

The periodic table of the elements showing the group numbers and the s, p, d, and f blocks

Elements in the shaded area are the metals of organometallic chemistry.

s block																		18	s block																										
1																		He																											
H	2											p block																																	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne																												
Na	Mg	d block										Al	Si	P	S	Cl	Ar																												
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																												
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																												
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																												
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og																												
f block																																													
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Ce</td><td>Pr</td><td>Nd</td><td>Pm</td><td>Sm</td><td>Eu</td><td>Gd</td><td>Tb</td><td>Dy</td><td>Ho</td><td>Er</td><td>Tm</td><td>Yb</td><td>Lu</td> </tr> <tr> <td>Th</td><td>Pa</td><td>U</td><td>Np</td><td>Pu</td><td>Am</td><td>Cm</td><td>Bk</td><td>Cf</td><td>Es</td><td>Fm</td><td>Md</td><td>No</td><td>Lr</td> </tr> </table>																		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																

© Encyclopædia Britannica, Inc.

Main Group Organometallics

PERIODIC CHART OF THE ELEMENTS

IA	IIA	IIIB	IVB	VIB	VIIIB	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	INERT GASES		
1 H 1.00797													18 He 4.0026			
3 Li 6.941	4 Be 9.0122									5 B 10.811	6 C 12.0112	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.183	
11 Na 22.989769	12 Mg 24.3047									13 Al 26.981538	14 Si 28.0855	15 P 30.973762	16 S 32.065	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948	
19 K 39.0983	20 Ca 40.078									29 Zn 65.38	30 Ga 69.723	31 Ge 72.64	32 As 74.9216	33 Se 78.96	34 Br 79.904	35 Kr 83.80
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62									49 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.757	52 Te 127.603	53 I 126.905	54 Xe 131.29
55 Cs 132.90545	56 Ba 137.327									80 Hg 200.59	81 Tl 204.377	82 Pb 207.2	83 Bi 208.980	84 Po [210]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]									112 ?						

 very important rare
 also important

Numbers in parentheses are atomic numbers of least stable or most common isotopes.
 Atomic weights normalized to conform to the 1963 values of the Commission on Atomic Weights.
 The group designations used here are the former Chemical Abstract Service numbers.

† Lanthanide Series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.907	60 Nd 144.24	61 Pm (147)	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.924	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967
--------------------	---------------------	--------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------

‡ Actinide Series

88 Th 232.0377	89 Pa [231]	90 U 238.02891	91 Np [237]	92 Pu [242]	93 Am [243]	94 Cm [247]	95 Bk [247]	96 Cf [249]	97 Es [252]	98 Fm [257]	99 Md [258]	100 No [259]	101 Lr [260]
----------------------	-------------------	----------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------

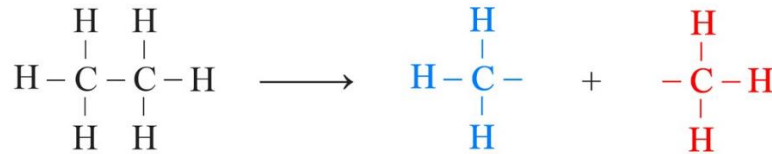
1	2		12	13	14	15	16	17	18
H									He
Li	Be			B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg			Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	d-block	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr		Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra								

المركبات العضوية بصورة عامة هي:

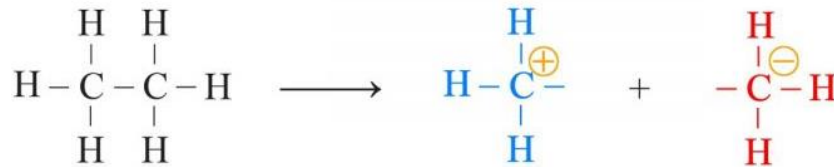
أنواع كسر الروابط في المركبات العضوية:

اثناء حدوث التفاعلات الكيميائية يحدث كسر الروابط الموجودة في المركب العضوي وهناك نوعان لكسر الروابط كالآتي:

١- **كسر متجانس**: وفيه يحدث كسر الرابط إلى شقين متماثلين كل منهما عدد متساوي من الكترونات التساهم مثال ذلك:



١- **كسر غير متجانس**: وفيه يحدث اثناء التفاعل الكيميائي كسر الرابط الذي يسمي غير متماثلين احدهما يحمل شحنة سالبة ويسمي **كاربونيون** والاخر يحمل شحنة موجبة ويسمي **كاربونيوم** مثال ذلك:



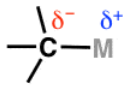
المركبات العضوية الفلزية هي مركبات كيميائية تحتوي على الأقل على رابطة واحدة بين عنصر فلزي وذرة كربون مباشرة تنتمي إلى جزيء عضوي (M-C).

بشكل عام، تكون الرابطة بين ذرة المعدن والكربون الذي ينتمي إلى المركب العضوي ذات طبيعة تساهمية. عندما تشكل المعادن ذات الإيجابية الكهربائية العالية نسبتياً (مثل الصوديوم والليثيوم) هذه المركبات، تظهر الطبيعة الكربونية بواسطة الكربون المرتبط بذرة المعدن المركزية.

يعرف الفلز Metal بأنه العنصر الفلزي Metallic element الذي يمكنه تكوين آصرة مع الكربون بحيث تكون ذرة الكربون سالبة ويكون الإستقطاب جزئياً Negatively polarized.

ان الكهروسالبية للعنصر تكون اقل من تلك التي للكربون والتي تساوي (2.5) على مقياس بولنك حيث يعتبر البورون (EN = 2.1) والالمنيوم (EN = 1.74) وهي عناصر فلزية.

"Organometallics" are compounds containing a carbon-metal bond



Carbon has an electronegativity of 2.5

Most metals (M) have electronegativities < 2.0

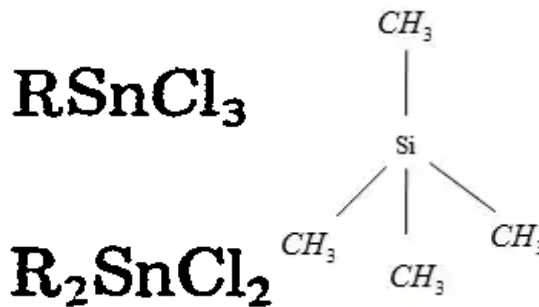
Therefore organometallics have **dipoles** where the carbon is **negative** (i.e. nucleophilic)

This means that organometallic compounds tend to act as carbon-based nucleophiles as well as bases

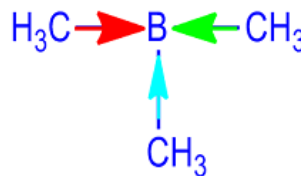
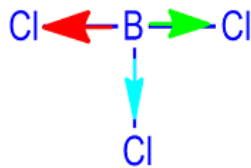
Common Examples of Organometallic Compounds

$\text{H}_3\text{C}-\text{Li}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{Mg}-\text{Cl}$	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\ominus}{\text{C}}-\overset{\oplus}{\text{Li}}-\text{Cu}-\text{CH}_3$
organolithium	organomagnesium "Grignard" reagents	organocuprate "Gilman" reagents

حتى العناصر المعدنية مثل السيليكون والقصدير والبورون من المعروف أنها تشكل مركبات عضوية معدنية تستخدم في بعض التفاعلات الكيميائية الصناعية.

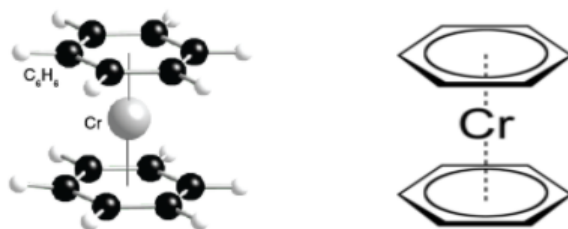


سؤال: أي من المركبين ادناه عضوي فلزي؟



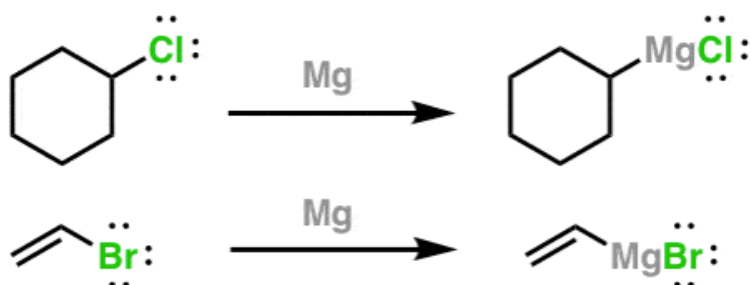
يمكن إجراء تحفيز التفاعلات حيث تكون الجزيئات المستهدفة عبارة عن بوليمرات أو مستحضرات صيدلانية بمساعدة المركبات الفلزية العضوية، مما يؤدي إلى زيادة معدل التفاعلات.

مثال على مركب فلزي عضوي حيث تم توضيح الكربون الذي ينتمي إلى جزيء بنزين مع الكروم:

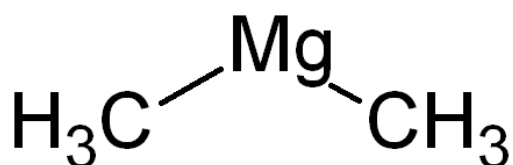
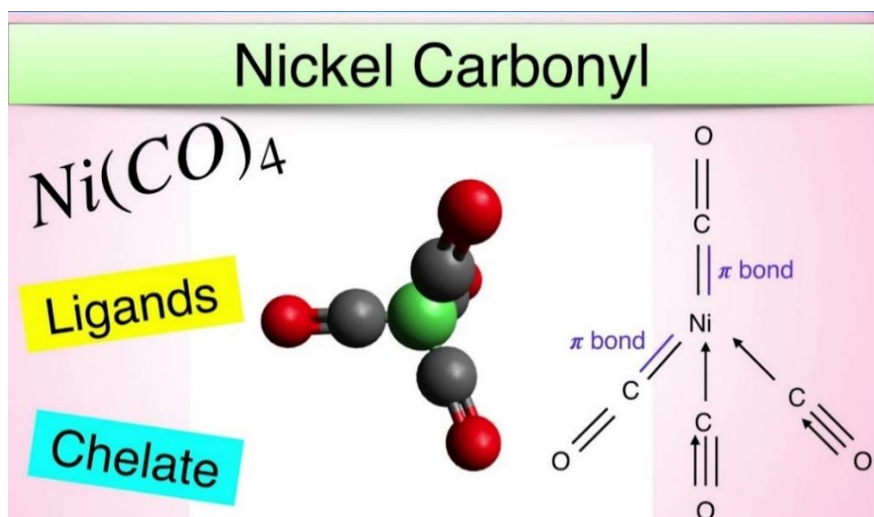


بعض الأمثلة الأخرى لهذه الأنواع من المركبات هي كواشف Grignard و tetracarbonyl Nickel و dimethyl Magnesium.

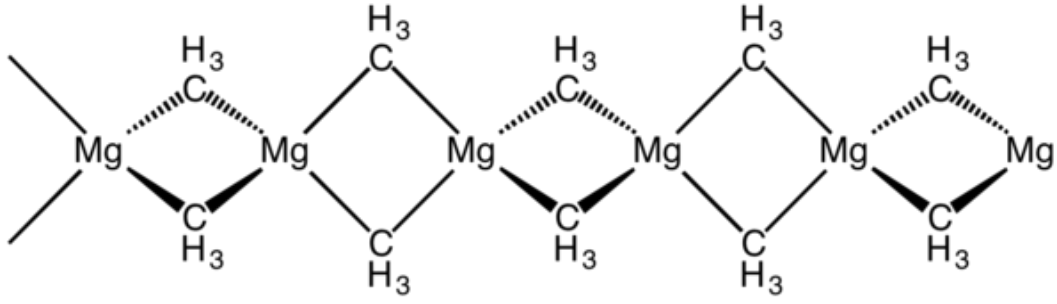
Example 1: Formation of Grignard reagents



Grignards can be formed from alkyl or alkenyl chlorides, bromides or iodides (never fluorides)



dimethyl Magnesium



خواص المركبات العضوية الفلزية

- غالبًا ما تكون الأصرة بين المعدن وذرة الكربون ذات طبيعة تساهمية عالية.
- توجد معظم المركبات العضوية المعدنية في حالات صلبة، خاصة المركبات التي تكون فيها مجموعات الهيدروكربون عطرية أو لها بنية حلقية.
- المركبات التي تتكون من معادن شديدة الحساسية مثل الصوديوم أو الليثيوم شديدة التطاير ويمكن أن تخضع للاحتراق التلقائي.
- يمكن أن تعمل هذه المركبات كعوامل اختزال.

يمكن ملاحظة أن خصائص المركبات المعدنية العضوية تختلف فيما بينها بناءً على خصائص المعادن التي تتكون منها. في كثير من الحالات، وجد أن المركبات العضوية المعدنية سامة للإنسان (خاصة المركبات المتطايرة بطبيعتها).

أهمية المركبات العضوية الفلزية

تتميز المركبات العضوية الفلزية بعدة صفات:

- تعتبر أعلى في النشاط الكيميائي والانتقائية من غيرها من المركبات العضوية وغير العضوية؛ وذلك لوجود أصرة قطبية كما أن الكثير من تلك المركبات مستقرة وتُستخدم كمبيدات ومستحضرات طبية، بالإضافة إلى استخدامها في الحصول على عينة نقية من الفلزات حيث يمكن عزلها من عينة نقية من مركب يحتوي على الفلز المطلوب.
- المركبات العضوية الفلزية مهمة جدًا في التصنيع الكيميائي، كهابيدات مركبات المغنسيوم العضوية المعروفة بعوامل كرينارد (Grignard reagents) التي تُستخدم بشكل واسع في تحضيرات الكيمياء العضوية وأيضًا مركبات الليثيوم والبورون العضوية.

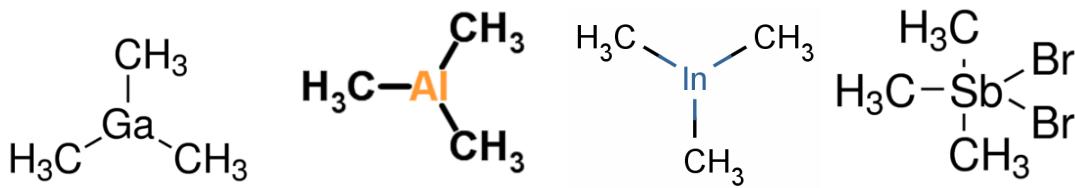
ومركبات ألكيل الألومنيوم تُستخدم أيضًا في التحضيرات العضوية، وتُستخدم مع أملاح التيتانيوم كعوامل محفزة مهمة في عملية بلمرة الهيدروكربونات غير المُشبعة كالألكينات والألكينات، حيث تتفاعل ذرات التيتانيوم مع الروابط باي (الثنائية أو الثلاثية).

- تعتبر المركبات العضوية الفلزية التي تحتوي على الرصاص، والقصدير، والزنك ذات أهمية تجارية، على سبيل المثال الكثير من مركبات القصدير العضوية تُستخدم كأدوية ومبيدات ومثباتات (stabilizers) لكلوريد البولي فينيل (polyvinyl chloride) ومثباتات للحرائق.
- من المركبات العضوية الفلزية ما يتكون من تفاعل أول أكسيد الكربون مع الفلزات الانتقالية ليكون كربونيل الفلز (metal carbonyls) مثل رباعي كربونيل النيكل وهو من اول المركبات

العضوية الفلزية التي تم اكتشافها. كربونيات الفلز تُستخدم كعوامل محفزة في الكثير من التفاعلات في الصناعات البتروكيميائية.

التطبيقات

- المركبات العضوية الفلزية لها مجموعة واسعة من التطبيقات في مجال الكيمياء. وفيما يلي بعض منها-
- في بعض التفاعلات الكيميائية التجارية، تُستخدم المركبات الفلزية العضوية كمحفزات متجانسة.
- تستخدم هذه المركبات ككواشف متكافئة في التفاعلات الكيميائية الصناعية والبحثية.
- تُستخدم هذه المركبات أيضًا في تصنيع بعض أشباه الموصلات، والتي تتطلب استخدام مركبات مثل ثلاثي ميثيل الكاليوم وتراي ميثيل ألومنيوم وتراي ميثيل أنديوم وثلاثي ميثيل الأنثيمون.



- تستخدم في إنتاج الثنائيات الباعثة للضوء (أو المصابيح).
- تستخدم هذه المركبات في عمليات الهدرجة السائبة مثل إنتاج المارجرين.
- تستخدم هذه المركبات كمحفزات وكواشف أثناء تخليق بعض المركبات العضوية.
- تعتبر المجمعات المكونة من المركبات العضوية المعدنية مفيدة في تسهيل تخليق العديد من المركبات العضوية.

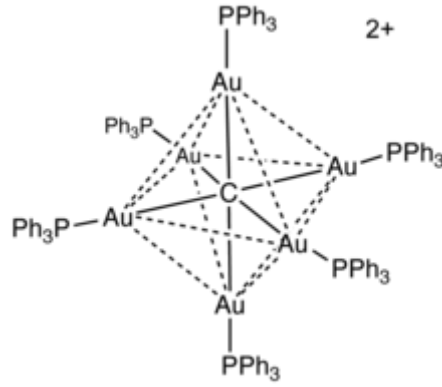
الكربيد: Carbide

الكربيد هو مركب يتكون من الكربون وعنصر أقل كهربائية. ويمكن تصنيفها بشكل عام حسب نوع الروابط الكيميائية على النحو التالي:

الملح، ومركبات التساهمية وكربيد المعادن الانتقالية وتشمل الأمثلة كربيد الكالسيوم وكربيد السيليكون، كربيد التنكستن، كل المستخدمة في التطبيقات الصناعية الرئيسية. تسمية كربيد الأيونية ليست منتظمة.

سؤال: هل الكربيد مركب عضوي؟

- لا ينتمي الكربيد إلى المواد العضوية الفلزية، فمثلا الفولاذ وهو سبيكة من الحديد والكربون لا يعد من ضمن المواد العضوية الفلزية. من الأمثلة:
- Fe₃C, Fe₇C₃ and Fe₂C
- Mo₃C₂, V₄C₃
- Nb₄C₃



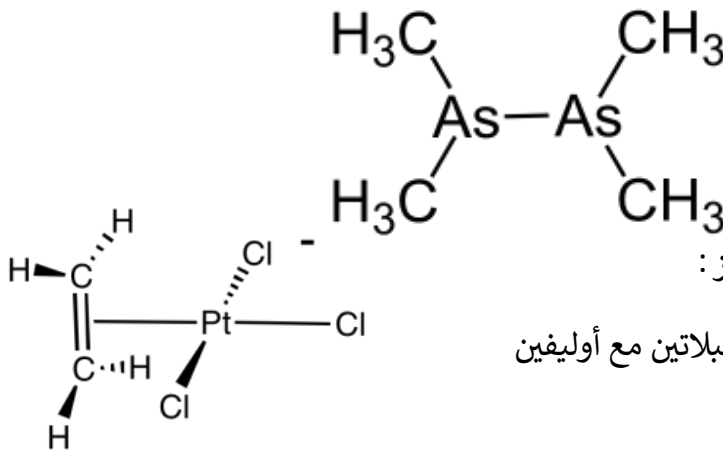
The complex $[Au_6C(PPh_3)_6]^{2+}$, containing a carbon-gold core

- لا تنتمي مادة مثل أستيتات الصوديوم ($H_3C-COONa$) إلى المركبات العضوية الفلزية بالرغم من وجود باقي عضوي على شكل مجموعة الميثيل ($-H_3C$) ومن وجود ذرة فلز فيه، ذلك لأن المركب لا يحتوي على رابطة $Na-C$ مباشرة.
- إن كل من الكلوروفيل والهيموغلوبين ليسا من المركبات العضوية الفلزية لانتقاء وجود الرابطة المباشرة بين عنصر الكربون والمغنسيوم والحديد، على الترتيب في الناتجين الطبيعيين المذكورين. ويمكن للقسم العضوي في المركب العضوي الفلزي أن يرتبط برابطة أحادية أو ثنائية أو ثلاثية مع ذرة العنصر.

نبذة تاريخية حول تطور الكيمياء العضوية الفلزية Organometallic chemistry timeline

1760 •

لويس كلود كاديت دي جاسيكورت : عندما كان يفحص الأحبار القائمة على أملاح الكوبالت ويعزل كاكوديل من معدن الكوبالت المحتوي على الزرنيخ.

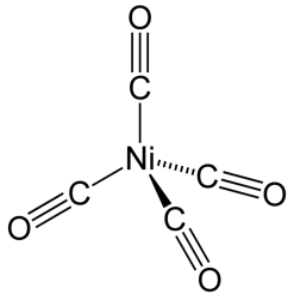
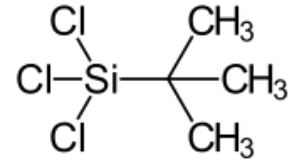
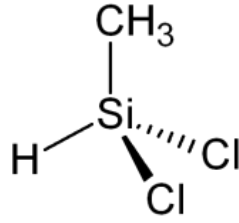
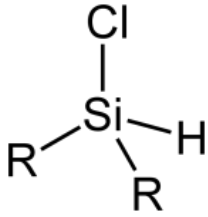


• 1827 ينتج ويليام كريستوفر زيز :

ملح زيز. أول مركب يحتوي على البلاتين مع أوليفين

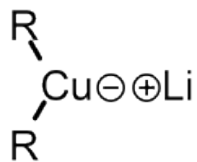
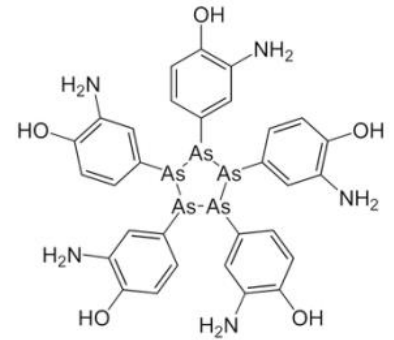
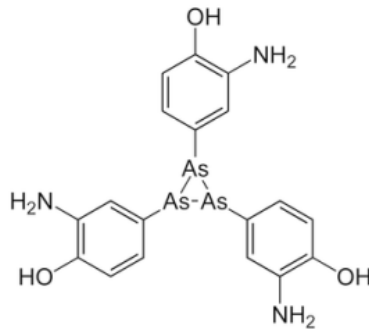
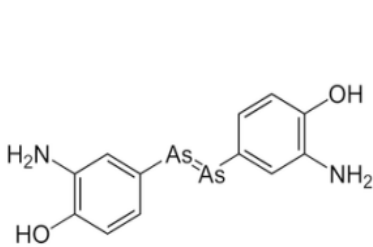
• 1863 تشارلز فريدل وجيمس كرافتس :

إعداد مركب فلزي - عضوي organochlorosilanes

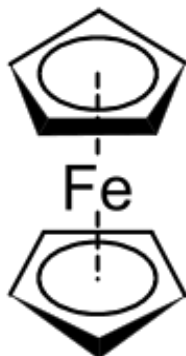


- 1890 اكتشف لودفيج موند:
- أكتشف مركبات النيكل كربونيل

- 1899 اكتشف جون أولريك نيف:
- Alkynylation باستخدام أسيتيلات الصوديوم.
- 1900 بول ساباتير يعمل على هدرجة المركبات العضوية بالمحفزات المعدنية.
- وهدرجة الدهون هي بداية التقدم في صناعة الأغذية.
- 1909 - قدم بول إيرليش سالفارسان لعلاج مرض الزهري مبكراً



- 1930 هنري جيلمان يعمل على نحاسيات الليثيوم ، كما في كاشف جيلمان:



- 1951 تم اكتشاف الفلورسين Ferrocene

يعتبر الفيروسين من المركبات العضوية الفلزية.