

Przejścia fazowe cieczy jonowych ograniczonych w węglach nanoporowatych

Konrad Rotnicki
Małgorzata Śliwińska-Bartkowiak
ZFD FS

Superkondensatory

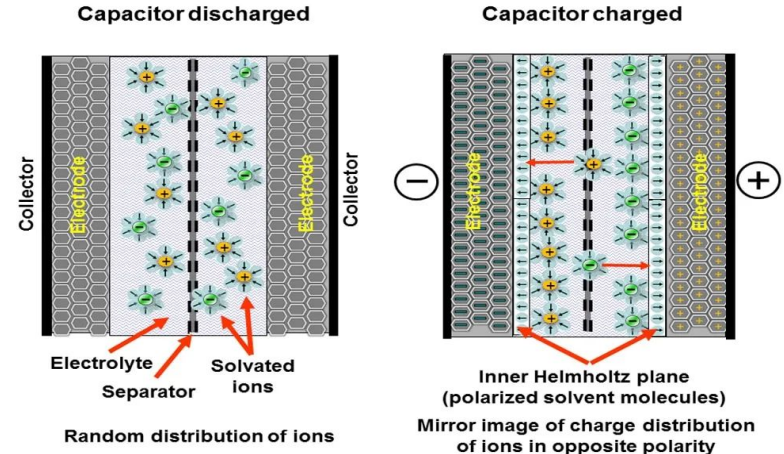
Superkondensator to urządzenie magazynujące energię elektryczną, które łączy cechy baterii i kondensatora. Wyróżnia się dużą pojemnością energetyczną, szybkim czasem ładowania i rozładowania oraz długą żywotnością w porównaniu do tradycyjnych baterii. Superkondensatory są używane w urządzeniach elektroniki użytkowej, transporcie czy magazynowaniu energii odnawialnej.

Ciecze jonowe są potencjalnie doskonałym elektrolitem, ponieważ składają się wyłącznie z jonów, co zapewnia wysoką przewodność jonową.

Z kolei węgle aktywne oferują bardzo dużą powierzchnię elektrod, co zwiększa pojemność magazynowania ładunku.

Nasz cel: badanie możliwości działania superkondensatorów w reżimie niskich temperatur

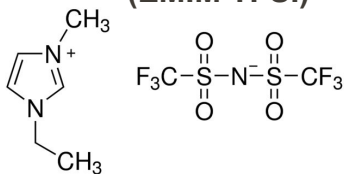
Badane były przejścia fazowe cieczy jonowych, oraz tych że cieczy uwięzionych w materiałach porowatych



Ciecze jonowe i Węgle aktywne

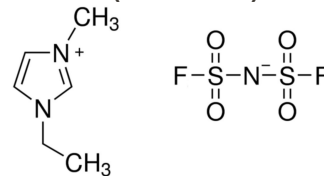
1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide

(EMIM TFSI)

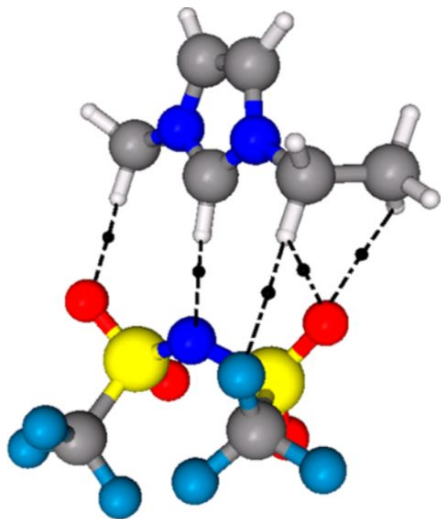


1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(fluorosulfonyl)imide

(EMIM FSI)

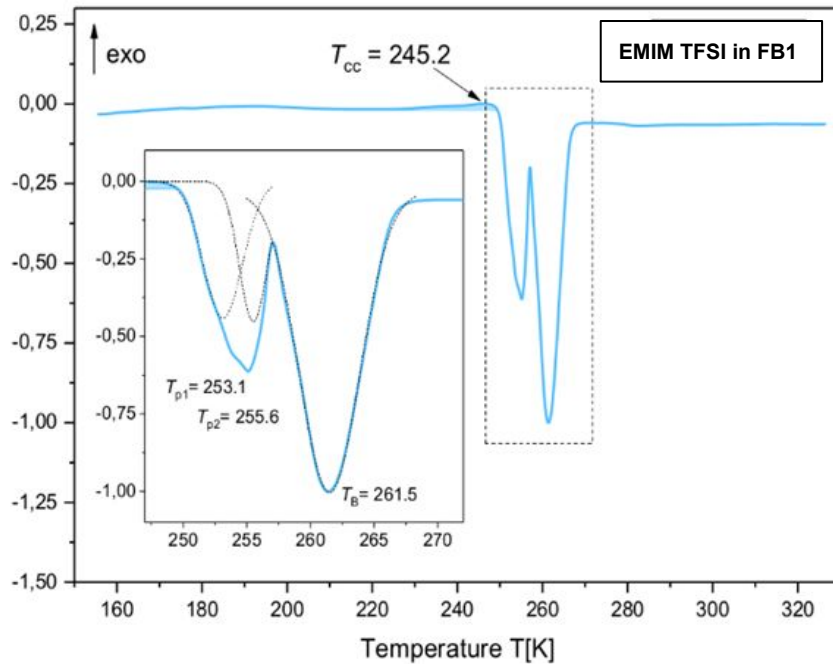
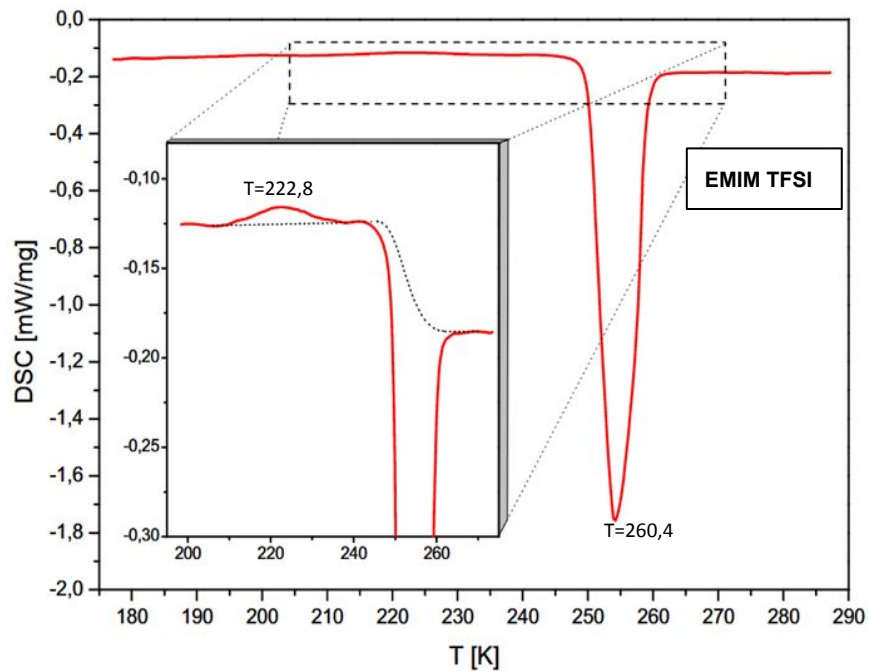


Wyniki badań izoterm adsorpcji:

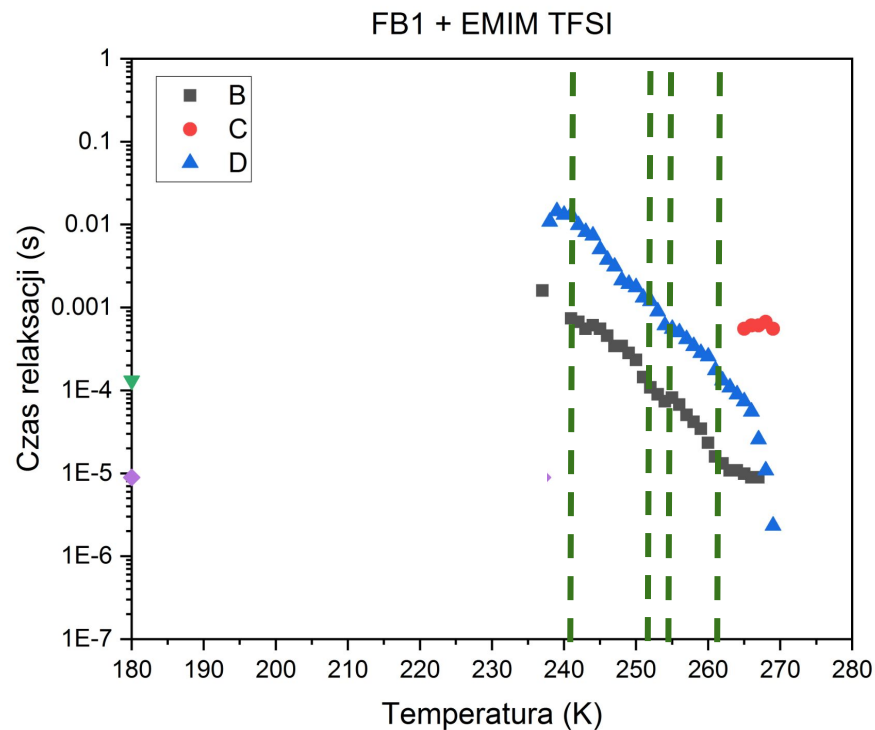
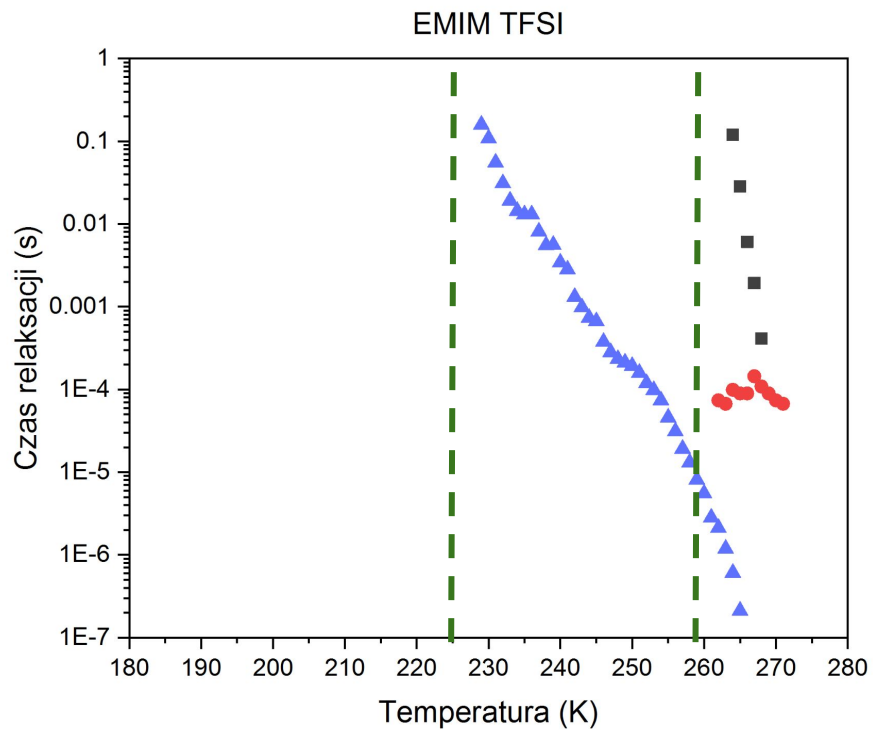


Nazwa materiału węglowego	Powierzchnia BET	Łączna powierzchnia	Vmicro < 2 [nm]	Vmeso 2-50 [nm]	Średnia wielkość mikroporów (L0)	Średni rozmiar mezoporów (L0)	Efektywna wielkość porów
	[m ² ·g ⁻¹]	[m ² ·g ⁻¹]	[cm ³ ·g ⁻¹]	[cm ³ ·g ⁻¹]	< 2 [nm]	2 - 50 [nm]	[nm]
FB1	1843	1681	0,71	0,19	0,90	3,20	1,39
FB3	1149	1178	0,42	0,15	0,75	5,25	1,94
FB5	1976	1592	0,40	1,36	0,91	3,73	3,09
FB7	1571	1502	0,52	1,05	0,81	9,19	6,41

DSC od temperatury dla EMIM TFSI (Bulk i w FB1)

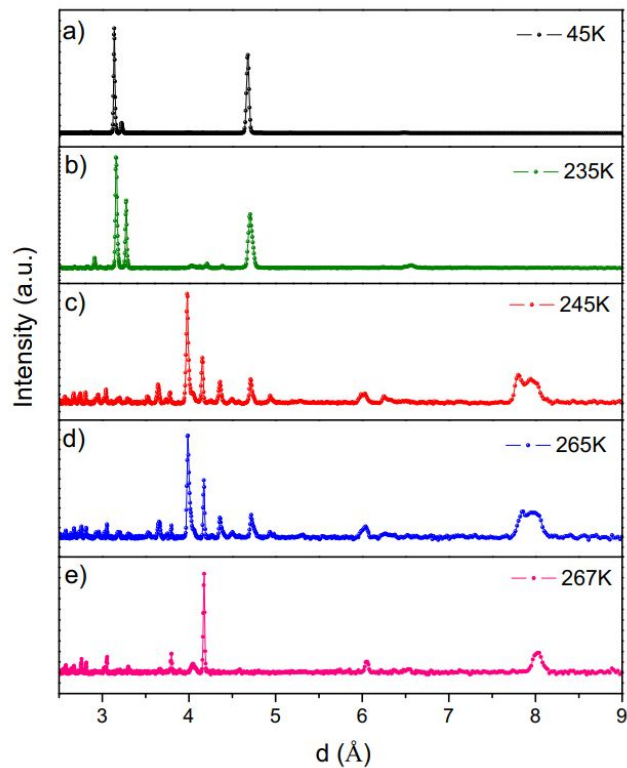


Czasy relaksacji dielektrycznej dla EMIM TFSI

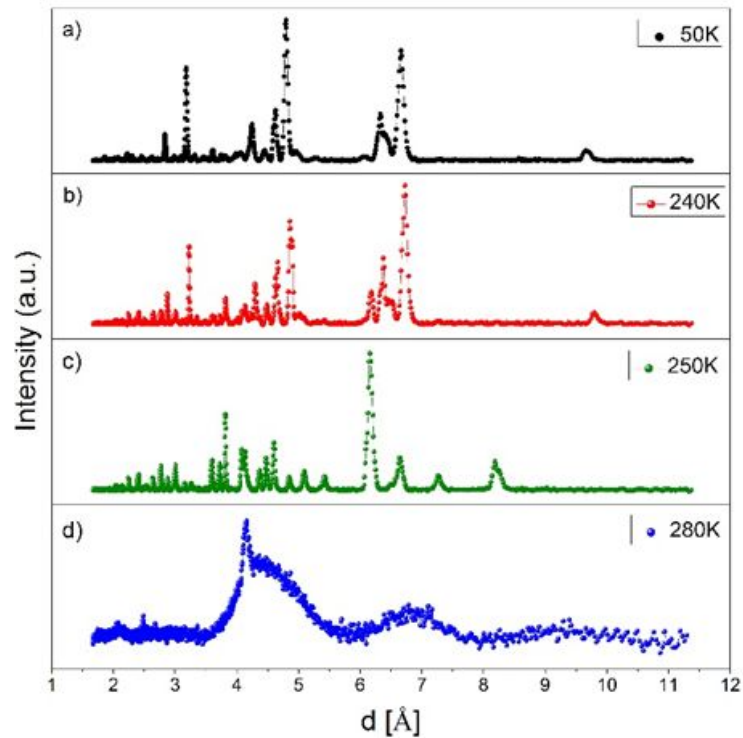


X-ray

Ciecz swobodna



Ciecz ograniczona w FB1

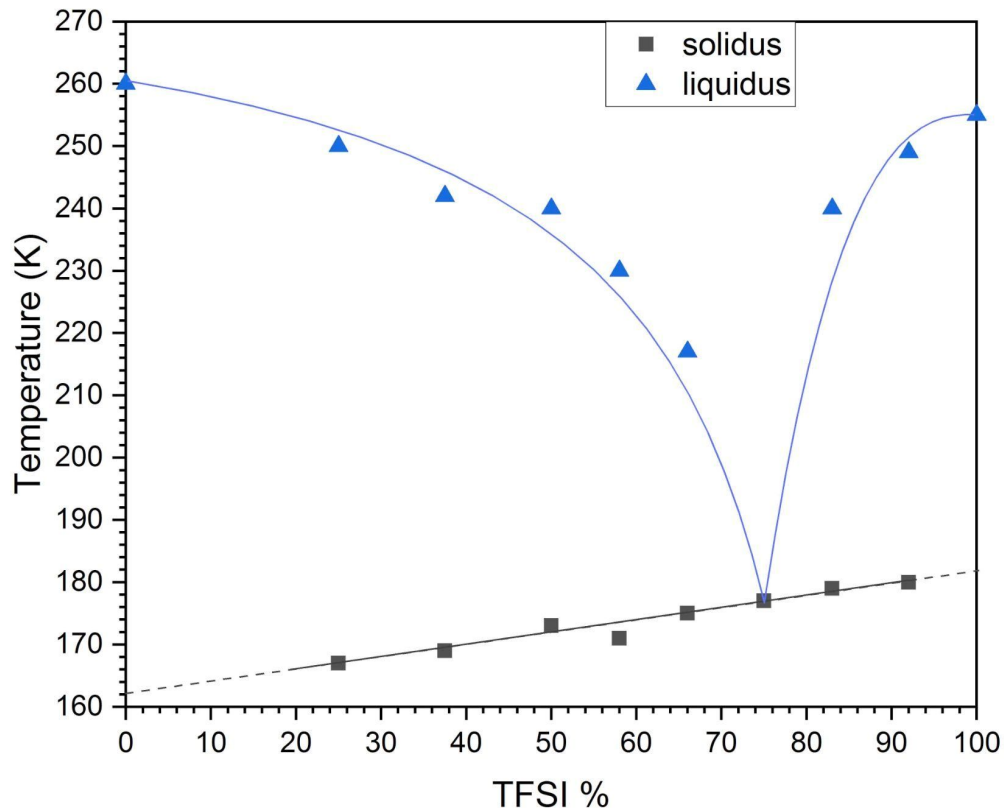


Przejścia fazowe dla mieszanin cieczy jonowych

Solidus: Temperatura dla fazy stałej wzrasta liniowo wraz ze wzrostem stężenia TFSI, od około 165K przy niskim stężeniu do około 175K przy stężeniu 100%.

Liquidus: Krzywa liquidus pokazuje bardziej złożoną zależność. Początkowo spada od około 260K przy niskim stężeniu, osiągając minimum w okolicy stężenia około 75%, a następnie zaczyna ponownie wzrastać.

Wyniki sugerują, że przy stężeniu EMIM TFSI wynoszącym około 75% mamy do czynienia z stężeniem eutektycznym.



Wnioski

- W przypadku cieczy jonowej uwięzionej w strukturze węgla zaobserwowano, że proces topnienia następuje przy temperaturze o 8 K niższej niż w cieczy swobodnej. Świadczy to o wpływie ograniczeń przestrzennych na dynamikę molekularną i procesy termodynamiczne, prowadząc do obniżenia punktu topnienia. W strukturach porowatych interakcje molekularne z otaczającymi ścianami mogą wpływać na stabilność fazową cieczy, co skutkuje obniżeniem temperatury topnienia.
- Ponadto, poniżej 240K nie zaobserwowano żadnych istotnych zmian strukturalnych w układzie. Sugeruje to, że w tych niskich temperaturach układ osiąga stabilną fazę, a dalsze obniżanie temperatury nie prowadzi zmian w strukturze układu.
- Dla mieszaniny zaobserwowano niższe temperatury topnienia w porównaniu z czystymi składnikami. W szczególności, dla mieszaniny cieczy zawierającej 75% EMIM TFSI i 25% EMIM FSI, zaobserwowano zanik liquidusa, co sugeruje, że jest to stężenie eutektyczne.
- Badania sugerują że elektrolitem dla superkondensatorów pracujących w reżimie niskich temperatur może być stężenie eutektyczne badanych cieczy jonowych, o temperaturze topnienia około 180K.