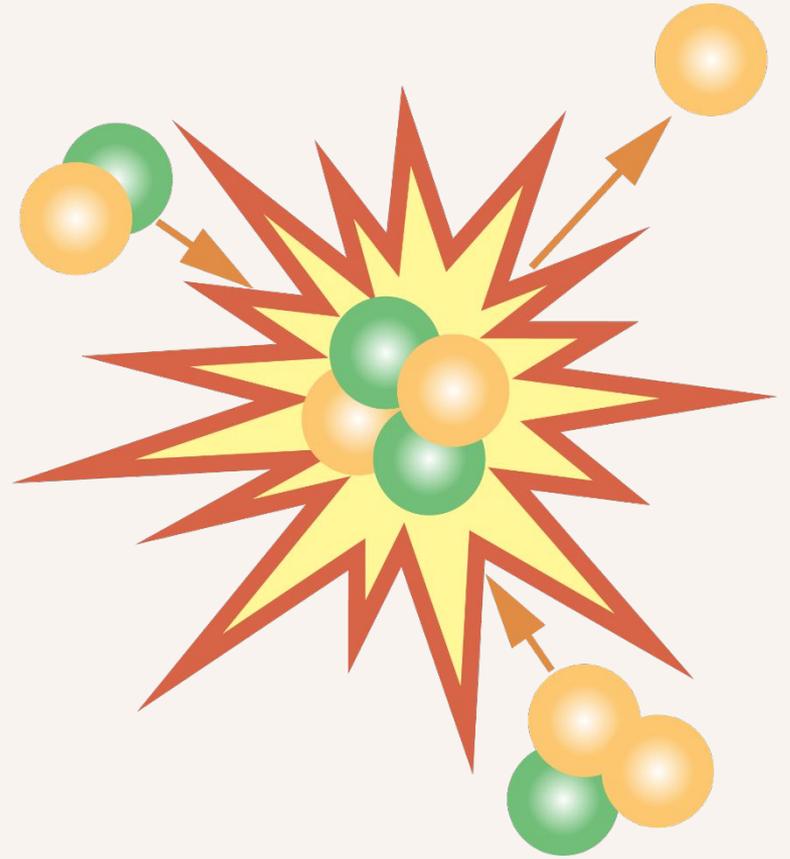


Ядерная реакция — это процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей, сопровождающийся изменением состава и структуры ядра и выделением вторичных частиц или γ -квантов.

Ядерные реакции происходят, когда частицы вплотную приближаются к ядру и попадают в сферу действия ядерных сил.



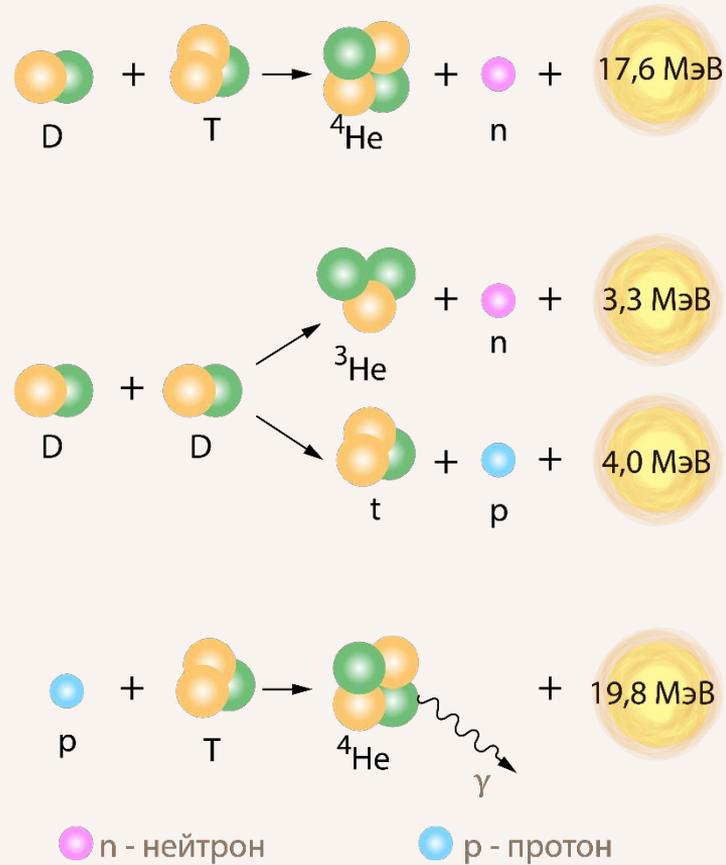
**Положительно заряженные частицы,
которым с помощью ускорителя
сообщается кинетическая энергия**

Протоны

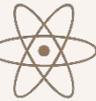
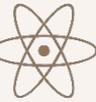
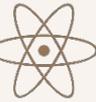
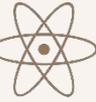
Дейтроны

α -частицы

Для осуществления ядерных реакций такой метод гораздо эффективнее, чем использование ядер гелия, испускаемых радиоактивными элементами.



Преимущества использования ускорителя для сообщения энергии частицам



С помощью ускорителей частицам может быть сообщена $E \approx 10^5$ МэВ, т.е. гораздо большая той, которую имеют α -частицы (max = 9 МэВ).

Можно использовать протоны, которые в процессе радиоактивного распада не появляются.

Можно ускорить ядра более тяжёлые, чем ядра гелия.

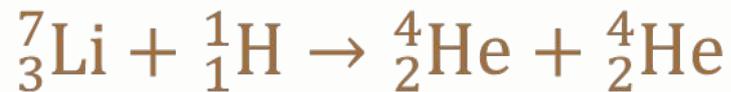


**Джон
Кокрофт**
1897–1967 г.



**Эрнест Томас Синтон
Уолтон**
1903–1995 гг.

В 1932 году провели первое ядерное превращение с помощью искусственно разогнанных протонов: мишенью служило ядро атома лития — самого лёгкого элемента после водорода и гелия.





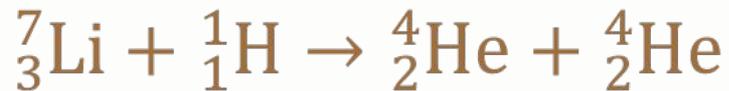
**Игорь
Васильевич
Курчатов**
1903–1960 г.



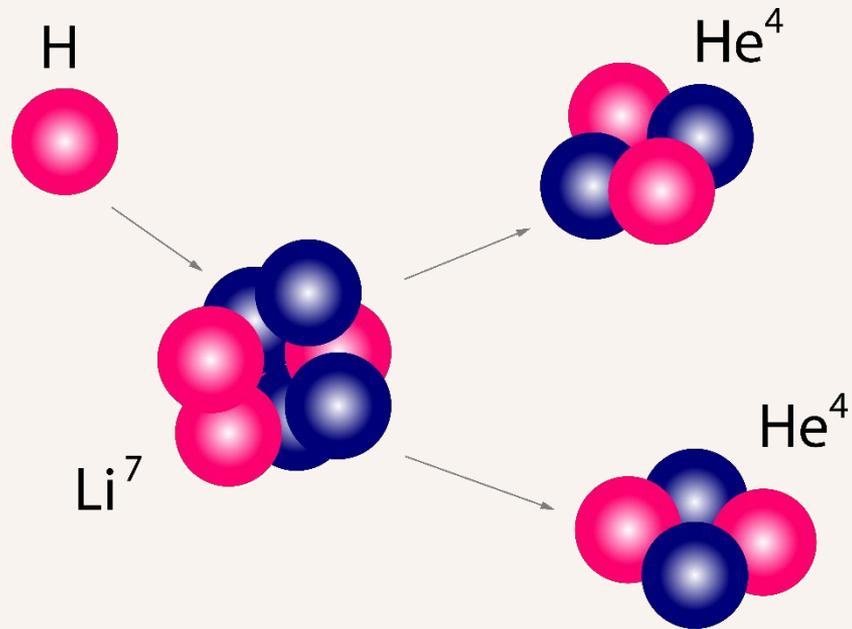
**Кирилл
Дмитриевич
Синельников**
1901–1966 гг.

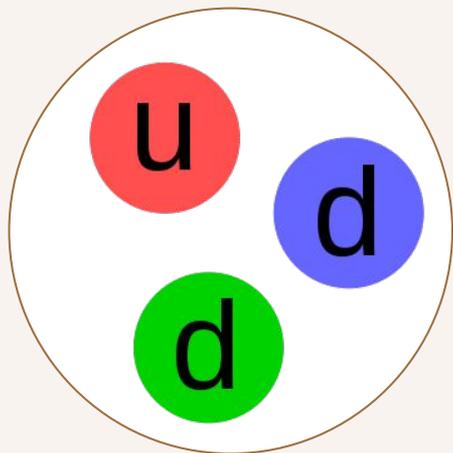
Отечественные физики–
атомщики.

Вскоре после
кембриджских учёных и
независимо от них
обнаружили ту же
реакцию, первыми дали
вероятное объяснение
процесса.



Реакция превращения атома лития в атом гелия





Нейтрон

Существенным прорывом в области физики было открытие нейтрона.

Наблюдается следующая реакция при взаимодействии алюминия с нейтроном.

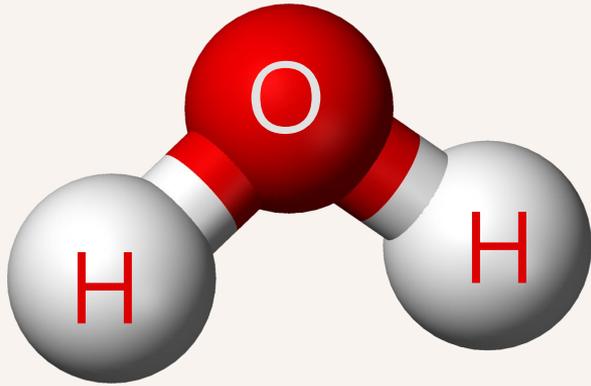




**Энрико
Ферми**

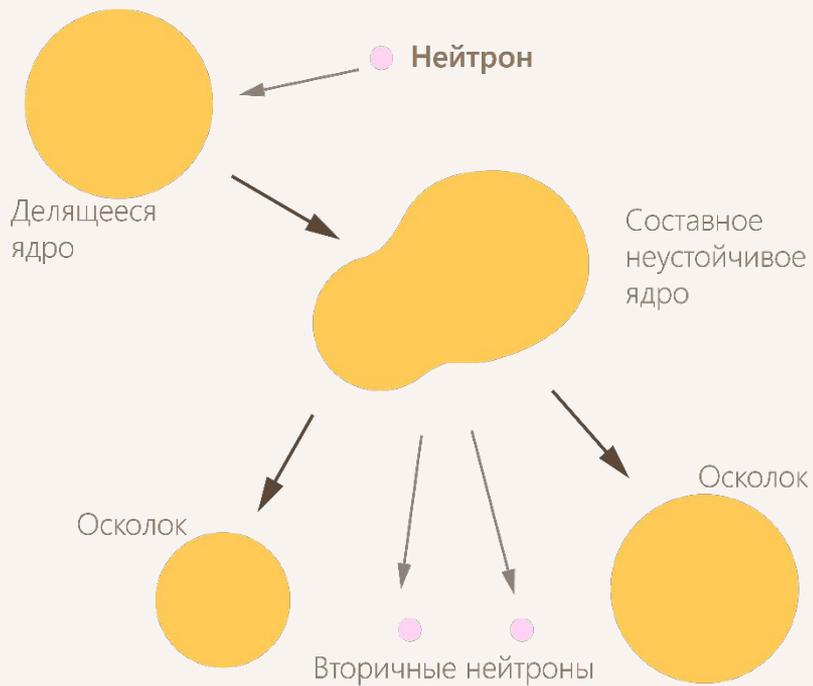
1901–1954 гг.

Великий итальянский физик. Первым начал изучать реакции, вызываемые нейтронами. Он обнаружил, что ядерные превращения обусловлены не только быстрыми, но и медленными нейтронами.



Вода

Для уменьшения скоростей нейтронов применяют воду, так как в воде есть большое число ядер атома водорода, масса которых практически такая же как и масса нейтронов.

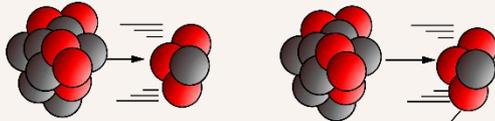


Проводимые реакции очень разнообразны. И так как ядро не способно оттолкнуть нейтрон, здесь можно говорить о различных превращениях.

Альфа-распад

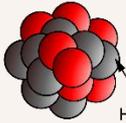


Ядро атома



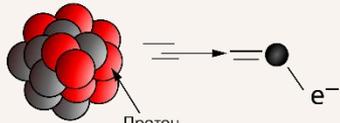
альфа-частица

Бета-распад



Ядро атома

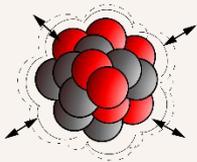
Нейтрон



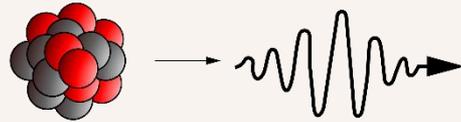
Протон

e^-

Гамма-излучение



Возбуждённое ядро



Гамма-квант

Ядерные превращения, приводящие к испусканию радиоактивных излучений

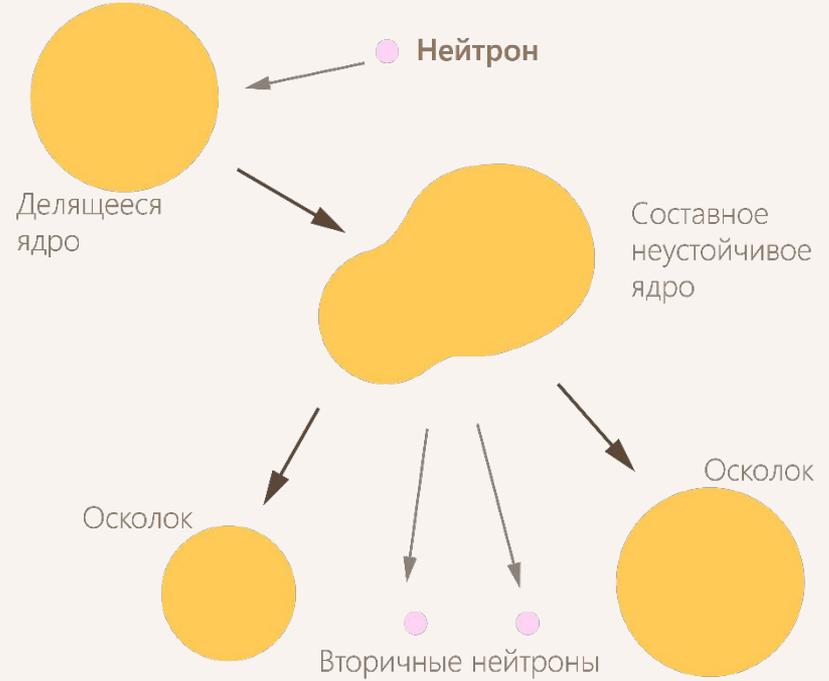


Схема реакции деления ядра



Отто Ган
1879–1968
г.

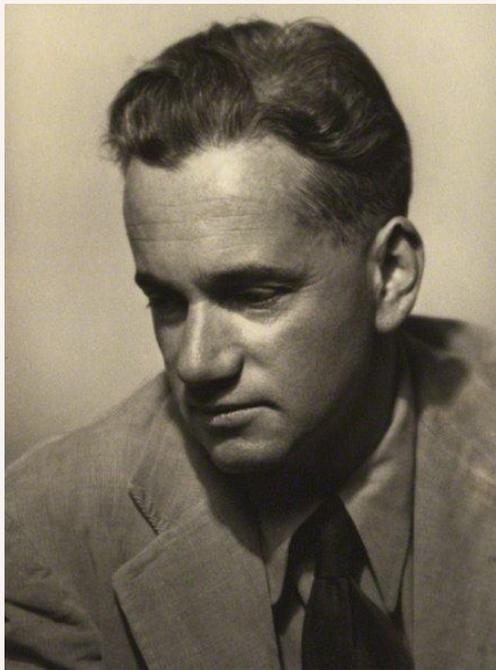


Фриц Штрассман
1902–1980 гг.

Немецкие учёные.
В конце 1938 года открыли деление ядер урана. Они установили, что при бомбардировке урана нейтронами возникают элементы средней части периодической системы — радиоактивные изотопы бария ($Z = 56$), криптона ($Z = 36$) и др.

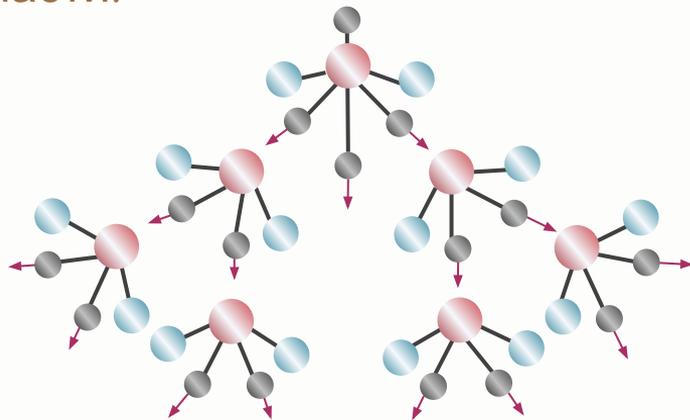


**Лиза
Мейтнер**
1878–1968 г.

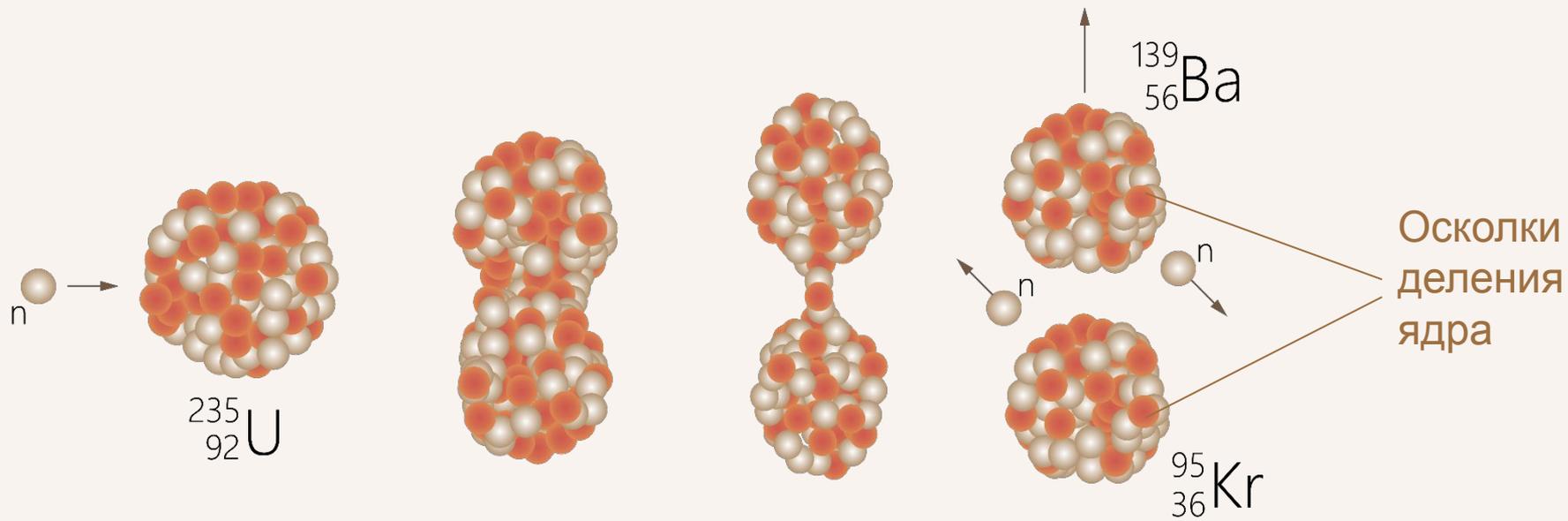


Отто Роберт Фриш
1904–1979 гг.

Объяснили появление этих элементов распадом ядер урана, захватившего нейтрон, на две примерно равные части.



Деление ядра урана-235



Изотопы урана

U^{235}

(0,7%)

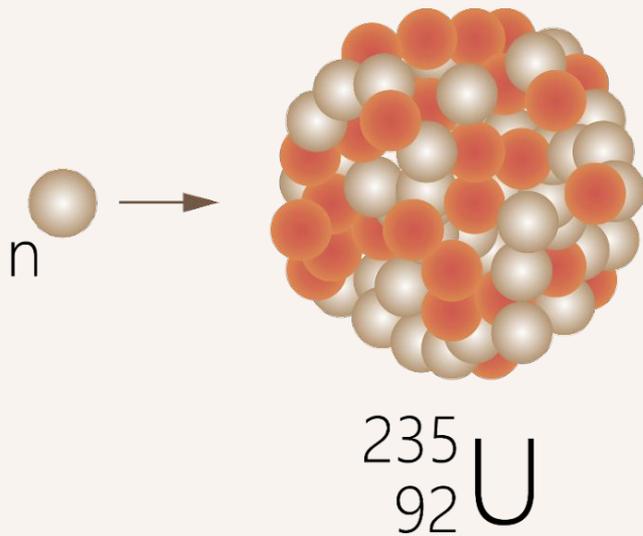
Реакция деления наиболее интенсивно идёт на медленных (тепловых) нейтронах.

U^{238}

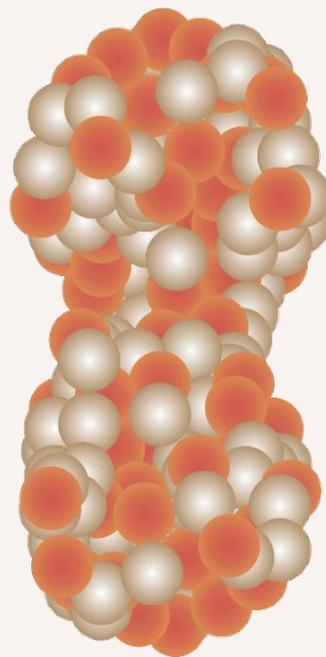
(99,3%)

Ядра вступают в реакцию деления только с быстрыми нейтронами с энергией порядка 1 МэВ.

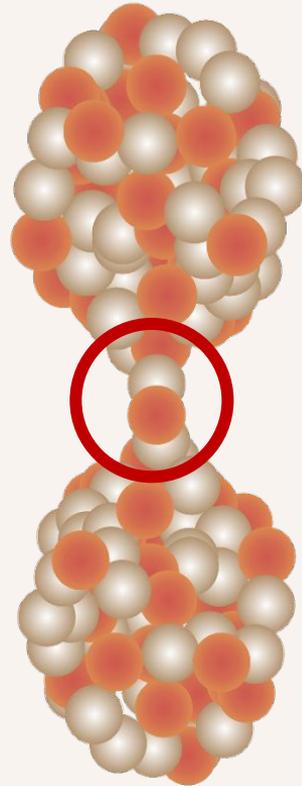
Деление ядра урана-235



Деление ядра урана-235



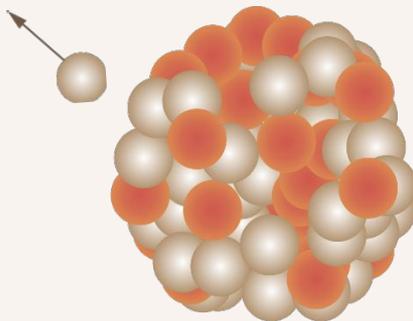
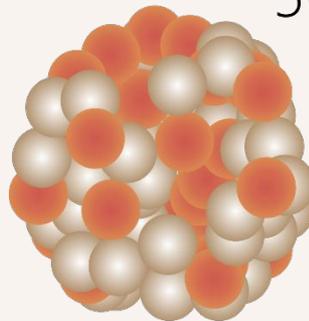
Деление ядра урана-235



Деление ядра

урана-²³⁵

¹³⁹
56 Ba



⁹⁵
36 Kr



Продуктами деления ядер U^{235} могут быть и другие изотопы бария, ксенона, стронция, рубидия и т.д.





200 МэВ

кинетическая энергия,
выделяющаяся при делении
одного ядра урана

Оценку
выделяющейся при
делении ядра энергии
можно сделать с
помощью удельной
энергии связи
нуклонов в ядре.

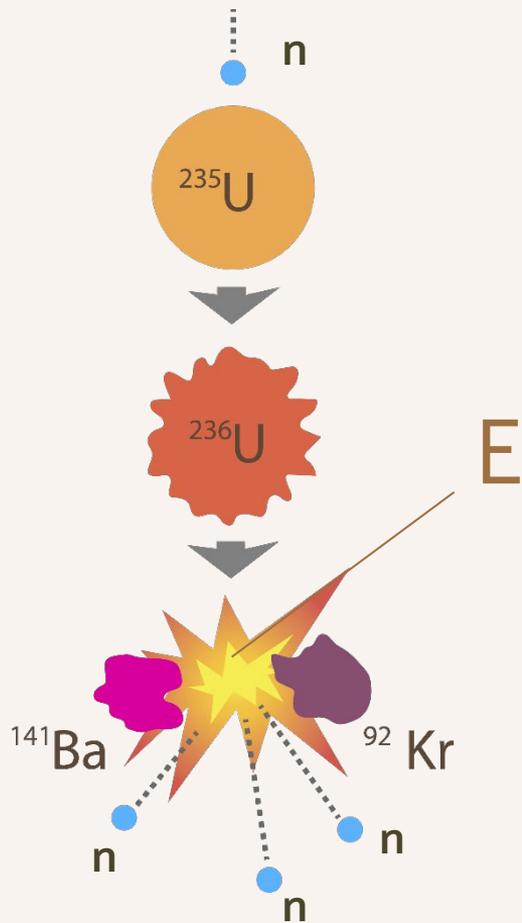


Фундаментальный факт ядерного деления — испускание в процессе деления 2–3 нейтронов.

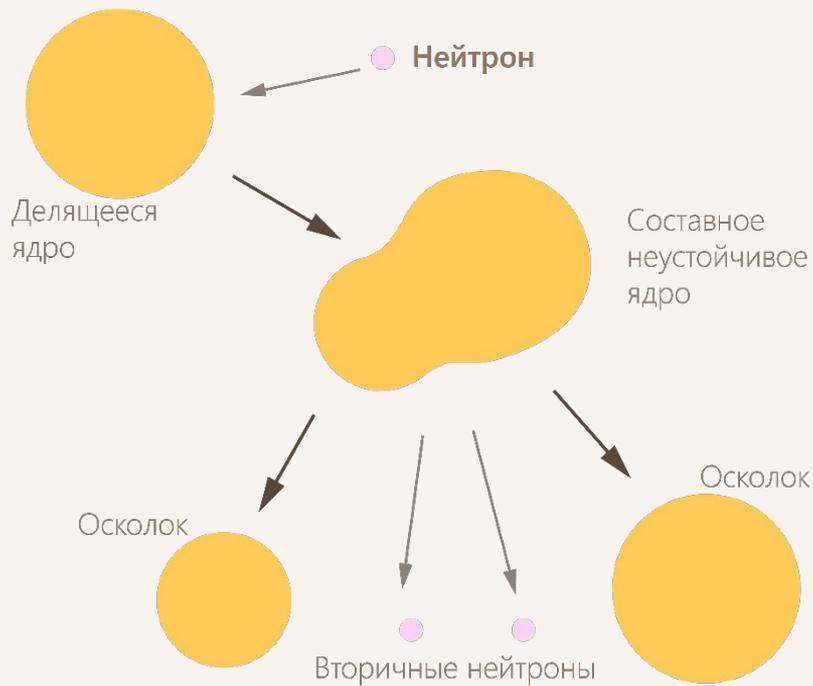
Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

ПЕРИОДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																								
	A	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	B															
1	H Hydrogenium Водород	He Helium Гелий																							
2	Li Lithium Литий	Be Beryllium Бериллий	B Borun Бор	C Carboneum Углерод	N Nitrogenium Азот	O Oxygenium Кислород	F Fluorum Фтор	Ne Neon Неон																	
3	Na Natrium Натрий	Mg Magnesium Магний	Al Aluminium Алюминий	Si Silicium Кремний	P Phosphorus Фосфор	S Sulfur Сера	Cl Chlorium Хлор	Ar Argon Аргон																	
4	K Kalium Калий	Ca Calcium Кальций	Sc Scandium Скандий	Ti Titanium Титан	V Vanadium Ванадий	Cr Chromium Хром	Mn Manganium Марганец	Fe Ferrum Железо	Co Cobaltum Кобальт	Ni Niccolum Никель															
	Cu Cuprum Медь	Zn Zincum Цинк	Ga Gallium Галий	Ge Germanium Германий	As Arsenicum Мышьяк	Se Selenium Селен	Br Bromum Бром	Kr Krypton Криптон																	
5	Rb Rubidium Рубидий	Sr Strontium Стронций	Y Yttrium Иттрий	Zr Zirconium Цирконий	Nb Niobium Ниобий	Mo Molybdaenum Молибден	Tc Technetium Технеций	Ru Ruthenium Рутений	Rh Rhodium Родий	Pd Palladium Палладий															
	Ag Argentum Серебро	Cd Cadmium Кадмий	In Indium Индий	Sn Stannum Олово	Sb Stibium Сурьма	Te Tellurium Теллур	I Iodum Иод	Xe Xenon Ксенон																	
6	Cs Cesium Цезий	Ba Barium Барий	La* Lanthanum Лантан	Hf Hafnium Гафний	Ta Tantalum Тантал	W Wolframium Вольфрам	Re Rhenium Рений	Os Osmium Осмий	Ir Iridium Иридий	Pt Platinum Платина															
	Au Aurum Золото	Hg Hydrargyrum Ртуть	Tl Thallium Таллий	Pb Plumbum Свинец	Bi Bismuthum Висмут	Po Polonium Полоний	At Astatium Астат	Rn Radon Радон																	
7	Fr Francium Франций	Ra Radium Радий	Ac** Actinium Актиний	Rf Rutherfordium Фезербердий	Db Dubnium Дубний	Sg Seaborgium Сиборгий	Bh Bohrium Борий	Hs Hassium Хассий	Mt Meitnerium Мейтнерий																
	R₂O		RO		R₂O₃		RO₂		R₂O₅		RO₃		R₂O₇		RO₄										
	RH₄		RH₃		RH₂		RH																		
ЛАНТАНОИДЫ*	Ce Cerium Церий	Pr Praseodymium Прозердий	Nd Neodymium Неодим	Pm Promethium Прометий	Sm Samarium Самарий	Eu Europium Европий	Gd Gadolinium Гадолий	Tb Terbium Тербий	Dy Dysprosium Диспрозий	Ho Holmium Гольмий	Er Erbium Эрбий	Tm Thulium Тулий	Yb Ytterbium Иттербий	Lu Lutetium Лютеций											
АКТИНОИДЫ**	Th Thorium Торий	Pa Protactinium Протактиний	U Uranium Уран	Np Neptunium Нептуний	Pu Plutonium Плутоний	Am Americium Америций	Cm Curium Кюрий	Bk Berkelium Берклий	Cf Californium Калифорний	Es Einsteinium Эйнштейний	Fm Fermium Фермий	Md Mendelevium Менделеевий	No Nobelium Нобелий	Lr Lawrencium Лавренсий											





Энергия имеет различные значения — от нескольких млн эВ до совсем малых, близких к 0.



Массы осколков
отличаются примерно
в 1,5 раза.

В результате серии последовательных β -распадов в конце концов получаются стабильные изотопы.

