

# Poszukiwanie różnic we właściwościach kompleksotwórczych alkiloimidazoli i ich wykorzystanie

Beniamin LENARCİK - Wyższa Szkoła Środowiska, Bydgoszcz; Elżbieta RADZYMIŃSKA-LENARCİK - Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2011, 65, 4, 237-242

Pierścień imidazolowy (1,3-diazolowy) występuje w strukturze związków wchodzących w skład organizmów żywych. Do najbardziej znanych należą: histydyna, histamina, pilokarpina, adenina, guanina, puryna, czy też witamina H (biotyna), odkryta przez M. Uttera w 1960 r. [1]. Szereg pochodnych imidazolu znajduje zastosowanie jako środki farmakologiczne, na przykład histydyna lub polikarpina [2].

Imidazol (rys. 1), który odkrył w XIX w. Polak B. Radziszewski [3], należy do pięcioczłonowych zasad heterocyklicznych, zwanych azolami. Jest związkiem aromatycznym, jego pierścień ma strukturę płaską. Pirydynowy atom azotu imidazolu posiada wolną parę elektronową i właśnie ta para może wiązać jony wodorowe lub tworzyć wiązania koordynacyjne z kationami metali.



Rys. 1. Wzór cząsteczki imidazolu

Dzięki międzycząsteczkowym wiązaniom wodorowym, imidazol jest ciałem stałym. W roztworze wodnym imidazol jest zasadą ( $pK_a = 7,03$ ), silniejszą od pirydyny ( $pK_a = 5,31$ ), ale słabszą od amoniaku ( $pK_a = 9,63$ ) i najsilniejszą spośród wszystkich zasad heterocyklicznych, zarówno 5-, jak i 6- członowych. W klasyfikacji Pearsona imidazol jest zasadą pośrednią. Tworzy więc trwałe kompleksy z pośrednimi lub miękkimi kwasami Lewisa. Na zasadowość pary elektronowej pirydynowego atomu azotu można wpływać wprowadzając odpowiednie podstawniki do pierścienia imidazolowego. Wszystkie atomy wodoru w pierścieniu imidazolowym można zastąpić, m.in. grupami alkilowymi. Otrzymuje się w ten sposób szeregi homologiczne alkiloimidazoli. Niedawno wykazano [4], że dla poszczególnych szeregów homologicznych zasadowość ich przedstawicieli wzrasta liniowo w miarę zwiększania się liczby atomów węgla w grupach alkilowych. Wartość stałej „b” w przedstawionych równaniach liniowych może być podstawą do porównania zasadowości tych szeregów.

$$\text{dla 1-alkiloimidazoli} \quad pK_a = 0,0222 n + 7,165 \quad (1)$$

$$\text{dla 1,2-dialkiloimidazoli} \quad pK_a = 0,0432 n + 8,01 \quad (2)$$

$$\text{dla 1,2,4-trialkiloimidazoli} \quad pK_a = 0,0503 n + 8,46 \quad (3)$$

$$\text{dla 1,4-dialkiloimidazoli} \quad pK_a = 0,0279 n + 7,79 \quad (4)$$

$$\text{dla 2-alkiloimidazoli} \quad pK_a = 0,0349 n + 7,87 \quad (5)$$

*n* - oznacza sumę atomów węgla w podstawnikach alkilowych homologów

Najbardziej zasadowe są trialkilowe pochodne imidazolu, a najmniej 1-alkiloimidazole.

Opublikowane [4] badania były przełomowe, bowiem wyznaczenie stałych dysocjacji proponowanych form ( $HL^+$ ) alkiloimidazoli, niezależnie od położenia grup alkilowych w pierścieniu, umożliwiło badanie reakcji kompleksowania trudno rozpuszczalnych w wodzie alkiloimidazoli z kationami metali przejściowych.

Znając zasadowość alkiloimidazoli, można było podjąć szerokie badania dotyczące ekstrakcji rozpuszczalnikowej Co(II) [5, 6], Ni(II) [7], Cu(II) [8 ÷ 14], Zn(II) [15 ÷ 17] i Cd(II) [18, 19] z trudno rozpuszczalnymi w wodzie alkiloimidazolami. Celem badań było ustalenie wpływu efektu sterycznego i hydrofobowego, wynikających z budowy cząsteczek ligandów na wartości parametrów charakteryzujących proces ekstrakcji jonów w/w metali. We wszystkich seriach badawczych stosowano

jednakową metodykę (dokładniej opisaną w pracach [5 ÷ 17]): zasadę imidazolową rozpuszczano w fazie organicznej, natomiast fazę wodną stanowił roztwór soli metalu. Po ustaleniu się równowagi podziału znajdowano stężenie metalu w obu fazach. Mierzono pH fazy wodnej oraz rejestrowano widma absorpcyjne obu faz w zakresie widzialnym dla roztworów barwnych.

Do pełnego opisu ilościowego dwufazowego układu kompleksotwórczego [20], faza wodna-faza organiczna potrzebna jest znajomość:

- stałej dysocjacji proponowanej formy liganda w fazie wodnej
- stałych trwałości tworzących się jego połączeń z kationami metali w fazie wodnej
- stałych podziałów kompleksów metalu między fazę organiczną i wodną.

Z danych doświadczalnych wyznaczano wartość stosunku podziału metalu ( $D_M$ ) jako zmiennej zależnej od stężenia wolnego liganda ( $[L]$ ) – w fazie wodnej, przy czym stosunek podziału metalu zdefiniowany jest równaniem (6):

$$D_M = \frac{C_M^o - C_M}{C_M} \quad (6)$$

w którym  $C_M^o$  i  $C_M$  oznaczają stężenia jonów metalu w fazie wodnej przed i po ustaleniu się równowagi podziału.

Wielkość  $D_M$  jest funkcją stężenia wolnego liganda  $[L]$  w fazie wodnej, które oblicza się na podstawie pomiarów pH, z zależności (9).

W stanie równowagi, gdy:



( $L$  – cząsteczka liganda, w – faza wodna, o- faza organiczna)



$$[L]_{(w)} = \frac{K_a \{HL^+\}_{(w)}}{[H_3O^+]} \quad (9)$$

W połowie XX w. Rydberg [21], podał równanie wiążące stałe podziału kompleksów ( $P_n$ ), stałe trwałości ( $\beta_n$ ) i stężenie wolnego liganda w fazie wodnej ( $[L]$ ):

$$D_M = \frac{P_n \beta_n [L]^n + P_{n+1} \beta_{n+1} [L]^{n+1} + \dots + P_N \beta_N [L]^N}{\sum_{n=0}^N \beta_n [L]^n} \quad (10)$$

Wykazał, że z równania (10) można wyznaczyć stałe podziału kompleksów, o ile znany jest skład kompleksu przechodzącego do fazy organicznej.

Po przekształceniu zależności (10) otrzymuje się prostszą postać równania Rydberga:

$$\frac{[L]^n}{D_M} = \frac{1 + \beta_1 [L] + \beta_2 [L]^2 + \dots + \beta_n [L]^n}{P_n \beta_n} \quad (11)$$

którą można wykorzystać dla dowolnych układów ekstrakcyjnych do obliczania stałych trwałości i stałych podziału, co udowodnił Lenarcik ze współpracownikami w wielu swoich pracach [5 ÷ 19].

W równaniach (10) i (11)  $n$  oznacza numer pierwszego kompleksu metalu, który jest na tyle hydrofobowy, że przechodzi do fazy organicznej w procesie ekstrakcji.

Metoda wyznaczania tych stałych równowag na podstawie badań ekstrakcyjnych stanowi nowość naukową w literaturze światowej. Szczególnie przydatna jest dla ligandów trudno rozpuszczalnych w wodzie, dla których nie można wyznaczyć (powszechnie stosowaną metodą potencjometryczną), stałych trwałości ich kompleksów z metalami. Nowa metoda podziału w układzie ciecz-ciecz, służąca do wyznaczania stałych równowag, została sprawdzona naukowo, a wartości otrzymanych stałych trwałości kompleksów porównywano z wyznaczonymi wcześniej metodą potencjometryczną.

Wartości stałych trwałości dla kompleksów Co(II), Ni(II), Cu(II) i Zn(II) z 1-alkilimidazolami przedstawiono w tabelcy 1.

Tabela 1

**Porównanie stałych trwałości  $\beta_n$  kompleksów Co(II), Ni(II), Cu(II), i Zn(II) z 1-alkilimidazolami**

$\log \beta_n$	Co(II) [5]	Ni(II) [7]	Cu(II) [8]	Zn(II) [15]
$\log \beta_1$	$y=0,302x+1,653$	$y=0,161x+2,631$	4,15	$y=0,229x+1,986$
$\log \beta_2$	$y=0,342x+3,592$	$y=0,164x+5,290$	7,57	$y=0,229x+4,500$
$\log \beta_3$	$y=0,377x+4,881$	$y=0,164x+7,233$		$y=0,229x+6,700$
$\log \beta_4$	$y=0,434x+5,780$	$y=0,166x+8,653$		

x – ilość atomów węgla w podstawniku alkilowym w pozycji 1 cząsteczki imidazolu

Wartości stałych trwałości kompleksów 1-alkilimidazoli z metalami przejściowymi są porównywalne z analogicznymi wartościami dla niepodstawionego imidazolu. Ich trwałość rośnie w szeregu: Co(II) < Zn(II) < Cd(II) < Ni(II) < Cu(II). W przypadku jonów Zn(II) i Co(II) stwierdzono występowanie równowag konfiguracyjnych typu oktaedr  $\leftrightarrow$  tetraedr, które objawia się wzrostem stałych trwałości, charakteryzujących etapy kompleksowania od I do 4, ponieważ są one sumą stałych cząstkowych, opisujących trwałość kompleksu oktaedrycznego i tetraedrycznego [5, 15]. Wartości stałych trwałości kompleksów Cu(II) są stałe dla wszystkich 1-alkilimidazoli, niezależnie od długości grupy alkilowej i wzrastającej zasadowości liganda [8]. Jest to zaskakujące zjawisko, gdyż w przypadku zbadanych wcześniej kompleksów 1-alkilimidazoli z Co(II), Ni(II) i Zn(II) stałe trwałości wzrastały w miarę zwiększania się długości grupy alkilowej w pozycji „1” [5, 7, 15]. Ponadto stałe trwałości kompleksów Cu(II) mają znacznie wyższe wartości, niż analogiczne połączenia kompleksowe Co(II), Ni(II) i Zn(II) z tymi zasadami. Można to wyjaśnić dużym udziałem donacji zwrotnej  $\pi_{M \rightarrow L}$  w oddziaływaniu kationu Cu(II) – pierścieniem imidazolowym [8].

W tabelcy 2 zestawiono wartości stałych trwałości kompleksów metali przejściowych z 1,2-dialkylimidazolami.

Podstawniki alkilowe wprowadzone do pierścienia 1,3-diazolu w pozycję  $\alpha$  względem pirydynowego atomu azotu zwiększają jego zasadowość, ale utrudniają tworzenie się kompleksów tego typu alkilimidazoli z kationami metali, na skutek zawady sterycznej. Efekt steryczny zmniejsza wartości stałych trwałości przede wszystkim kompleksów oktaedrycznych, np. Ni(II) [22]. Może również wywoływać zmianę w strukturze poliedru koordynacyjnego. W przypadku kationów Co(II), Zn(II) i Cd(II) zawada steryczna, spowodowana obecnością grupy alkilowej w pozycji „2” pierścienia imidazolu powoduje, że w roztworze wodnym tworzą głównie kompleksy tetraedryczne, które są znacznie mniej wrażliwe na jej działanie [16, 22]. Zjawisko to ma duże znaczenie praktyczne, gdyż kompleksy tetraedryczne, jako mniej hydratowane, łatwiej przechodzą z fazy wodnej do organicznej. Wykorzystuje się to np. do oddzielania Co(II) od Ni(II) metodą ekstrakcji rozpuszczalnikowej.

Wydłużanie podstawnika w pozycji „1” zwiększa przede wszystkim właściwości hydrofobowe kompleksu metalu i ułatwia jego przechodzenie do fazy organicznej [5, 7, 8, 15].

Wykorzystując efekt hydrofobowy, związany z długością podstawnika alkilowego w pozycji „1”, i efekt steryczny wywołany obecnością małego podstawnika w pozycji „2” lub „4”, można zaplanować optymal-

ne rozdzielanie metodą ekstrakcyjną Co(II) od Ni(II), Cu(II) od Co(II) i Ni(II), Zn(II), Cd(II), lub innych kationów, w zależności od wyjściowego składu mieszaniny.

Tabela 2

**Stałe trwałości kompleksów 1-alkilo-2-metyloimidazoli z metalami przejściowymi**

Ligand [literatura]	Me <sup>n+</sup>	$\log \beta_1$	$\log \beta_2$	$\log \beta_3$	$\log \beta_4$
1,2-dimetyloimidazol [22]	Co <sup>2+</sup>	1,13	2,39	3,81	4,32
	Ni <sup>2+</sup>	2,15	3,55	4,24	
	Zn <sup>2+</sup>	1,92	4,32	7,11	9,00
	Cu <sup>2+</sup>	3,70	6,80	9,18	10,80
1-etylo-2-metyloimidazol [22]	Co <sup>2+</sup>	1,40	1,88	3,55	
	Ni <sup>2+</sup>	1,88	3,43	3,37	
	Zn <sup>2+</sup>	1,11	4,45	7,11	9,05
	Cd <sup>2+</sup>	2,28	3,94	4,62	
	Cu <sup>2+</sup>	3,52	6,60	8,98	10,30
1-propylo-2- metyloimidazol [22]	Co <sup>2+</sup>	1,61	2,00	3,08	5,40
	Ni <sup>2+</sup>	2,05	2,41	4,19	
	Zn <sup>2+</sup>	2,35	4,40	7,45	9,41
	Cd <sup>2+</sup>	2,56	4,06	5,57	
	Cu <sup>2+</sup>	3,67	7,23	9,65	12,00
1-butylo-2- metyloimidazol [22]	Co <sup>2+</sup>	1,73	2,08	2,76	5,65
	Ni <sup>2+</sup>	2,03	3,49	4,54	5,00
	Zn <sup>2+</sup>	1,20	4,96	6,97	9,73
	Cd <sup>2+</sup>	2,44	4,02	5,37	6,03
	Cu <sup>2+</sup>	3,74	6,98	9,44	11,30
1-pentylo-2- metyloimidazol [9,16]	Zn <sup>2+</sup>	3,07			
	Cu <sup>2+</sup>	3,50	6,59	9,18	
1-heksylo-2- metyloimidazol [9,16]	Zn <sup>2+</sup>	3,48	5,80	8,30	
	Cu <sup>2+</sup>	3,52	6,63	8,98	10,10
1-oktylo-2-metyloimidazol [9,16]	Zn <sup>2+</sup>	4,45	6,80	9,10	
	Cu <sup>2+</sup>	3,53	6,65	9,65	
1-nonylo-2- metyloimidazol [9,16]	Zn <sup>2+</sup>	4,75	7,15	9,50	
1-decylo-2- metyloimidazol [9,16]	Zn <sup>2+</sup>	5,1	7,75	9,90	
	Cu <sup>2+</sup>	3,54	6,68	9,44	
1-dodecylo-2-metyloimidazol [9,16]	Zn <sup>2+</sup>	5,40	8,25	10,3	
	Cu <sup>2+</sup>	3,58	6,75	9,37	10,90

Reasumując, kompleksy metali z pochodnymi imidazolu są mało znane w skali światowej, chociaż posiadają niezwykle interesujące właściwości, wyróżniające je od kompleksów innych ligandów (np. benzimidazolu, pirazolu, pirydyny). Właściwości te można wykorzystać do rozdzielania metali różnymi technikami separacyjnymi. Efektami, które różnicują właściwości kompleksotwórcze alkilowych pochodnych imidazolu, są: efekt steryczny (podstawniki w pozycji „2” lub „4”) i hydrofobowy, związany z długością podstawnika.

Zjawiska te zmieniają trwałość i strukturę sfery koordynacyjnej metali, co ułatwia ich separację.

## Literatura

1. Stryer L.: *Biochemia*. PWN Warszawa 1997.
2. pod red. Chruściel T.: *Leksykon Leków*. PZWL Warszawa 1991.
3. Radziszewski B.: *Über Glyoxalin und seine Homologe*. Ber. Dtsch. Chem. Ges. 1882, **15**, 2706-2708.
4. Lenarcik B., Ojczenasz P.: *The Influence of the Size and Position of the Alkyl Groups in Alkylimidazole Molecules on Their Acid – Base Properties*. J. Heterocyclic Chem. 2002, **39**, 287-290.
5. Lenarcik B., Ojczenasz P.: *Investigation of the Stability Constants of Co(II) Complexes with a Homologous Series of 1-Alkylimidazoles in Aqueous Solution by Using a Partition Method with Several Solvents*. Sep. Sci. Technol. 2004, **39**, 199-226.
6. Lenarcik B., Ojczenasz P., Kopkowski A.: *The Influence of the Alkyl Chain Length and Steric Effect on Stability Constants and Extractability of Co(II) Complexes with 1-Alkyl-4(5)-methylimidazoles*. Sep. Sci. Technol. 2006, **41**, 1697-1724.
7. Lenarcik B., Rauckyte T.: *The Influence of Alkyl Length on Extraction Equilibria of Ni(II) Complexes with 1-Alkylimidazoles in Aqueous Solution/Organic Solvent Systems*. Sep. Sci. Technol. 2004, **39**, 3353-3372.

8. Radzimska-Lenarcik E.: *The Influence of the Alkyl Chain Length on the Extraction Equilibrium of Cu(II) Complexes with 1-Alkylimidazoles in Aqueous Solution - Organic Solvent Systems*. Solvent Extraction and Ion Exchange 2007, **25**, 53-64.
9. Radzimska-Lenarcik E.: *Effect of Alkyl Chain Length on the Extraction of Copper(II) Complexes with 1-Alkyl-2-methylimidazoles*. Sep. Sci. Technol. 2007, **42**, 2661-2676.
10. Radzimska-Lenarcik E.: *Influence of the steric hindrance, ligand hydrophobicity and DN of solvents on structure and extraction of Cu(II) complexes of 1-alkyl-2-ethylimidazoles*. Sep. Sci. Technol. 2008, **43**, 794-814.
11. Radzimska-Lenarcik E.: *Search for the possibility of utilizing the differences in complex-forming capacities of alkylimidazoles for selective extraction of some metal ions from aqueous solutions*. Polish J. Chem. Technol. 2008, **10**, 73-78.
12. Radzimska-Lenarcik E.: *The Influence of Alkyl Chain Length in 1,2-Dialkylimidazoles on the Extraction Capacity and Structure of Their Copper(II) Complexes*. Sep. Sci. Technol. 2009, **44**, 954-970.
13. Radzimska-Lenarcik E.: *The Influence of Steric Effect, Alkyl Chain Length and DN of Solvents on the Extraction of Cu(II) Complexes with 1-Alkyl-4-methylimidazoles*. Solvent Extraction and Ion Exchange 2010, **28**, 636-652.
14. Radzimska-Lenarcik E.: *Influence of the solvent donor number on the O/W partition ratio of Cu(II) complexes of 1,2-dialkylimidazoles*. Chem. Pap. w druku.
15. Lenarcik B., Kierzkowska A.: *The Influence of Alkyl Length on Stability Constants of Zn(II) Complexes with 1-Alkylimidazoles in Aqueous Solutions and Their Partition Between Aqueous Phase and Organic Solvent*. Solvent Extraction and Ion Exchange 2004, **22**, 449-471.
16. Lenarcik B., Kierzkowska A.: *The Influence of Alkyl Chain Length and Steric Effect on Extraction of Zinc(II) Complexes with 1-Alkyl-2-methylimidazoles*. Solvent Extraction and Ion Exchange 2006, **24**, 433-445.
17. Lenarcik B., Kierzkowska A.: *The Influence of Alkyl Chain Length and Steric Effect on Stability Constants and Extractability of Zn(II) Complexes with 1-Alkyl-4(5)-methylimidazoles*. Sep. Sci. Technol. 2004, **39**, 3485-3508.
18. Radzimska-Lenarcik E., Lenarcik B.: *The influence of organic solvents on extraction of Cd(II) complexes with 1,2-dialkylimidazole*. XXIII-th International Symposium on Physicochemical Methods of Separation "ARS SEPARATORIA 2008" July 06-09. 2008 Toruń, Poland p. 163.
19. Radzimska-Lenarcik E., Lenarcik B.: *Determination of stability constants of some 1-alkylimidazole complexes with Cd(II) by extraction method*. XXIV-th International Symposium on Physicochemical Methods of Separations "ARS SEPARATORIA 2009" June 14-18. 2009 Kudowa-Zdrój, Poland p. 187-188.
20. Rydberg J., Musakis C.K., Chopin G.R.: *Principles and Practices of Solvent Extraction*. M. Dekker Inc. New York 1992.
21. Rydberg, J.: *On the complex formation between thorium and acetylacetone*. Acta Chemica Scandinavica 1950, **4**, 1503-1522.
22. Lenarcik B., Adach A., Radzimska-Lenarcik E.: *The Influence of Steric Effect and Alkyl Chain Length on the Extraction of the Complexes of Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) and Cd(II) with 1-Alkyl-2-methylimidazoles*. Polish J. Chem. 1999, **73**, 1273-1281.

Prof. dr hab. Beniamin LENARCİK jest absolwentem Wydziału Chemicznego Uniwersytetu Gdańskiego (1958), Doktorat na Wydziale Mat. Fiz. Chem. UMK w Toruniu (1965). Habilitacja na Wydziale Mat. Fiz. Chem. Uniwersytetu Gdańskiego (1978). Profesor nauk przyrodniczych (1988). Obecnie pracuje w Wyższej Szkole Środowiska w Bydgoszczy. Zainteresowania: chemia koordynacyjna, ekstrakcja rozpuszczalnikowa metali. Dorobek naukowy Profesora liczy ogółem ok. 200 publikacji. Jest współautorem 5 podręczników. Twórca międzynarodowej zimowej szkoły chemii koordynacyjnej i organizator międzynarodowego sympozjum naukowego dot. fizykochemicznych metod rozdzielania składników mieszanin „Ars Separatoria”. Redaktor naczelny czasopisma Ars Separatoria Acta. Wypromował 10 doktorów, opracował 6 recenzji habilitacyjnych. Odznaczony m.in. Krzyżem Oficerskim Orderu Odrodzenia Polski (2003).

Dr Elżbieta RADZYMIŃSKA-LENARCİK ukończyła studia magisterskie na wydziale Mat. Fiz. Chem. Uniwersytetu Łódzkiego na kierunku chemia (1978), następnie uzyskała stopień doktora nauk chemicznych w zakresie technologia chemiczna na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej (1999). Obecnie pracuje na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. W pracy naukowej zajmuje się rozdzielaniem metali metodą ekstrakcji rozpuszczalnikowej. Jest autorką i współautorką 6. publikacji w zagranicznych czasopismach naukowych, 5. w polskich czasopismach naukowo-technicznych oraz 58. komunikatów i posterów na konferencyjnych krajowych i zagranicznych.

### Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu Techniczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy Katedra Chemii Nieorganicznej

Prekursorem Katedry była Pracownia Chemii Nieorganicznej (1966-1974) działająca w ramach Zespołu Chemii Podstawowych. W latach 1966-1974 działalność dydaktyczna i badawcza z zakresu chemii nieorganicznej skupiała się w Pracowni Chemii Nieorganicznej. W 1975 r. Pracownię przemianowano na Zakład Chemii Nieorganicznej. Katedrę Chemii Nieorganicznej powołano 1 stycznia 1992 r. W jej skład weszły dwa nowo utworzone zakłady: Zakład Katalizy i Chemii Koordynacyjnej. Istotne osiągnięcia Katedry wiążą się z działalnością wydawniczą i organizacją konferencji naukowej „Ars Separatoria”.

W latach 1966-1985 opracowano 4 skrypty „Chemii nieorganicznej. Materiały pomocnicze do wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych”, „Analiza jakościowa”, „Chemia analityczna” i „Chemia nieorganiczna. Przykłady obliczeń i zadania”. W okresie późniejszym wydano szereg podręczników. Konferencja poświęcona metodom oczyszczania i wyodrębniania substancji, która była organizowana przez Katedrę przy wsparciu Sekcji Chemii Koordynacyjnej PTCh rozwinęła się z imprezy kameralnej do rangi corocznej konferencji międzynarodowej o nazwie „International Symposium on Physico-Chemical Methods of the Mixtures Separation – Ars Separatoria”. Materiały konferencji uzyskały rejestrację ISBN, a lista uczestników zawierała przedstawicieli wiodących ośrodków naukowych wielu krajów. Na bazie materiałów konferencyjnych utworzono czasopismo „Separatoria Acta”. Katedra zajmowała się problematyką chemii koordynacyjną, badaniem trwałości i struktury w roztworze

kompleksów wybranych kationów I szeregu metali przejściowych z trudno rozpuszczalnymi w wodzie, podstawionymi alkioloimidazolami oraz niektórymi pochodnymi pirydyny, stosowanymi w praktyce do ekstrakcji jonów metali z roztworu (wspólnie z Politechniką Poznańską). Zakład Chemii Koordynacyjnej był głównym organizatorem odbywającej się corocznie międzynarodowej konferencji „International Symposium on Physico-Chemical Methods of the Mixtures Separation”. Obecnie głównymi kierunkami badań Zakładu Chemii Koordynacyjnej są: adsorpcja gazów na powierzchniach homogenicznych, ekstrakcja, fizykochemia powierzchni w zjawiskach tarcia i smarowania, izotachoforetyczne metody oznaczeń, ocena stanu środowiska otoczenia cieków i akwenów wodnych, procesy adsorpcji anionów i kationów na nieorganicznych adsorbentach syntetycznych oraz spektrometria masowa związków metaloorganicznych i koordynacyjnych.

Zakład Katalizy prowadzi badania zjawisk zarówno o charakterze podstawowym, jak i aplikacyjnym. Tematyka badawcza obejmuje: preparatykę katalizatorów, fizykochemiczne metody charakterystyki katalizatorów (w tym: mikroskopia elektronowa, dyfrakcja rentgenowska i spektrometria masowa), badania kompleksów metaloorganicznych o potencjalnym znaczeniu w katalizie, zastosowanie katalizatorów do eliminacji związków toksycznych ze środowiska, metody regeneracji katalizatorów, modelowanie zawieszinowej homo- i kopolimeryzacji etylenu na katalizatorach chromowych. Ponadto w Zakładzie Katalizy prowadzone są badania z zakresu: dekoloryzacji ścieków barwnych za pomocą utleniaczy (UV, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) oraz synteza układów tlenkowych na drodze procesów zol-żel w kontekście ich zastosowań w projektowaniu katalizatorów metalicznych.