

21 44.956 Sc Scandium	22 47.867 Ti Titanium	23 50.942 V Vanadium	24 51.996 Cr Chromium	25 54.938 Mn Manganese	26 55.845 Fe Iron	27 58.933 Co Cobalt	28 58.693 Ni Nickel	29 63.546 Cu Copper	30 65.39 Zn Zinc
39 88.906 Y Yttrium	40 91.224 Zr Zirconium	41 92.906 Nb Niobium	42 95.94 Mo Molybdenum	43 (96) Tc Technetium	44 101.07 Ru Ruthenium	45 102.91 Rh Rhodium	46 106.42 Pd Palladium	47 107.87 Ag Silver	48 112.41 Cd Cadmium
57-71 La-Lu Lanthanides	72 178.49 Hf Hafnium	73 180.95 Ta Tantalum	74 183.84 W Tungsten	75 186.21 Re Rhenium	76 190.23 Os Osmium	77 192.22 Ir Iridium	78 195.08 Pt Platinum	79 196.97 Au Gold	80 200.59 Hg Mercury
89-103 Ac-Lr Actinides	104 (261) Rf Rutherfordium	105 (262) Db Dubnium	106 (266) Sg Seaborgium	107 (264) Bh Bohrium	108 (277) Hs Hassium	109 (268) Mt Meitnerium	110 (281) Ds Darmstadtium	111 (272) Rg Roentgenium	112 (285) Uub Ununbium

57 138.91 La Lanthanum	58 140.12 Ce Cerium	59 140.91 Pr Praseodymium	60 144.24 Nd Neodymium	61 (145) Pm Promethium	62 150.36 Sm Samarium	63 151.36 Eu Europium	64 157.25 Gd Gadolinium	65 158.93 Tb Terbium	66 162.50 Dy Dyprosium	67 164.93 Ho Holmium	68 167.26 Er Erbium	69 168.93 Tm Thulium	70 173.04 Yb Ytterbium	71 174.97 Lu Lutetium
89 (227) Ac Actinium	90 232.04 Th Thorium	91 231.04 Pa Protactinium	92 238.03 U Uranium	93 (237) Np Neptunium	94 (244) Pu Plutonium	95 (243) Am Americium	96 (247) Cm Curium	97 (247) Bk Berkelium	98 (251) Cf Californium	99 (252) Es Einsteinium	100 (257) Fm Fermium	101 (258) Md Mendelevium	102 (259) No Nobelium	103 (262) Lr Lawrencium

ХИМИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВВОДНЫЙ ОБЗОР

Селезнев Р. В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Переходные элементы – это такие элементы у которых в нейтральных свободных атомах, а также в ионах d - или f -орбитали частично заполнены электронами

Все существующие ПЭ можно разделить на **3 группы:**

- d -элементы (40)
- лантаноиды (14)
- актиноиды (14)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Общие свойства ПЭ:

- являются «типичными» металлами
- широкий выбор степеней окисления, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств их соединений
- соединения переходных металлов часто обладают ярко выраженной кластерной структурой
- образуют многочисленные и разнообразные комплексные соединения

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Общие свойства ПЭ:

- их ионы и соединения хотя бы в какой-нибудь степени окисления имеют окраску (за редкими исключениями)
- наличие заполненных электронных оболочек обуславливает способность ПЭ образовывать парамагнитные соединения
- характерны нестехиометрические соединения
- соединения переходных металлов с водородом являются в большинстве случаев фазами внедрения

ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ

- Лантаноиды, актиноиды и отдельные ряды d -группы подразделяются на «ранние» и «поздние»

4-й период: **Sc, Ti, V, Cr, Mn** и

Fe, Co, Ni, Cu, Zn

актиноиды: **Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm** и

Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr

- Физической основой такого деления является достижение «срединной» электронной конфигурации атома (d^5, f^7)

ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ

Закономерности изменения свойств:

- относительно пониженная валентность атомов «поздних» элементов
- пониженная кратность связей атомов «поздних» элементов с π -электронодонорными лигандами
- повышенная энергия связей атомов «поздних» элементов с π -электроноакцепторными лигандами и определяемая ею стабильность комплексов с π -акцепторными лигандами (*карбонилов*) и π -комплексов (*ферроцена*)
- повышенная устойчивость низкозарядных гидратированных катионов «поздних» элементов в водных растворах

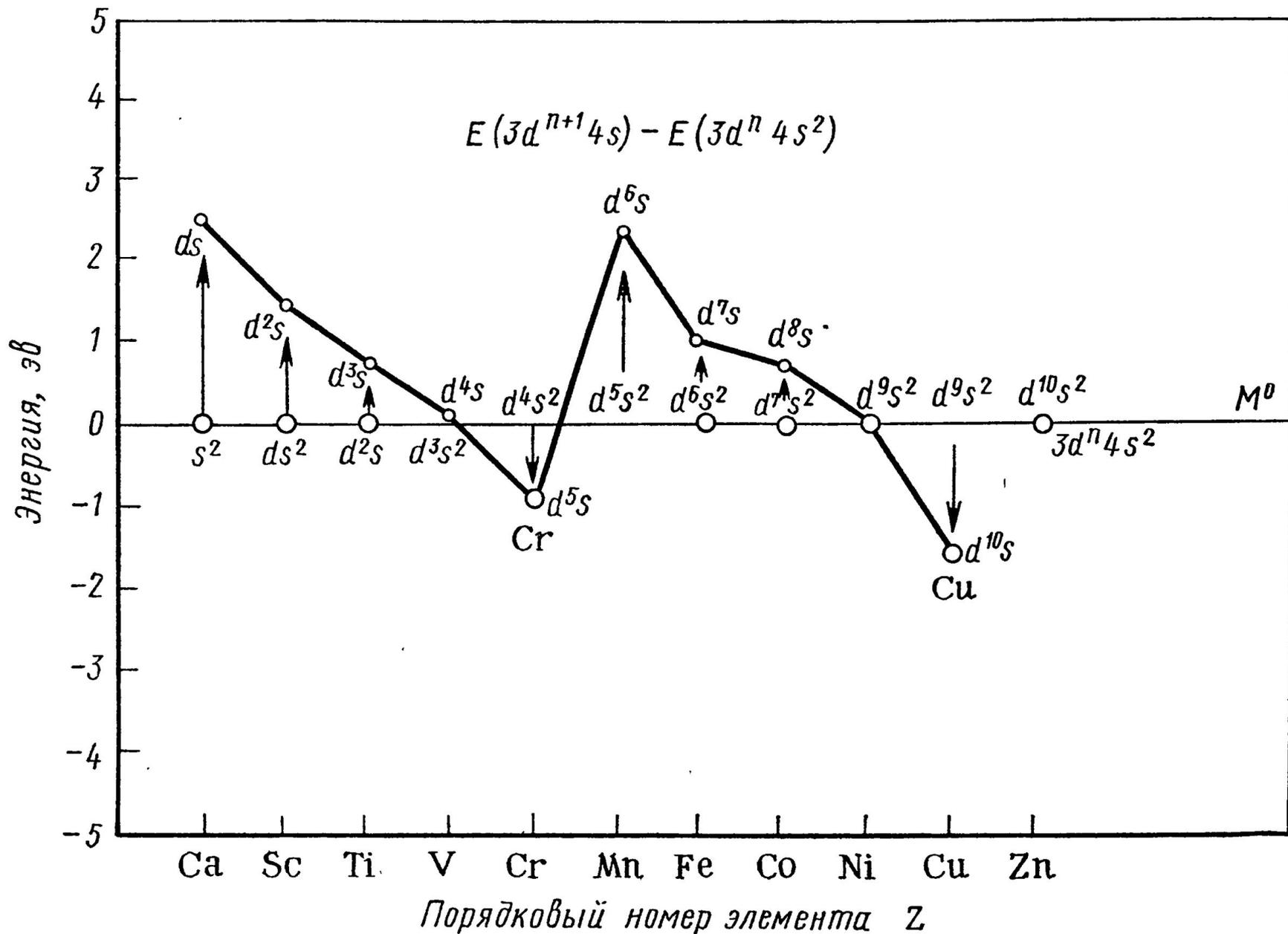


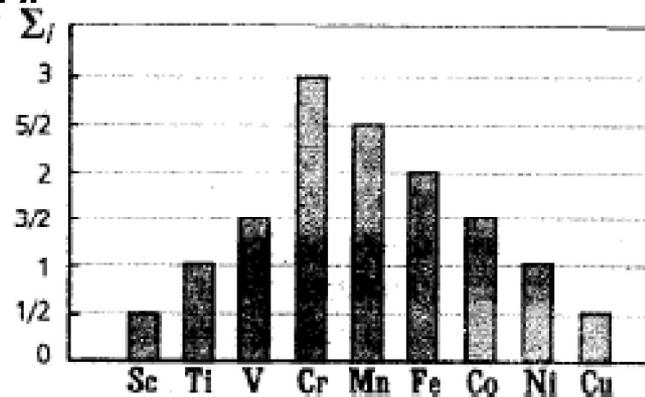
Рис. 37. Энергетическая конкуренция состояний $3d^{n+1}4s$ и $3d^n 4s^2$ для атомов $3d$ -элементов

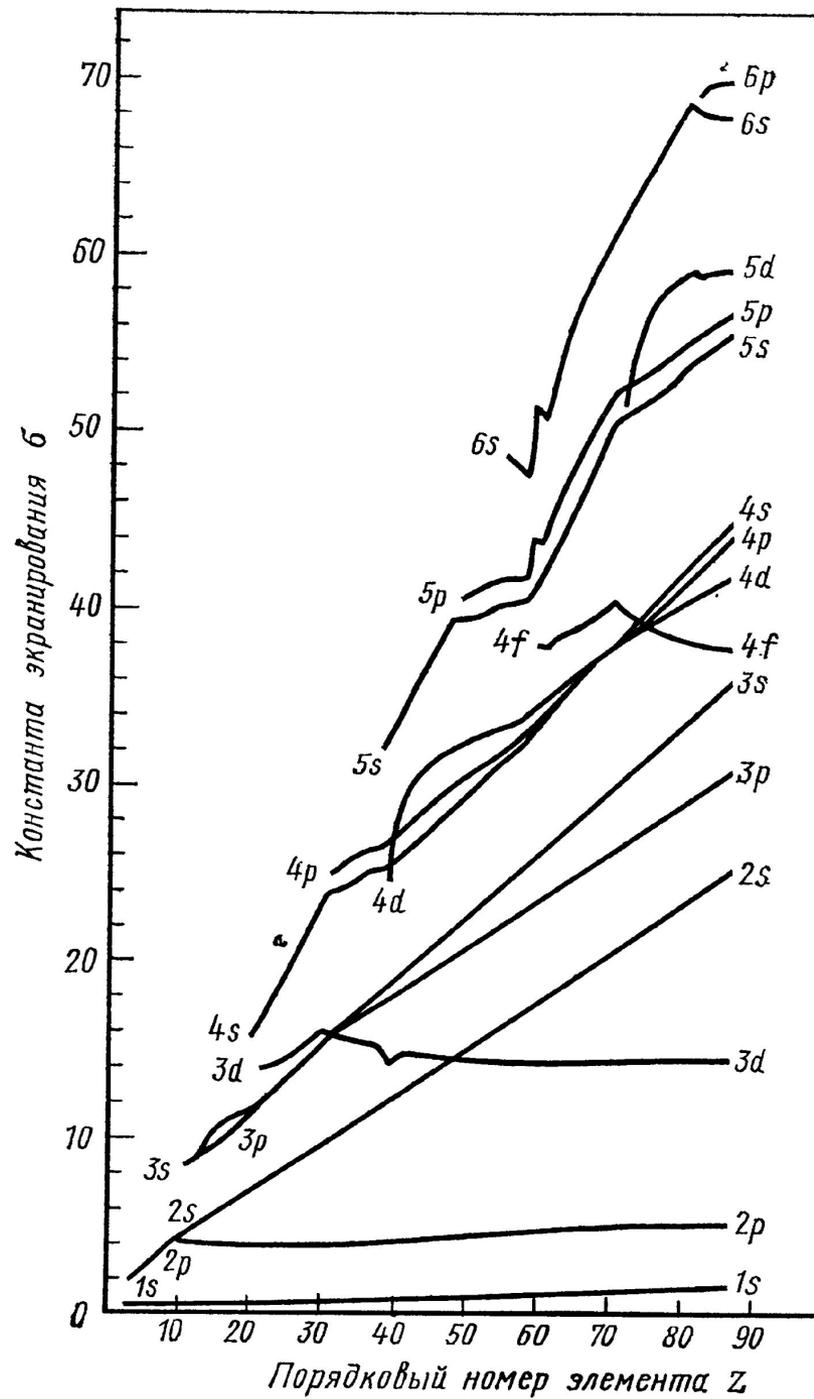
d-ЭЛЕМЕНТЫ ОБЩИЕ СВОЙСТВА

- высокая прочность и твердость
- высокая тепло- и электропроводность
- многие растворяются в минеральных кислотах-неокислителях
- делятся на декады
- элементы 2-й и 3-й декады имеют схожие физические и химические свойства

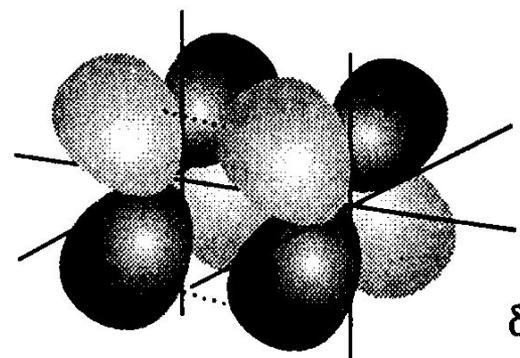
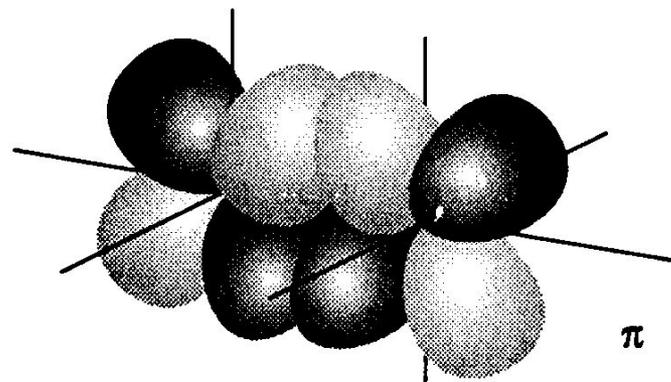
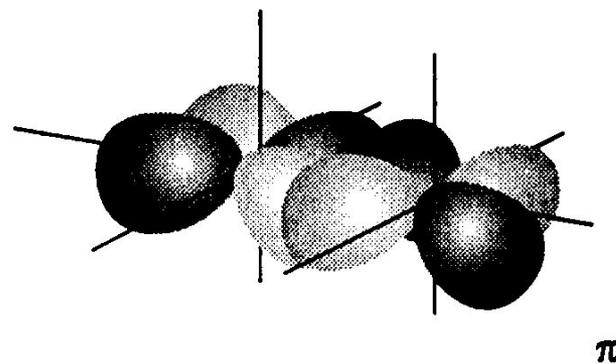
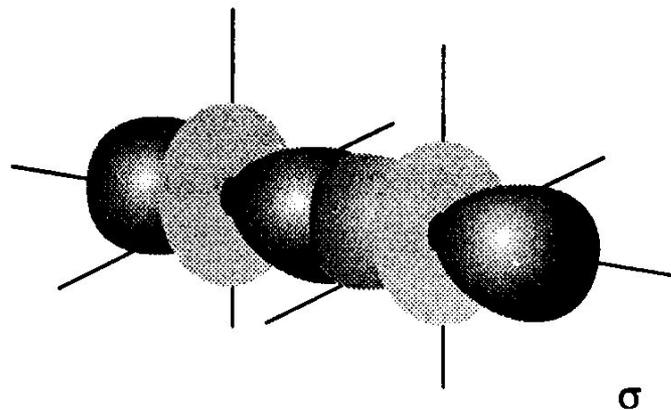
СОЕДИНЕНИЯ d-ЭЛЕМЕНТОВ

- в высших (4-8) и средних (3-4) степенях окисления связи ковалентные
- в низших (2-3) – характер связи, преимущественно, ионный
- степени окисления меньше 2 (у 3d) наблюдаются только в π-комплексах
- большинство соединений окрашены

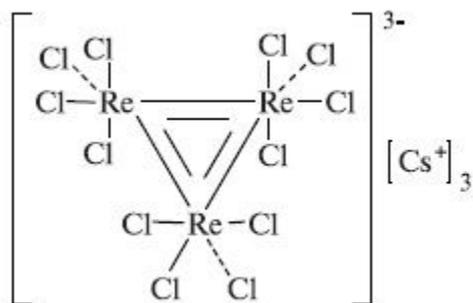




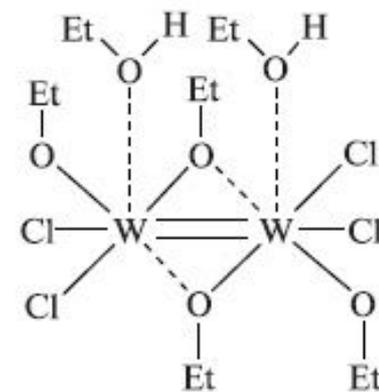
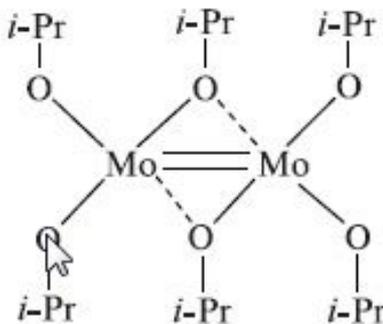
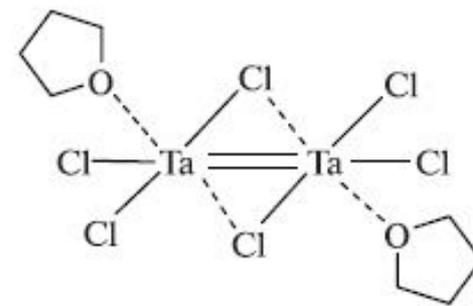
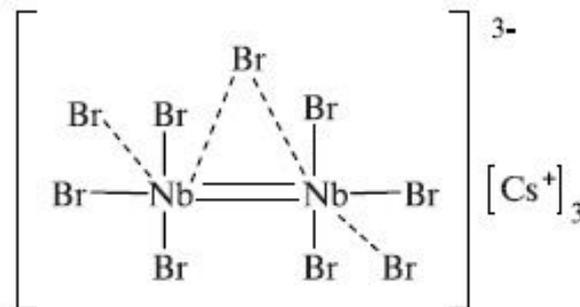
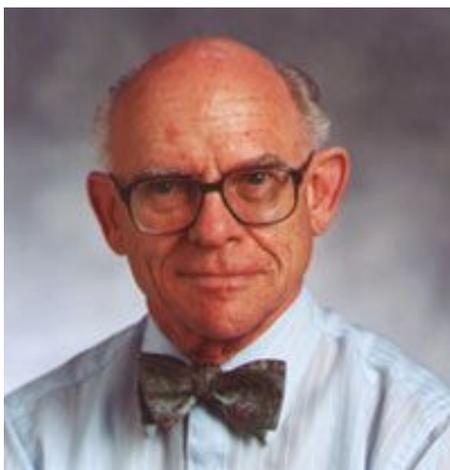
СВЯЗИ МЕТАЛЛ – МЕТАЛЛ



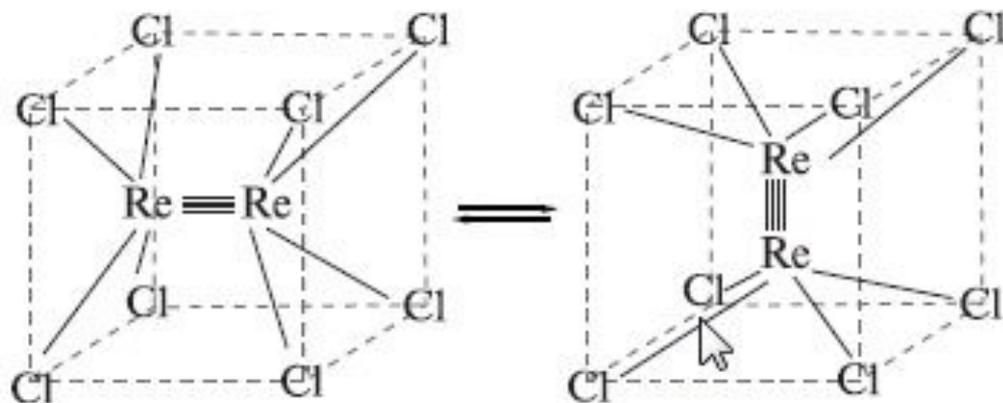
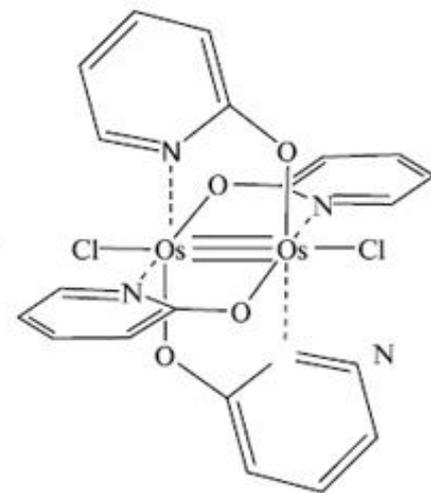
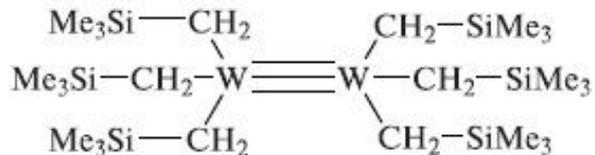
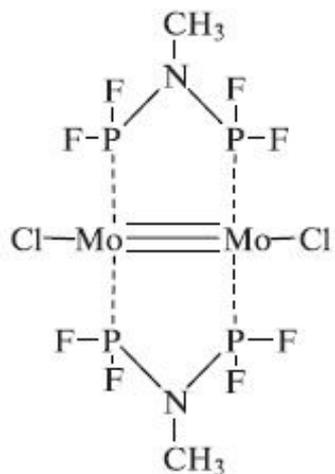
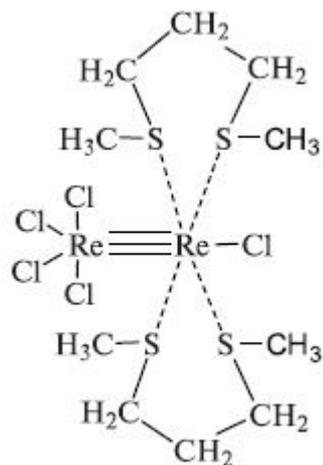
СВЯЗИ МЕТАЛЛ – МЕТАЛЛ



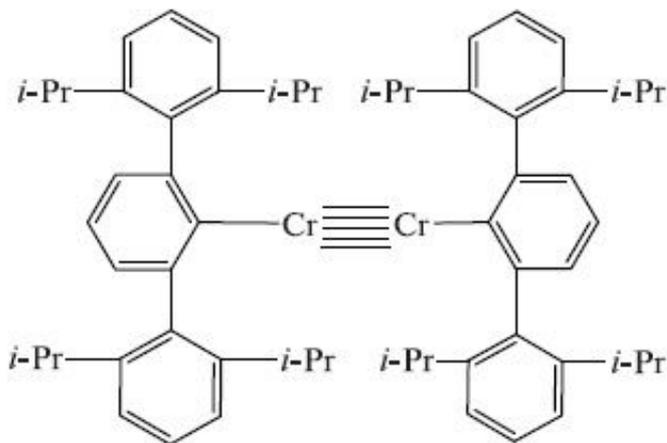
1963, Ф.



СВЯЗИ МЕТАЛЛ – МЕТАЛЛ

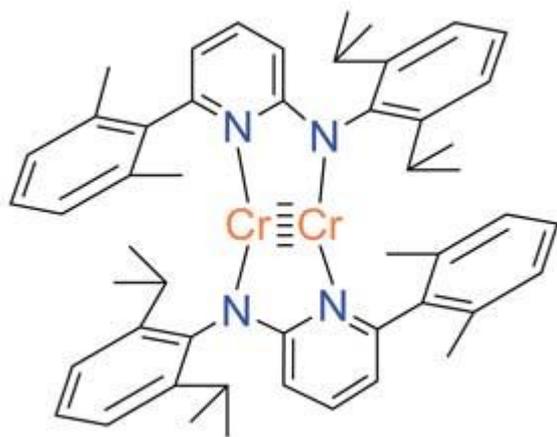
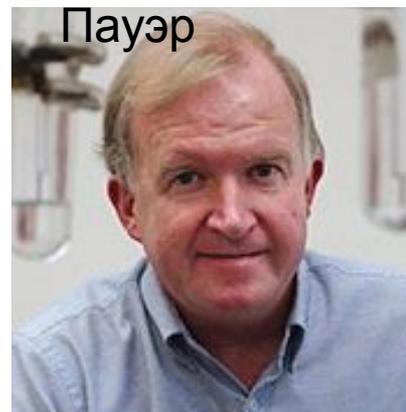


СВЯЗИ МЕТАЛЛ – МЕТАЛЛ



2005, Ф.

Пауэр



2014, Р.

Кэмпе

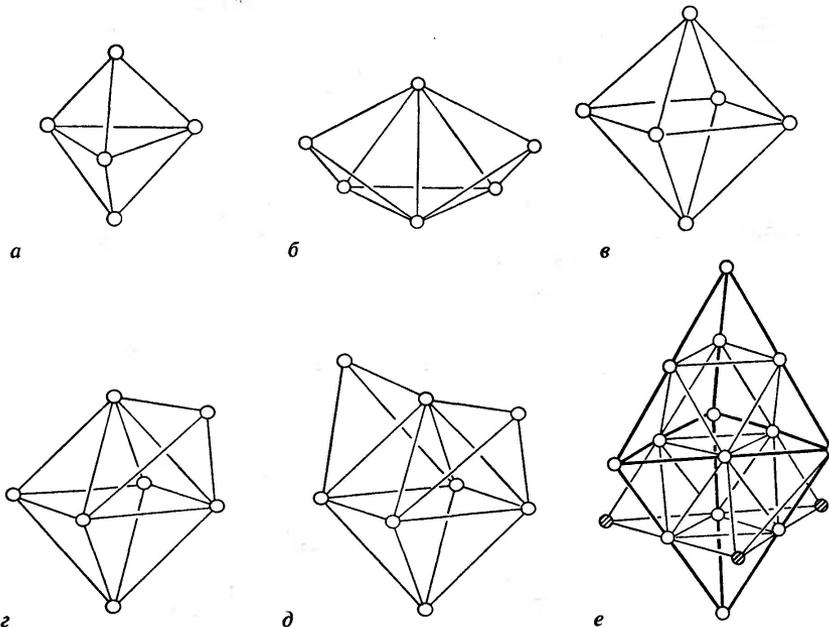


КЛАСТЕРЫ

- группы из 3-х или более атомов металла, каждый из которых связан со всеми остальными атомами металла или с большей их частью

Они обнаружены в соединениях разных типов, однако чаще всего это карбонилы металлов или низшие галогениды

Среди карбониллов



КЛАСТЕРЫ

Среди низших галогенидов были обнаружены треугольные и октаэдрические группы:

