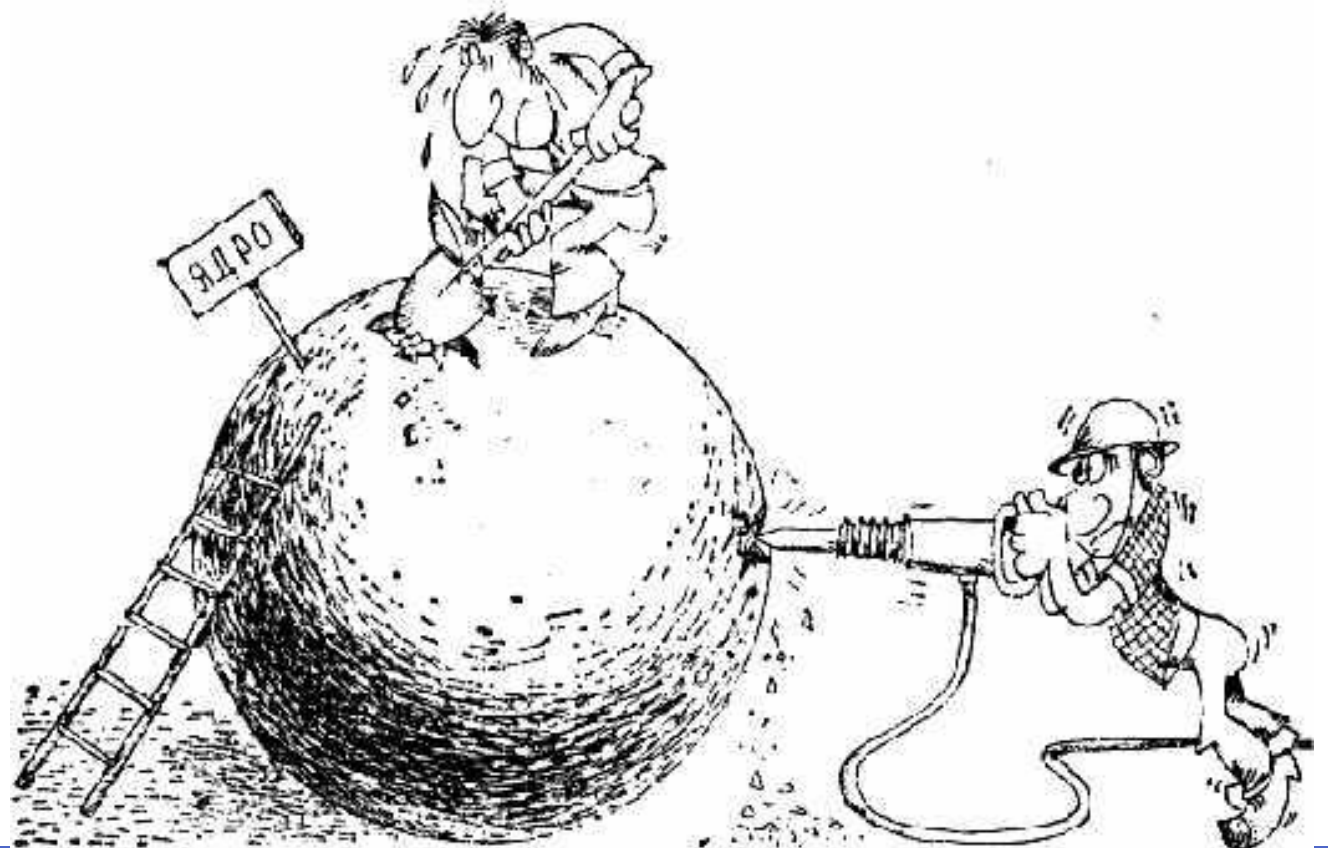


«Состав ядра атома. Энергия связи атомных ядер. Дефект масс»



Открытие протона

В 1913 г. Э. Резерфорд выдвинул гипотезу, что одной из частиц, входящих в ядро атома любого химического элемента должно быть ядро атома водорода, т.к. было известно, что массы атомов химических элементов превышают массу атома водорода в целое число раз.



Э. Резерфорд

Открытие нейтрона

Английский ученый Дж. Чедвик выдвинул гипотезу о существовании нейтральных частиц, близких по размерам и массе к протонам.

Эти частицы он назвал нейтронами.

При прохождении через вещество нейтроны не теряют энергию на ионизацию атомов вещества, поэтому имеют огромную проникающую способность.



Дж. Чедвик

Протонно–нейтронная модель ядра

Советский физик
Д. Д. Иваненко
и В.Гейзенберг
предложили **протонно-
нейтронную модель
ядра: ядра состоят из
элементарных частиц
двух сортов: протонов
и нейтронов.**



Дмитрий
Дмитриевич
Иваненко
(1904-1994)

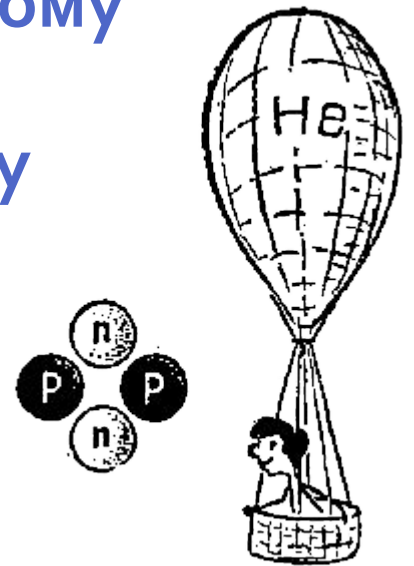


Вернер Карл
Гейзенберг
(1901-1976)

Протонно-нейтронная модель ядра

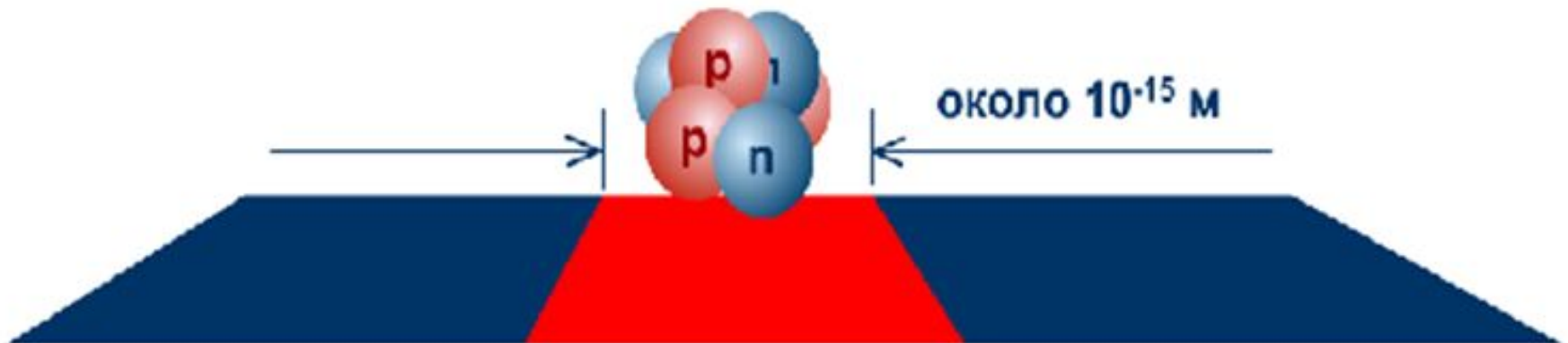
Согласно этой модели:

- ядра всех химических элементов состоят из нуклонов: протонов и нейтронов;
- заряд ядра обусловлен только протонами;
- число протонов в ядре равно порядковому номеру элемента;
- число нейтронов равно разности между атомным числом и числом протонов



Ядерные силы

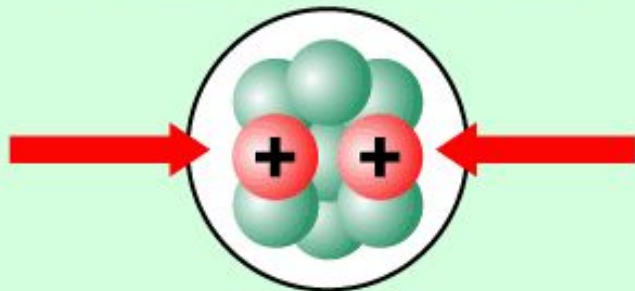
Силы, которые скрепляют отдельные протоны и нейтроны в ядре, называются **ядерными**, а соответствующее взаимодействие – **сильным**.



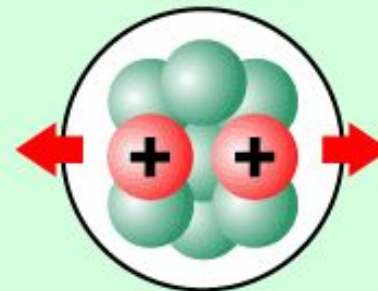
- Ядерные силы короткодействующие (радиус действия 10^{-15} м)
- Ядерные силы \gg сил электрического взаимодействия зарядов.
- Ядерные силы действуют между нуклонами независимо от их заряда (протон-протон, нейтрон-протон, нейтрон-нейтрон).
- Каждый нуклон взаимодействует только с ограниченным числом ближайших к нему нуклонов.

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ В ЯДРЕ

МЕЖДУ ЧАСТИЦАМИ, ВХОДЯЩИМИ В ЯДРО, ДЕЙСТВУЮТ ОСОБЫЕ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ - ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ



МЕЖДУ ПРОТОНАМИ ЯДРА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИ ОДНОИМЕННО ЗАРЯЖЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ, ДЕЙСТВУЮТ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ОТТАЛКИВАНИЯ



ПО СВОЕЙ ВЕЛИЧИНЕ ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ ОГРОМНЫ И ЗНАЧИТЕЛЬНО ПРЕВОСХОДЯТ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ОТТАЛКИВАНИЯ ПРОТОНОВ

Ядро атома химического элемента



X – символ химического элемента.

**A – массовое число, которое
показывает :**

- массу ядра в целых атомных единицах массы (а.е.м.)
(1а.е.м. = 1/12 массы атома углерода);
- число нуклонов в ядре;

$$A = N + Z$$

где N – число нейтронов в ядре атома.

Z – зарядовое число, которое показывает:

- заряд ядра в элементарных электрических зарядах (э.э.з.)

(1э.э.з. = заряду электрона = $1,6 * 10^{-19}$ Кл);

- число протонов;

- число электронов в атоме;

- порядковый номер в таблице Менделеева.

Размеры атомных ядер

- Так как для ядер существенны квантовые законы поведения, то они не имеют четко определенных границ.
- Можно говорить только о некотором среднем радиусе ядра.
- С увеличением массового числа радиус ядра увеличивается:

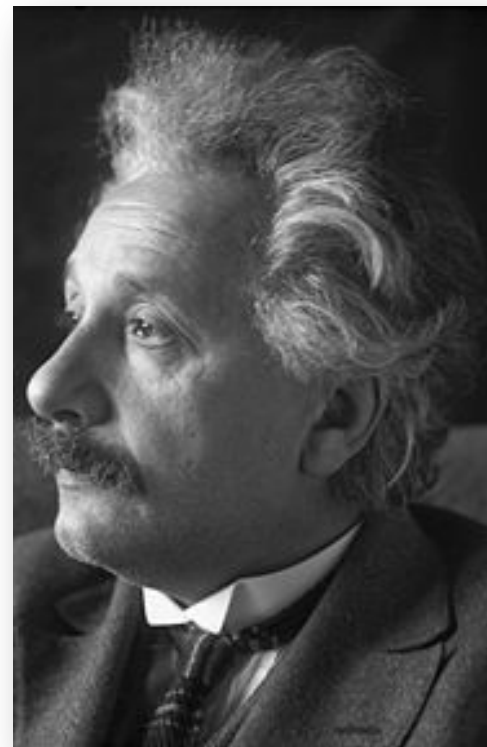
$$R = 1,2\sqrt[3]{A} * 10^{-13} \text{ см}$$

Энергия связи нуклонов в ядре

Энергия связи атомных ядер – та энергия, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные частицы.

Уравнение Эйнштейна связывающее массу и энергию:

$$E = mc^2$$



Альберт Эйнштейн
(1879 - 1955)

Дефект массы

Масса покоя ядра $M_{\text{я}}$ всегда меньше суммы масс покоя слагающих его протонов и нейтронов:

Дефект массы: $M_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}$$

$$E_{\text{св}} = \Delta m \cdot c^2$$

Δm – дефект массы ядра

c – скорость света в вакууме

Мерой энергии связи атомного ядра является дефект масс – разность между суммарной массой всех нуклонов ядра в свободном состоянии и массой ядра $m_{\text{я}}$

$$\Delta m = Zm_{\text{p}} + (A - Z) \cdot m_{\text{n}} - m_{\text{я}}$$

Z – число протонов;

m_{p} – масса протона, $\approx 1,00728$ а.е.м.

m_{n} – масса нейтрона, $\approx 1,00867$ а.е.м.

В ядерной физике энергия выражается через атомную единицу энергии (а.е.э.), которая соответствует одной атомной единице массы:

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 1 \text{ В} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

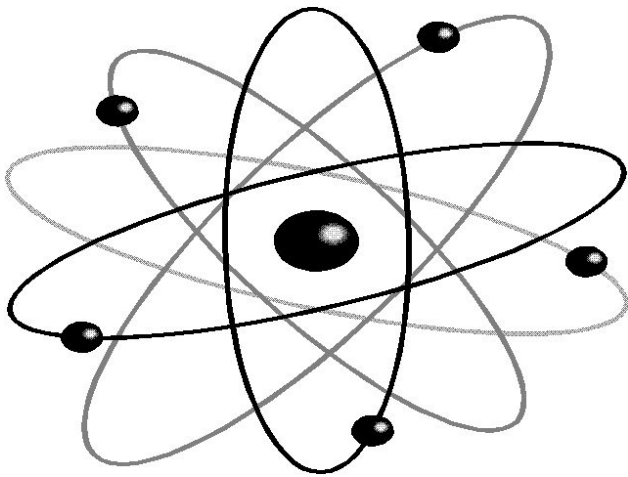
$$\begin{aligned} 1 \text{ а.е.м.} &= 1 \text{ а.е.м.} \cdot c^2 = 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} = \\ &= 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} = 931,1 \text{ МэВ} \end{aligned}$$

Формула для нахождения энергии связи

$$\Delta E = \Delta m c^2 = (Zm_p + Nm_n - m_{\text{я}}) * c^2$$

где Δm - дефект

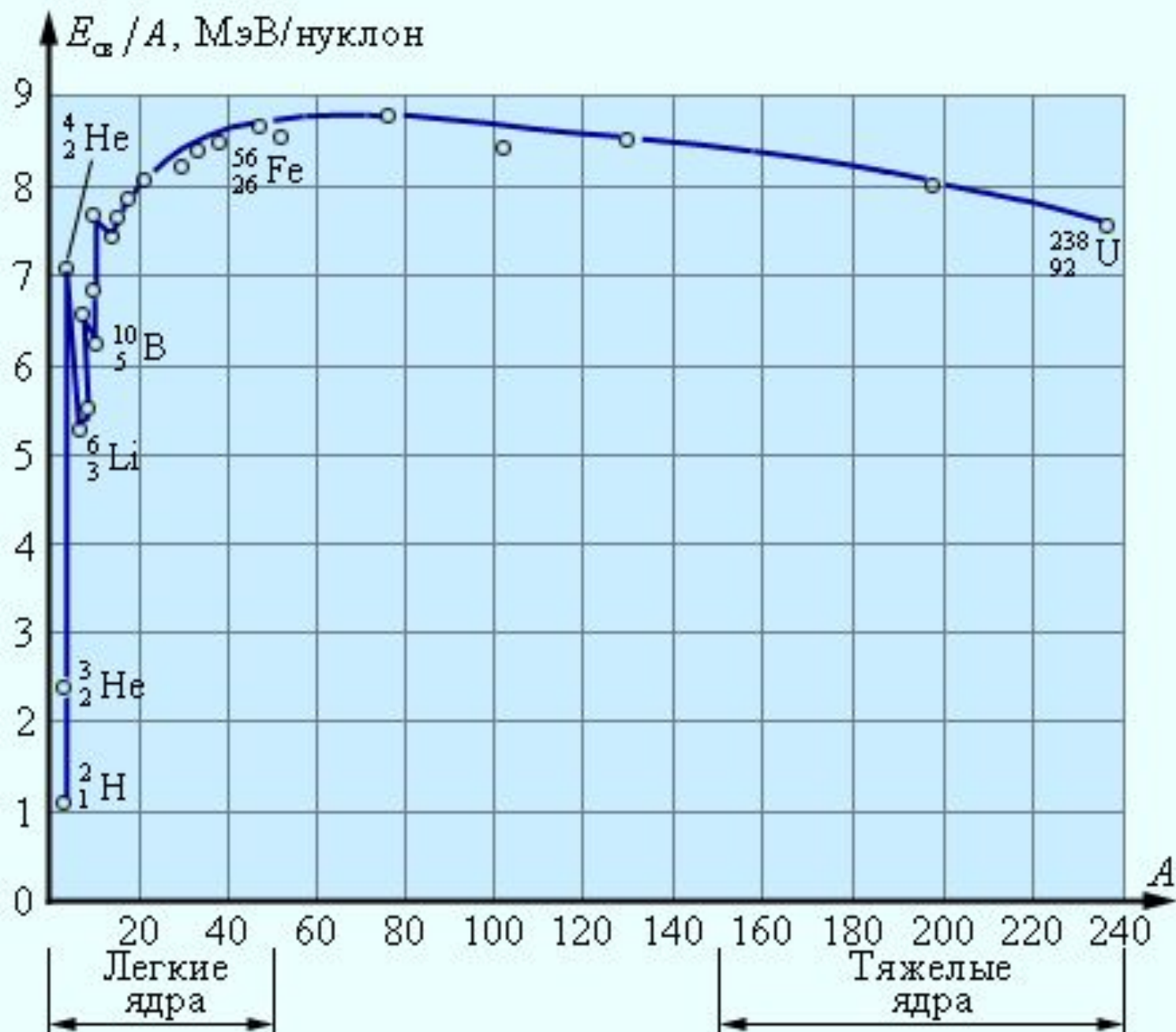
c^2 - скорость света в вакууме



Удельная энергия связи

- это энергия связи, приходящаяся на один нуклон.
- если не считать самых легких ядер, удельная энергия связи примерно постоянна и равна 8 МэВ/нуклон.

$$f = \frac{\Delta E}{A}$$

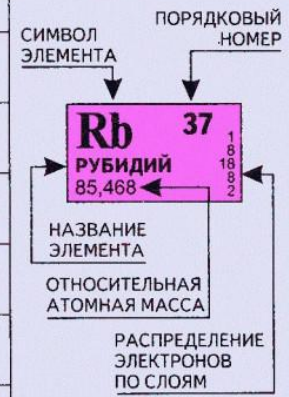


ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																Энергетические уровни	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а			
1	1	H 1.008 ВОДОРОД															He 4.003 ГЕЛИЙ	к	
2	2	Li 6.941 ЛИТИЙ	Be 9.0122 БЕРИЛЛИЙ	B 10.811 БОР	C 12.011 УГЛЕРОД	N 14.007 АЗОТ	O 15.999 КИСЛОРОД	F 18.998 ФТОР									Ne 20.179 НЕОН	к	
3	3	Na 22.99 НАТРИЙ	Mg 24.312 МАГНИЙ	Al 26.982 АЛЮМИНИЙ	Si 28.086 КРЕМНИЙ	P 30.974 ФОСФОР	S 32.064 СЕРА	Cl 35.453 ХЛОР									Ar 39.948 АРГОН	к	
4	4	K 39.102 КАЛИЙ	Ca 40.08 КАЛЬЦИЙ	Sc 44.956 СКАНДИЙ	Ti 47.88 ТИТАН	V 50.942 ВАНАДИЙ	Cr 51.996 ХРОМ	Mn 54.938 МАРГАНЕЦ	Fe 55.847 ЖЕЛЕЗО	Co 58.933 КОБАЛЬТ	Ni 58.71 НИКЕЛЬ							к	
	5	Cu 63.546 МЕДЬ	Zn 65.37 ЦИНК	Ga 69.72 ГАЛЛИЙ	Ge 72.59 ГЕРМАНИЙ	As 74.922 МЫШЬЯК	Se 78.96 СЕЛЕН	Br 79.904 БРОМ									Kr 83.8 КРИПТОН	к	
5	6	Rb 85.468 РУБИДИЙ	Sr 87.62 СТРОНЦИЙ	Y 88.906 ИТРИЙ	Zr 91.224 ЦИРКОНИЙ	Nb 92.906 НИОБИЙ	Mo 95.94 МОЛИБДЕН	Tc [99] ТЕХНЕЦИЙ	Ru 101.07 РУТЕНИЙ	Rh 102.906 РОДИЙ	Pd 106.42 ПАЛЛАДИЙ							к	
	7	Ag 107.868 СЕРЕБРО	Cd 112.411 КАДМИЙ	In 114.82 ИНДИЙ	Sn 118.69 ОЛОВО	Sb 121.75 СУРЬМА	Te 127.6 ТЕЛЛУР	I 126.905 ИОД									Xe 131.3 КСЕНОН	к	
6	8	Cs 132.905 ЦЕЗИЙ	Ba 137.34 БАРИЙ	57-71 ЛАНТАНОИДЫ		Hf 178.49 ГАФИЙ	Ta 180.948 ТАНТАЛ	W 183.85 ВОЛЬФРАМ	Re 186.207 РЕНИЙ	Os 190.2 ОСМИЙ	Ir 192.22 ИРИДИЙ	Pt 195.09 ПЛАТИНА							к
	9	Au 196.967 ЗОЛОТО	Hg 200.59 РУТУТЬ	Tl 204.37 ТАЛЛИЙ	Pb 207.19 СВИНЕЦ	Bi 208.98 ВИСМУТ	Po [210] ПОЛОНИЙ	At [210] АСТАТ									Rn [222] РАДОН	к	
7	10	Fr [223] ФРАНЦИЙ	Ra [226] РАДИЙ	89-103 АКТИНОИДЫ		Rf [261] РЕЗЕРФОРДИЙ	Db [262] ДУБНИЙ	Sg [263] СИБОРГИЙ	Bh [262] БОРИЙ	Hn [265] ХАНИЙ	Mt [265] МЕЙТНЕРИЙ								к
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R ₂ O		RO		R ₂ O ₃		RO ₂		R ₂ O ₅		RO ₃		R ₂ O ₇		RO ₄			
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ						RH ₄		RH ₃		H ₂ R		HR							



Д.И. Менделеев
1834-1907



- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

Л А Н Т А Н О И Д Ы

57 La ЛАНТАН 138.906	58 Ce ЦЕРИЙ 140.12	59 Pr ПРАЗЕОДИМ 140.908	60 Nd НЕОДИМ 144.24	61 Pm ПРОМЕТИЙ [145]	62 Sm САМАРИЙ 150.4	63 Eu ЕВРОПИЙ 151.96	64 Gd ГАДОЛИНИЙ 157.25	65 Tb ТЕРБИЙ 158.926	66 Dy ДИСПРОЗИЙ 162.5	67 Ho ГОЛЬМИЙ 164.93	68 Er ЭРБИЙ 167.26	69 Tm ТУЛИЙ 168.934	70 Yb ИТТЕРБИЙ 173.04	71 Lu ЛЮТЕЦИЙ 174.97
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

А К Т И Н О И Д Ы

89 Ac АКТИНИЙ [227]	90 Th ТОРИЙ 232.038	91 Pa ПРОТАКТИНИЙ [231]	92 U УРАН 238.29	93 Np НЕПТУНИЙ [237]	94 Pu ПЛУТОНИЙ [244]	95 Am АМЕРИЦИЙ [243]	96 Cm КЮРИЙ [247]	97 Bk БЕРКЛИЙ [247]	98 Cf КАЛИФОРНИЙ [251]	99 Es ЭЙНШТЕЙНИЙ [254]	100 Fm ФЕРМИЙ [257]	101 Md МЕНДЕЛЕВИЙ [258]	102 No НОБЕЛИЙ [259]	103 Lr ЛОУРЕНСИЙ [260]
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------