

Тема №4

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Формулировки

«Свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости *от атомных весов (?) элементов*»

«Свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от заряда ядра (!) атомов элементов»

Естественный ряд химических элементов ${}_1\text{H}$, ${}_2\text{He}$, ${}_3\text{Li}$ ${}_{108}\text{Hs}$, ${}_{109}\text{Mt}$ образует систему с периодическим изменением электронной конфигурации и свойств химических элементов, а также образуемых ими простых и сложных веществ.

Создание и эволюция Периодической системы

1. 8 элементов известны с древности – Fe, Ag, Au, Hg, Pb, S, C, Sn.
2. Получены в средние века – Zn, As, Sb, Bi, P.
3. XVIII век – Ni, Zr, Mo, Te, Ba, Pt, H, Be, N, O, F, Cl, T, Cr, Mn, Co.
4. XIX век – He, Li, B, Ne, Na, Mg, Al, Si, Ar, K, Ca, Sc, V, Ga, Ge, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Nb, Ru, Rh, Pd, In, I, Xe, Cs, La, лантаноиды, актиноиды.

XIX-XX вв. - систематизация и уточнение разрозненных сведений о природе химических элементов.

ПОИСК ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО ЗАКОНА!!!!

-1829 г. **ТРИАДЫ И.**

Деберейнера: группы из трех элементов со сходными химическими свойствами (Cl, Br, I и Ca, Sr, Ba)

-Развитие спектроскопии (Р. Бунзен, Г. Кирхгофф): открытие ряда новых элементов;

-1862 г. **СПИРАЛЬ де Шанкртуа** (расположение в порядке возрастания атомных масс-похожие элементы попадают в вертикальные столбцы)

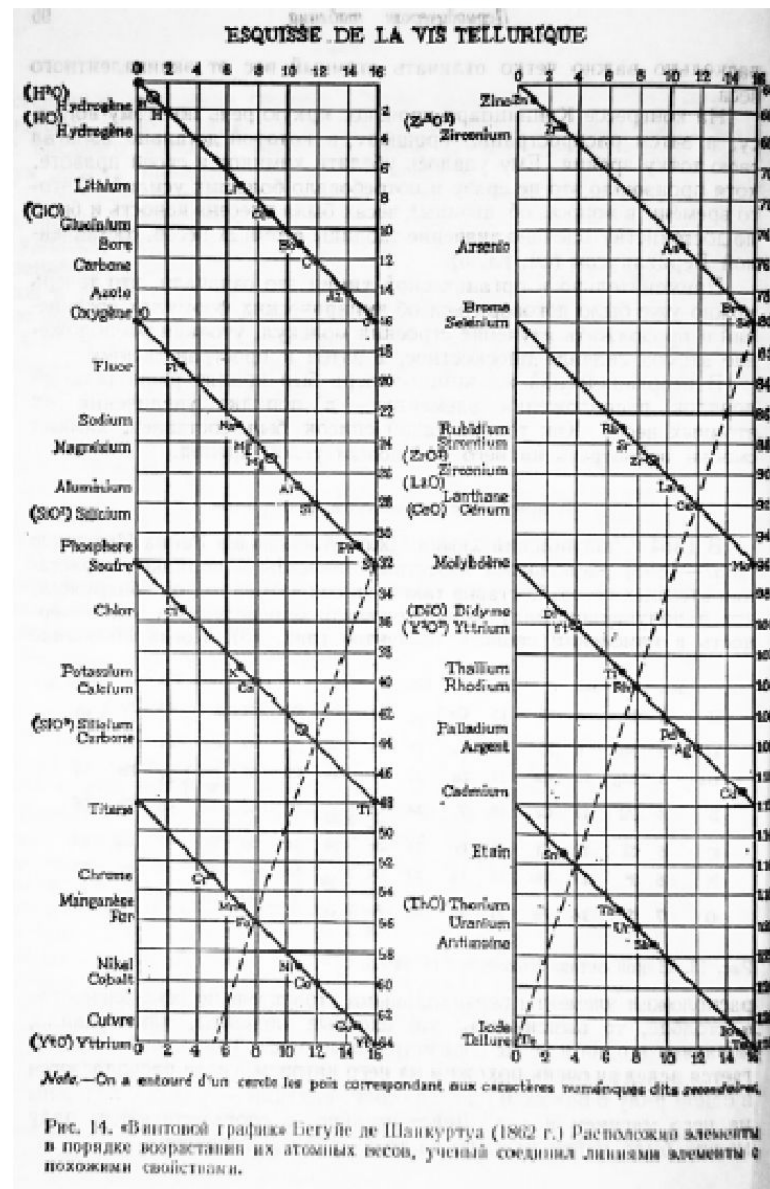


Fig. 14. «Витовой график» Бериу де Шанкуртуа (1862 г.). Расположение элементов в порядке возрастания их атомных весов, усильно соединил линиями элементы с похожими свойствами.

-Разграничение понятий атомная и молекулярная масса, разработка методик их точного определения (С. Канниццаро);

-1864 г. **Закон ОКТАВ А.Ньюлендса**: элементы располагаются в порядке возрастания атомных масс, свойства повторяются в каждой восьмой позиции

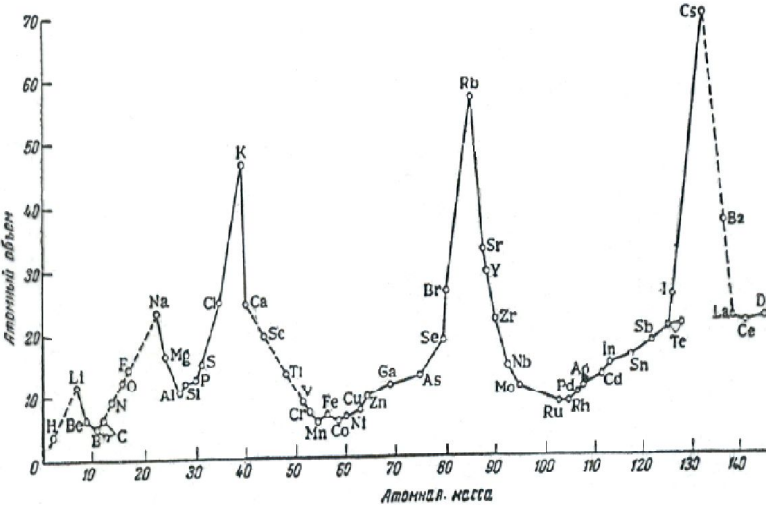
№	№	№	№	№	№	№	№
H 1	F 8	Cl 15	Co и Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt и Ir 50
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Tl 53
G 3	Mg 10	Cd 17	Zn 25	Sr 31	Cd 38	Ba и V 45	Pb 54
Jo 4	Al 11	Cr 19	Y 24	Ce и La 33	U 40	Ta 46	Th 56
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Hg 52
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di* и Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55
O 7	S 14	Fe 21	Sc 28	Ro* и Ru 35	Te 43	Au 49	Os 51

в периоде не более 8 элементов?????

- 1864 г. классификация Олдинга
 элементы располагаются в
 порядке возрастания их атомных
 масс и валентности

			Mo 96 — Pd 106,5	W 184 Au 196,5 Pt 197
Li 7 G 9 B 11 C 12 N 14 O 16 F 19	Na 23 Mg 24 Al 27,5 Si 28 P 31 S 32 Cl 35,5	— Zn 65 — — As 75 Se 79,5 Br 80	Ag 108 Cd 112 — Sn 118 Sb 122 Te 129 I 127	— Hg 200 Tl 203 Pb 207 Bi 210 — —
	K 39 Ca 40 Ti 48 Cr 52,5 Mn 55	Rb 85 Sr 87,5 Zr 89,5 — —	Cs 133 Ba 137 — V 138 —	Th 231

-1970 г. Л.Мейер (независимо от Д.И. Менделеева объединил элементы в группы, но опубликовал свою работу на 1 год позже!): расположение в порядке возрастания атомных масс и атомных объемов.



I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	B 11 C 12	Al 27,3 Si 28	—	—	—	?In 113,4 Sn 117,8	—	Tl 202,7 Pb 206,4
	N 14	P 30,9	Ti 48	As 74,9	Zr 89,7	Sb 122,1	—	Bi 207,5
	O 16	S 32	V 51,2	Se 78	Nb 93,7	Te 128	Ta 182,2	
	F 19,1	Cl 35,4	Cr 52,4	Br 79,75	Mo 95,6	I 126,5	W 183,5	
			Mn 54,8 Fe 55,9 Ni 58,6		Ru 103,5 Rh 104,1 Rb 106,2		Os 198,62 Ir 196,7 Pt 196,7	
Li 7,0	Na 22,9	K 39	Co =				Cs 132,7	
?Be 9,3	Mg 23,9	Ca 39,9	Cu 63,3	Rb 85,2	Ag 107,7		Ba 136,8	Au 192,2
			Zn 64,9	Sr 87	Cd 111,6			Hg 199,3

Включает и «октавы» Ньюлендса и «триады» Деберейнера

Недостатки таблицы Л. Мейера: некоторые элементы расположены неверно, цель работы – формальная классификация известных к тому времени простых веществ

-1869 г. Периодический ЗАКОН и Периодическая таблица Д.И. Менделеева

СВОЙСТВА ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ, А ТАКЖЕ ФОРМЫ И СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ ЭТИХ ЭЛЕМЕНТОВ НАХОДЯТСЯ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ОТ АТОМНЫХ МАСС ЭЛЕМЕНТОВ

Менделеев не принимал атомную массу элемента, как абсолютную величину. При определении положения элемента в таблице дополнительно учитывались химические свойства элемента.

РЕЗУЛЬТАТ:

уточнение атомных масс известных элементов

предсказание свойств новых элементов

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЗАКОН!!!!

Первоначальная периодическая таблица Д. И. Менделеева

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

		Ti = 50	Zr = 90	? = 180.	
		V = 51	Nb = 94	Ta = 182.	
		Cr = 52	Mo = 96	W = 186.	
		Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4	
		Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.	
	Ni = Co = 59	Pl = 106,6	Os = 199.		
	Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.		
H = 1					
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	U = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204.
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

1 марта 1869 г.

Расположение в порядке возрастания атомных весов (масс), но:

-изменил атомные веса ряда элементов (U – 240, «последний» элемент)

-сформулировал понятия о группах, малых и больших периодах (оценил их «емкость»),

-назвал систему «естественной»,

-предсказал существование новых элементов (экабор – Sc, экаалюминий – Ga, экасилиций – Ge)

Периодическая таблица Д. И. Менделеева (1871 г.)

Ряд	Группа I R, O	Группа II RO	Группа III R, O ₂	Группа IV RH ₄ , RO ₂	Группа V RH ₅ , R ₂ O ₅	Группа VI RH ₂ , RO ₃	Группа VII RH R ₂ O ₃	Группа VIII RO ₂	
1	H = 1								
2	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19		
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5		
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56	Co = 59
5	(Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	Ni = 59	Cu = 63
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104	Rh = 104
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	I = 127	Pd = 106	Ag = 108
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140	—	—	—		
9	(—)	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 195	Ir = 197
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	Pt = 198	Au = 199
12	—	—	—	Th = 231	—	U = 240	—	—	—

Первая классическая короткая форма ПСЭ.
«Белые пятна»? РЗЭ? Трансурановые?

-1894-1900 гг. открытие благородных газов (Д.Рэлей, У. Рамзай, В. Дорн) привело к появлению новой VIII группы элементов в составе ПС (между галогенами и щелочными металлами);

-1913- 1921 гг. развитие квантовых представлений , определение заряда ядра атома (Г. Мозли), теория строения атома (Н. Бор) привело к пересмотру представлений о причинах периодичности и отказу от атомной массы, как основной характеристики элемента.

СОВРЕМЕННАЯ ФОРМУЛИРОВКА ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА:

Свойства элементов, а так же формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от заряда ядра их атомов

РЕЗУЛЬТАТ:

-Устранение нарушений периодичности, вызванных различиями в изотопном составе элементов

Ar ($A_r=39.9$, $Z=+18$) расположен перед K ($A_r=39.1$, $Z=+19$)

Te ($A_r=127.6$, $Z=+52$) расположен перед I ($A_r=126.9$, $Z=+53$)

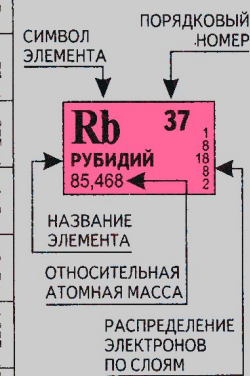
ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев
1834–1907

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			
		a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	б	a		
1	1	H водород 1,008																He гелий 4,003	2
2	2	Li литий 6,941	Be бериллий 9,0122	B бор 10,811	C углерод 12,011	N азот 14,007	O кислород 15,999	F фтор 18,998										Ne неон 20,179	10
3	3	Na натрий 22,99	Mg магний 24,312	Al алюминий 26,982	Si кремний 28,086	P фосфор 30,974	S сера 32,064	Cl хлор 35,453										Ar аргон 39,948	18
4	4	K калий 39,102	Ca кальций 40,08	Sc скандий 44,956	Ti титан 47,88	V ванадий 50,941	Cr хром 51,996	Mn марганец 54,938	Fe железо 55,849	Co кобальт 58,933	Ni никель 58,7								
	5	Cu медь 63,546	Zn цинк 65,37	Ga галлий 69,72	Ge германий 72,59	As мышьяк 74,922	Se селен 78,96	Br бром 79,904											Kr криптон 83,8
5	6	Rb рубидий 85,468	Sr стронций 87,62	Y иттрий 88,906	Zr цирконий 91,22	Nb ниобий 92,906	Mo молибден 95,94	Tc технеций [99]	Ru рутений 101,07	Rh родий 102,906	Pd палладий 106,4								
	7	Ag серебро 107,868	Cd кадмий 112,41	In индий 114,82	Sn олово 118,69	Sb сурьма 121,75	Te теллур 127,6	I йод 126,905											Xe ксенон 131,3
6	8	Cs цезий 132,905	Ba барий 137,34	лантаноиды		Hf гафний 178,49	Ta тантал 180,948	W вольфрам 183,85	Re рений 186,207	Os осмий 190,2	Ir иридий 192,22	Pt платина 195,09							
	9	Au золото 196,967	Hg ртуть 200,59	Tl таллий 204,37	Pb свинец 207,19	Bi висмут 208,98	Po полоний [210]	At астат [210]											Rn радон [222]
7	10	Fr франций [223]	Ra радий [226]	актиноиды		Rf резерфордий [261]	Db дубний [262]	Sg сигборгий [263]	Bh борий [262]	Hn ханний [265]	Mt мейтнерий [266]	110							
ВЫШНИЕ 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											



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

Л А Н Т А Н О И Д Ы

57 La лантан 138,905	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 амерций [243]	96 Cm кюрий [247]	97 Bk берклий [247]	98 Cf калifornий [251]	99 Es энштейний [254]	100 Fm фермий [257]	101 Md менделевий [258]	102 No нобелий [259]	103 Lr лоуренсий [260]
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

СТРУКТУРА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ (короткая форма)

Горизонтальные ряды – ПЕРИОДЫ (1-7)

Малые (короткие) периоды (1,3) – 8 элементов

Большие (длинные) периоды (4-7) – 18, 18, 32, 32 + 2 семейства элементов - лантаноиды и актиноиды)

Вертикальные ряды – ГРУППЫ (I-VIII):

Главные подгруппы (A) – входят элементы малых и больших периодов

Побочные подгруппы (B) – входят элементы только больших периодов

Электронное строение атома и периодичность свойств химических элементов

1. Номер периода = числу энергетических уровней в атоме
2. Порядковый номер элемента = количеству электронов = заряду ядра атома
3. Длина периода определяется числом электронов, необходимых для завершения соответствующих энергетических подуровней
4. В коротких периодах, начале и конце длинных периодов наблюдается увеличение числа электронов на внешнем уровне
5. В длинных периодах происходит заполнение внутренних электронных оболочек в атомах переходных металлов
6. Электронных конфигурации элементов в группе аналогичны, что приводит к сходству физических и химических свойств

- I A: Li, Na, K, Rb, Cs, Fr

① [] ns^1 щелочные металлы

- II A: Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra

② [] ns^2 щелочноземельные металлы

- III A: B, Al, Ga, In, Tl

⑬ [] ns^2np^1

- IV A: C, Si, Ge, Sn, Pb

⑭ [] ns^2np^2

- V A: N, P, As, Sb, Bi

⑮ [] ns^2np^3 пниктогены

- VI A: O, S, Se, Te, Po

⑯ [] ns^2np^4 халькогены

• VII A: F, Cl, Br, I, At

①⑦ [] ns^2np^5 галогены

• O: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

①⑧ $1s^2$ [] инертные газы
[] ns^2np^6

3d – элементы (Sc → Zn)

4d – элементы (Y → Cd)

5d – элементы (La → Hg)

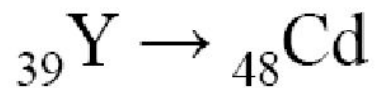
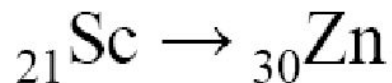
6d – элементы (Ac, Th, Lr → Mt)

4f – элементы (Ce → Lu)

5f – элементы (Pa → No)

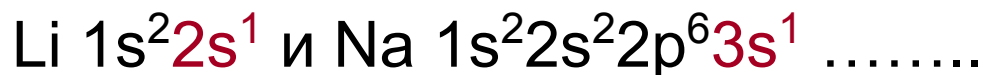
Число главных подгрупп = максимальное
число $s + p$ электронов = 8

Число переходных элементов =
максимальное число d электронов = 10



Число лантаноидов = максимальное число f
электронов = 14

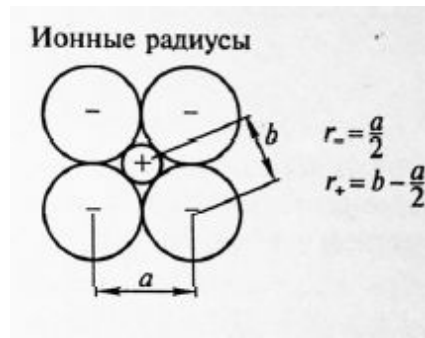
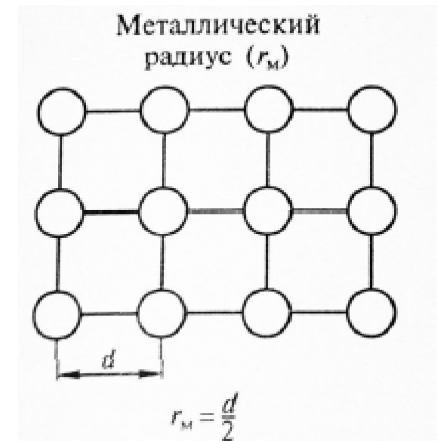
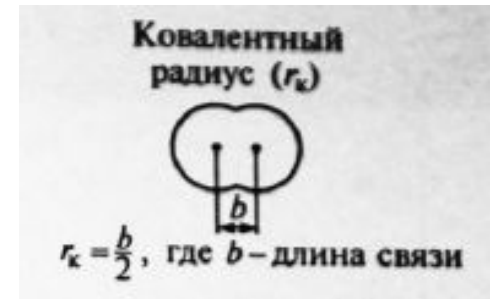
Электронные аналоги – атомы и ионы с однотипным
распределением внешних электронов



Характеристики атомов

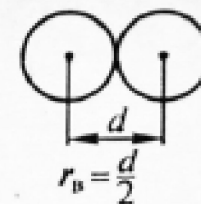
• АТОМНЫЙ РАДИУС

- **Орбитальный радиус ($r_{орб}$)** – расстояние от ядра до максимума радиальной электронной плотности последнего энергетического уровня (наибольшие $r_{орб}$ – щелочные и щелочно-земельные металлы, наименьшие $r_{орб}$ – галогены и инертные газы)
- **Ковалентный радиус (r_k)** – половина длины одинарной ковалентной связи между атомами данного элемента (в том числе для атомов, образующих кратные связи)
- **Металлический радиус (r_M)** – половина межъядерного расстояния соседних атомов в плотноупакованной кристаллической решетке металла
- **Ионный радиус (r_+ , r_-)** – считают, что расстояние между ядрами соседних катиона и аниона равно сумме их ионных радиусов

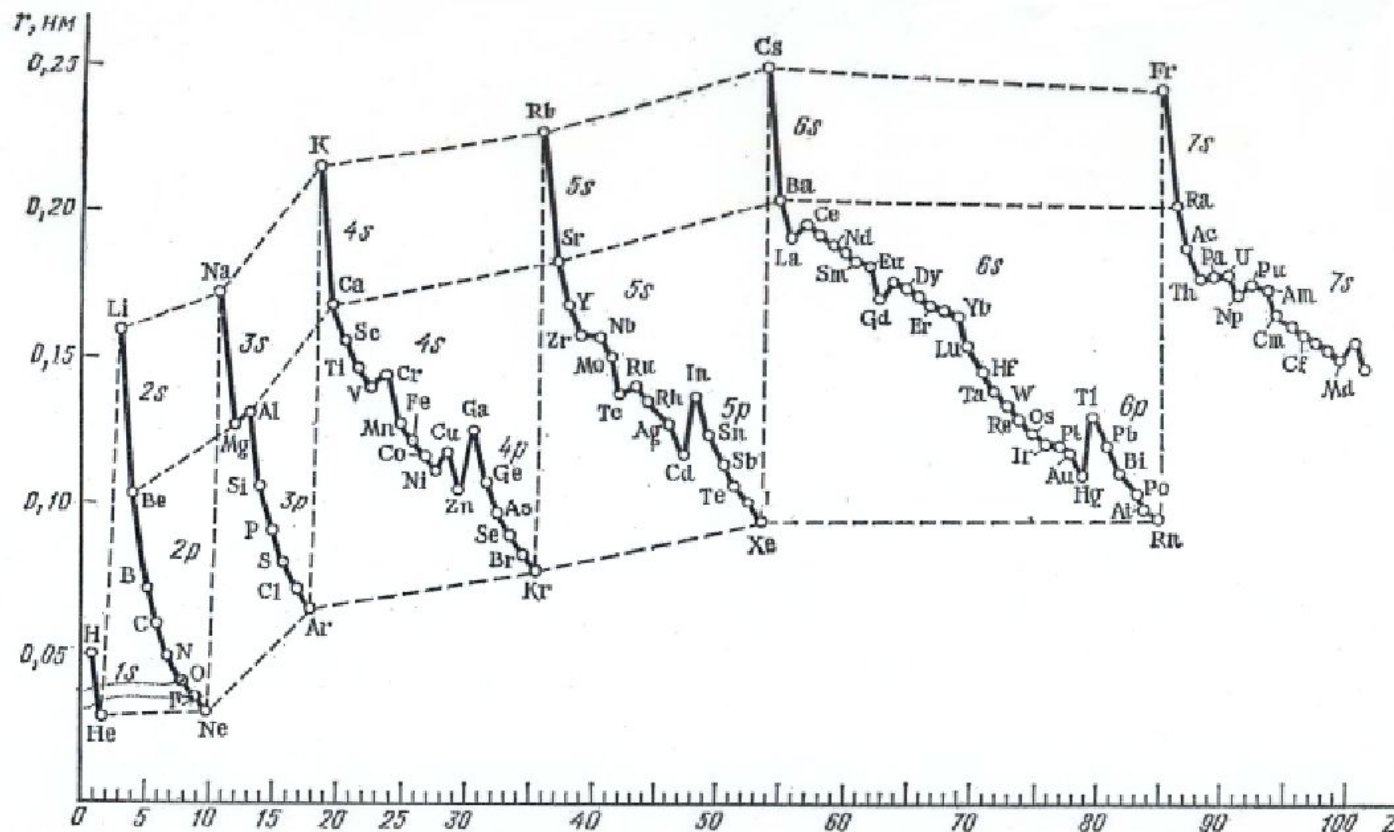


- Ван-дер-ваальсов радиус (r_B) – кратчайшее расстояние между атомами, не образующими химической связи

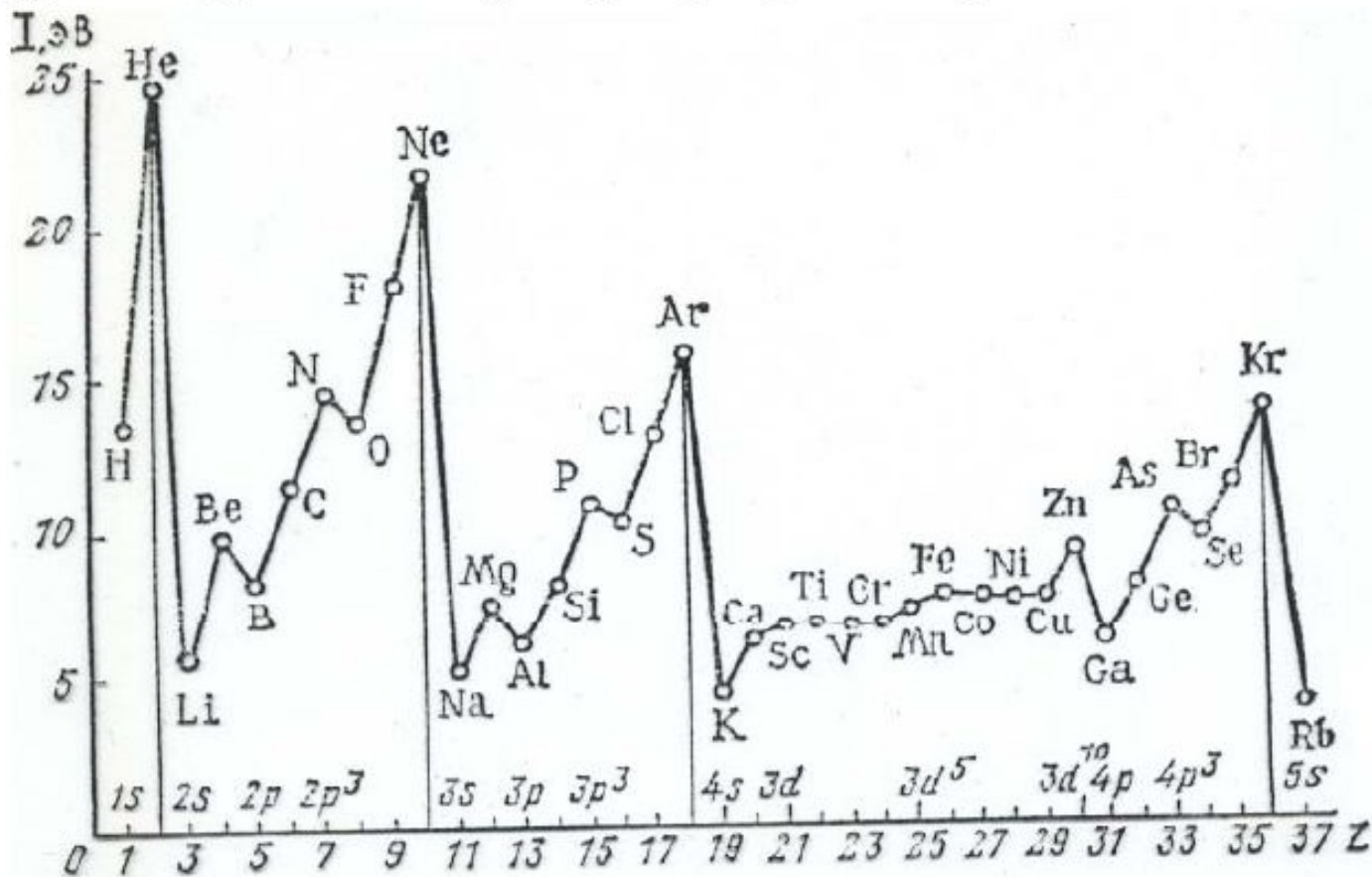
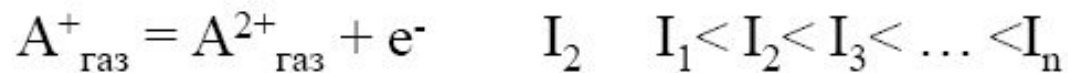
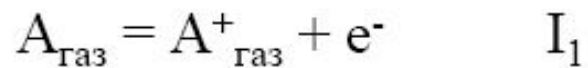
Ван-дер-ваальсов радиус (r_B)

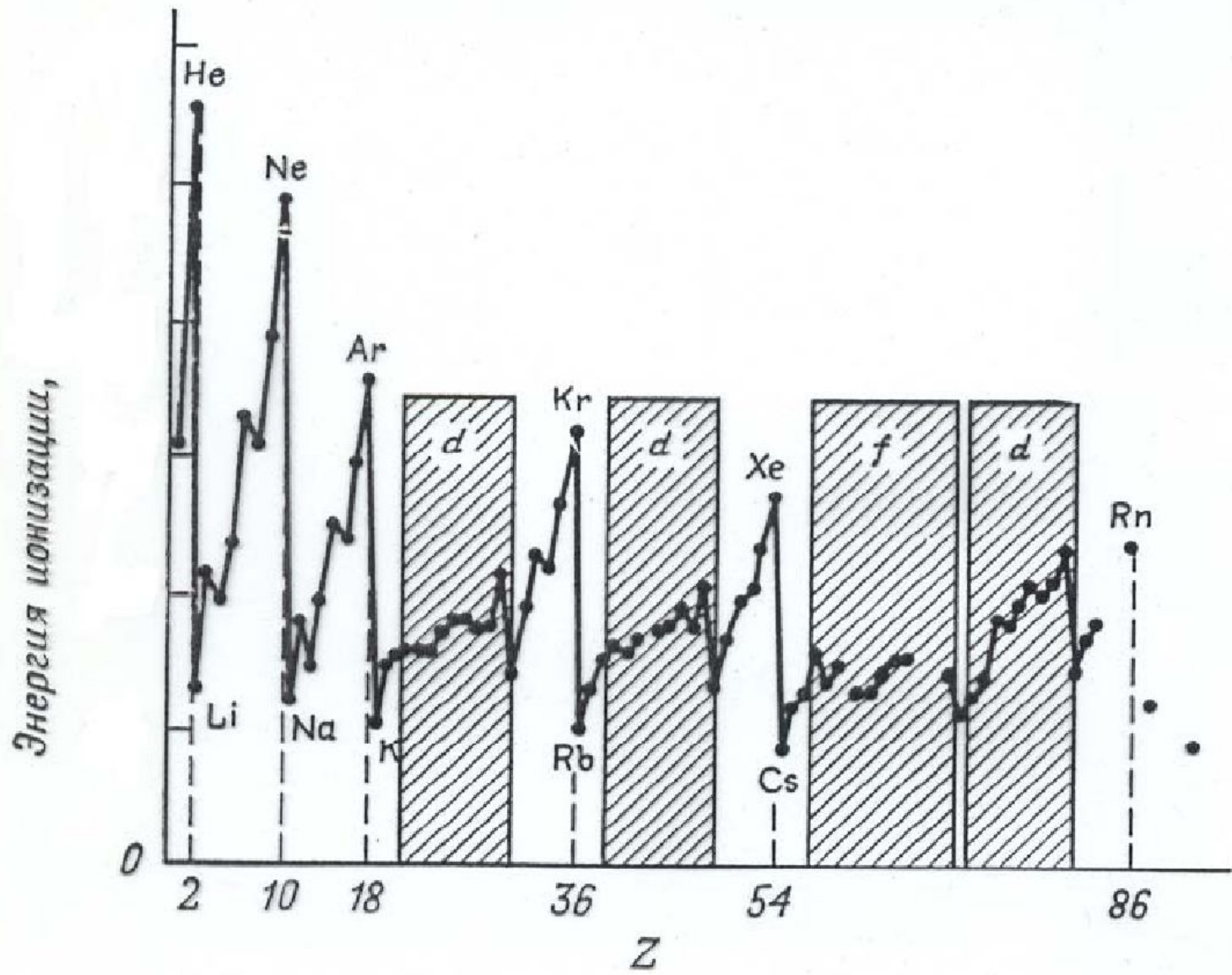


Зависимость орбитальных радиусов атомов от атомного номера элемента



• Потенциал ионизации





- Сродство к электрону A_e



- Магнитный момент $\mu_{\text{эфф}}$

$$\mu_{\text{эфф}} = 2\sqrt{S(S+1)} = \sqrt{n(n+2)}$$

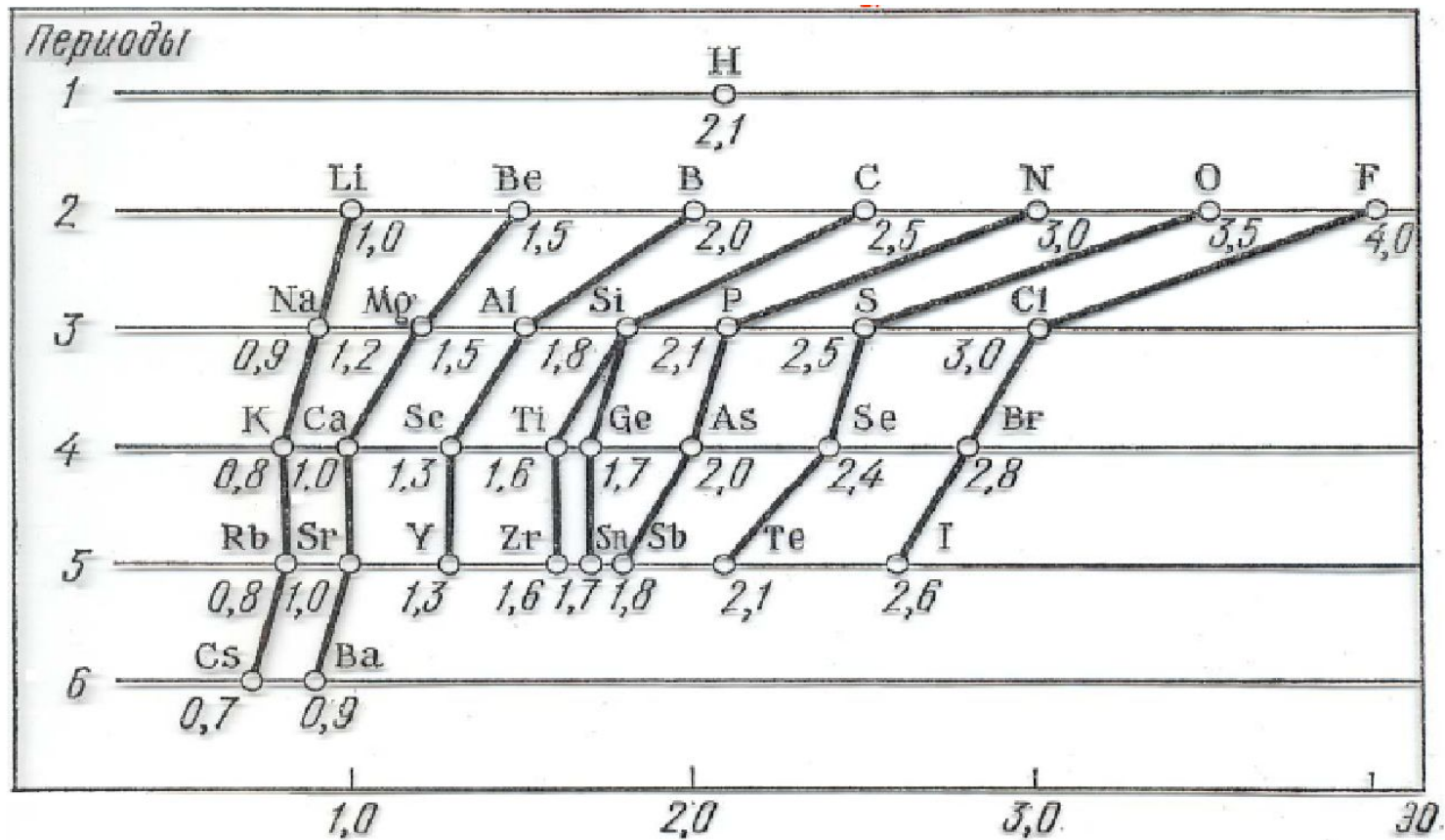
- Электроотрицательность χ

Мера смещения электронной плотности при взаимодействии с другим атомом.

Шкалы: Полинга χ_P , Олреда – Рохова χ_{AR} , Малликена χ_M

$$\chi_M = \frac{1}{2}(I_1 + A_e)$$

Изменение относительной электроотрицательности в периодах



Водород – особый элемент

Простейшее
электронное
строение: $1s^1$



Особое
положение
водорода в ПС

	1	2		13	14	15	16	17	18
	H							(H)	He
	Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
	Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar
	K	Ca	d-block	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	Rb	Sr		In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	Cs	Ba		Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	Fr	Ra							

1 группа: ион H^+ аналогичен катионам щелочных металлов – нет электронов на валентном уровне

17 группа: ион H^- аналогичен анионам галогенов – оболочка инертного газа

Элементы-неметаллы

1	2		13	14	15	16	17	18
H							(H)	He
Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	<i>d</i> -block	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr		In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra							

1. Число валентных e^- :
 $n=N-10$

2. Электроотрицательность увеличивается слева направо и снизу вверх

3. Основные положительные степени окисления $n, n-2$

4. Основная отрицательная степень окисления $-(8-n)$

Всего **25** элементов-неметаллов, из них **3** радиоактивны

- Молекулярные, слоистые или цепочечные структуры с малыми к.ч.
- Плохо проводят электрический ток
- Обладают малой эластичностью и большой хрупкостью
- Имеют высокие значения электроотрицательности, больше потенциалы ионизации
- Легко образуют анионы, реагируя с металлами
- Не выделяют водород из кислот
- Образуют ковалентные оксиды, обычно с кислотными свойствами
- Образуют молекулярные фториды
- Образуют молекулярные гидриды, обладающие восстановительными свойствами

Благородные газы

He гелий (солнечный)

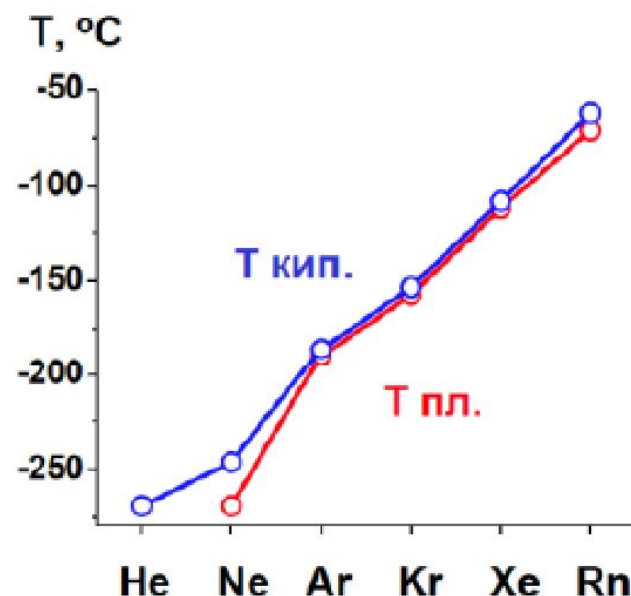
Ne неон (новый)

Ar аргон (недеятельный)

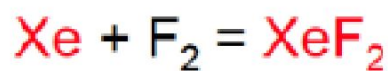
Kr криптон (скрытный)

Xe ксенон (чужой)

Rn радон (радиоактивный)



1. Имеют завершенные электронные оболочки
2. Очень нереакционноспособны
3. He, Ne, Ar не образуют химических соединений
4. Известны производные ксенона в с.о. **+2**, +4, +6, +8



Щелочные и щелочноземельные металлы


	1	2		13	14	15	16	17	18
	H							(H)	He
s-металлы	Li	Be	d-block	B	C	N	O	F	Ne
	Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar
	K	Ca		Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	Rb	Sr		In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	Cs	Ba		Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra								

Щелочные металлы

Щелочноземельные металлы

p-Металлы

1	2		13	14	15	16	17	18
H							(H)	He
Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	d-block	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr		In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra							



1. Электронные конфигурации, как у неметаллов – незавершенный *p*-подуровень

2. Легкоплавкие металлы

3. Малые значения I_1

4. Устойчивы положительные степени окисления $+n$ и $+(n - 2)$

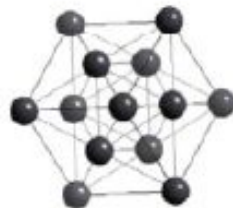
5. Вниз по подгруппе увеличивается стабильность с.о. $+(n - 2)$

6. Химическая активность меньше, чем у *s*-металлов

Al



Pb



d-Металлы

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 ряд	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
2 ряд	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
3 ряд	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg



+ лантаниды



триада железа



платиновые металлы



монетные металлы

Изменение электронной конфигурации:

от $[\text{Ng}]ns^2(n-1)d^1$

до $[\text{Ng}]ns^2(n-1)d^{10}$

f-металлы

4*f*-металлы – лантаниды

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf

Chapter 22 Opener

Shriver & Atkins Inorganic Chemistry, Fourth Edition

© 2006 by D. F. Shriver, P. W. Atkins, T. L. Overton, J. P. Rourke, M. T. Weller, and F. A. Armstrong

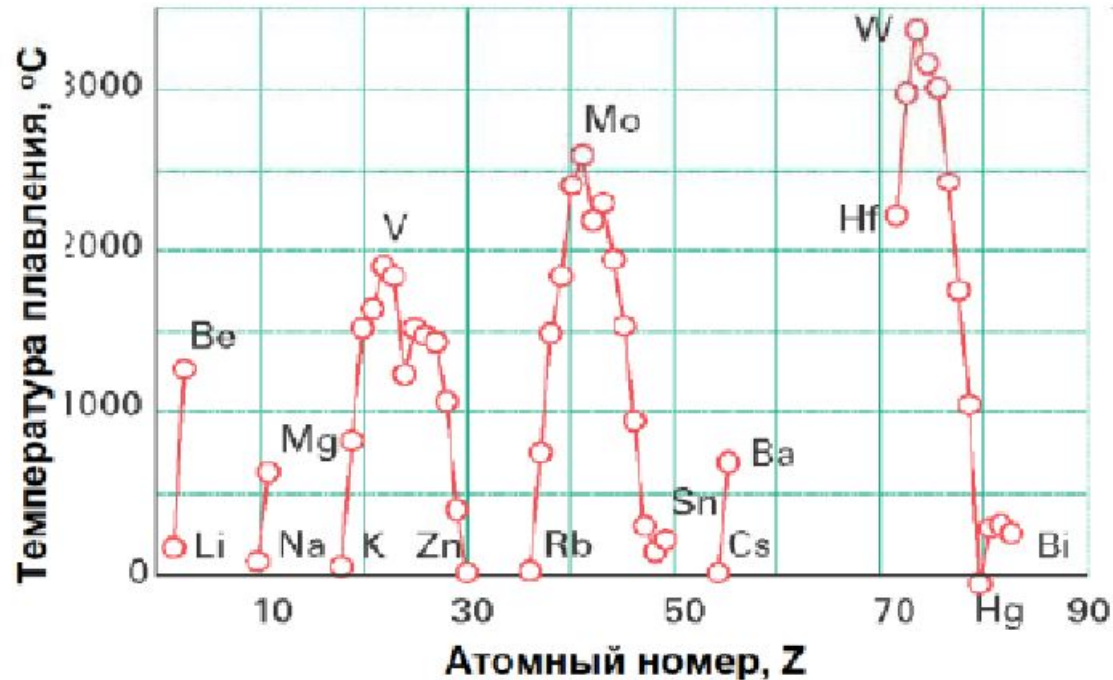
5*f*-металлы – актиниды



1. Заполняется *f*-подуровень $n-2$ периода
2. Лантаниды: степени окисления +3 для всех элементов, а также Ce^{+4} , Eu^{2+}
3. Лантаниды: радиус уменьшается от La до Lu (*лантанидное сжатие*)
4. Актиниды: химически очень разнообразны, с.о. от +2 до +7
5. Все актиниды, а также Pm радиоактивны
6. Для всех *f*-элементов характерны высокие координационные числа

Особенности элементов-металлов

1. Широкий диапазон твердости и пластичности
2. Широкий диапазон температур плавления



3. Различная реакционная способность
4. Различная электроотрицательность, но $\chi \leq 2$.
5. Различная удельная проводимость, но $d\sigma/dT < 0$