

DEBRECENI EGYETEM  
SZERVETLEN ÉS ANALITIKAI KÉMIAI TANSZÉK

DR. EMRI JÓZSEF

ELEMORGANIKUS VEGYÜLETEK  
KÉMIÁJA



Debrecen, 2004

# TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés	5
Alkalmazott rövidítések	7
1. Az elemorganikus kémia kialakulása, az elemorganikus vegyületek csoportosítása és általános jellemzése	9
1.1. Az elemorganikus kémia kialakulásának rövid története	9
1.2. Az elemorganikus vegyületek definíciója és csoportosítása	16
1.2.1. Az elemorganikus vegyületek definíciója	16
1.2.2. Az elemorganikus vegyületek csoportosítása	16
1.3. Az elemorganikus vegyületek általános jellemzése	19
1.3.1. Az elemorganikus vegyületekben lévő E-C-kötés jellemzése	19
1.3.2. Az elemorganikus vegyületek ligandumai és azok jellemzése	23
1.3.3. Az elemorganikus vegyületek reakcióinak fontosabb típusai	24
2. A főcsoportbeli (s- és p-mezőbeli) elemek szerves vegyületei	27
2.1. A főcsoportbeli elemorganikus vegyületek általános jellemzése	27
2.1.1. A főcsoportbeli elemorganikus vegyületek ligandumainak jellemzése	27
2.1.2. A főcsoportbeli elemorganikus vegyületek képződéshője; termikus, oxidatív és hidrolitikus stabilitása	29
2.2. Főcsoportbeli elemorganikus vegyületek előállításának módszerei	31
2.2.1. Fémorganikusok előállítása a H-, X- és M-atom redukzív helyettesítésével	31
2.2.2. Elemorganikus vegyületek előállítása kicserélési reakciókkal	33
2.2.3. Elem-szén kötés kialakítása inzertációs (beékelődéses) reakcióval	35
2.2.4. Elemorganikus vegyületek előállítása specifikus reakciókkal	36
2.3. Ionos (poláris) fémorganikus vegyületek	37
2.3.1. Alkálifémek (Na és K) ionos szerves vegyületei	37
2.3.2. Az alkáliföldfémek (Ca, Sr, Ba) szerves vegyületeinek áttekintése	39
2.4. Elektronhiányos fémorganikus vegyületek	41
2.4.1. Lítiumorganikus vegyületek	41
2.4.2. Berilliumorganikus vegyületek	48
2.4.3. Magnéziumorganikus vegyületek (RMgX és R <sub>2</sub> Mg)	49
2.4.4. Bórorganikus vegyületek	53
2.4.5. Alumíniumorganikus vegyületek	57

2.5. A szilícium szerves vegyületei és a szilikonok	63
2.5.1. A Si-C és a Si-Si kötésű szilíciumorganikus vegyületek	63
2.5.2. A trimetil-szilil- (Me <sub>3</sub> Si-) származékok kémiája és a szililezés	66
2.5.3. A szilatránok áttekintése	68
2.5.4. A szilikonpolimerek előállítása	69
2.5.5. A szilikonpolimerek jellemzése és felhasználása	73
2.6. Egyéb kovalens elemorganikus vegyületek	75
2.6.1. A gallium, az indium és a tallium szerves vegyületei	75
2.6.2. A germánium, az ón és az ólom szerves vegyületeinek összehasonlítása	77
2.6.3. A Ge-organikus vegyületek áttekintése	78
2.6.4. Az ónorganikus vegyületek áttekintése	78
2.6.5. Az ólomorganikus vegyületek áttekintése	80
2.6.6. A foszfor-, arzén-, antimon- és a bizmutorganikus vegyületek áttekintése	81
2.6.7. A szelén- és a tellúroorganikus vegyületek áttekintése	83
3. Átmenetifém-organikus vegyületek	85
3.1. Az átmenetifém-organikus vegyületek általános jellemzése	85
3.1.1. Az átmenetifém-organikusok fém-szén és fém-fém kötésének jellemzése	85
3.1.2. Az átmenetifém-organikus vegyületek ligandumainak jellemzése	87
3.1.3. Az átmenetifém-organikusok összetétele, a 18-16-14 elektronos szabály értelmezése	89
3.1.4. Az átmenetifém-organikus vegyületek csoportosítása	91
3.2. A $\eta^1$ -( $\sigma$ -donor) ligandumú átmenetifém-organikus vegyületek	92
3.2.1. Az átmenetifém-alkilok és -arilok általános jellemzése	92
3.2.2. Szén-szén kötés kialakítása palládium-alkil-komplexekkel (kapcsolási reakciók)	96
3.2.3. Réz-alkilok és -arilok	97
3.2.4. A Zn- és Cd-organikus vegyületek áttekintése	99
3.2.5. A Hg-organikus vegyületek áttekintése	100
3.3. Az átmenetifém-karbonilok és alkalmazásuk (karbonilezési reakciók)	103
3.3.1. Átmenetifém-karbonilok ( $\sigma$ -donor/ $\pi$ -akceptor ligandumú vegyületek) jellemzése	103
3.3.2. A Na <sub>2</sub> [Fe(CO) <sub>4</sub> ] felhasználása oxovegyületek előállítására (Collman-reakció)	112

3.3.3. A metanol karbonilezése, a Monsanto-féle ecetsavsztintézis	113
3.3.4. Az alkének hidroformilezése (oxosztintézis)	115
3.4. Átmenetifém-alkén-komplexek és alkalmazásuk	117
3.4.1. Átmenetifém-alkén komplexek előállítása, szerkezete és a fém-alkén kötés jellege	117
3.4.2. A palládium-alkén komplexek felhasználása oxovegyületek előállítására	120
3.4.3. Az alkének homogén fázisú hidrogénezése Wilkinson-komplexszel	122
3.4.4. Az alkének kisnyomású polimerizációja (Ziegler-Natta-féle eljárás)	124
3.5. Átmenetifém-alkin-komplexek	126
3.5.1. Átmenetifém-alkin-komplexek előállítása, szerkezete és kötési viszonyai	126
3.5.2. Az átmenetifém-alkin-komplexek fontosabb reakciói	127
3.6. Átmenetifém-allil- és -ciklopropenil-komplexek	129
3.6.1. Az átmenetifém-allil-komplexek előállítása, szerkezete és reakciói	129
3.6.2. Az átmenetifémek $C_3Ph_3^+$ -ligandumú komplexeinek áttekintése	132
3.7. A $\eta^4$ -ligandumok (butadién és ciklobutadién) átmenetifém-komplexei	132
3.7.1. Átmenetifém-butadién- és ciklobutadién-komplexek előállítása és szerkezete	132
3.7.2. A butadién katalitikus ciklooligomerizációja	133
3.8. Az átmenetifémek $\eta^5$ -(ciklopentadienil)-komplexei	135
3.8.1. Az átmenetifémek biner ciklopentadienil-komplexeinek előállítása, szerkezete és fontosabb reakciói	135
3.9. A $C_6H_6^-$ , $C_7H_7^+$ - és a $C_8H_8^{2-}$ -ligandumok ( $\eta^6$ - $\eta^8$ ) átmenetifém-komplexei	140
3.9.1. A $C_6H_6^-$ , $C_7H_7^+$ - és a $C_8H_8^{2-}$ -ligandumok biner átmenetifém-komplexei	140