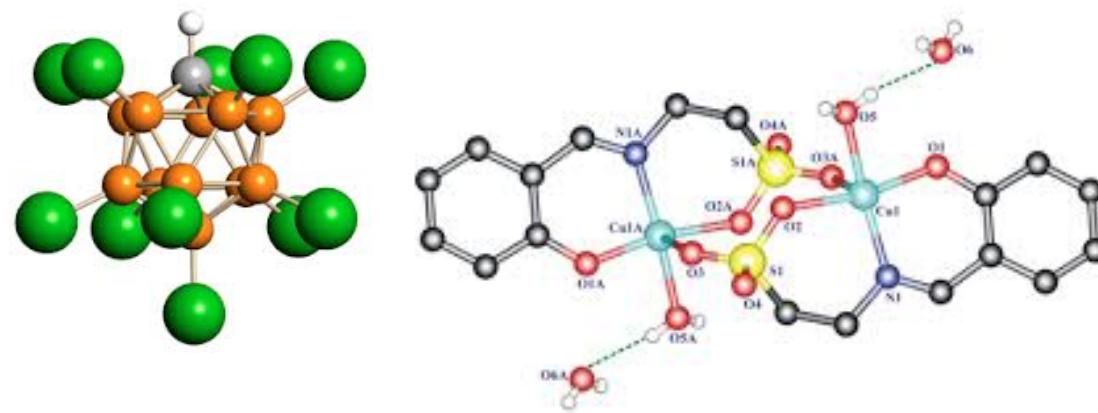
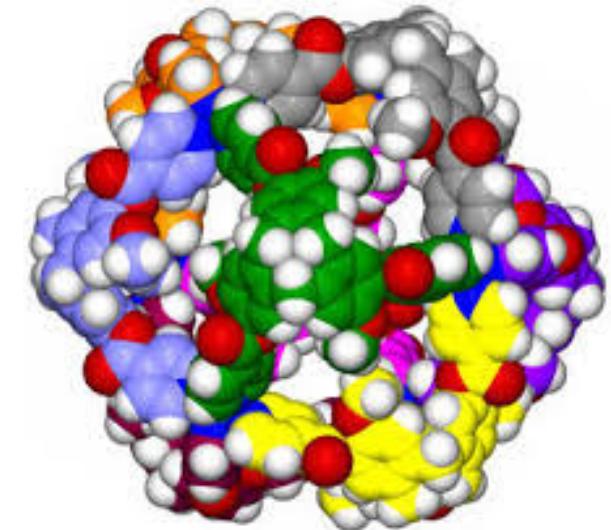


# Química Inorgânica 1

## Introdução

### 2020/2021

### 2º Semestre



- Licenciatura em Química Aplicada,
- Mestrado integrado em Engenharia Química e Bioquímica
- Prof. Carlos Lodeiro

# Química Inorgânica ???

A **Química Inorgânica** é o ramo da Química que estuda o comportamento e as propriedades dos **compostos inorgânicos (SEM Carbono?)**.

---

Este ramo da química abrange **todos os compostos químicos** exceto os compostos orgânicos que contêm ligações C-H, que são estudados pela Química Orgânica.

É difícil dividir totalmente estas duas áreas, existindo uma grande sobreposição, por exemplo a área de **Química Organometálica**

Tabela Periódica dos Elementos

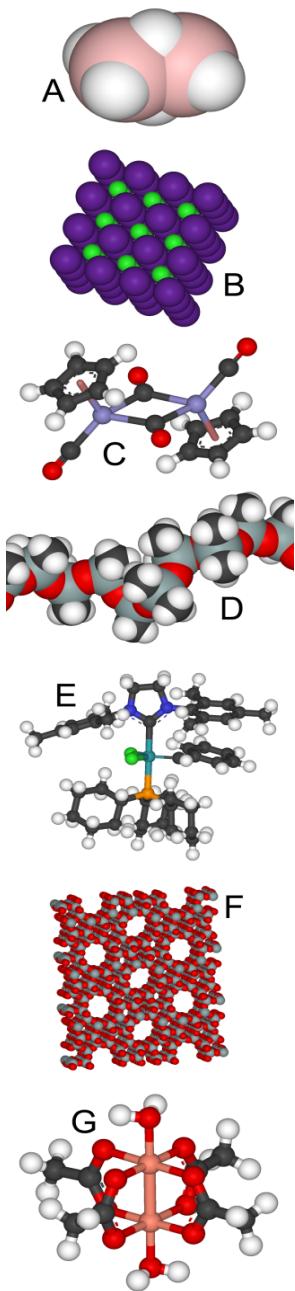
	1																	18		
1	H	2																He		
1,00794	1	3,0122	4														4,0026	2		
1	Hidrogênio	Lítio	Berílio														He	Helio		
2	Li	Be															10,8115	5		
22,990	11	24,005	12														12,0111	6		
3	Na	Mg															14,0077	7		
3	Sódio	Magnésio	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	10,0088	10	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Si	P	S	Cl	39,960	18	
4	Potássio	Cálcio	Escândio	Titânio	Vanádio	Crômio	Manganês	Ferro	Cobalto	Níquel	Cobre	Zinco	Alumínio	Silício	Óxido	Enxofre	Cloro	Neônio	33,99	36
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	Ga	Ge	As	Se	Br	131,287	54	
5	Rubídio	Estrônio	Írio	Zirconio	Níobio	Bórboreo	Tecônio	Ruthénio	Ródio	Paláadio	Prata	Cádmio	Germaníio	Ársenio	Asérvio	Selenio	Bromo	Criptônio	Xenônio	36,95
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	222,02	86	
6	Césio	Bárho	*	Hafnio	Tantalo	Tungstênio	Róbio	Ósmio	Íridio	Pótasa	Ouro	Mercúrio	Taleo	Chumbo	Bismuto	Polônio	Astatato	Radônio	131,287	54
7	Fr	Ra	*	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	234,117	118	
7	Francio	Rádio	*	Rutherfordio	Díbônio	Sobrobório	Borônio	Hassio	Moltônio	Darmestâdio	Röntgenio	Copéracio	Nísmio	Fiktívio	Moscovio	Uvermônio	Tennesseio	Oganessonio	234,117	118
	LANTÂNDEOS	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
	Lantândeo	Cério	Praseodímio	Néodímio	Prôsodímio	Samarídeo	Europídeo	Gadolinídeo	Tértio	Disprósídeo	Holêneo	Erbio	Tâlio	Ítrbio	Lutécio					
	ACTINÍDEOS	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				
	Actínideo	Tório	Protactínio	Úrano	Netônio	Plutônio	Americio	Curio	Berkúlio	Califórnia	Einstério	Fermio	Mendolâvio	Nobéllo	Laurâncio					

# Química Inorgânica Ou \ Químicas Inorgânicas?

- Química Inorgânica Industrial
- Química Inorgânica descritiva
- Química de coordenação (Metais de Transição)
- Química dos elementos representativos
  - Química Organometálica
    - Bio inorgânica
  - Química do Estado sólido
  - Química Inorgânica Teórica
- Mecanismos das Reações Químicas Inorgânicas
  - Química Inorgânica de Síntese
  - Química de Nano materiais Inorgânicos.

# Congresos Internacionais QI

- International Congress on Organometallics ICO
- International Conference on Coordination Chemistry. ICC
- Congresos de Materiais. ISN<sup>2</sup>A – Costa de Caparica
- International Congress on Translational Chemistry. IC3TC – Costa de Caparica
  - SPQ Química Inorgânica - Portugal
- Chromogenic and Emissive Materials, IC3EM – Costa de Caparica



A: Diborano (ligação 3c-2e pontes B-H-B)

B: Cloreto de Cesio (estrutura cristalina arquétipo)

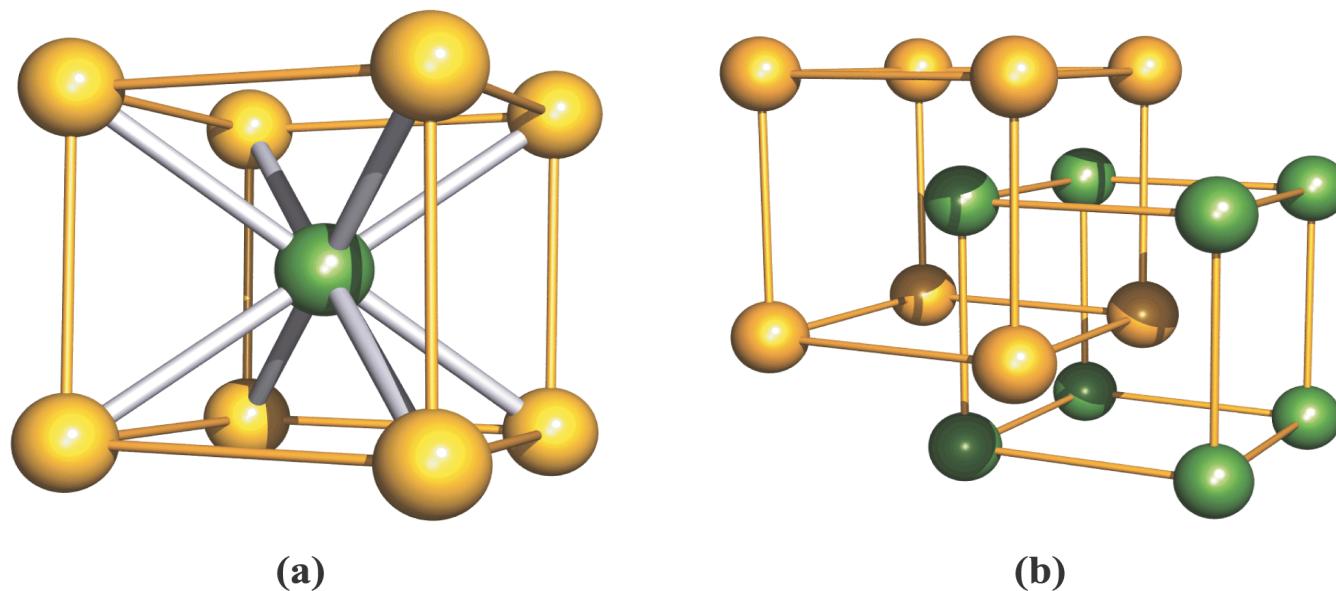
C: Composto organometálico ( ligação metal-carbono)

D: Silicone (polisiloxano), usada em implantes mamários

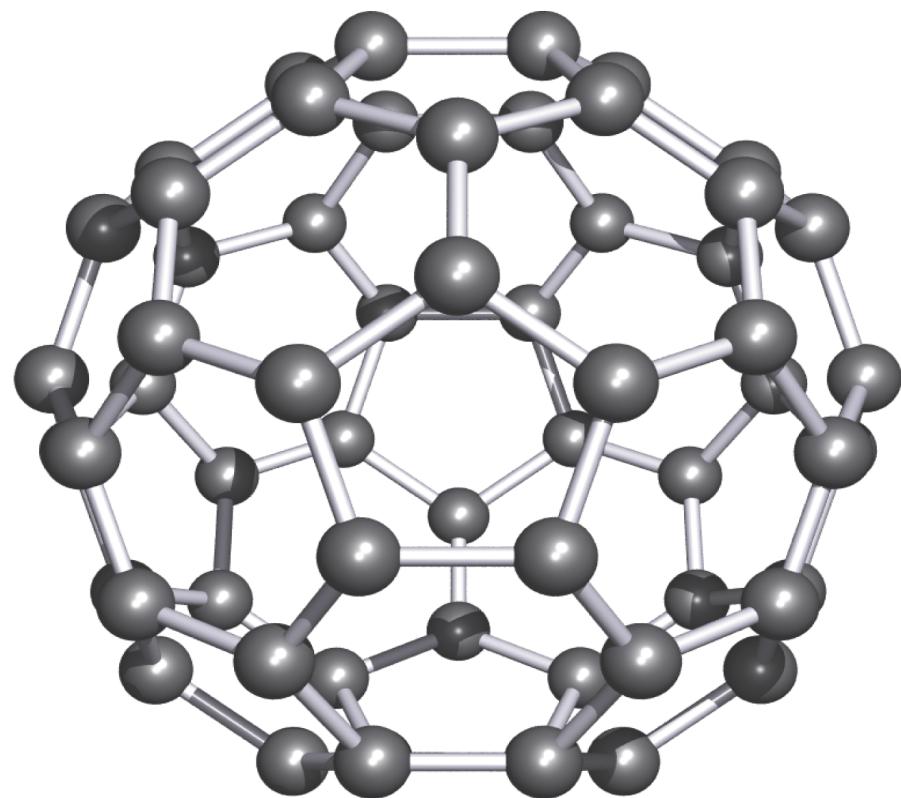
E: Catalizador de Grubbs, prémio Nobel da Química em 2005

F: Zeolitos (aluminosilicatos) usados como molecular Sieves

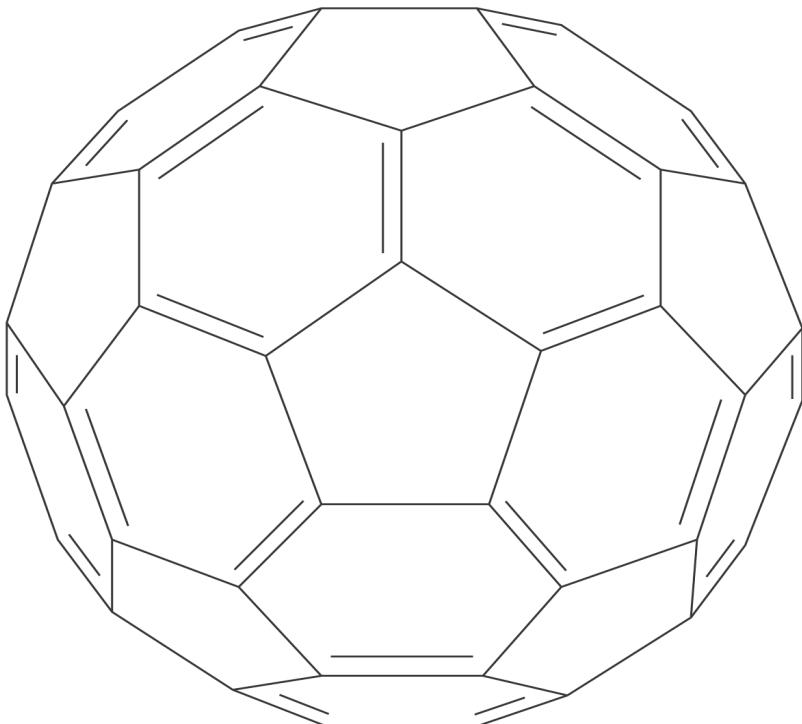
G: Acetato de cobre (II) propriedades magnéticas



**Fig. 6.16** (a) The unit cell of CsCl:  $\text{Cs}^+$  ions are shown in yellow and  $\text{Cl}^-$  in green, but the unit cell could also be drawn with the  $\text{Cs}^+$  ion in the central site. The unit cell is defined by the yellow lines. (b) One way to describe the CsCl structure is in terms of interpenetrating cubic units of  $\text{Cs}^+$  and  $\text{Cl}^-$  ions.

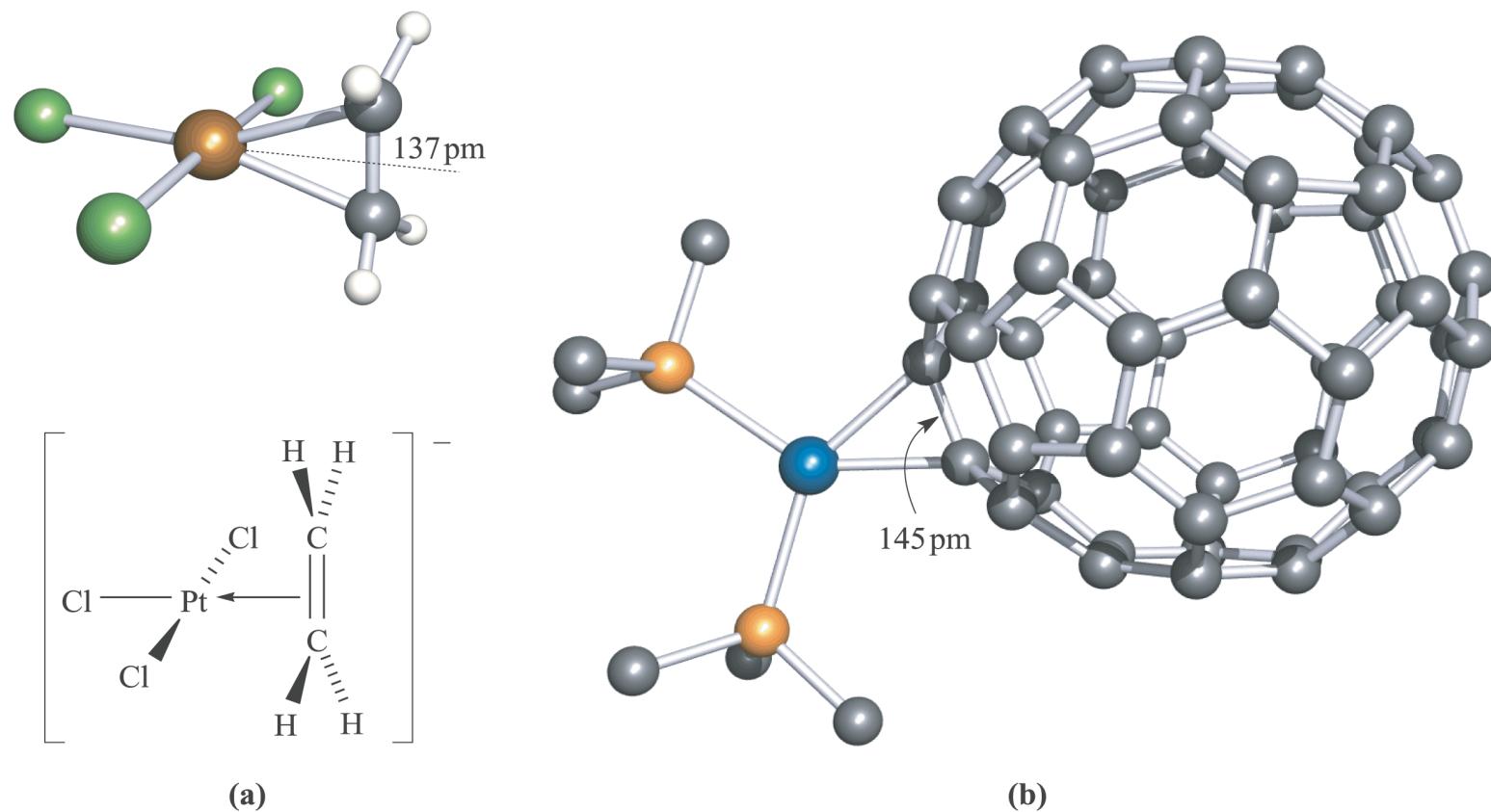


(a)



(b)

**Fig. 14.5** (a) The structure of the fullerene C<sub>60</sub>; the approximately spherical molecule is composed of fused 5- and 6-membered rings of carbon atoms. [X-ray diffraction at 173K of the benzene solvate C<sub>60</sub>·4C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, M.F. Meidine *et al.* (1992) *J. Chem. Soc., Chem. Commun.*, p. 1534.] (b) A representation of C<sub>60</sub>, in the same orientation as is shown in (a), but showing only the upper surface and illustrating the localized single and double carbon–carbon bonds.



**Fig. 24.18** (a) The structure of the anion in Zeise's salt,  $\text{K}[\text{PtCl}_3(\eta^2\text{-C}_2\text{H}_4)]^-$ . The Pt(II) centre can be regarded as being square planar as indicated in the schematic representation [neutron diffraction: R.A. Love *et al.* (1975) *Inorg. Chem.*, vol. 14, p. 2653]. (b) The structure of  $\text{Pd}(\eta^2\text{-C}_{60})(\text{PPh}_3)_2$ ; for clarity, only the *ipso*-C atoms of the Ph rings are shown [X-ray diffraction: V.V. Bashilov *et al.* (1993) *Organometallics*, vol. 12, p. 991]. Colour code: Pt, brown; Pd, blue; C, grey; Cl, green; P, orange; H, white.

# Metátese de olefinas



Acima, os americanos Schrock e Grubbs. Ao lado, o francês Yves Chauvin

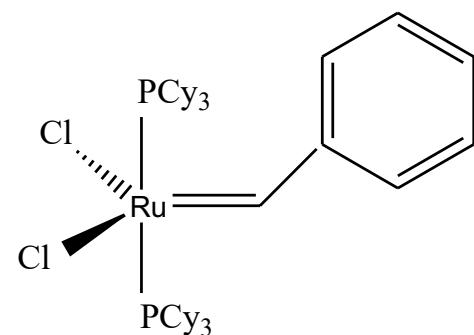


## Prémio Nobel em Química 2005

**Yves Chauvin**, do Instituto Francês do Petróleo (França);  
**Robert H. Grubbs**, do Instituto de Tecnologia da Califórnia (EUA);  
**Richard R. Schrock**, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts – MIT (EUA).

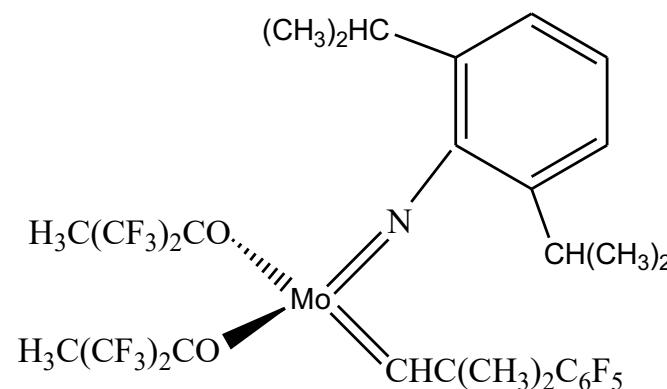
Metátese de olefinas. Nesta reação, as duplas ligações das olefinas são quebradas e os átomos de carbono podem formar novas duplas ligações com outros substituintes. É como se houvesse uma troca dos grupos orgânicos ligados à dupla ligação da olefina. Por isso mesmo, a reacção é comparada a uma dança na qual os pares trocam de parceiros constantemente. Aliás, metátese significa mesmo "troca de lugares".

A metátese é uma reação que ocorre em presença de um catalizador metálico. Em 1990, Schrock foi o primeiro a sintetizar um composto organometálico de molibdénio para a reacção de metátese e, dois anos depois, Grubbs obteve um outro catalizador de ruténio mais eficiente e mais estável ao ar do que o de molibdénio. Já Chauvin, em 1971, explicou com detalhe como funcionam as reacções de metátese e que tipo de composto metálico funciona como catalizador.

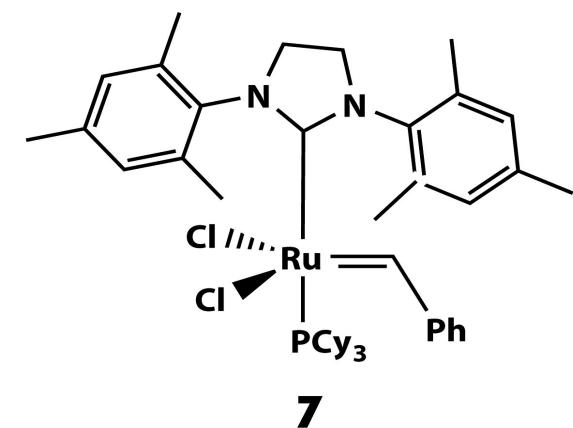


Cy=ciclohexil

**Catalizador de Grubbs**



**Catalizador de Schrock**



Structure 25-7  
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

**Catalizador de Grubbs Segunda geração**

# Máquinas Moleculares: Química Supramolecular



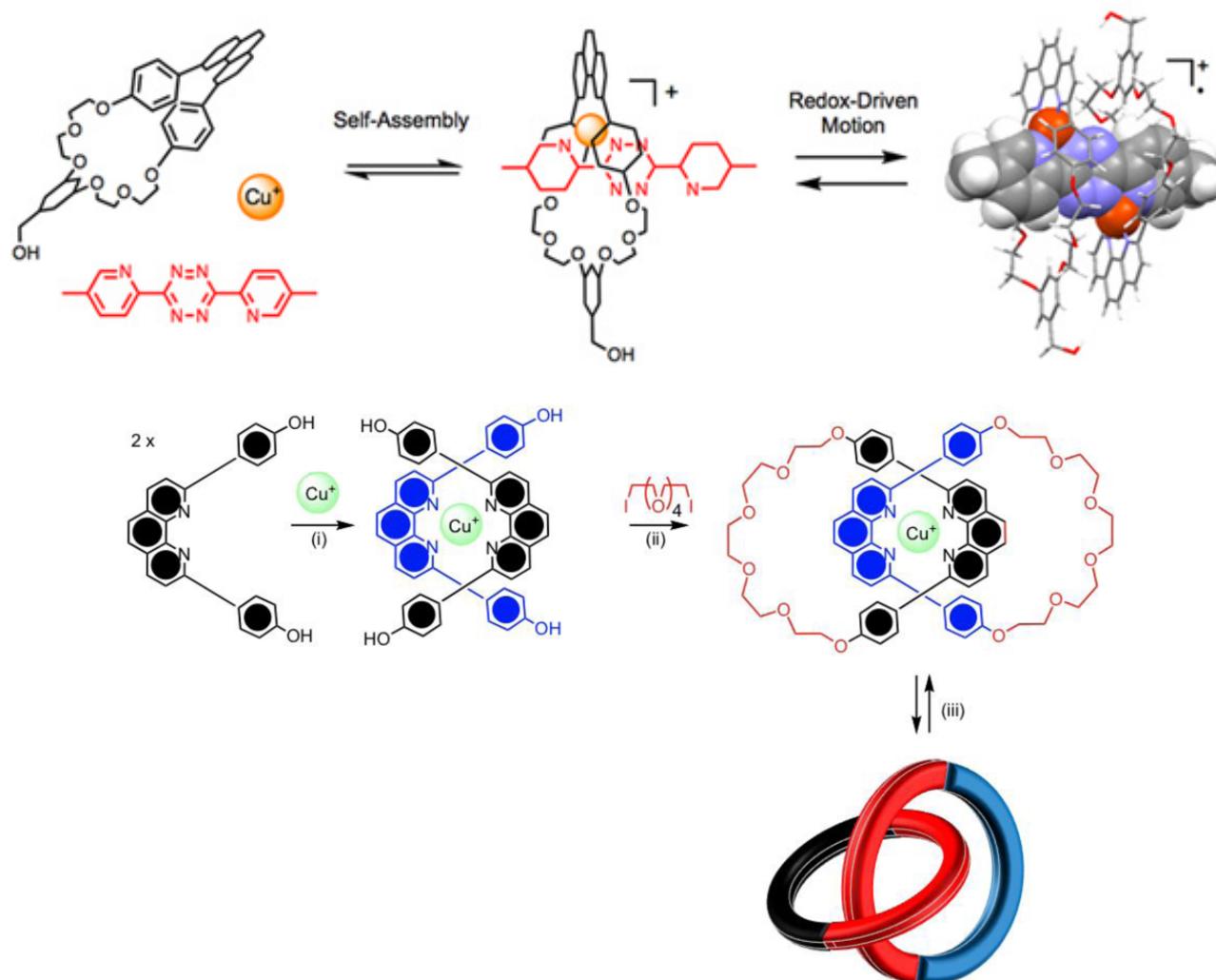
**Prémio Nobel em Química 2016**  
**Jean Pierre Sauvage**  
**ISI Universidade de Strasbourg**  
**(França)**

**Sir J. Frase Stoddart**  
**Universidade de Northwestern**  
**(EUA)**

**Bernard L. Feringa**  
**Universidade de Groningen–**  
**(Netherlands)**

The Nobel Prize in Chemistry 2016 was awarded jointly to Jean-Pierre Sauvage, Sir J. Fraser Stoddart and Bernard L. Feringa *"for the design and synthesis of molecular machines"*.

# Molecular Machines with metals



# Química Inorgânica Industrial

**Química Inorgânica é uma ciência experimental. Tradicionalmente a economia de uma nação podia ser medida pela sua produção de ácido sulfúrico e outros inorgânicos.**

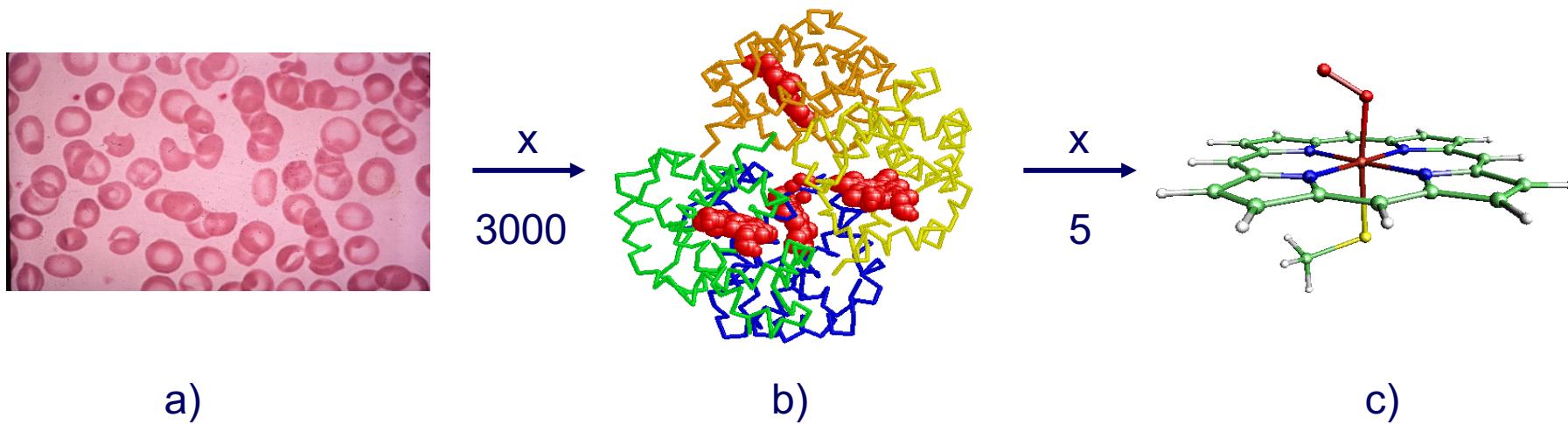
**Os “20 top” químicos inorgânicos produzidos no Canada, China, Europa, Japão, e E.U. (ano 2019) são:**

Azoto	Ácido clorídrico	Hidróxido sódico	Sulfato de alumínio
Oxigeno	Acido fosfórico	Amónia	Nitrato de amónia
Cloro	Acido sulfúrico	Peróxido de hidrogeno	Sulfato de amónia
Hidrogeno	Acido Nítrico		Carbonato sódico
Carvão			Clorato sódico
			Silicato sódico
			Sulfato sódico
			Dióxido de Titânio

# Progressos em Química Inorgânica

- a) Modernas técnicas preparativas
- b) Métodos espectroscópicos e de análise:
  - Análise elementar
  - Espectroscopia de ultra-violeta e visível
  - Espectroscopia de fluorescência
  - Ressonância magnética nuclear (RMN)
  - Ressonância paramagnética electrónica (RPE)
  - Difração de raios-X
  - Espectroscopia de Mössbauer
  - Espectrometria de massa, ESI, MALDI, FAB, etc
  - Determinação de energias de ionização
  - Electroquímica
  - Microscopia de Transmissão electrónica (TEM/HTEM)
- c) Progressos em Química Teórica, TD DFT  
(Interpretação de dados experimentais)

# Química Bio-inorgânica



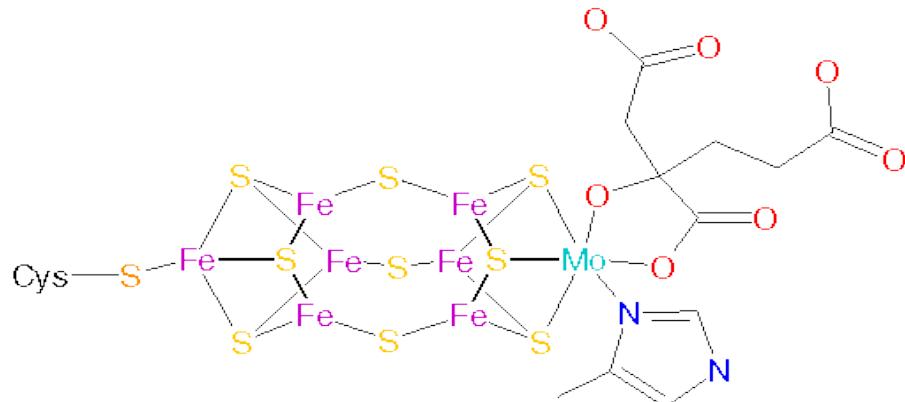
a) Células vermelhas do sangue

b) A molécula de HEMOGLOBINA

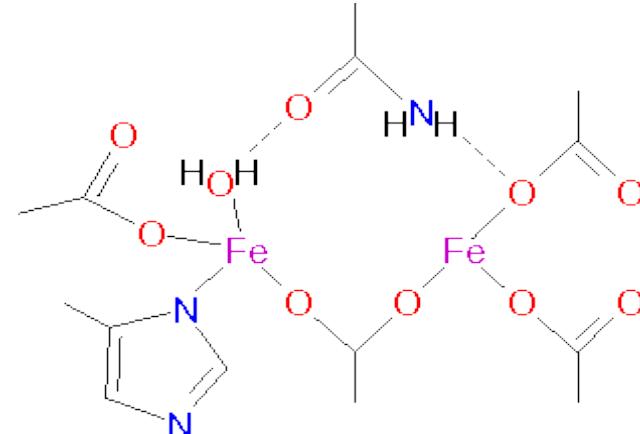
c) O GRUPO HÉMICO

Unidade Inorgânica – Transporte de Oxigénio

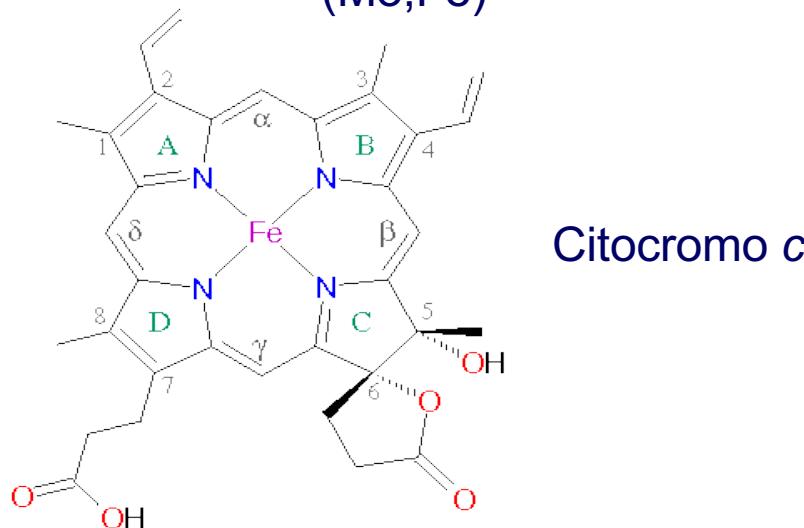
# “Complexos Inorgânicos” em Biologia



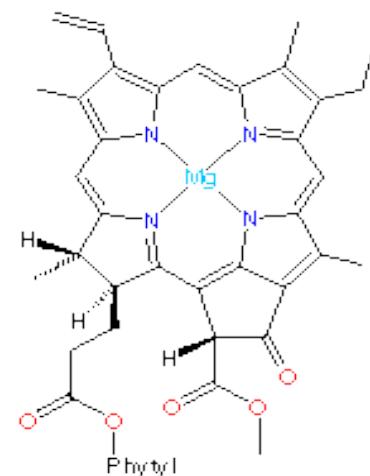
Nitrogenase  
(Mo,Fe)



Ferritina (Homem)

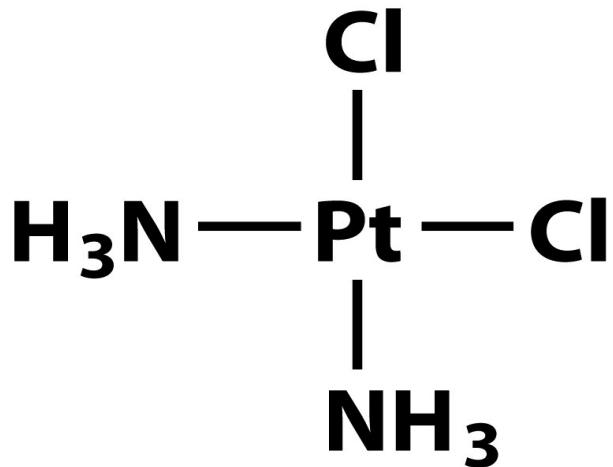


Citocromo c



Clorofila a

## DIAGNÓSTICO e Tratamento de Doenças: Tratamento do cancro



# 53 Cisplatin

Structure 26-53  
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

Impede a replicação de DNA e  
Evita a multiplicação celular,  
o isómero -*trans* é inativo.  
Descoberto de forma acidental  
em 1964 no estudo do efeito  
dum campo eléctrico no  
crescimento de bactérias.

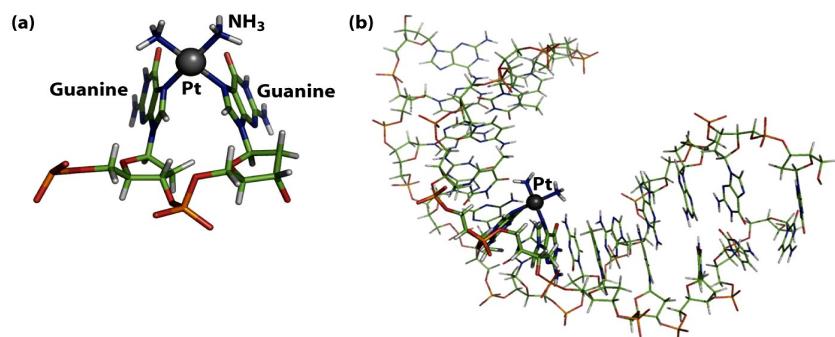
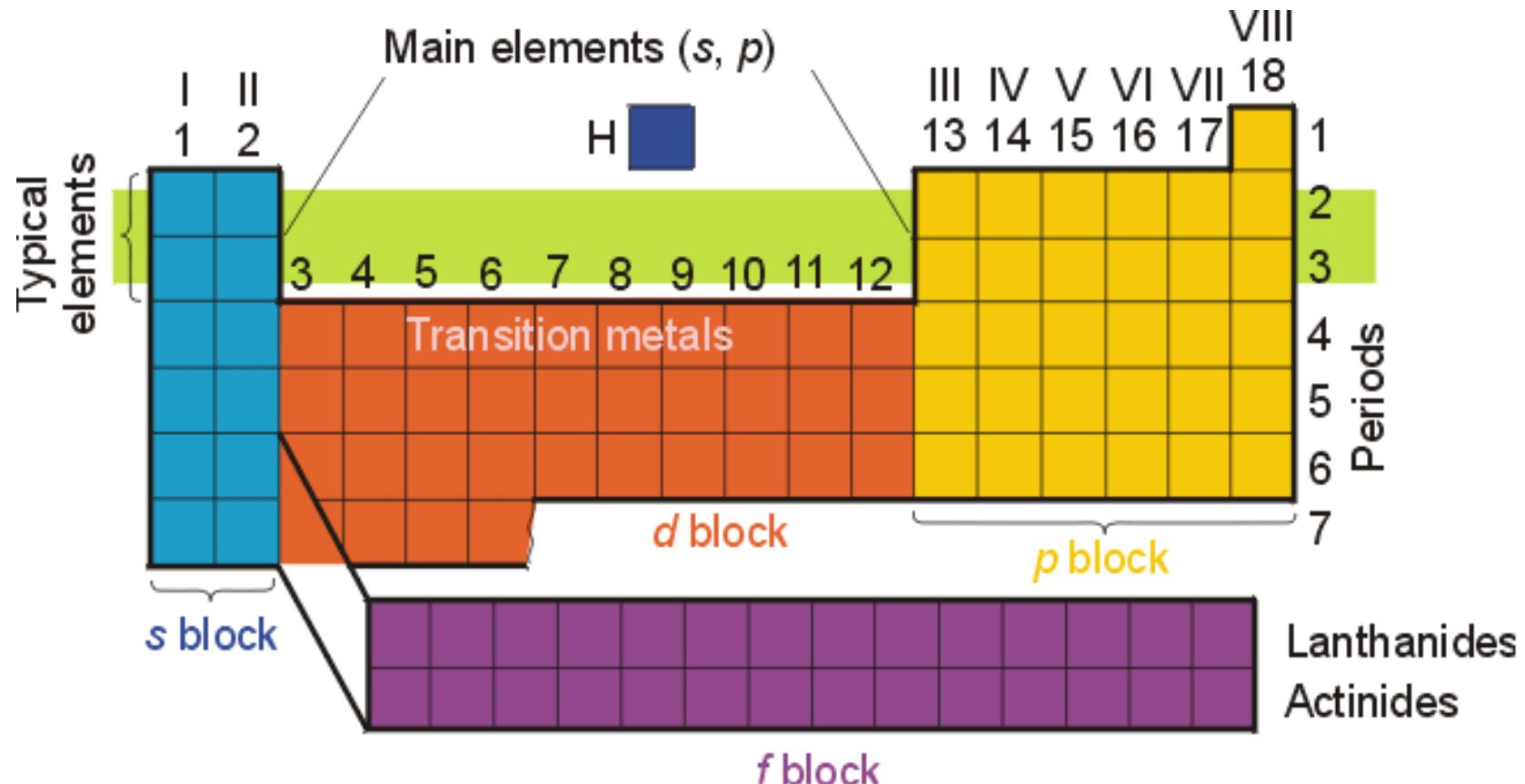


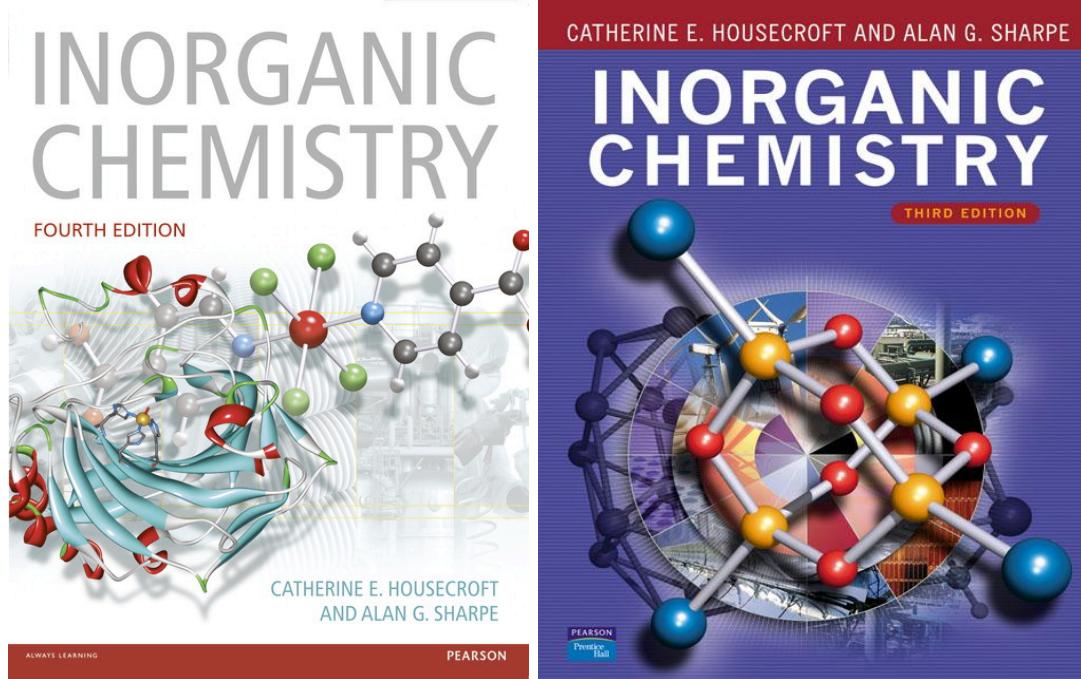
Figure 26-55  
Shriver & Atkins Inorganic Chemistry, Fourth Edition  
© 2006 by D.F. Shriver, P.W. Atkins, T.L. Overton, J.P. Rourke, M.T. Weller, and F.A. Armstrong

# TABELA PERIÓDICA dos elementos

# A Tabela Periódica



# Bibliografia



■ “*Inorganic Chemistry*” C. E. Housecroft and A.G. Sharpe.  
Pearson. Prentice Hall. 4th Ed. 2012

“*Inorganic Chemistry*” C. E. Housecroft and A.G. Sharpe.  
Pearson. Prentice Hall. 3th Ed. 2008