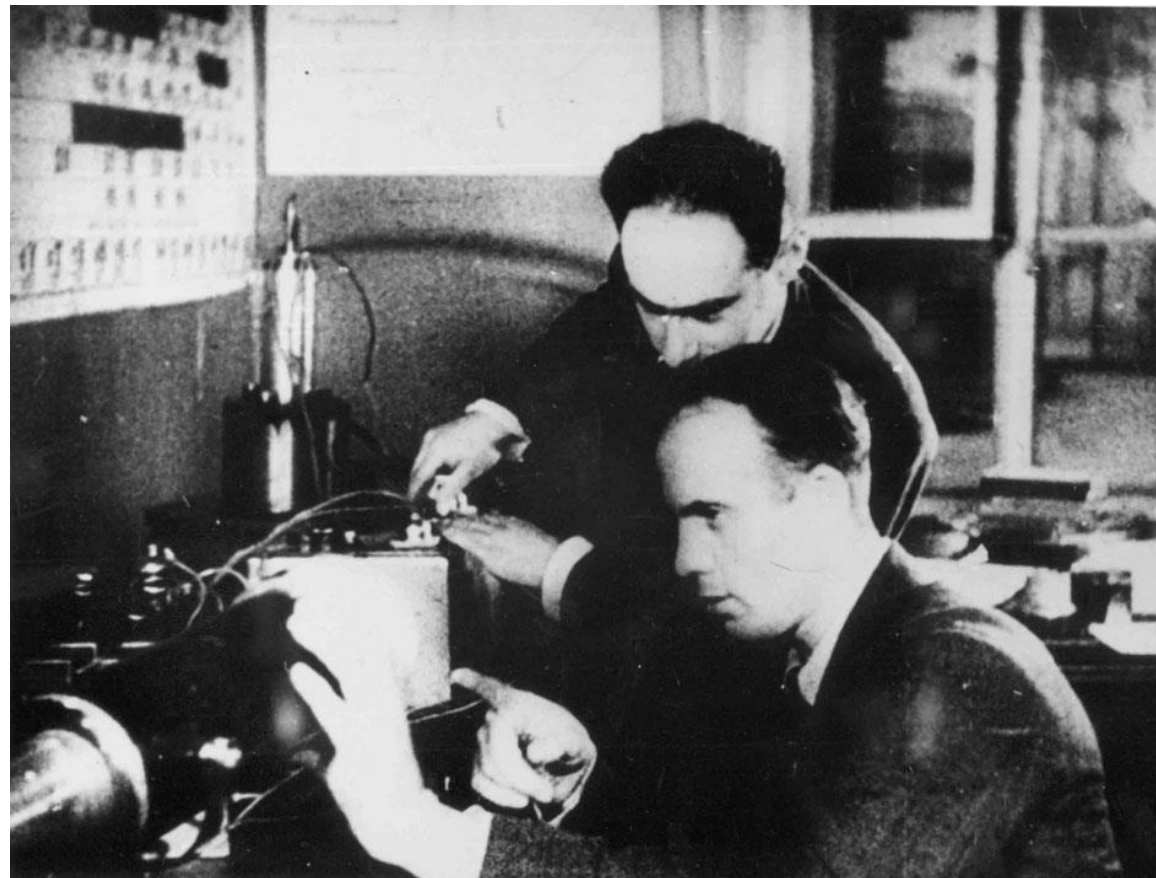
Поль Виллард (1860 – 1934)

История открытия радиоактивности

1940 г. Открытие спонтанного деления. Для снижения фона от космических лучей, мешающих изучению явления, опыты проводились в Московском метро (на станции Динамо) на глубине 60 метров.



И.В. Курчатов (1885 – 1962)

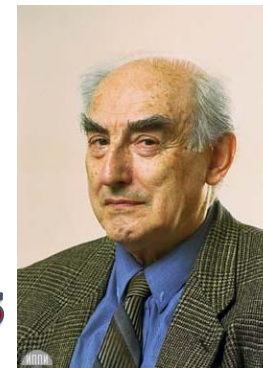


Г.Н. Флеров (1913 – 1990) К.А. Петржак (1907 – 1998)



Гинзбург В.Л.

Успехи физических наук, т. 103, 1971, стр. 87.



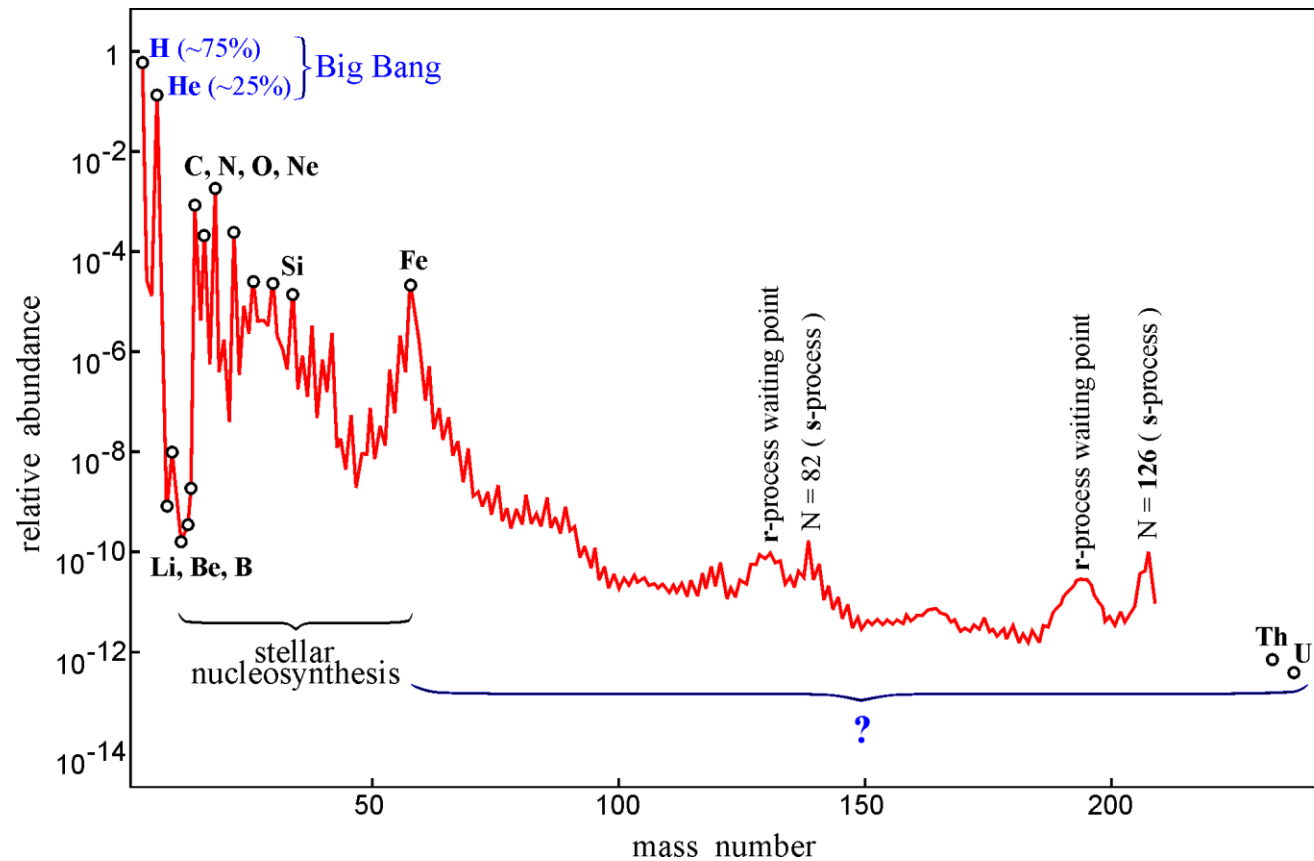
Успехи физических наук, т. 171, 2001, стр. 1035

1. Управляемый термоядерный синтез
2. Высокотемпературная сверхпроводимость
3. Металлический водород, другие экзотические вещества
4. Двумерная электронная жидкость (квантовый эффект Холла и некоторые другие эффекты)
5. Некоторые вопросы физики твердого тела
6. Фазовые переходы второго рода и родственные им. Охлаждение до сверх низких температур. Бозе-энштейновская конденсация.
7. Физика поверхности. Кластеры.
8. Жидкие кристаллы. Сегнетоэлектрики.
9. Фуллерены. Нанотрубки.
10. Поведение вещества в сверх сильных магнитных полях.
11. Нелинейная физика. Турбулентность. Солитоны. Хаос. Странные аттракторы.
12. Разеры, Газеры, сверхмощные лазеры.
13. **Сверхтяжелые элементы. Экзотические ядра.**
14. Спектр масс. Кварки и глюоны. Квантовая хромодинамика. Кварк-глюонная плазма.
15. Единая теория слабого и электромагнитного взаимодействия. W^+ и Z^0 бозоны. Лептоны.
16. Стандартная модель. Великое объединение. Суперобъединение. Распад протона. Масса нейтрино. Магнитные монополи.
17. Фундаментальная длина. Взаимодействие частиц при высоких и сверхвысоких энергиях. Коллайдеры.
18. Нарушение CP инвариантности
19. Нелинейные явления в вакууме и в сверхсильных электромагнитных полях. Фазовые переходы в вакууме.
20. Струны. М-теория.
21. Экспериментальная проверка ОТО.
22. Гравитационные волны и их детектирование.
23. Космологическая проблема. Инфляция. Л-член. Связь между космологией и физикой высоких энергий.
24. Нейтронные звезды и пульсары. Сверхновые звезды.
25. Черные дыры. Космические струны.
26. Квазары и ядра галактик. Образование галактик.
27. Проблема темной материи (скрытой массы) и ее детектирование.
28. Происхождение космических лучей со сверхвысокой энергией.
29. Гамма-всплески и гиперновые.
30. Нейтринная физика и астрономия. Нейтринные осцилляции.

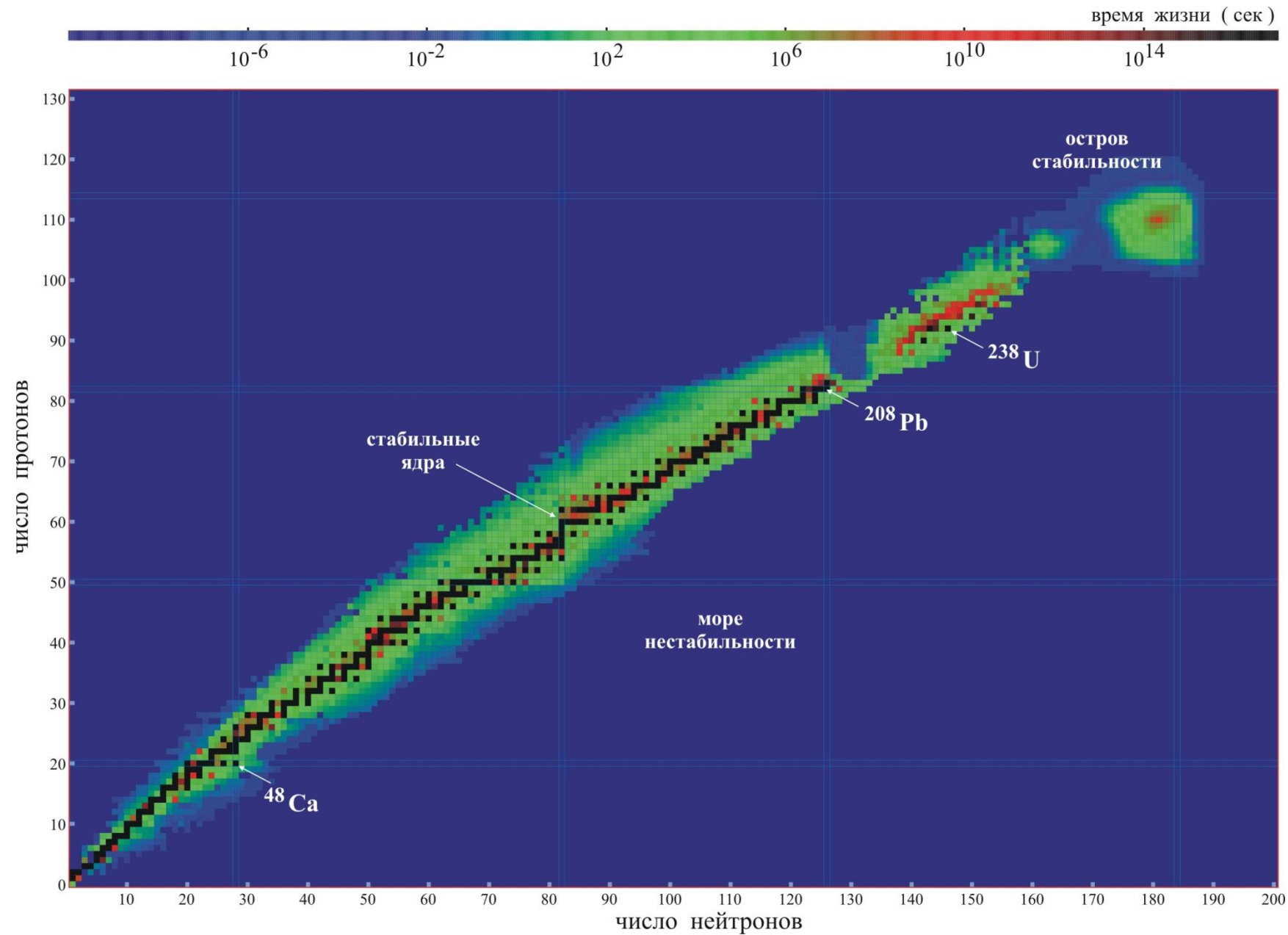
11 важнейших нерешенных проблем в физике: (National Research Council, NAS, USA, 2002):

1. Что такое темная материя?
2. Что такое темная энергия?
3. Как образовались тяжелые элементы от железа до урана?
4. Есть ли масса у нейтрино?
- ...

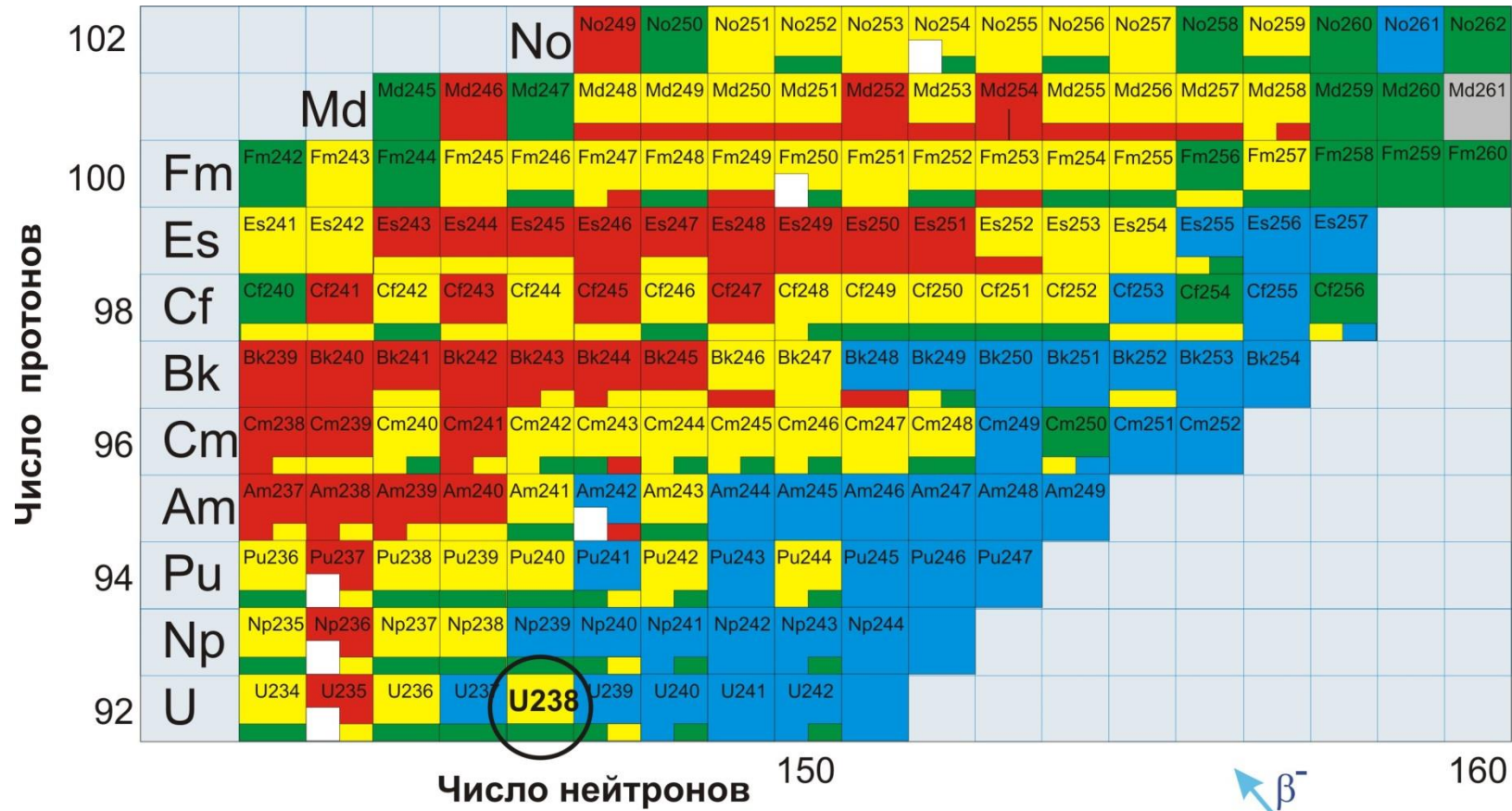
Распространенность элементов во Вселенной



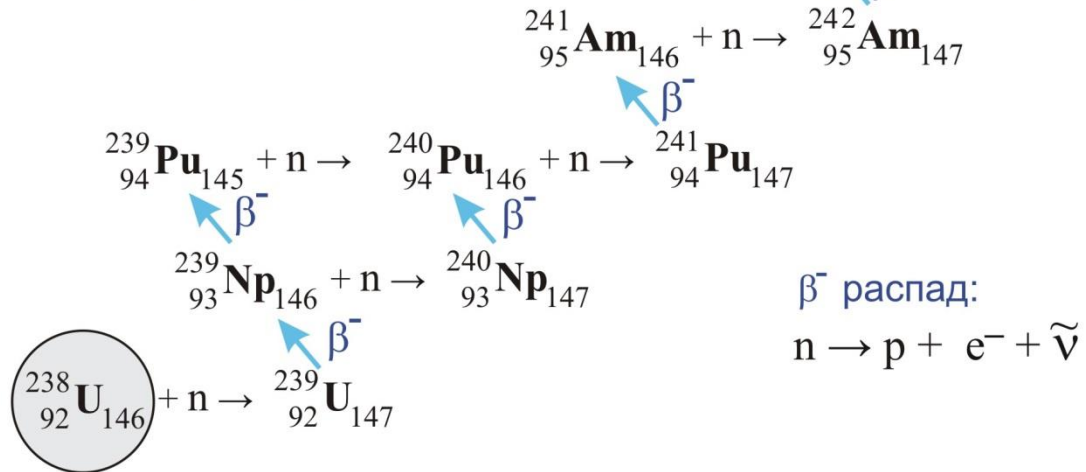
Карта ядер: стабильность



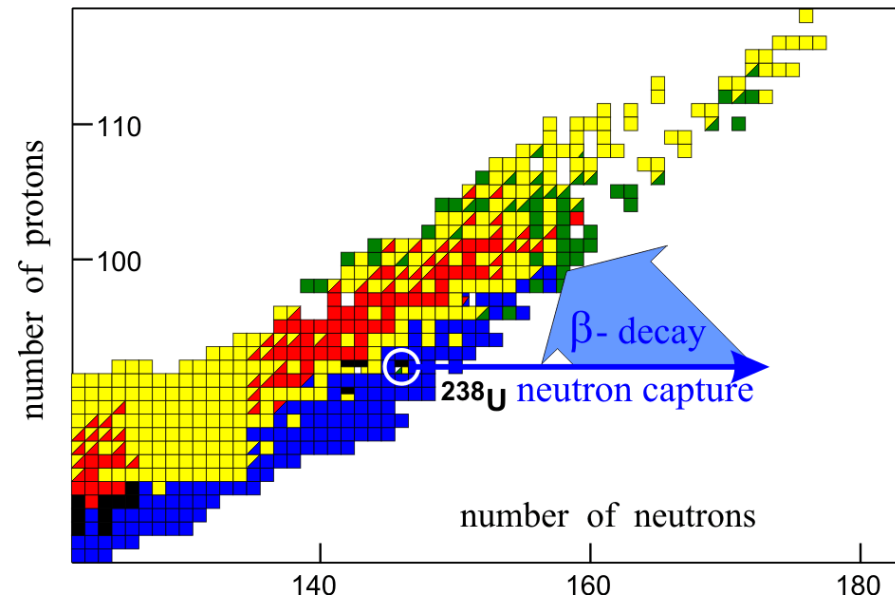
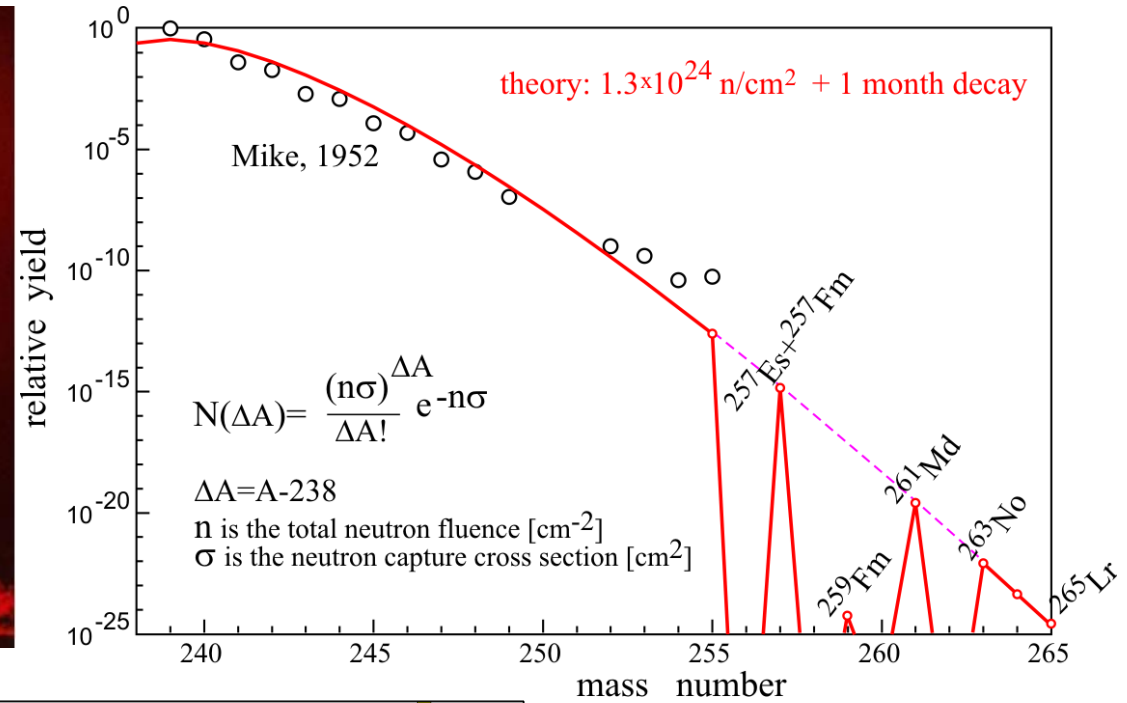
Синтез сверхтяжелых элементов (история)



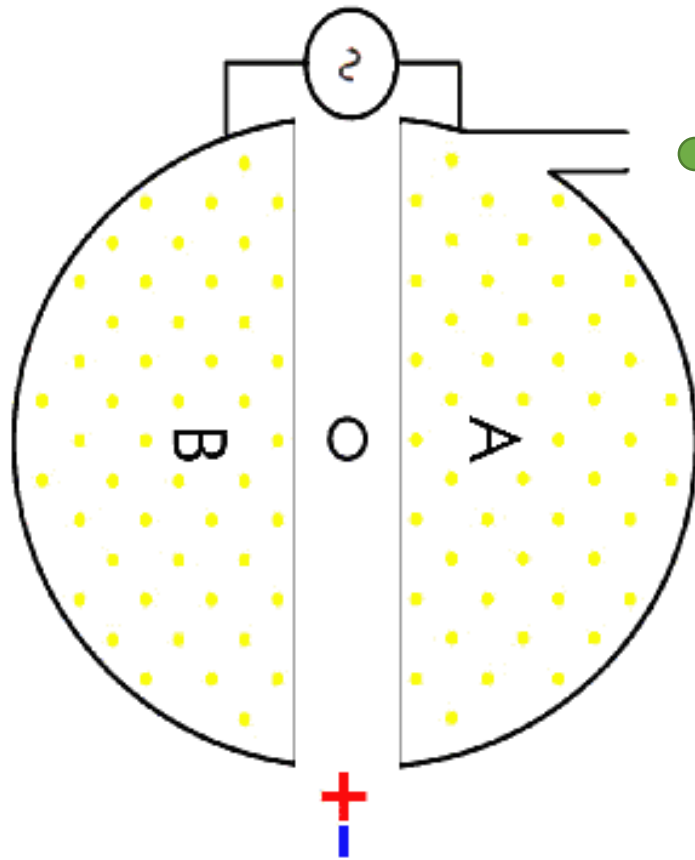
Поток реакторных
нейтронов 2.5×10^{15}
нейтронов/см²·сек



Быстрый захват нейтронов в ядерных взрывах

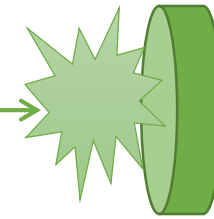


Ядерные реакции: Слияние

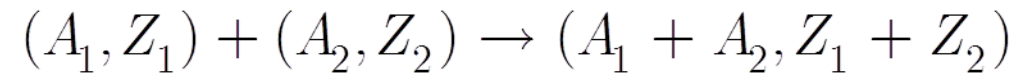


Ускоренная частица

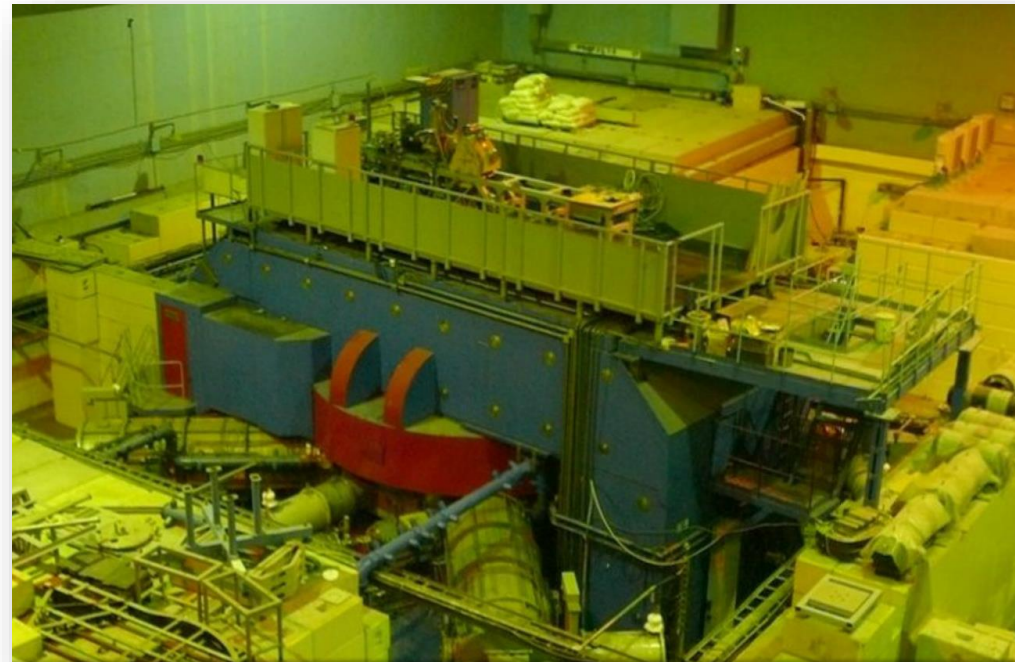
A_1, Z_1



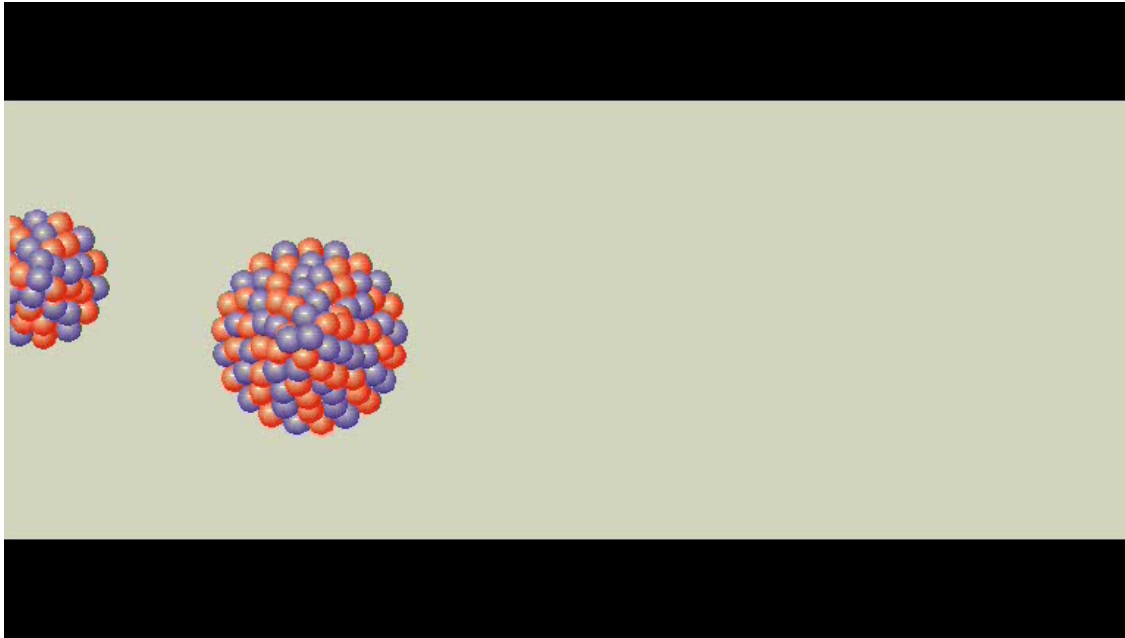
Мишень
 A_2, Z_2



Ускорение заряженных частиц
в переменном электрическом
поле

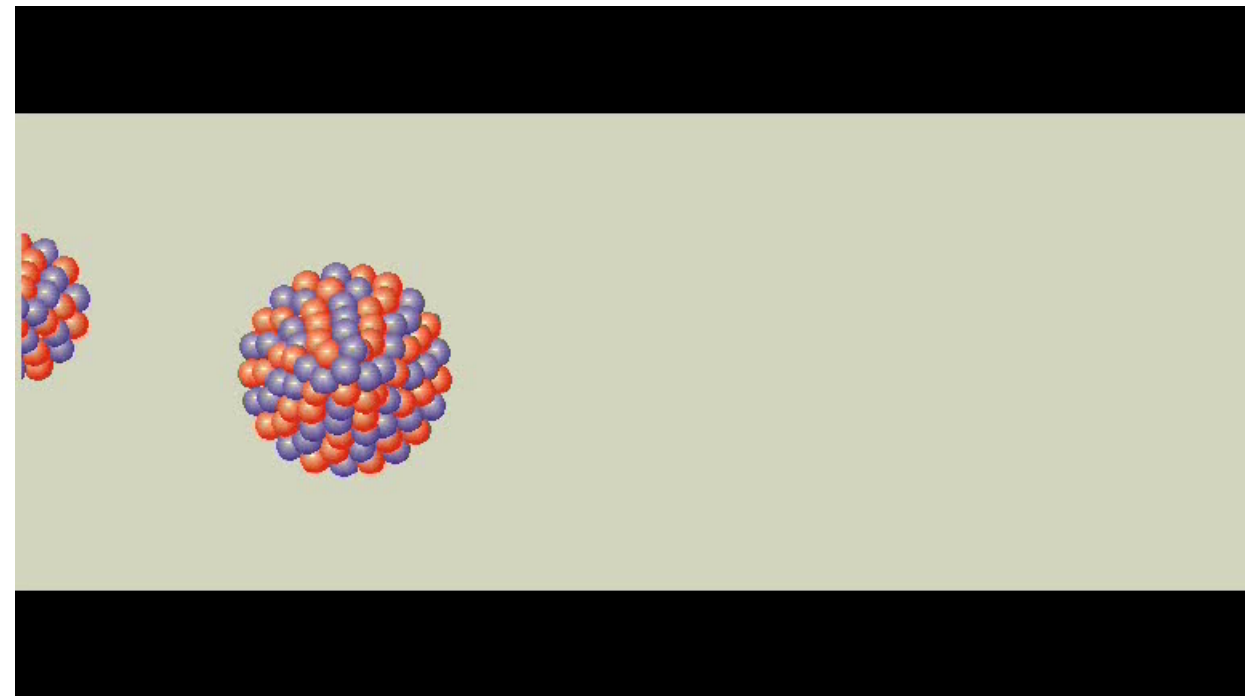


Слияние ядер

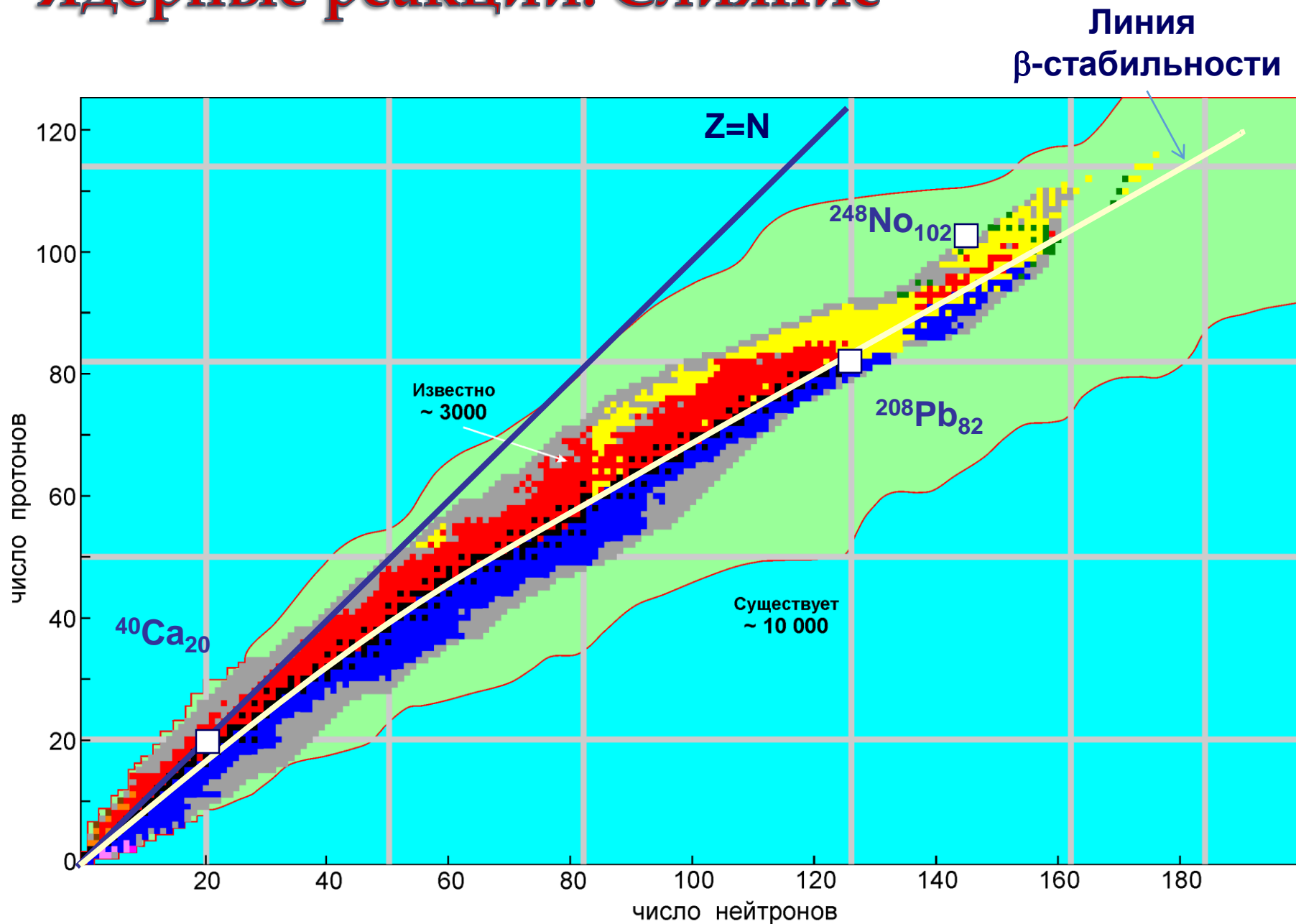


Слияние с последующим делением
составного ядра

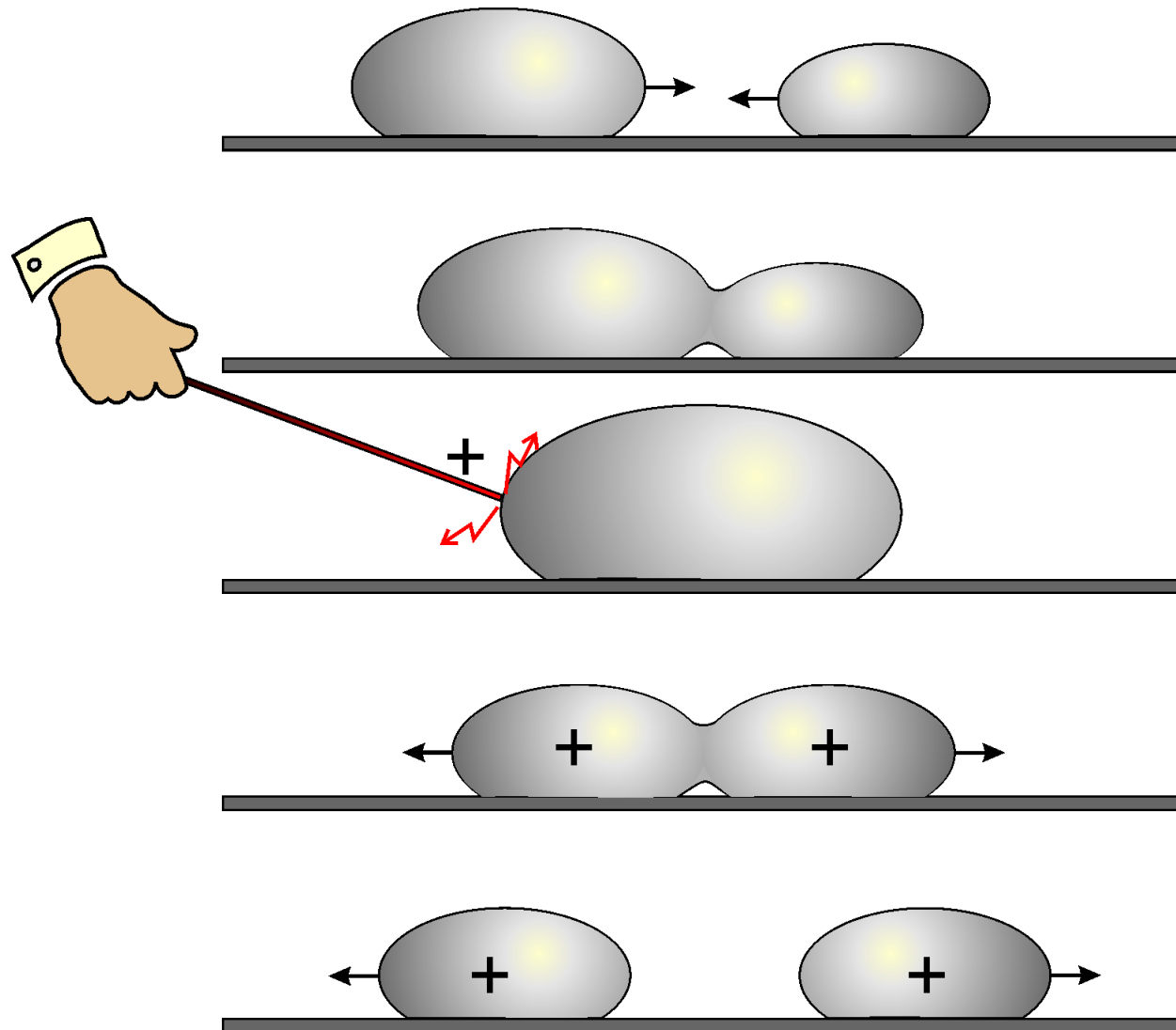
Слияние с образованием составного
ядра



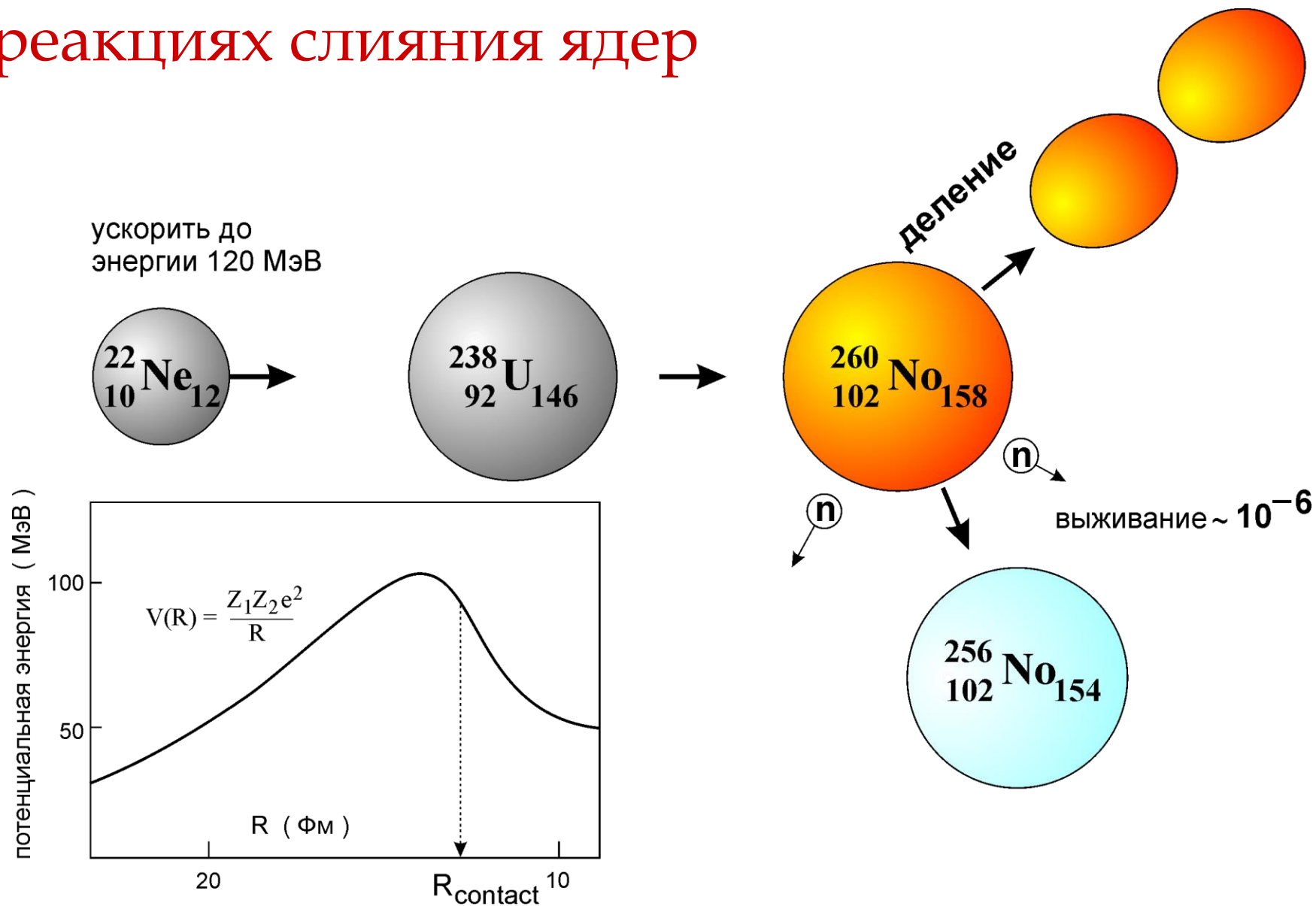
Ядерные реакции: Слияние



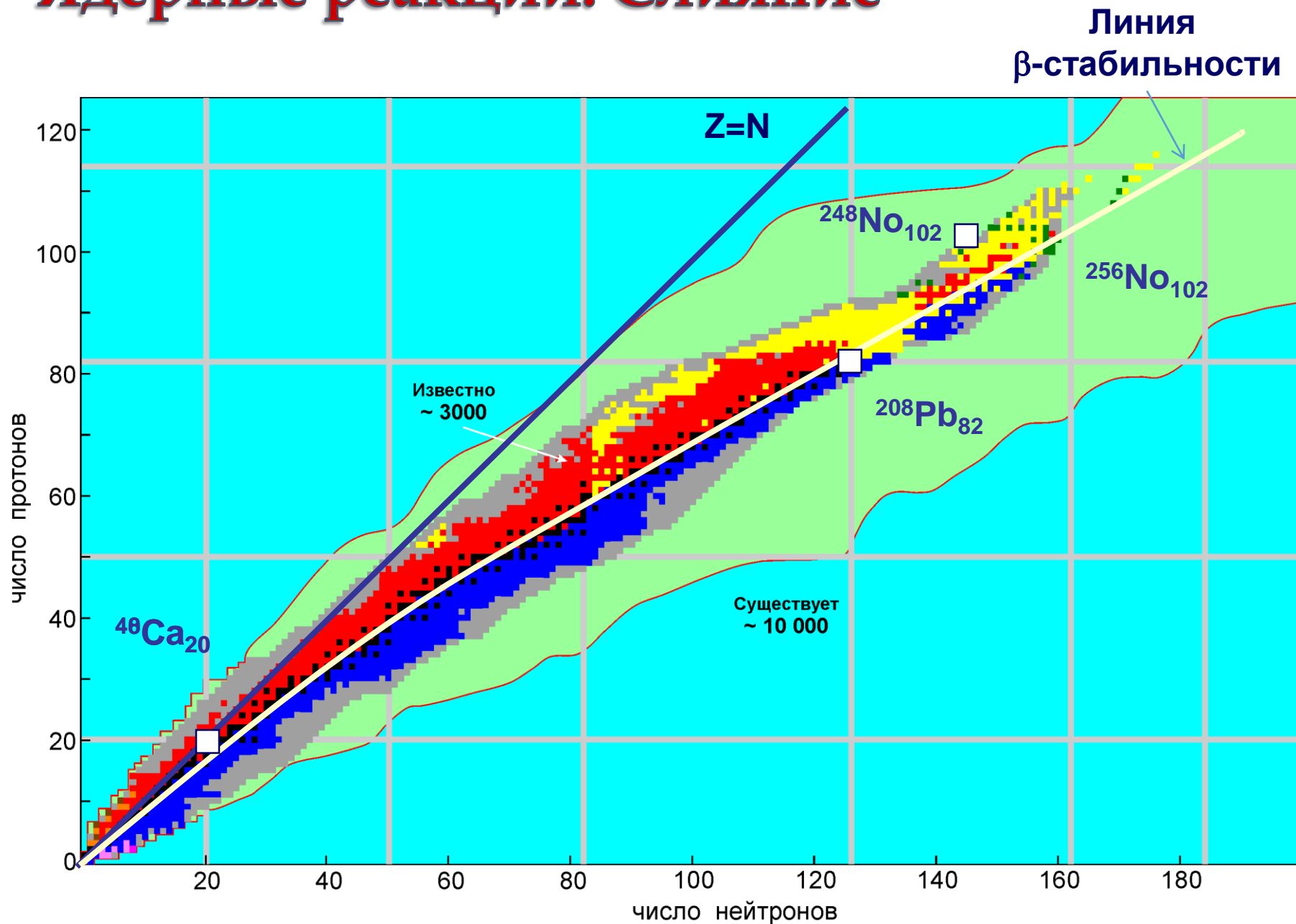
Почему ядра не хотят сливаться ?



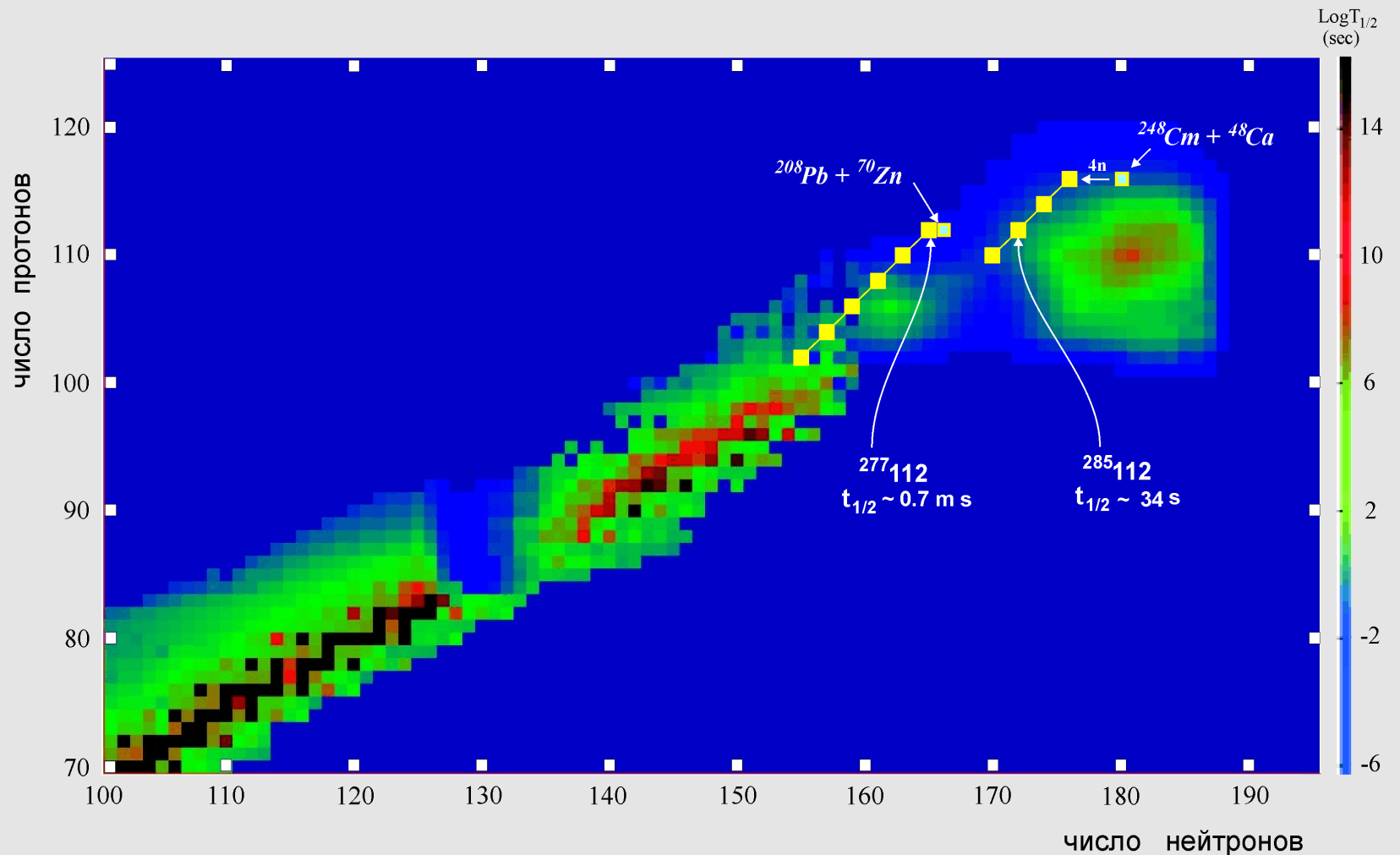
Синтез новых элементов в реакциях слияния ядер



Ядерные реакции: Слияние



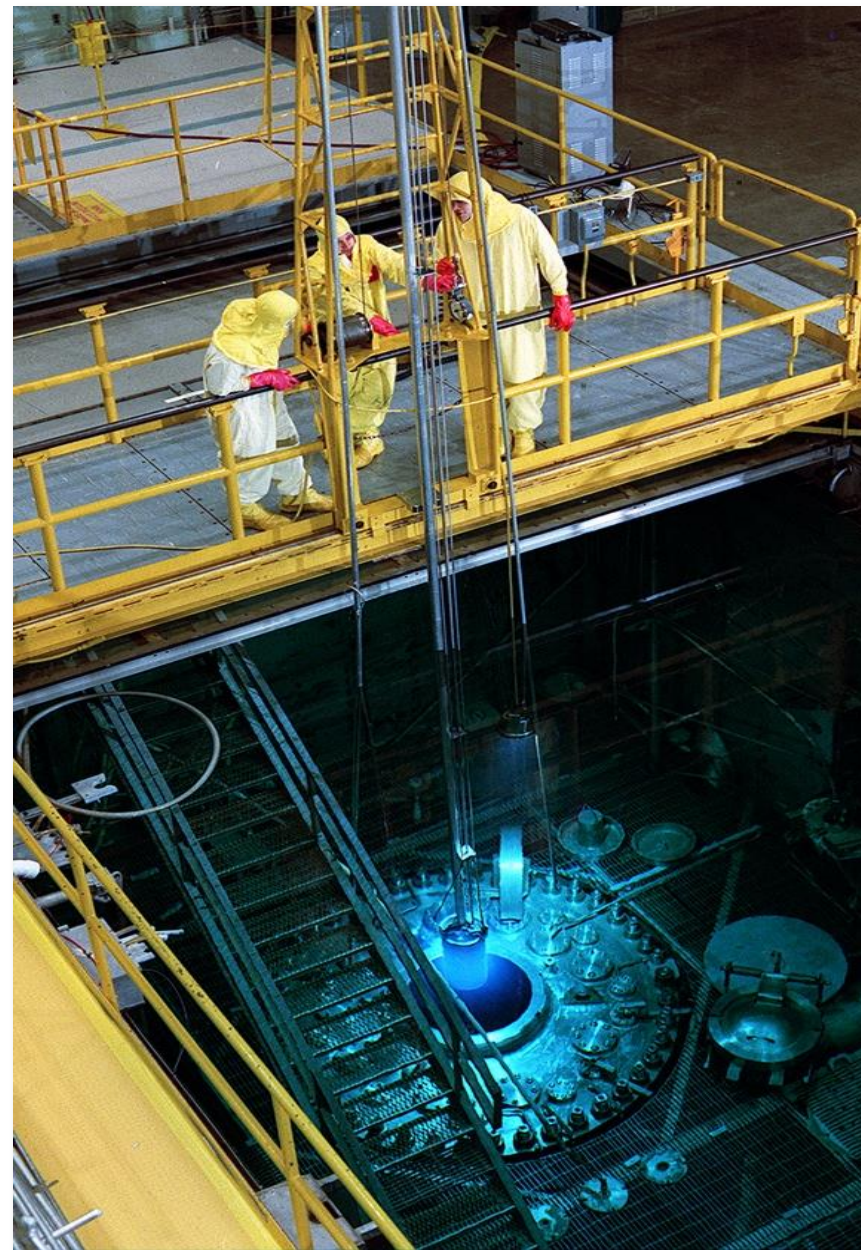
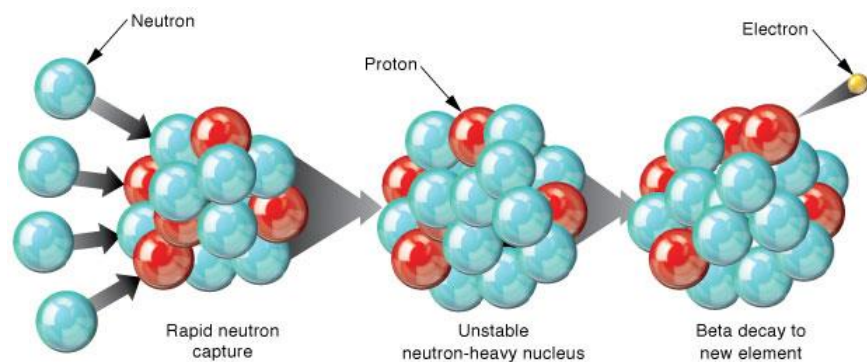
Синтез сверхтяжелых элементов (остров стабильности)



Производство материала мишени

Длительное облучение ядерного топлива в мощных потоках нейтронов

Поток нейтронов 2.5×10^{15} шт/см²·сек



Было получено 22 мг ^{249}Bk
(период полураспада ~300 дней)



$\text{Bk}(\text{NO}_3)_3$ Product

Берклий привезли в Дубну

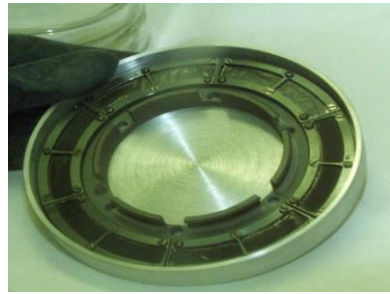


Изготовление мишени

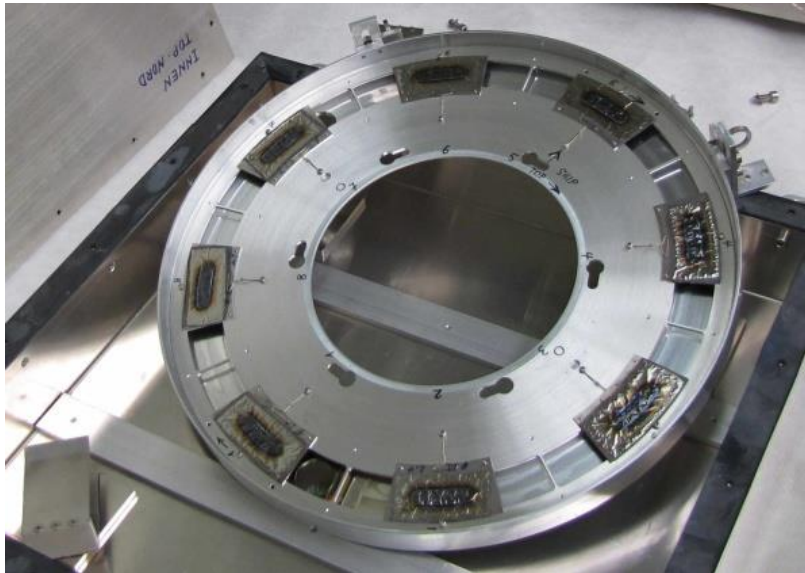
ø5 cm



ø10 cm



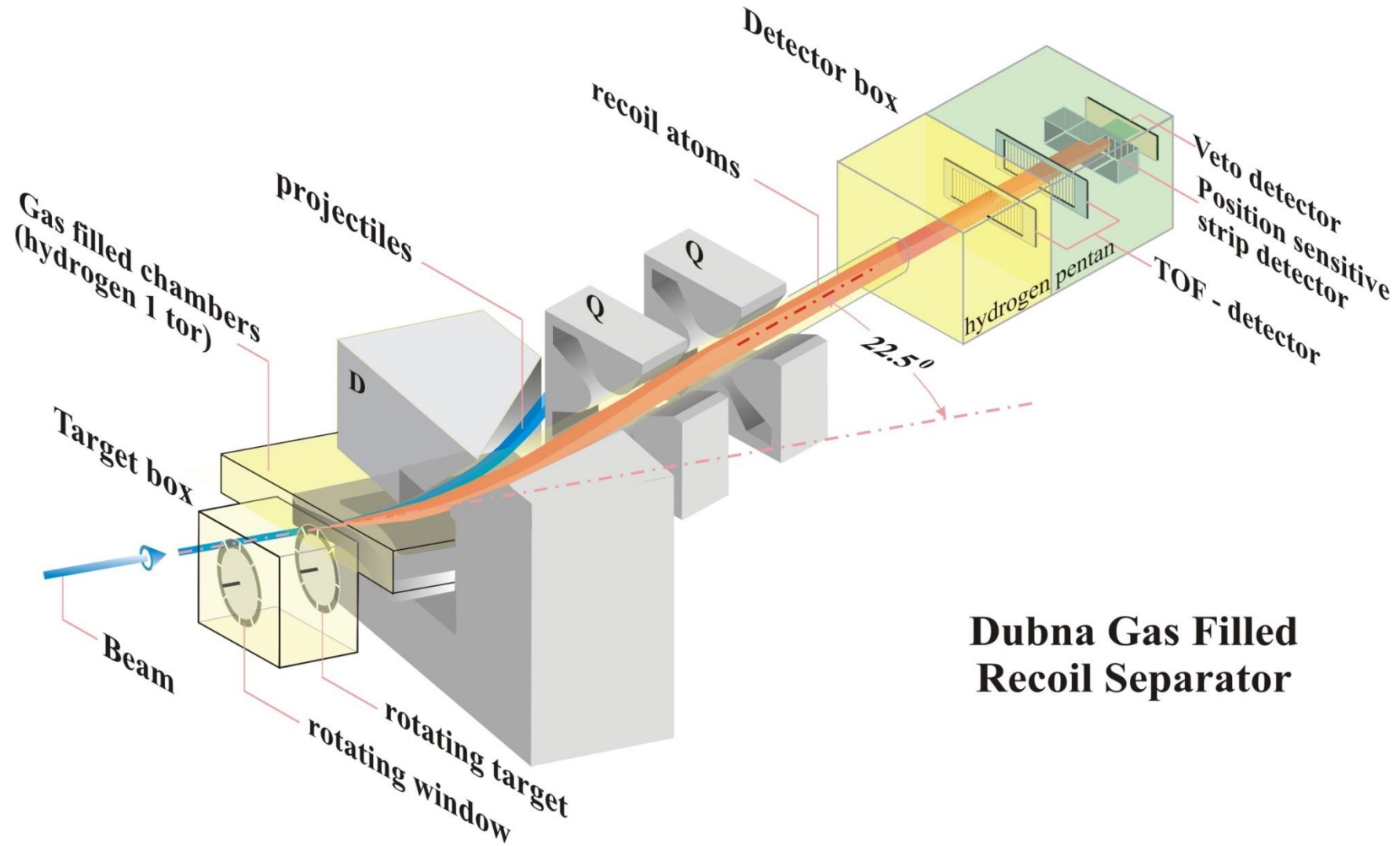
ø30 cm



ø100 cm

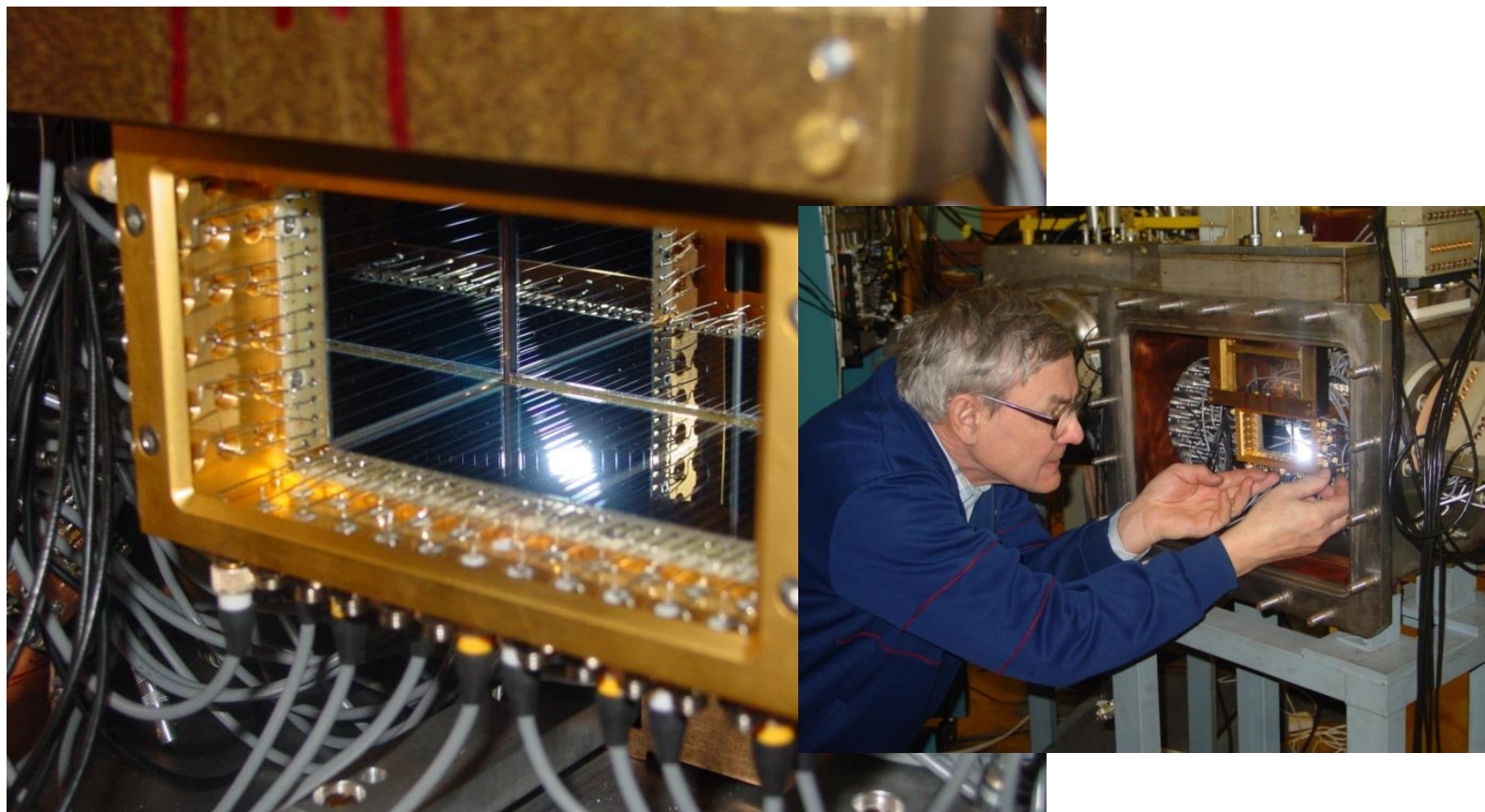


Синтез сверхтяжелых элементов (эксперимент)

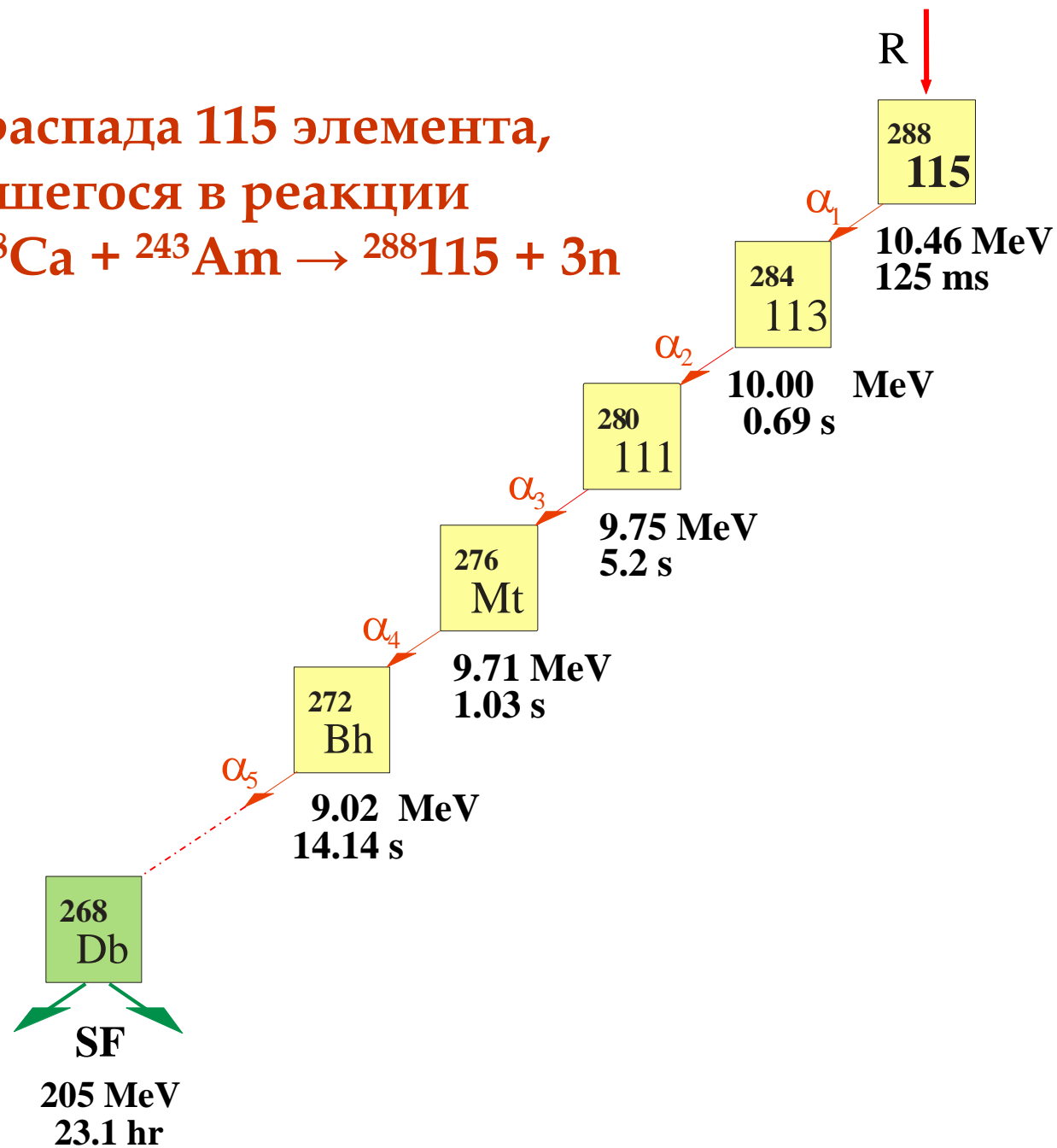


**Dubna Gas Filled
Recoil Separator**

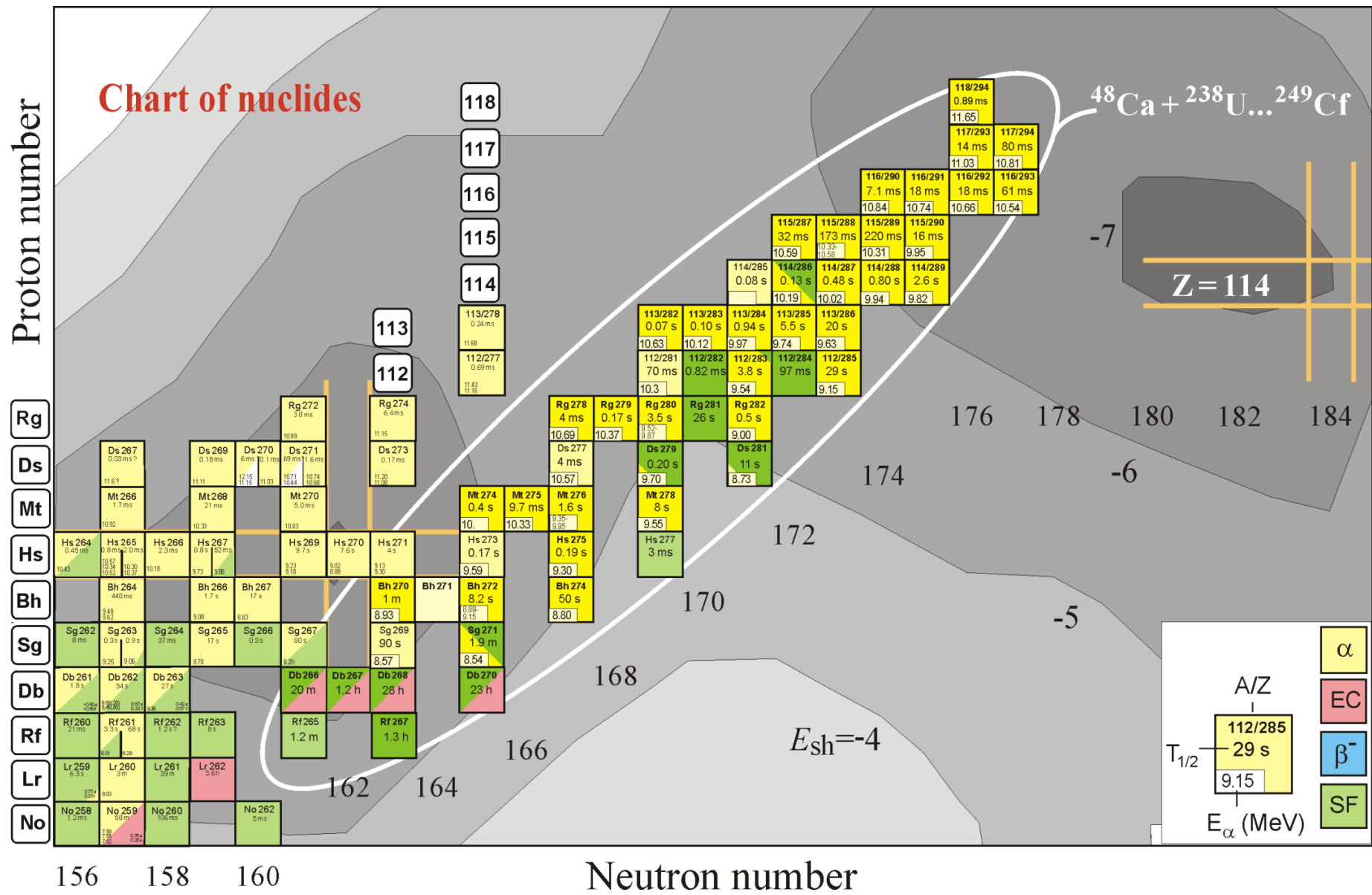
Детектор сверхтяжелых ядер и продуктов их распада



Цепочка распада 115 элемента,
наблюдавшегося в реакции
слияния $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am} \rightarrow ^{288}\text{115} + 3n$



Гигантский прогресс в синтезе сверхтяжелых элементов (последние 30 лет)



В 2011 г. Союз Чистой и Прикладной Химии признал открытие 114 и 116 элементов Таблицы Менделеева

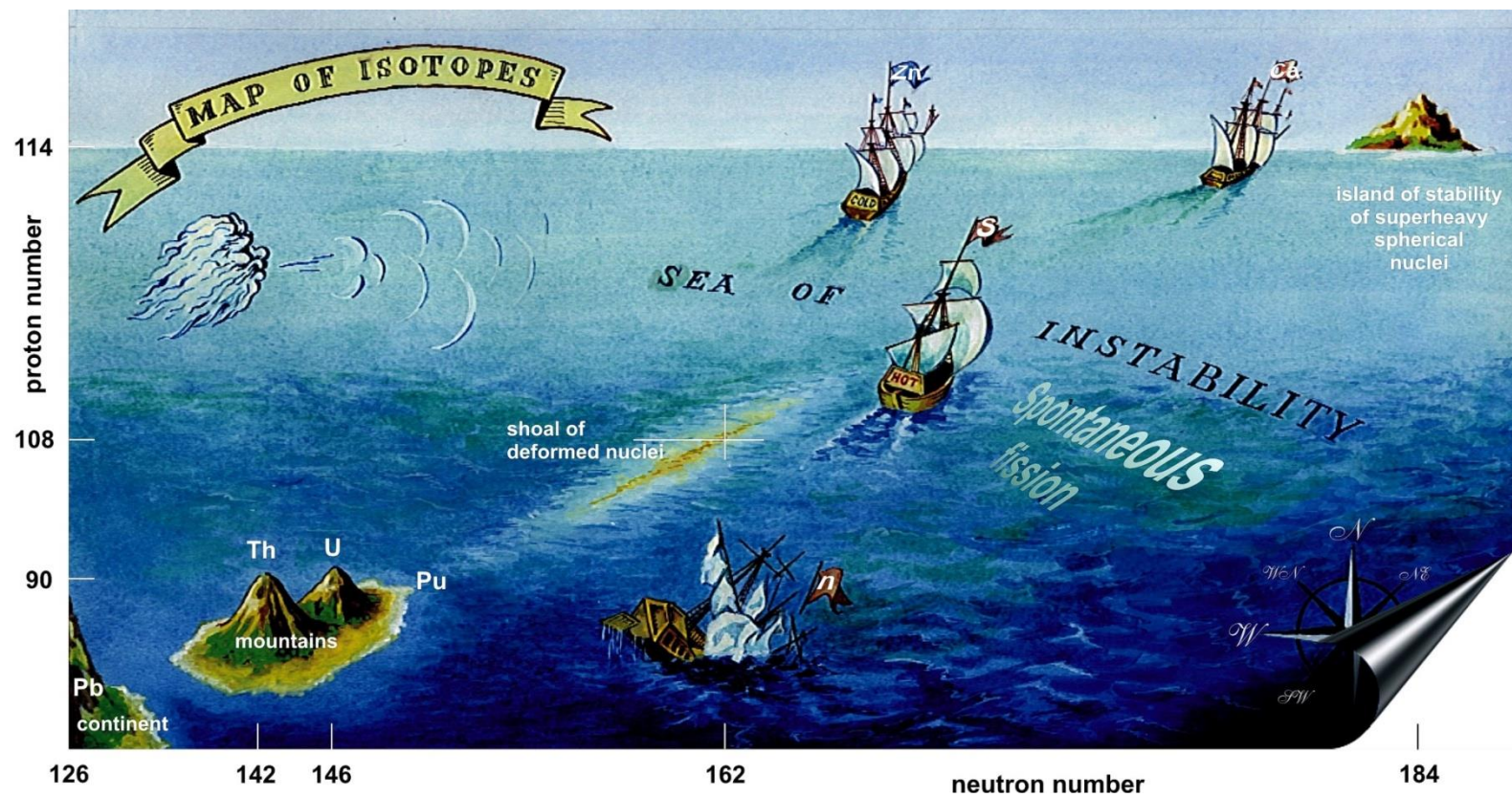


Право предложить названия этих элементов было отдано коллективу из ЛЯР ОИЯИ и Ливерморской Национальной Лаборатории (США)

114 - Флеровий (Fl)

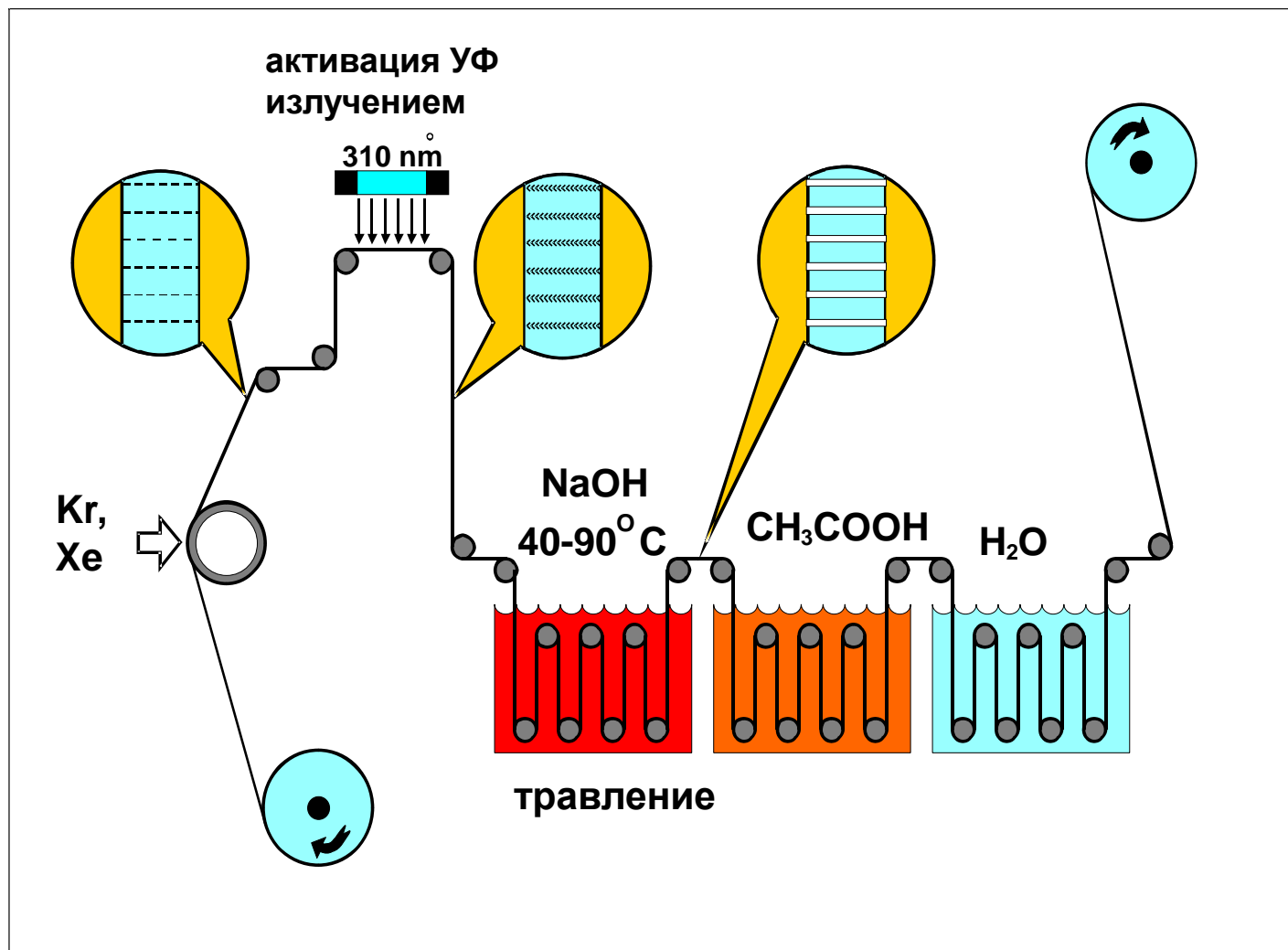
116 - Ливерморий (Lv)

Трудный путь к новым землям



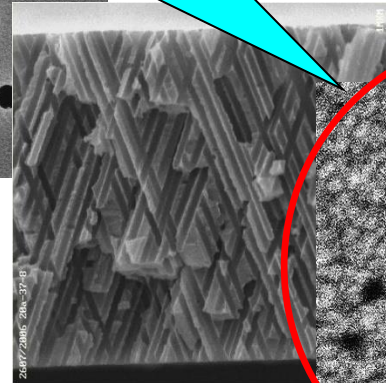
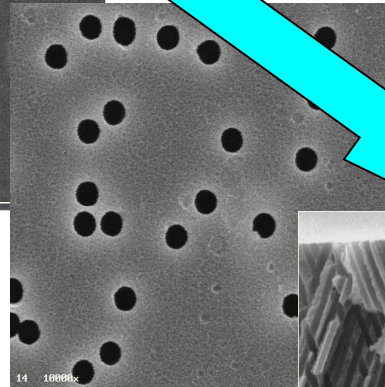
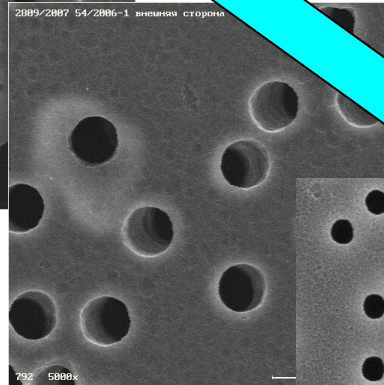
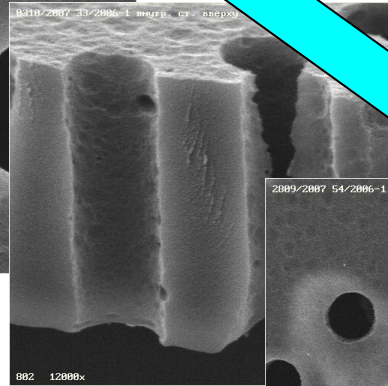
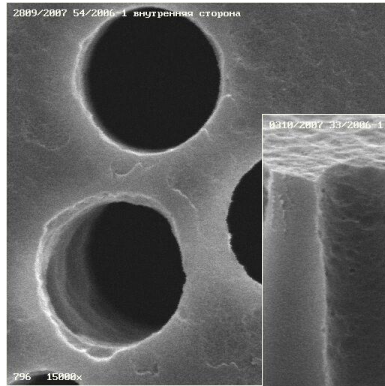
Прикладные исследования в ЛЯР ОИЯИ

Производство трековых мембран

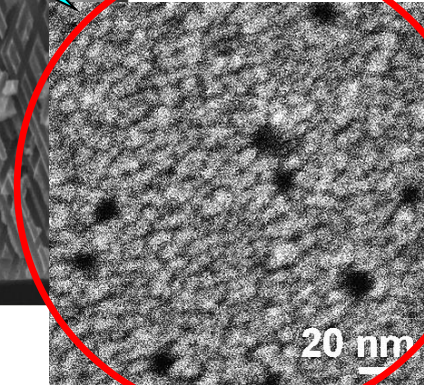


Трековые мембраны

Микрометры



Нанометры



- единственный тип полимерных мембран, перекрывающий три порядка по размеру пор

- единственный тип полимерных мембран, в которых номинальный размер пор равен геометрическому

- единственный тип полимерных мембран, в которых два главных параметра – размер пор и плотность пор – могут задаваться независимо друг от друга

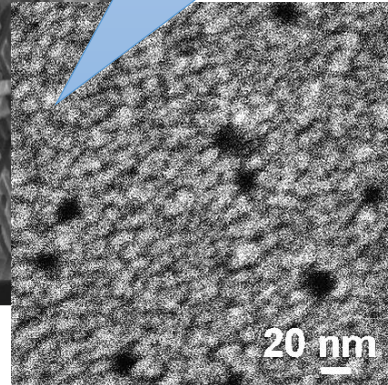
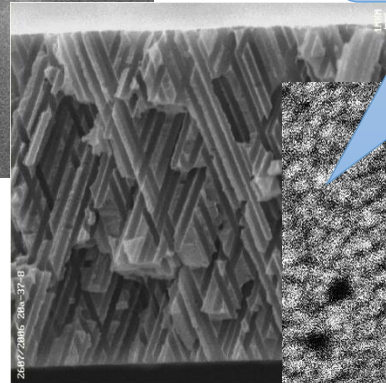
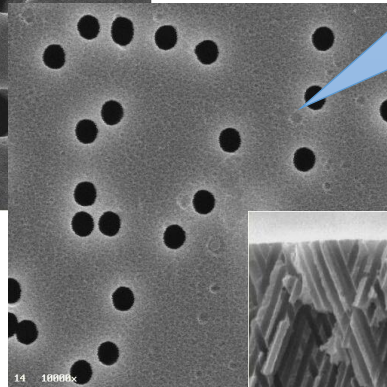
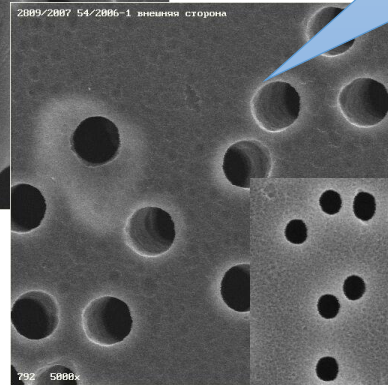
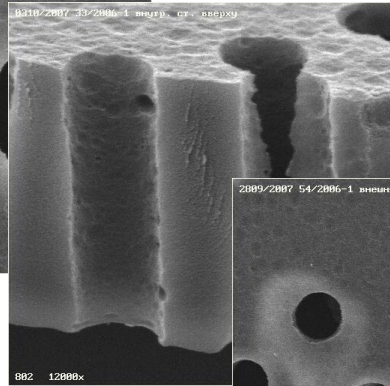
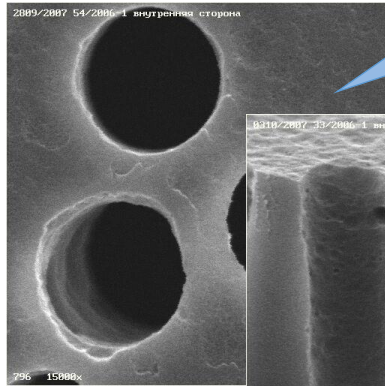
Микрометры

Ранняя диагностика рака, 4-7 мкм

Системы очистки воды, 1 мкм

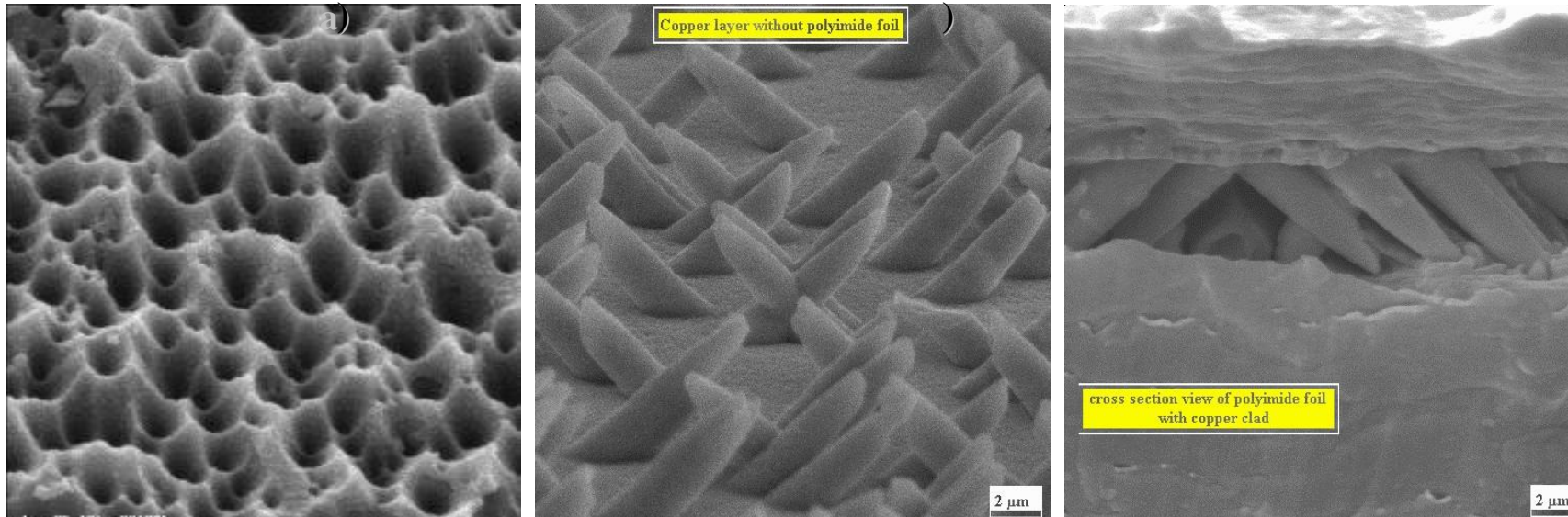
Плазмаферез, очистка воды, 0,4 мкм

Молекулярные сенсоры < 20 нм



Нанометры

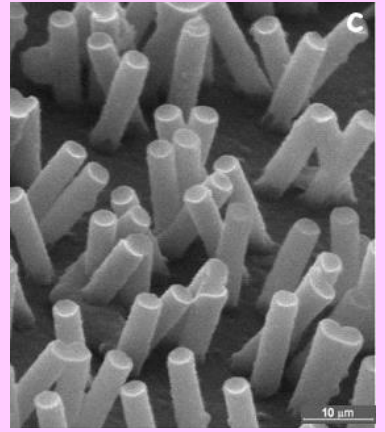
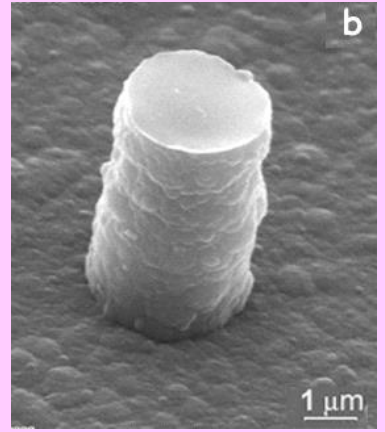
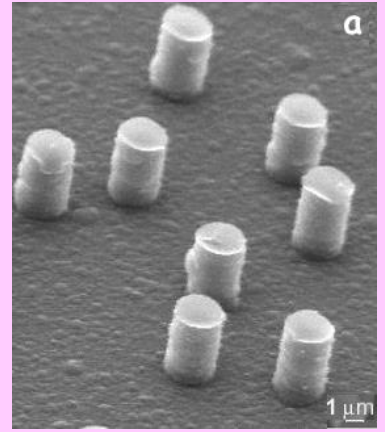
Новые композитные материалы и структурированные поверхности, *полученные ионно-трековой технологией*



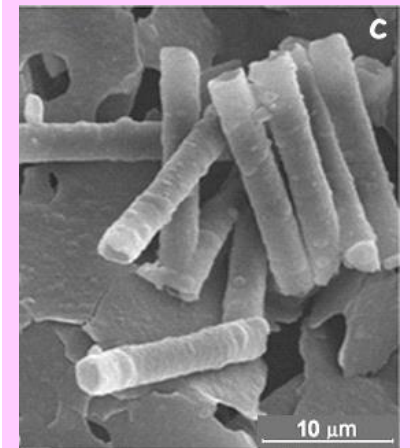
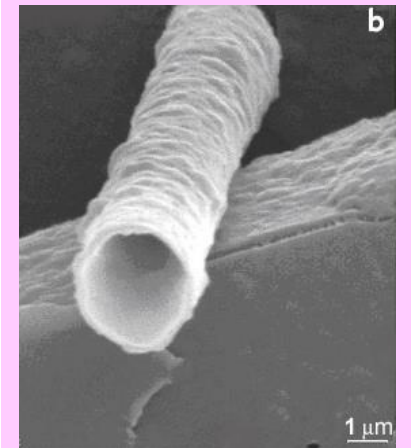
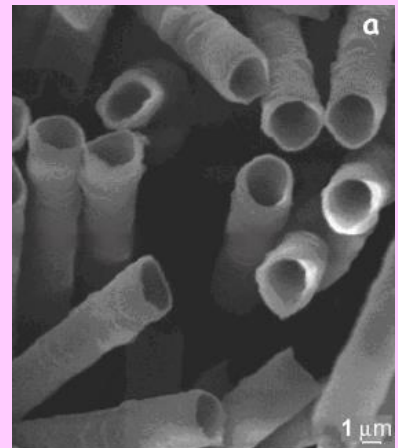
- Композиты металл/полимер
- Существенное увеличение прочности соединения слоев
- Повышение тепловой стойкости
- Гибкие печатные платы

Полимерные композиты, получаемые заполнением пор в ТМ (нанотрубки и нанопроволочки)

Nanowires

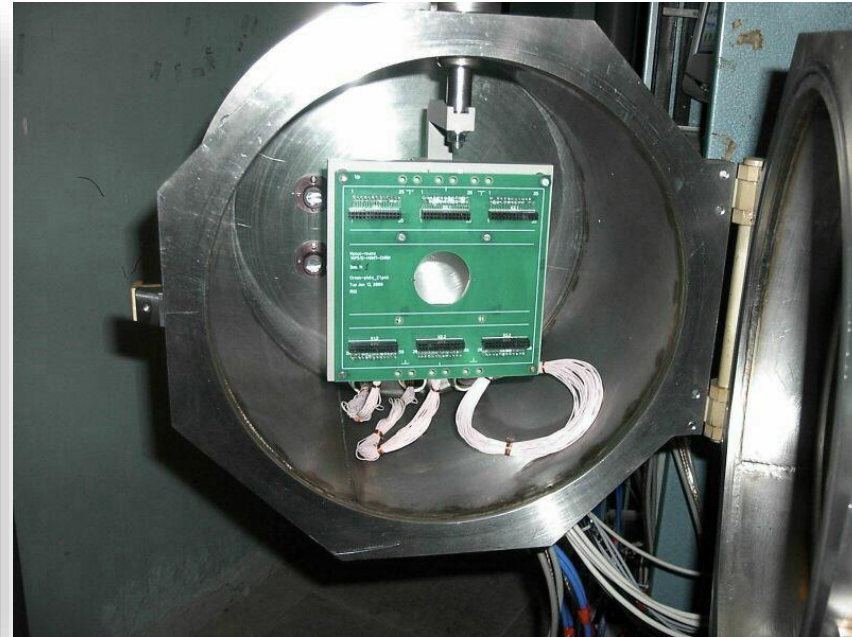
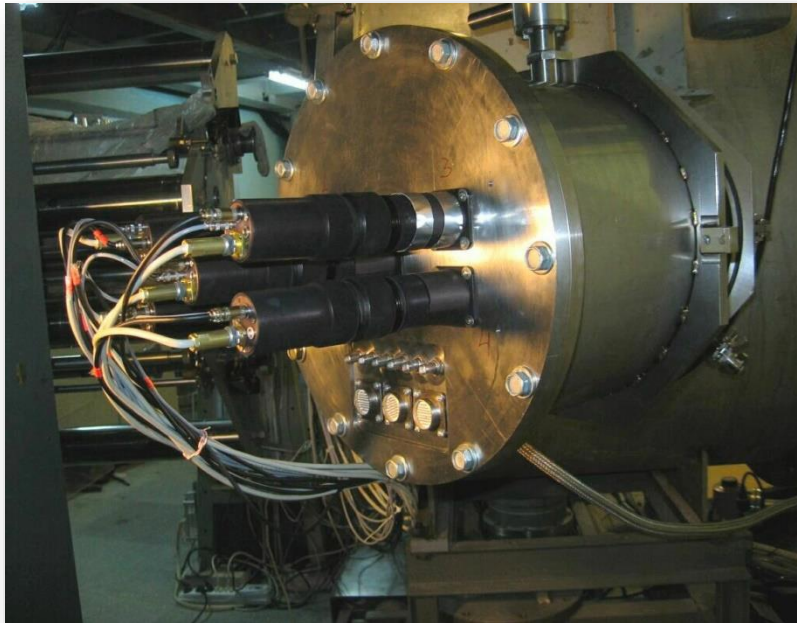


Nanotubes



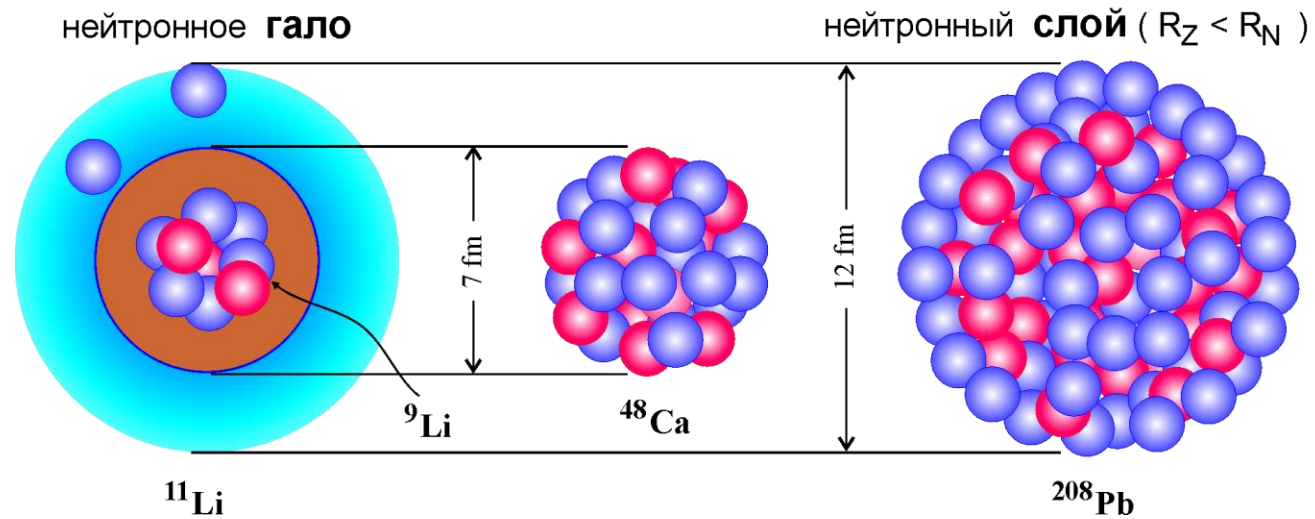
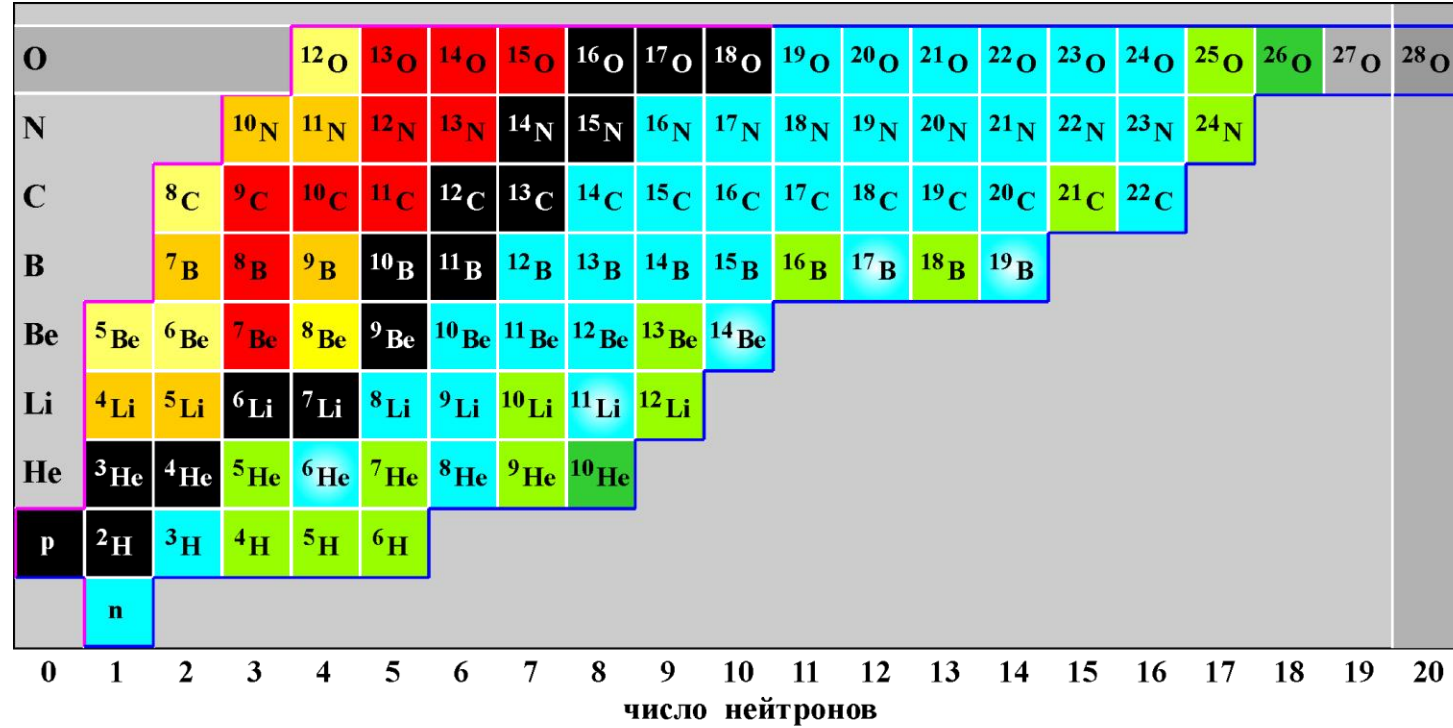
Тестирование электронных компонент (Роскосмос)

Создание радиационно-стойкой электронной аппаратуры – первостепенная задача сегодняшней электронной промышленности. Долговременные полеты, навигационные спутники, время жизни роботов и разного рода луноходов. «Копеечная» электроника губит миллиардные проекты.



- облучение в вакууме
- облучение в сильных и слабых ионных потоках ($10^3 - 10^5 \text{ cm}^{-2}$)
- изменение массы и заряда иона, параметров облучения
- проверка функционирования чипа проходит в момент облучения

Свойства ядер на границе ядерной стабильности





"Если я тебе скажу "да", ты перестанешь меня уважать. Если "нет", ты перестанешь меня любить. Поэтому — "не исключено".

"Ноль" можно получить и на выключенной аппаратуре..."



"Мы должны писать и говорить так, чтобы даже академику было понятно".

"Ценность работника надо определять методом вычета: если без него дело замирает — значит полезный."

"В молодости меня называли упрямым, а сейчас настойчивым".



"Объяснять важному начальству научную проблему нужно не правильно, а так, как ему будет понятно. Это ложь во благо".