

# „Zielone rozpuszczalniki” – ciecze jonowe

VIII Studenckie Spotkania Analityczne 03.2007



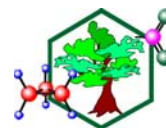
Wykonała:  
Agnieszka Tomasiak

## Zielona chemia

- W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie „zieloną chemią”, czyli chemią przyjazną środowisku. Termin ten po raz pierwszy został użyty przez prof. Anastasa w powołanym do życia w 1991 r. „programie chemii zielonej”.
- Zielona chemia dotyczy nowego podejścia do zagadnienia syntezy, przeróbki i wykorzystania związków chemicznych, co ma na celu zmniejszenie zagrożenia dla środowiska i zdrowia człowieka.
- Ciecze jonowe to nowe media reakcyjne, nie powodujące rozprzestrzeniania się szkodliwych odpadów i spełniające wymagania stawiane „zielonym rozpuszczalnikom”.



## XII zasad zielonej chemii



1	Zapobieganie
2	Ekonomia (oszczędzanie surowców)
3	Mniej niebezpieczne syntezy
4	Bezpieczne chemikalia
5	Bezpieczniejsze rozpuszczalniki i materiały pomocnicze
6	Wydajność energetyczna
7	Użycie surowców odnawialnych
8	Redukcja pochodnych
9	Kataliza
10	Degradacja
11	Analityka "w czasie rzeczywistym"
12	Bezpieczniejsza chemia

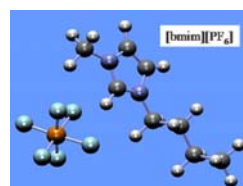
## Czym są ciecze jonowe?

- Ciecze jonowe (CJ) (ang. ionic liquids) są to substancje ciekłe składające się jedynie z jonów. Do tej grupy zaliczamy stopione sole, ale tylko takie, które charakteryzują się temperaturą topnienia poniżej 100°C.
- Istnieją też ciecze jonowe, które topią się w temperaturach niższych niż pokojowa (20°C) i nazywane są one "niskotemperaturowymi cieczami jonowymi".
- Stan ciekły w temp. pokojowej ciecze jonowe zawdzięczają stosunkowo niskiej energii sieciowej w związku z wysokim stopniem asymetrii tworzących je jonów.



## Budowa cieczy jonowych

- Ciecze jonowe zbudowane są wyłącznie z kationu i anionu.
- Kation jest duży, ma charakter organiczny i budowę niesymetryczną, która uwarunkowana jest długością podstawników alkilowych. Najczęściej stosowane są kationy alkilimidazoliowe, alkilpirydyniowe i alkilofosfoniowe.
- Anion jest mniejszy i może mieć charakter organiczny ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{CF}_3\text{COO}^-$ ,  $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ ) lub nieorganiczny ( $\text{BF}_4^-$ ,  $\text{PF}_6^-$ ,  $\text{AlCl}_4^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ).

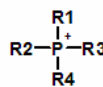
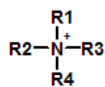
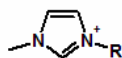
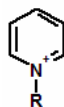


Heksafluorofosforan 1-n-butylo-3-metyloimidazoliowy →

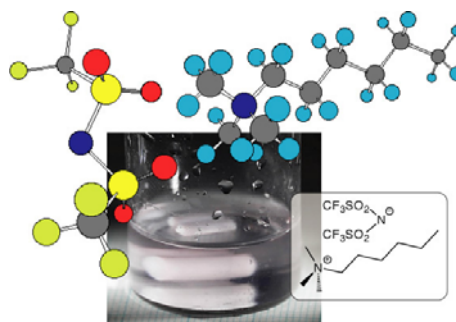
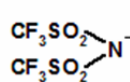
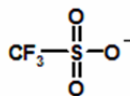
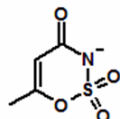
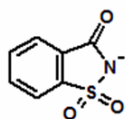
Możliwa liczba kombinacji kation – anion:  $10^{18}$

## Przykłady kationów i anionów stosowanych w otrzymywaniu cieczy jonowych:

Kationy:



Aniony:



Ze względu na budowę kationu wyróżnia się 5 klas cieczy jonowych:

1. Czwartorzędowe sole amoniowe  $[R_yNH_{4-y}]^+ X^-$



2. Sole fosfoniowe  $[R_yPH_{4-y}]^+ X^-$     3. Sole imidazoliowe  $[RR'IM]^+ X^-$



4. Sole pirydyniowe  $[RP_y]^+$

5. Sole pirolidyniowe  $[RR'P_{yr}]^+ X^-$



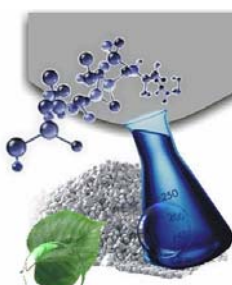
gdzie: R, R' – podstawnik alkilowy ( R' – najczęściej grupa metylowa lub etylowa, R – grupy o różnej długości łańcucha alkilowego), X – anion, y = 1,2,3,4, IM – kation 1,3 – dialkylimidazolinowy, P<sub>y</sub> – kation 1 – alkilopirydiniowy

## Charakterystyczne właściwości

- Charakterystyczną cechą cieczy jonowych jest fakt, że ich właściwości fizyczne i chemiczne mogą się zmieniać w szerokim zakresie w zależności od budowy kationu oraz anionu.
- Na etapie projektowania istnieje więc możliwość dobrania takich jonów, by uzyskać ciecz jonową o pożądanych specyficznych własnościach. Można sterować takimi własnościami cieczy jak temperatura topnienia, lepkość, gęstość, mieszalność z wodą i rozpuszczalnikami organicznymi. Z tego powodu ciecze jonowe nazywane są często rozpuszczalnikami projektowalnymi.

## Właściwości - zalety ciecchy jonowych

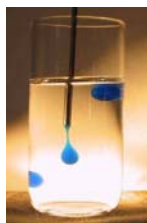
- bardzo mała prężność par – „zielona alternatywa” konwencjonalnych rozpuszczalników
- niepalność
- duża stabilność termiczna i elektrochemiczna
- szeroki zakres występowania w stanie ciekłym (rzędu 400°C)



- zdolność rozpuszczania szerokiej i różnorodnej gamy substancji organicznych i nieorganicznych
- niemieszalność z wieloma rozpuszczalnikami organicznymi
- niemieszalność z wodą (w przypadku cieczy hydrofobowych).

## Charakterystyczne właściwości c.d

- Niskotemperaturowe ciecchy mają gęstość większą niż woda, w zakresie 1,1 – 1,6 g/cm<sup>3</sup>, co związane jest z długością łańcucha alkilowego.
- Lepkość jest ponad dwukrotnie większa od lepkości tradycyjnych rozpuszczalników organicznych.
- Kwasowość i zasadowość cieczy jonowych zależy od rodzaju anionu.



- Ciecchy jonowe mogą być hydrofobowe jak i hydrofilowe. Rozpuszczalność zależy od odpowiedniego anionu, kationu i temperatury.



## Porównanie zakresu temperatur wrzenia i topnienia cieczy jonowych oraz innych rozpuszczalników

Rozpuszczalnik	Temp. topnienia [°C]	Temp. wrzenia [°C]	$T_w - T_t$ [°C]
Amoniak	-78	-34	44
Benzen	5	80	75
Aceton	-94	56	150
Metanol	-98	65	163
Nitrobenzen	6	211	205
Ciecz jonowa	< 100	> 300	~ 400

Gdzie:  $T_w$  – temp. wrzenia,  $T_t$  – temp. topnienia,  $T_w - T_t$  – zakres temperatur, w którym rozpuszczalnik jest cieczą.



## Otrzymywanie cieczy jonowych

- Ciecze jonowe otrzymuje się najczęściej w reakcji tworzenia czwartorzędowej pochodnej aminy lub fosfiny. Odpowiedni anion zostaje wprowadzony przez wymianę jonową.



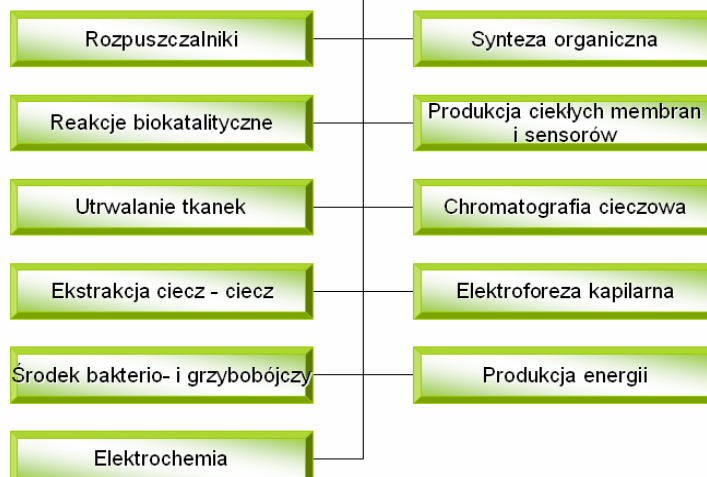
- Reakcja powinna być ściśle kontrolowana.
- Wskazane jest otrzymywanie cieczy jonowych o **wysokiej czystości** (nie ma możliwości oczyszczenia ich przez destylację), co utrudnia proces ich produkcji i zwiększa jego koszty.

Nowoczesny reaktor do syntezy CJ



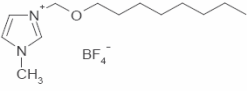
P. Walden – chemik, który zsyntezował pierwszą CJ

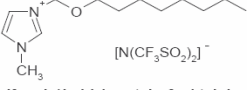
### ZASTOSOWANIE CIECZY JONOWYCH

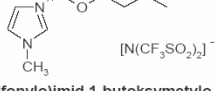


*Zastosowanie cieczy jonowych jest jedynie limitowane przez naszą wyobraźnię*

## Oferta Poch-u

<b>CIECZ JONOWA CJ 001</b>	nr kat. 251710424
	
<b>Tetrafluoroboran 1-metylo-3-oktyloksymetyloimidazoliowy</b>	
Wielkość opakowania	Cena PLN netto
10 g	369,00
20 g	495,00

<b>CIECZ JONOWA CJ 002</b>	nr kat. 251711420
	
<b>Bis(trifluorometylosulfonylo)imid 1-metylo-3-oktyloksymetyloimidazoliowy</b>	
Wielkość opakowania	Cena PLN netto
10 g	769,00
20 g	979,00

<b>CIECZ JONOWA CJ 003</b>	nr kat. 251712425
	
<b>Bis(trifluorometylosulfonylo)imid 1-butoksymetylo-3-metyloimidazoliowy</b>	
Wielkość opakowania	Cena PLN netto
10 g	769,00
20 g	979,00

## Źródła wiedzy

- Kowalska S., Stepnowski P., Buszewski B. „O cieczach jonowych” artykuł z czasopisma „Analityka – nauka i praktyka”, nr 3/2006
- Pernak J. „Ciecze jonowe” seminarium, Politechnika Poznańska, 2005
- Strony internetowe:
  - [http://pl.wikipedia.org/wiki/Ciecz\\_jonowa](http://pl.wikipedia.org/wiki/Ciecz_jonowa)
  - <http://www.pg.gda.pl/chem/Dydaktyka/Analityczna/MISC/Zielchem.pdf>
  - <http://www.poch.com.pl/dla-laboratorium,2,6>
  - [http://www.nd.edu/~ed/Research/IL\\_simulations.html](http://www.nd.edu/~ed/Research/IL_simulations.html)
  - [http://www.predmaterials.com/en\\_batt/ionicLiquid.html](http://www.predmaterials.com/en_batt/ionicLiquid.html)



---

Dziękuję za uwagę

